

А.Л.ҲАМРОЕВ

СИНТЕТИК ТОЛАЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

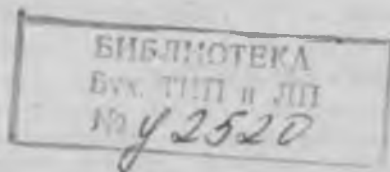


"ЎЗБЕКИСТОН"

4-24
А. Л. ҲАМРОЕВ

СИНТЕТИК ТОЛАЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
олий техника ўқув юртлирининг кимё технологияси ихтисослиги
бўйича таҳсил олаётган талабалари учун ўқув қўлланма сифатида
таъсия этган*



ТОШКЕНТ
"ЎЗБЕКИСТОН"
2000

Синтетик толалар ҳақида умумий маълумот

Синтетик толалар макромолекуласининг кимёвий тузилишига қараб гетерозанжирли ва карбозанжирли толаларга бўлинади.

1. Гетерозанжирли толалар. Гетерозанжирли толалар макромолекуласининг занжирларида карбон атомлардан ташқари кислород, азот, олтингугурт, фосфор каби элементлар иштирок этади. Гетерозанжирли толаларга ҳозир ишлаб чиқарилаётган полиамид (поликапролактан, полигексаметиленадипамид, полиаминоэнант, полиаминоундекан ва Ҳ.К.лар), полиэфир, полиуретан ва полимочви-налардан олинаётган толалар мисол бўла олади.

2. Карбозанжирли толалар. Карбозанжирли толалар макромолекуласининг занжирлари фақат углерод атомлардан тузилган бўлиб, буларга ҳозир ишлаб чиқарилаётган полиакрилонитрил, поливинилхлорид, поливинил спирт, полиэтилен, полипропилен, тефлон ва фторлонлардан олинаётган толалар мисол бўлади.

Синтетик толалар ишлаб чиқариш сунъий толалар ишлаб чиқаришдан сунг йулга қўйилган бўлсада, аммо тез вақт ичида кимёвий толалар ишлаб чиқаришда солмоқли ўринни эгаллади. 1968 йилга келиб дунё буйича синтетик толалар ишлаб чиқариш сунъий толалар ишлаб чиқаришдан ўзиб кетди. Синтетик толалар ишлаб чиқаришнинг дунё буйича динамикаси қуйидаги сонлар билан ифодаланади:

Йиллар	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1985
Ишлаб чиқариш ҳажми, минг т	2,5	69,4	704	4931	7363	10492,3	12514,3

Собиқ СССР да ҳам синтетик толалар ишлаб чиқариш тез суръатлар билан ўсиб борди. 1970 йилда 167 минг тонна тола ишлаб чиқарилган бўлса, 1975 йилга келиб ҳажми 440, 1980—558,7 ва 1985—730 минг тоннага етди.

Биринчи маротаба синтетик толалар ишлаб чиқариш 1930 йилларда бошланган эди. Бунда тола олиш учун карбозанжирли синтетик полимерлардан айримлари, яъни винилхлорид ва винилацетатнинг сополимери, поливинил спирт, хлорланган поливинилхлоридлар ишлатилган эди.

Бу полимерларнинг эритмаларидан қуруқ ёки ҳўл усул билан толалар олинган эди. Аммо айрим технологик сабабларга кўра бу полимерлардан тола олиш кенг ривожланмади.

1938—1939 йилларга келиб кўпгина ижобий хусусиятларга эга бўлган полиамиддан найлон тола ишлаб чиқариш йўлга қўйилади.

1940 йилда полиэфирлардан тола олина бошланди. Ҳозирги кунда бундай тола ишлаб чиқариш кўпгина давлатларда тез суратлар билан ўсиб бормоқда.

Полиакрилонитрилдан тола олиш эса 1942—1944 йилларда бошланди. Бугунги кунга келиб бундай толаларни ишлаб чиқаришга катта аҳамият берилмоқда.

Юқорида қайд қилинган асосий синтетик толалардан ташқари янгидан-янги хусусиятларга эга бўлган толаларни ишлаб чиқариш ҳам кенгайиб бормоқда. Буларга мисол қилиб полипропилен, полиуретан, таркибида фтор бўлган полимерлардан олинаётган толаларни кўрсатиш мумкин. Булардан ташқари иссиққа чидамли, юқори пишиқликка эга бўлган, электр токини ўтказадиган, юқори модулли толалар ишлаб чиқариш устида ишлар олиб борилмоқда ва олинган ижобий натижалар тола ишлаб чиқариш соҳасига тадбиқ этилмоқда.

МДҲнинг кўпгина корхоналарида гетерозанжирли полимерлардан капрон (полиамиддан) ва полиэфир полимерларидан лавсан, карбозанжирли полимерлардан нитрон (полиакрилонитрилдан), хлорин (хлорланган поливинилхлориддан), совиден (винилхлорид ва винилиденхлорид сополимеридан), винол (поливинил спиртдан), полиэтилен ва полипропилен толалари ишлаб чиқарилмоқда. Бундай толалардан айримларини, чунончи Ўзбекистонда капрон толасини ва лавсан толасини Тожикистон ҳудудларида қуриладиган корхоналарда ишлаб чиқариш мўлжалланмоқда. Ҳозирда Навоий шаҳрида нитрон тола ишлаб

Полиамид ва полиэфир тоаларни ҳосил қилувчи мономер ва полимерлар, уларнинг олиниш усуллари ҳамда толанинг номланиши (асосан энг куп ишлаб чиқариладиганлари)

Мономернинг номи	Мономерни синтезлаш учун хомашё	Полимернинг олиниш усули ва номланиши	Синтезлашдаги асосий параметрлар			Полимер таркибидagi қуйи молекулар бирикма миқдори, %	Полимернинг хусусияти		Олинган толанинг номланиши*
			жараёнинг давом этиши, соатда	Ҳарорат, °C	активатор ва катализатор		су-юқла-ниш ҳаро-рати, °C	поли-мерл. даража-си**	
Полиамидларни синтезлаш учун 1. Капролактaм	фенол, бензол, циклогексан	Полимери-зацияланиш Поликапролактaм	16—21	250—260	Ишлати-лади	10—12	215	150—200	Полап (Польша), Капрон (Собиқ СССР) Перлон (ФРГ), Силон (ЧССР), Найлон 6 Капролан (АҚШ), Де-дерон (ГДР)
2. Гексаметилендиамин ва адипин кислота (АГ тузи)	фенол, бензол, циклогексан, акрилонитрил, ацетон	Поликон-денсация-ланиш Полигексаме-тилен-ади-намид	10—15	275—280	Ишлати-майди	0,5—1,0	255	80—100***	Анид (Собиқ СССР) Найлон 6,6 (АҚШ, Италия, Англия)

1.1-жадвалнинг давоми

3. Аминозnanт кислота	этилен ва кар-бон (IV)—хло-рид, фурфурол, циклогексанон	Поликон-денсация-ланиш Поли-аминозnanт	8—10	250—260	Ишлати-майди	0,5—1,0	225	150—200	Энант (Собиқ СССР) Найлон 7 (АҚШ)
Полиэфирни синтезлаш учун Диметилтереф-талат (тереф-талат кислота-нинг диметил эфири) ва эти-ленгликоль;	п-ксилол, то-луол, этилен	Поликон-денсация-ланиш Полиэти-лентереф-талат	10—24	240—290	Ишлати-лади	—	258—260	85—120	Лавсан (Собиқ СССР); Терилея (Канада, Анг-лия); Ланон (ФРГ, Италия, ГДР); Дак-рон, Фортрел (АҚШ); Тетерон, Курарз, (Япония); Тревира, Диолен (ГФР); Гризу-тен (ГДР); Элана, Торлен (ПХР); Тер-ленка (Голландия); Терел (РСР); Тергаль (Франция); Ямболен (БХР); Териталь (Италия)
Терефтал кис-лота ва этилен-гликоль; Те-рефтал кислота ва этиленоксид									

* АҚШ да ҳамма полиамидлар "найлон" дейилиб бу сўздан сўнг полимернинг элементар звеносидаги ёки мономерлардаги карбон сонларига тенг бўлган сон қўйилади. Масалан, капролактaмдан олинган полимер найлон 6, гексаметилендиамин ва адипин кислотадан олинган полимер найлон 6,6 ва ҳ.к.

** — $\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CONH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}$ — элементар звеноси учун ҳисобланган

*** Полимерланиш даражаси (ПД)

чиқариш корхонаси муваффақият билан ўз маҳсулотини бермоқда. Шунинг учун қуйида қайд қилинган толаларни ишлаб чиқариш технологияси устида тўлароқ тўхтаб, қолган толаларни олиш хусусида эса асосий маълумотларни бериш билан чегараланамиз.

Синтетик толаларни ҳосил қилувчи мономер ва полимерлар, уларнинг олиниш усуллари ҳамда толанинг номланиши 1.1 ва 1.2 жадвалларда келтирилган.

1. КАПРОН ТОЛАСИНИНГ ОЛИНИШИ

Собиқ иттифоқда биринчи марта 1948 йилда капрон тола ишлаб чиқарадиган заводлар ишга туширилган эди. Ҳозирга вақтга келиб эса МДХнинг кўпгина завод ва комбинатларида капрон тола ишлаб чиқарилмоқда. Халқ хўжалигининг барча тармоқларининг капрон толага бўлган эҳтиёжини қондириш учун ҳар хил турдаги толалар ишлаб чиқарилмоқда. Булар жумласига қалинлиги 1,1—3,3 текс бўлган моноип, қалинлиги 0,62—0,25 текс бўлган тола, қалинлиги 3,3—6,6 текс бўлган филамент ип, техникада катта аҳамиятга эга бўлган юқори қалинликдаги (90—180 текс) иплар, диаметри 0,15 мм дан то 1 мм гача бўлган шетина, лески кабилар мисол бўла олади.

Ҳозир капролактама ва капрон тола ишлаб чиқариш технологиясини янада ҳам такомиллаштириш, таннархи арзон ва олиниши қулай бўлган хом ашёдан мономер олишнинг янги усулларини яратиш ва олинаётган толанинг хусусиятларини яхшилаш (модификациялаш) устида жуда катта ишлар олиб борилмоқда. Бутун технологик жараёнларни механизациялаштириш ва автоматлаштириш келажакда завод-автоматлар яратиш имконини беради.

1.1. КАПРОЛАКТАМНИ СИНТЕЗЛАШ

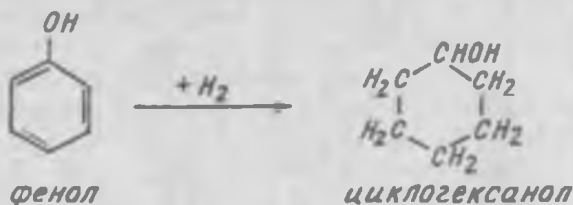
Саноатда ϵ —аминокапрон кислота — лактамини (капролактамини) синтезлаб поликапролактама, яъни капрон олинади. Капролактамини олиш учун эса хом ашё сифатида асосан фенол, бензол, циклогексан ва анилин ишлатилади. Шунингдек ацетилендан адипин кислота динитрилини ҳосил қилиш ёки фурфуролдан тетрагидрофуран ва адипонитрил ҳосил қилиш орқали капролактамини синтезлаш мумкин. Саноатда капролактама фақатгина фенол ва бензолдан олинади.

Кاربозанирлан толаларни хосил қилувчи мономер ва полимерлар, уларнинг олиниш усуллари ҳамда толанинг номданиши

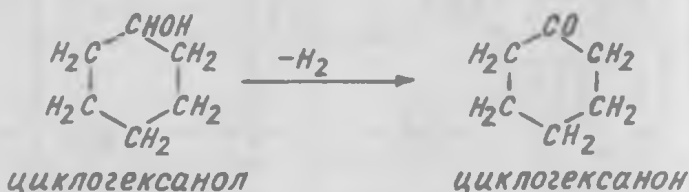
Мономер- нинг но- ми	Моно- мерни синтез- лаш учун хомашё	Полимернинг олиниш усу- ли ва нолла- ниши	Синтезлашдаги асосий пара- метрлар				Полимернинг хусуси- яти		Олинган толанинг нолла- ниши
			Вақт, соатда	Ҳарорат, °C	Актив- тор ва катализа- тор	Суюқлан- миш пар- ҳарорати, °C	поли- мер. да- ражаси		
1. Винил- цианид (акрил кислота нитрили)	Этил- оксид, ацеталь- дегид, ацети- лен, про- пилен	Полимериза- циялан- ди. Поли- акрилонит- рил ва унинг сополимери	Олиниш усулига қараб 20 мин. дан 24 соат- гача	40—70	Ишлати- лади	Суюқлан- май пар- чаланади	800— 1100		Орлон, Акрилан, Креслан, Зефран (АҚШ) Волькир- лон, Прелана (ГДР); Дре- лон, Редон (ГФР); Нитрон (Совет ҚССР); Куртел (Ан- глия); Крилор (Франция)
Винил- хлорид	Ацети- лен, эти- лен	Полимериза- циялан- ди. Поливинилхлорид ва унинг сополимери	24—50	—20 —40 қўшимча хлорлаш 80—120 да олиб бори- лади	Ишлати- лади	Суюқлан- май пар- чаланади	3000— 4000		Ровиль, Фибровиль, Термо- виль (Франция); Лавин (Италия); Тевирон (Япо- ния); Хлорин, Солиден, ПЦ (Совет ҚССР); Саран (АҚШ); Виньон (АҚШ, Франция)
Винил- ацетат	Сирка кислота ва ацети- лен	Полимериза- циялан- ди. Поливинил- спирт	4—10	30—60	Ишлати- лади	Суюқлан- май пар- чаланади	1400— 1800		Винал (АҚШ), Куралон (Япония) Винол (Совет ҚССР)

ПД — Полимерланиш даражаси

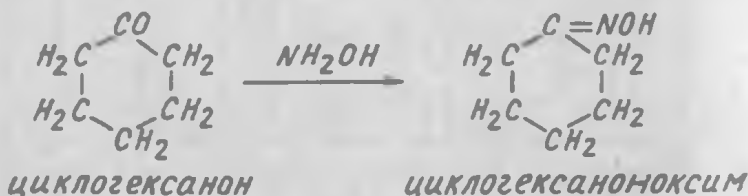
Фенолдан капролактам олиш. Фенолни гидрогенлаб циклогексанолга айлантирилади:



Гидрогенланиш жараёни катализатор (никель) иштирокида, $1,5-2,0 \times 10^6$ Па босим остида ва $135-150^\circ\text{C}$ иссиқликда амалга оширилади. Олинган циклогексанолнинг миқдори, назарий жиҳатдан олиниши мумкин бўлган маҳсулотнинг 95 фоизини ташкил этади. Ҳосил қилинган циклогексанолни дегидрогенлаш орқали кетон — циклогексанон олинади:

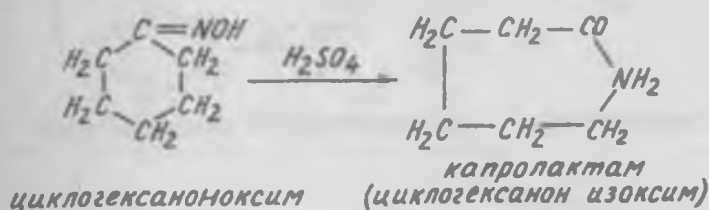


Дегидрогенлаш жараёни нормал босим, $400-500^\circ\text{C}$ иссиқлик ва рух-темир (90 : 10) катализатор иштирокида олиб борилади. Гидроксиламиннинг циклогексанон билан бирикиши натижасида циклогексанон оксими (циклогексаноноксим) ҳосил бўлади:



Оксидланиш 20°C да гидроксиламин сульфат таъсирида олиб борилади. Реакция натижасида ажралиб чиққан сульфат кислотанинг аммиак билан нейтралланиши нати-

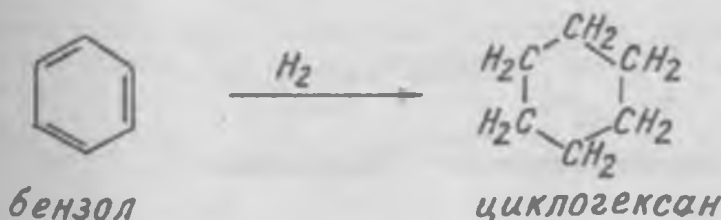
жасида муҳит қарорати 90°C гача кутарилади. Циклогексанон оксими кучли сульфат кислота таъсирида изомерланиб ϵ — аминокaproн кислота (циклогексанон изоқсим)га айланади:



Изомеризацияланиш реакцияси тугагандан сўнг муҳитдаги кислота нейтралланади, ҳосил бўлган аралашмадан капролактam органик эритувчилар ёрдамида экстракцияланади ва бир неча бор дистилляцияланиб (ҳайдалади) туз ва сувдан тозаланади. Натижада 1 кг фенолдан олинган капролактam миқдори 0,65—0,7 кг ни ташкил этади.

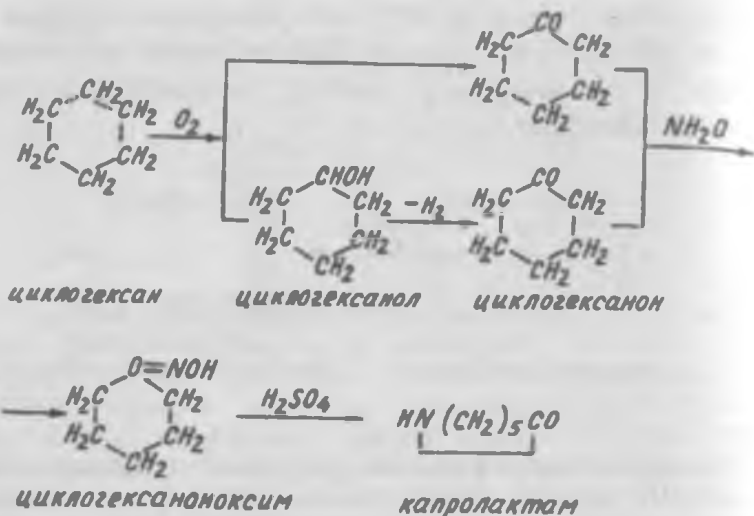
Бензолдан капролактam олиш.

Бу усул билан капролактamни синтезлашда, нефть маҳсулотидан ажратиб олинган ёки бензолни гидрогенлаш натижасида ҳосил қилинган циклогексан ишлатилади. Ҳар хил усуллар билан циклогександан циклогексаноноксим олинади: 1. Бензолни гидрогенлаб циклогексан ҳосил қилинади:



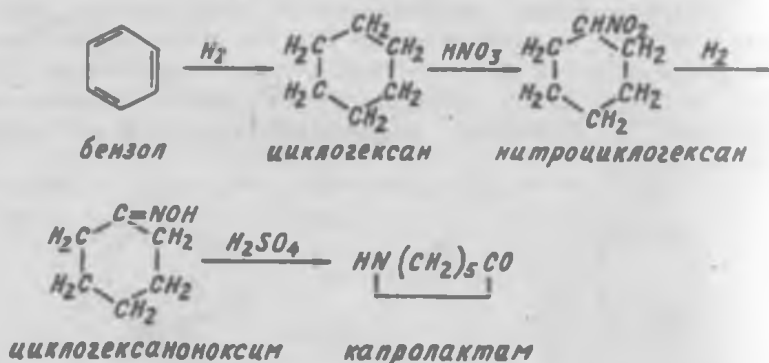
Циклогексанни оксидлаб бир бора циклогексанон ёки C_6H_{12} ни оксидлаб аввал циклогексанол сўнг уни дегидрогенлаб циклогексанон ҳосил қилинади. Олинган маҳсулотга гидроксиламин таъсир этдириб циклогексаноноксим ва уни изомерлаш орқали капролактam олинади:

2. Циклогексанга нитрат кислота таъсир этдириб нитроциклогексан олинади. Қайтарилиш реакцияси ёрдамида



нитроциклогександан циклогексаноноксим ва уни изомерлаб капролактam ҳосил қилинади:

3. Ацетилендан капролактam олиш. Ацетилендан капролактam қуйидаги схема бўйича олинади: Ацетилен



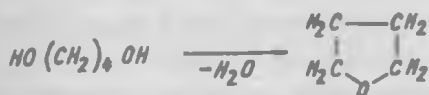
формальдегид билан катализатор иштирокида реакцияга киришиб бутиндиол ҳосил қилади:



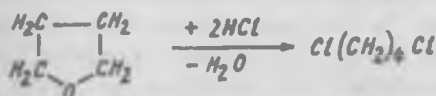
Бутиндиолни гидрогенлаб бутандиол—1,4 олинади:



Фосфор кислота иштирокида бутандиол—1,4 ни дегидрогенлаб тетрагидрофуран олинади:



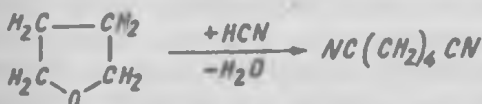
Тетрагидрофуран галогенводород кислота билан реакцияга киришиб дихлорбутан—1,4 ҳосил қилади:



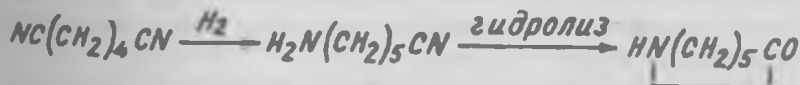
Дихлорбутан—1,4 металлцианидлар билан бирикиб адипин кислота динитрилини (адипонитрил) ҳосил қилади:



Адипонитрилни тетрагидрофуранга циан водород таъсир этдириб олиш ҳам мумкин:



Адипонитрилни ярим гидрогенлаб аминаокапрон кислота нитрили олиниб, сунг ундан капролактама олинади (гидролизлаб):



Тола ишлаб чиқариш саноатида ишлатиладиган капролактама қуйидаги кўрсаткичлар билан баҳоланади:

Ташқи кўриниши	оқ кристаллар
Молекуляр массаси	113
Қотиш ҳарорати, °С	68,5

Қайнаш ҳарорати, °C	262
Перманганат кўрсаткичи, сек, камида	2000
Таркибидаги механик аралашмалар, %	0,0001
50% ли суви эритмасининг ранги, мл, кўпи билан	2
25% ли суви эритмасининг тиниқлиги, см, камида	100
Учувчан асосларнинг миқдори, мл, кўпи билан	0,9
Сирка кислотали эритмаси тусининг турғунлиги, соат, камида	24
Намлиги, %	0,1

Синтетик тола ишлаб чиқарадиган заводларга капролактама резина билан қопланган қоп ичига жойлашган беш қаватли қоғоз қопларда келтирилади. Кейинги вақтларда заводларга буғ иситгичлар билан жиҳозланган ва термоизоляцияланган махсус цистерналарда суьлтирилган капролактама юбориш кенг қўлланилмоқда. Бундай йул билан келтирилган капролактама қайта суьлтирилмайди ва у кирланишдан сақланади.

1.2. ПОЛИКАПРОЛАКТАМ (КАПРОН)НИ СИНТЕЗЛАШ

Поликапроамид (поликапролактама) полимери капролактама юқори ҳарорат ёки нормал босим остида ва активатор иштирокида полимерлаш усули билан олинади. Активатор сифатида сув, АГ тузи, аминокaproн кислота ёки полимерланиш жараёнида, кимёвий ўзгариш қобилиятига эга бўлган, ўзидан сув ажратиб чиқарадиган бошқа бирикмалар ишлатилади. Бу бирикмалардан ташқари полимерланиш жараёнини ишқор ёки натрий металл иштирокида олиб борилганда полимерланиш вақти ўн ва юз маротаба қисқаради. Аммо купгина сабабларга кўра сан-оатда полимерланиш жараёни фақатгина сув — активатор иштирокида олиб борилади.

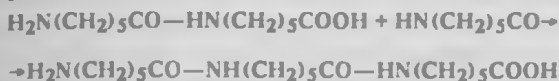
Поликапролактама ҳосил қилиш реакцияси босқичма-босқич боради. Аввалига аминокaproн кислота ҳосил қилинади:



Аминокaproн кислота капролактаманинг бошқа молекуласи билан бирикиб димер ҳосил қилади:



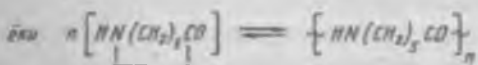
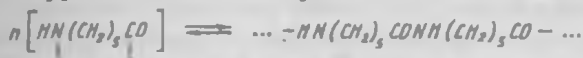
Ҳосил бўлган димер яна бир капролактама молекуласи билан бирикиб тримерга айланади:



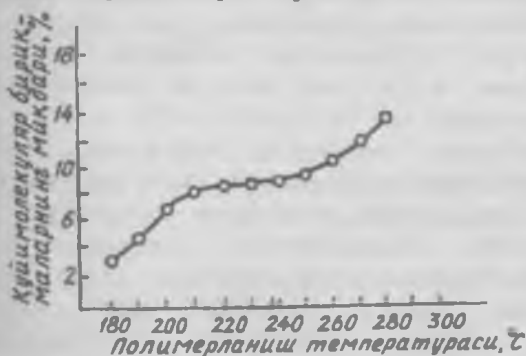
Ҳосил бўлган тримерга капролактамининг яна бир молекуласи бирикади ва х.к. Худди шу йўл билан капролактамининг бир қанча молекулалари бирикиб поликапролактама ҳосил бўлади:



Капролактамининг полимерланиш реакциясини умуман қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:



Реакция схемасидан кўриниб турибдики, капролактамининг полимерланиш реакцияси қайтар ва мувозанатлидир. Шу сабабдан реакцияга киритилган капролактамининг барчаси полимер ҳосил қилмайди. Шунинг учун олинган полимер таркибида маълум миқдорда капролактама ва қуйи молекулярли бирикмалар (капролактамининг сувда эрийдиган димер, тример бирикмалари) бўлади.



1.1-расм. Капролактамининг полимерланиш ҳароратига нисбатан олинган полиамид таркибидаги қуйи молекуляр бирикмалар миқдорининг ўзгариши

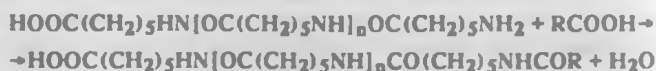
Поликапролактама таркибида бўлган қуйи молекуляр фракцияларнинг миқдори ва таркиби жараённинг олиб

борилишидаги ҳароратга боғлиқ бўлади (1.1-расм). Маса-лан, полимерланишни 180°C да олиб борилганда, полимер таркибидаги қуйи молекуляр бирикмаларнинг миқдори 2—3 фоиз бўлиб, $250\text{—}270^{\circ}\text{C}$ да эса 10—12 фоизни ташкил этади. Қуйи молекулярли бирикмалар сувда яхши эригани сабабли, уларни қайноқ сувда эритиш йули билан (экстракциялаш) полимер таркибидан чиқарилади. Тола ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган поликапролактан маълум кўрсаткичларга эга бўлиши керак. Булардан энг асосийси полимернинг молекуляр массаси ёки полимерланиш даражаси (ПД) ҳисобланади. Полиамиднинг молекуляр массасини баҳолаш учун унинг маълум эритувчидаги эритмасининг нисбий ва солиштирма қовушоқлиги ўлчанади. Бунда эритувчи сифатида концентрланган сульфат кислота ёки крезол ишлатилади. Шунингдек суюлтирилган полимернинг қовушоқлиги ҳам ўлчанади.

Тўқимачилик ва трикотаж саноатида қўлланиладиган капрон иплари ва штапель толаларини ишлаб чиқариш учун нисбий қовушоқлиги 2,2—2,5 бўлган поликапроамидлар ишлатилса, техникада қўлланиладиган толалар (корд) учун эса нисбий қовушоқлиги 2,60—2,75 га тенг бўлган поликапроамидлар ишлатилади.

Суюлтирилган полимерларнинг қовушоқлиги тегишлича 60—100 Па $\cdot$ с ва 140—250 Па $\cdot$ с оралиғида бўлади. Мана шундай молекуляр массага эга бўлган полимери олиш учун полимерланиш шароитини, яъни ҳарорат, полимерланиш вақти, қўшиладиган активатор ва стабилизатор миқдорларини жуда ҳам аниқлик билан бажариш ва бошқариш лозим.

Полиамиднинг молекуляр массасини стабилланиши учун [ўртача молекуляр массаси тахминан бир хил бўлган полимер олиш учун] полимери синтезлаш жараёнида ўсиб бораётган макромолекулани учларидаги бирор актив группасига (макромолекула охиридаги актив группалардан бирортасига) бирика оладиган модда (стабилизатор) қўшилади. Купинча стабилизатор сифатида сирка ёки адипин кислота ишлатилади. Стабилизаторни полимерга бирикиш реакцияси қуйидагича боради:



Кейинги вақтларда стабилизатор сифатида ўсиб бораётган полиамид макромолекуласининг иккала учларидаги

функционал группалари билан бирика оладиган бутиламин ацетат ишлатилмоқда. Қўшиладиган стабилизатор миқдорини ўзгартириш билан хоҳлаган молекуляр массага эга бўлган поликапроамид полимерини олишимиз мумкин. Мономернинг полимерланиши учун реакция муҳитга қанча кўп миқдорда стабилизатор қўшилса олинган полимернинг молекуляр массаси шунча кичик бўлади.

Олинаётган полимерни оксидланишдан сақлаш мақсадида полимерланиш жараёнини ҳар доим таркибида кўпи билан 0,003 фоиз кислород бўлган азот иштирокида олиб борилади. Бундай азот кимёвий толалар ишлаб чиқарадиган заводнинг ўзида ишлаб чиқарилади. Азотни кислород қолдигидан тўла тозалаш учун уни ичига мис қириндилари тўлдирилган ва 480—500°C гача қиздирилган контакт печлар орқали ўтказилади. Натижада азот таркибидаги кислород мис билан бирикиб мис оксидини ҳосил қилади. Вақти-вақти билан печга водород юборилиши натижасида мис қайтарилади, бунда сув ҳосил бўлади. Кислороддан тозаланган азот ўувчи натрий тўлдирилган аппаратларда қуригилади.

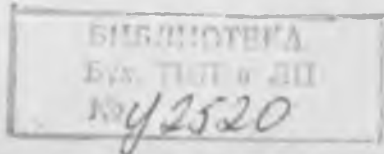
Яқин вақтларгача поликапроамид саноатда икки усул билан, яъни узлукли ва узлуксиз ишловчи аппаратларда олинар эди. Ҳозирги кунда эса полимерланиш жараёни фақатгина узлуксиз ишловчи аппаратларда олиб боришмоқда. Қуйида поликапролактамини узлуксиз ишловчи аппаратларда олиш усули баён этилади.

1.3. ПОЛИКАПРОЛАКТАМИНИ ОЛИШ УСУЛЛАРИ

Биринчи мартаба поликапролактамин узлукли ишлайдиган, яъни вақти-вақти билан такрорланиб ишлайдиган автоклавларда олинган.

Эндиликда автоклав усулини узлуксиз ишлайдиган полимерлаш аппарати—АНПлар эгаллади. Чунки узлуксиз ишлайдиган аппаратлар автоклавларга нисбатан бир қанча афзалликларга эга.

Капролактамин заводларга суюқ ҳолда цистерналарда ёки қуруқ ҳолда мономер қопларда келтирилади. Суюқ ё бўлмаса, қуруқ капролактамин суюлтирилиб узлуксиз ишлайдиган аппаратларга полимерлаш учун узатилади. Олинган полимер олинадиган толанинг турига қараб, тўғридан-тўғри эвакуатор (мономерсизлантириш, олиго-



лади. Қисқа вақт ичида яхшилаб аралаштирилган гомоген суюқланма полиамидлаш аппаратларидан бирига узлуксиз равишда бериб турилади. Бундай аралаштиргич-дозаторлар бир нечта бўлиб, улар тўхтовсиз АНП ларни капролактама билан таъминлаб туради. Марказлаштирилган суюлтириш қурилмасида (УЦП 14,5) капролактамини суюлтириш 85—90°С да азот иштирокида (азот бўлган мухитда) олиб борилади. Бунда барча аппарат ва трубалар қайноқ сув билан иситилади. Қурилманинг маҳсулот ишлаб чиқариш қуввати, капролактамини сарфланиш миқдорига боғлиқ бўлиб, унинг энг юқори ишлаб чиқариш қуввати суткасига (бир кеча кундузга) 14,5 тоннага тенг. Қурилмани бошқариш тула автоматлаштирилган бўлиб, улар капролактамини сақлаш омборларига ўрнатилган бўлади.

1.3.2. Узлуксиз ишловчи аппаратларда капролактамини полимерлаш

Юқори ҳароратда суюлтирилган ёки суюқ ҳолда келтирилган капролактама насослар ёрдамида филтрлар орқали полимерлаш цехига ўрнатилган оралиқ бакларга узатилади. Оралиқ бакларни тузилиши суюлтириш бакларига ўхшаган бўлиб, улар қайноқ сув ёки буғ билан иситилади. Ана шу оралиқ бакларда капролактама сув ҳамда стабилизатор билан аралаштирилади ва аралашма қисқа вақт ичида қориштирилади. Ҳосил бўлган гомоген масса полимерлаш аппаратида юборилади. Ҳар бир полимерлаш аппаратнинг иккита оралиқ баклари галма-галдан узлуксиз равишда капролактама билан таъминлаб турилади.

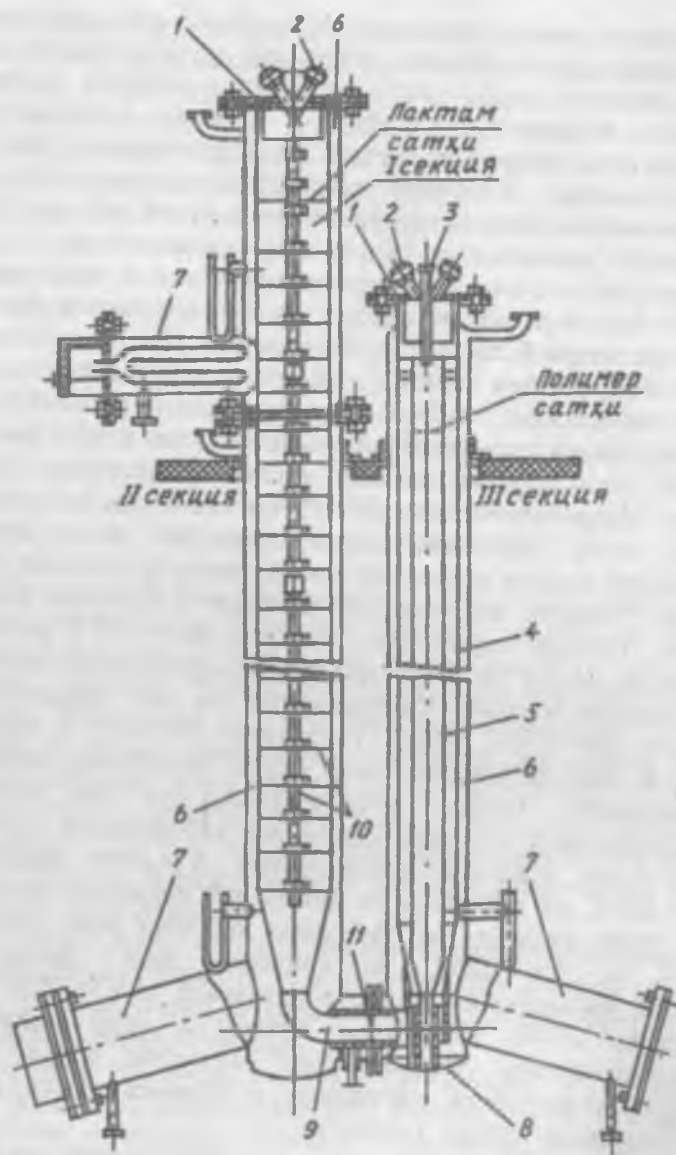
Илгари узлуксиз усул билан олинган поликапролактамадан фақат толалар ишланган бўлса, ҳозирда бундай усул билан олинган поликапролактамадан комплекс иплар ҳам ишлаб чиқарилмоқда.

Узлуксиз полимерлаш жараёни нормал босим остида олиб борилиши сабабли аппарат анча содда ишланган. Бу аппаратда активатор сифатида фақатгина сув ишлатилмасдан, балки юқори ҳароратда ўзидан сув ажратиб чиқарувчи бирикмаларни ҳам ишлатиш мумкин. Ажралиб чиққан сув шу заҳотиёқ капролактама халқасини узиб полимерланиш жараёнини бошлаб беради. Бундай активаторларга аминокислоталар, дикарбон ва диамин тузалари мисол бўлиб, 260—270°С да поликонденсацияланганда сув ажратиб чиқади. Бундай активаторлар қўлланилганда кап-

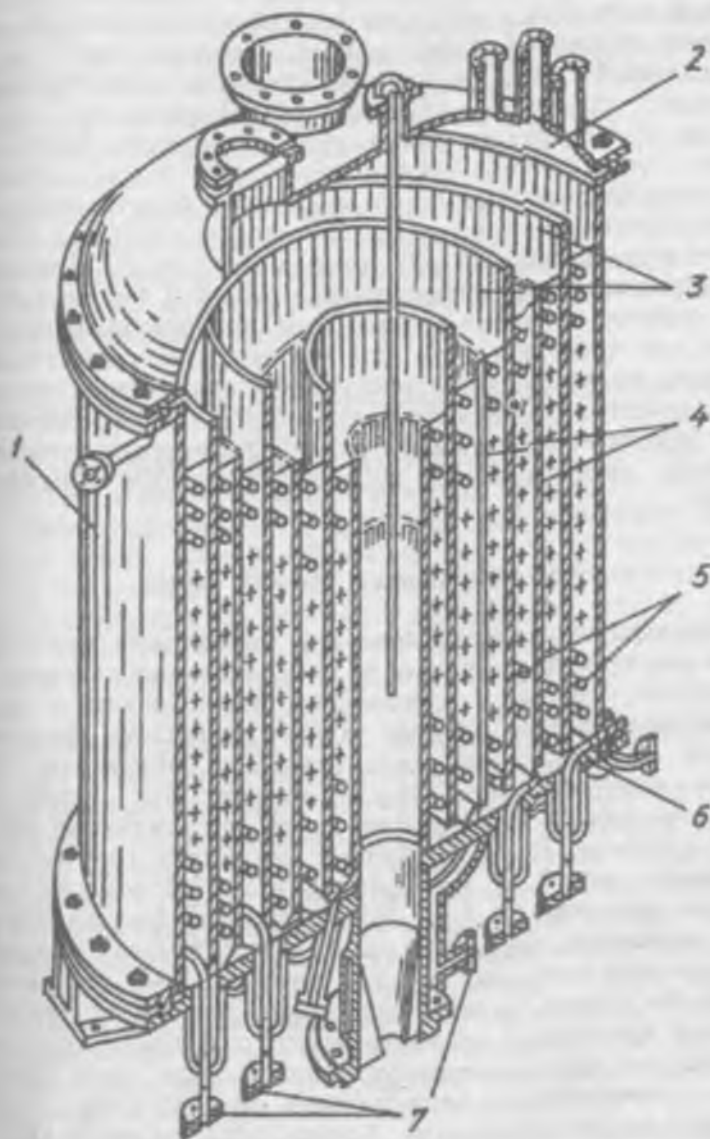
ролактадан поликапролакта эмас, балки капролактамини сополимери ҳосил бўлади. Активатор миқдори капролактага нисбатан жуда ҳам кам бўлгани сабабли (капролактага нисбатан 3—5 фоиз), олинган сополимерни хусусиятлари поликапролакта хусусиятларидан деярли фарқ қилмайди. Кўпчилик заводларда вертикаль ёки U кўринишидаги аппаратлар ўрнатилган бўлиб, бундай аппаратларда полимерлаш 12—24 соат давом этади.

Пулатдан ясалган полимерлаш трубасининг ички юзаси эмал (сир) ёки махсус пулат билан қопланган бўлиб, унинг диаметри 0,25—0,5 м, баландлиги 10—12 м бўлади. Труба юқорисидаги мономер (капролакта) ва қуйимолекуляр бирикмалар трубанинг паст қисмида ҳосил бўлган полимер билан аралашиб кетмаслиги учун труба ўқлари бўйлаб алюминийдан ясалган тешиқдор дискалар ўрнатилган. Улар бир-биридан 25—50 см оралиқда ўрнатилган бўлиб, суюқ ҳолатдаги масса мана шу дискаларнинг тешиқлари орқали юқоридан пастга томон аста-секин оқиб тушади. Мазкур аппаратнинг чизмаси 1.3-расмда келтирилган. Трубада полимерлаш жараёни 260—270°C да олиб борилади. Лекин труба секцияларида ҳарорат бир-биридан фарқланиши мумкин. Одатда юқори ва паст секцияларда ҳарорат 250—255°C бўлиб, ўрталарида 260—275°C бўлади. Трубада амалга ошириладиган барча жараёнлар автоматлаштирилган. Аппарат электр токи, сув ёки органик бирикмаларнинг буғлари ё бўлмаса қиздирилган органик бирикмалар ёрдамида қиздирилади. Кўпинча қиздириш учун 258°C да қайновчи ва динил деб аталувчи даутерма (26,5 фоиз дифенил ва 63,5 фоиз дифенил эфир аралашмаси) ва 300—320°C да қайновчи нефть маҳсулоти бўлмиш ароматланган ёғлар аралашмаси (АМТ—300) ишлатилади. АНП трубасидан тўхтовсиз оқиб чиқаётган поликапролакта тўғридан-тўғри эвакуатор орқали тола олиш машиналарига юборилади ё бўлмаса ундан лента ёки жилкилар ҳосил қилинади.

Россия олимлари томонидан узлуксиз ишловчи ва ягона конструкцияга эга бўлган полимерлаш аппарати яратилган бўлиб, аппаратнинг остки қисмига бири иккинчиси ичига жойлашган цилиндрлар ўрнатилган. Ўз навбатида бу цилиндрлар бир-биридан аппаратнинг остки қисмигача ётиб бормайдиган ва цилиндрлардан баланд бўлган тўсиқлар билан ажратилган (1.4-расм).



1.3-расм. Капролактамини узлуксиз полимерлаш учун қўлланиладиган труба схемаси: 1— қопқоқ; 2— кўриш ойнаси; 3— сатҳ ўлчагич учун штуцер; 4— ташқи труба; 5— ички труба; 6— буг бериш зонаси; 7— электриситлич пакетлар учун чўнтак; 8— бўшатиш штуцери; 9— боғлаш трубачаси (найчаси); 10— тешиқдор дискалар ўрнатилган стер-жен; 11— полимер сатҳини ўзгартирмай ушлаб турадиган заслонка.



1.4-расм. Капролактамини узлуксиз полимерлаш унун СТБИТИ (ВНИ-ИСВ) конструкциялаган аппарат: 1— аппарат корпуси; 2— аппарат қопқоғи; 3— аппарат тагигача бормайдиган цилиндр шаклидаги тўсиқлар; 4— цилиндрлар (аппарат таг қисмига мағкамланган аппарат секциялари); 5— бурма труба кўринишидаги насадкалар; 6— аппарат таг қисми; 7— аппаратга капролактан юбориладиган штуцер.

Узлуксиз келаятган капролакта, керакли булган қушилмалари билан (стабилизатор, активатор) аппаратнинг биринчи секциясига қабул қилиниб юқоридан паст томон ҳаракатланади (оқади). Биринчи секцияда полимерланиш бошланиб бу ерда қуйимолекуляр бирикмалар ҳосил бўлади. Ҳосил булган масса тўсиқлар орқали иккинчи, ундан сўнг учинчи секцияларга оқиб утади. Сўнгги секцияда керакли молекуляр массага эга булган полимер ҳосил бўлади. Бу аппаратда полимерлаш 260°C да олиб борилганда жараён 18—22 соат давом этади. Аппарат конструкциясининг афзалликлари 1.3 ва 1.4-расмлардан ҳам кўриниб турибди. Аппарат кам жой эгаллаши билан бирга уни қиздириш учун ҳам кам иссиқлик сарфланади. Олинган полимернинг молекуляр массалари (макромолекулаларнинг узунликлари деярли бир хил) бир-биридан кам фарқланади. Натижада бундай полимердан олинган толанинг физик-механик хусусиятлари юқори даражада бўлади.

1.3.3. Полимердан крошка олиш

Узлуксиз ишловчи аппаратларда тайёрланган поликапролактамак эвакуаторлар орқали тола олиш машиналарига юборилади ё булмаса (корхонанинг ишлаб чиқариш технологиясига қараб) аппарат остига урнатилган фильера орқали совутиш ванналарига оқизилади. Фильерада 20 тагача юмалоқ тешик ёки 6 тагача тўрт бурчакли тешиклар бўлади. Олинаётган лента ёки жилкилар ваннада ҳарорати $12\text{--}16^{\circ}\text{C}$ булган сув билан совутилади. Лентанинг эни 5—6 мм, қалинлиги 2—2,5 мм; жилкиларнинг диаметри 2—3 мм бўлади. Ваннада совуган лента ёки жилкилар тортувчи вальцалар ёрдамида қирқиш станокларига узатилиб, у ерда ленталар 7—8 мм, жилкилар 2—3 мм узунликда қирқилади. Бундай йул билан олинган крошкалар пневмотранспортёр ёрдамида оралиқ бункерларга ёки тўғридан-тўғри, полимердан сувда эрийдиган қуйимолекуляр бирикмаларни ажратиб олиш учун, экстракторларга юборилади. Капрон тола ишлаб чиқарадиган корхоналар учун крошкаларнинг шакли ва ўлчамлари катта аҳамиятга эга. Чунки асосий технологик жараёнларнинг (экстракция, қуритиш ва тола олиш) олиб бориш шароитини, ҳамда полимер сифатини (қуйимолекуляр бирикмалар миқдори ва намлигини) ва толанинг физик, механик хусусиятларини мана шу крошканинг

ўлчами белгилайди. Шунинг учун полимер крошкasi таркибида қуйимолекуляр бирикмалар ва намлик белгиланган миқдордан кам бўлганда крошкaларнинг ўлчамлари бир хил бўлиши керак. Агар крошканинг ўлчамлари ва шакли бир хил бўлса, ундаги қуйимолекуляр бирикмаларни ажратиш ва намлигини йўқотиш осон кечади.

Кейинги вақтларда капрон крошкaсини цилиндр (гранул) шаклида олиш кенг тарқалмоқда. Чунки бу шаклдаги крошкaлардан қуйимолекуляр бирикмалар ва сув (намлик) бир маромда тез ажралиб, олинаётган толанинг сифатини ошириш имконини беради.

1.3.4. Қуйимолекуляр бирикмаларни экстракциялаш

Полимерлаш реакцияси қайтар реакция бўлгани сабабли капролактамли полимерланиши охиригача бормайди. Олинаётган полимер таркибида полимерланиш ҳароратига қараб, 10—12 фоиз гача мономер ва қуйимолекуляр бирикмалар бўлиши мумкин. Қуйимолекуляр бирикма таркибини димер, тример ва тетрамер ташкил этиб, улар чизиқсимон ва циклик бирикмалар кўринишида бўлади. Уларнинг суюлиш ҳарорати эса бир-бирига тенг эмас.

Полимер таркибида 258°C да қайнайдиغان лактамли бўлиши тола олиш шароитини қийинлаштиради. Чунки суюлтирилган полимер билан фильерадан чиқаётган капролактамли буглари олинаётган толанинг узилишига сабаб бўлади. Шунинг учун крошкадан капрон тола олинадиган бўлса, аввал унинг таркибидаги мономер ва олигомерларни мумкин қадар камайтириш керак. Аммо крошка қайта суюлтирилганда, оз бўлсада яна қуйимолекуляр бирикмалар ҳосил бўлади. Қайта суюлтирилганда ҳосил бўлган қуйимолекуляр бирикмаларнинг умумий миқдори фильера тешикларидан ўтаётган полимер таркибида 2—3 фоиздан юқори бўлмаслиги керак. Крошкани экстракциялашда уни кетма-кет (3—4 марта) ҳарорати 95—100°C ли сув билан яхшилаб ювилади ва бунда сув қарама-қарши юналишда юборилади. Крошкани биринчи ва иккинчи марта ювилишига, бундан олдинги партияди иккинчи ва учинчи марта ювилишидан чиққан сув ишлатилади, яъни олдинги партияди иккинчи ювилишидан чиққан сув кейинги партияди биринчи ювилишига, учинчи ювилишидан чиққан сув эса иккинчи ювилишга ишлатилади.

Учинчи марта ювилишда эса тоза сув ишлатилади. Биринчи ювилишдан чиққан сувдаги капролактанни ажратиб олиш учун сув регенерацияга юборилади. Регенерация натижасида қайтарилган капролактан 1 кг тола олиш учун сарфланаётган капролактаннинг 6—8 фоизини ташкил этади. Бу билан фақатгина капролактанни тежаб қолмай, балки ишлатилган сувлар таркибидаги капролактаннинг ҳам камайишига эришилади.

Биринчи ювилишдан чиққан крошка таркибида 4—5 фоиз, иккинчи ювилишдан сунг 2—3 фоиз, учинчи ювилишдан сунг 1,0—1,5 фоиз ва ниҳоят туртинчи ювилишдан сунг эса 0,3—0,5 фоиз қуйимолекуляр бирикма қолади.

Экстрактор махсус пўлатдан ёки ички юзаси эмал билан қопланган оддий пўлатдан тайёрланган бўлиб, ҳажми 10 м³ гача бўлади. Экстрактор ичига икки қавватли (орасига сув буғи бериш учун) стакансимон иситгич ва қорғич, унинг қопқоғида эса крошкани юклаш учун туйнук (люк) ва сув юбориш учун штуцер ўрнатилади. Аппаратнинг конус шаклидаги пастки қисмига уни крошка ва сувдан ҳоли қилиш учун вентил ва штуцер ўрнатилган бўлади.

Кейинги вақтларда кўпгина заводларда қорғич ва иситгичсиз ишлайдиган экстракторларнинг янги конструкцияси ишлатилмоқда.

Аппарат ичидаги крошка ва сувни жадаллик билан аралаштириш учун пастдан юқорига қараб марказдан қочма насослар ёрдамида айланма (сув насос орқали экстракторни остидан юборилиб, аппаратни юқори қисмидан чиқаётган сув иситгичлар орқали ўтиб яна насос ёрдамида экстракторга юборилади) сув юборилади. Эндиликда экстракторлар конструкциясини такомиллаштириш устида олиб борилган ишлар натижасида узлуксиз ишловчи экстракторлар яратилди.

1.3.5. Крошкани қуритиш

Экстракциядан чиққан крошка центрифугада сиқилади. Кўпчилик заводларда центрифуга қўлланилмайди. Сиқилган крошка ҳажми 12 м³ бўлган, айланма ҳаракатланувчи вакуум барабанларда қуритилади. Центрифугадан чиққан крошканинг намлиги 10—12 фоиз бўлиб, барабанда қуритилгандан сунг унинг намлиги 0,03—0,05 фоизгача камаяди. Крошкани оксидланишдан сақлаш ҳамда қуритиш

ҳароратини пасайтириш учун барабандаги ҳаво юқори даражада сўрилади (қолдиқ босим симоб устунининг 5—6 мм га, яъни 670—800 Па га тенг). Барабанга 4 тонна гача крошка юкланиб, унинг қуриш жараёни 24—36 соат давом этади. Қуриган крошка чанг ажратгич ва конус шаклидаги бак орқали махсус бакларга юборилади ёки пневматранспортёр ёрдамида (иссиқ азот оқими билан) кимёвий цехда жойлашган крошкани сақлаш бункерларига юборилади.

Тола ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган полиамид — капрон қуйидаги курсаткичларга эга булиши керак:

Суюлиш ҳарорати, °C	
Экстракциядан олдин	208
Экстракциядан кейин	215
Қуйимолекуляр бирикмалар миқдори, %	
Экстракциягача	10—11
Уч марта экстракциялангандан сўнг	1,5—1,3
Тўрт марта экстракциялангандан сўнг	0,3—0,1
Полиамиднинг концентрланган сульфат кислотадаги бир фоизли эритмасининг нисбий қонушоқлиги:	
Техник ип ишлаб чиқариш учун	2,6—2,75
Тўқимачилик ип ва тола ишлаб чиқариш учун	2,2—2,5
Солиштирма оғирлиги, кг/см ³	
Қаттиқ полимер учун	1140
Суюлтирилган полимер учун	1120
Намлиги, %	0,03—0,05
1 л ҳажмини эгаллаган полимер массаси, кг/л	0,5—0,6

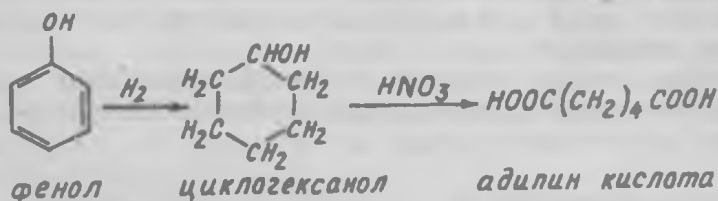
1.4. ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНАДИПАМИДНИ СИНТЕЗЛАШ

Полигексаметиленадипамид (анид, найлон 6,6)ни синтезлаш учун адипин кислота ва гексаметилендиамин ишлатилади. Шунингдек, бу турдаги полимерни олиш учун дикарбон (масалан, пимелин ва себацин) кислоталар ва диаминларни (чунончи тетраметилендиамин) қўллаш мумкин.

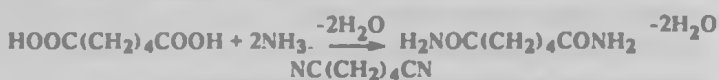
Полиамид-анидни олиш учун ишлатиладиган мономерларни фақатгина фенол, бензол, циклогександагина синтезламай, балки фурфурол, ацетилен, бутадиеен ва акрилонитридан ҳам синтезлаш мумкин.

Қуйида адипин кислота ва гексаметилендиаминни фенолдан синтезлаш йулини кўрсатамиз.

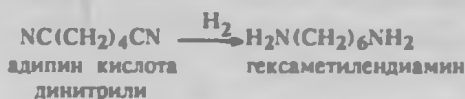
Мономерларни синтезлаш. Адипин кислота фенолдан қуйидаги реакциялар бўйича олинади: фенолни гидрогенлаб циклогексанол ва олинган маҳсулотга 65—68 фоизли нитрат кислота (катализатор иштирокида) таъсир этдириб адипин кислота олинади:



Адипин кислотадан гексаметилендиамин қуйидагича олинади. Адипин кислота буги ва аммиакни 300°C да катализатор устидан ўтказилганда адипин кислотанинг динитрили ҳосил бўлади:



Адипин кислота динитрилини катализатор иштирокида, 160°C иссиқлик ва $2 \cdot 10^6$ Па босим остида гидрогенлаб гексаметилендиамин олинади:



Купгина сабабларга кура полимер соф ҳолдаги адипин кислота ва гексаметилендиаминдан олинмай, балки бу мономерларнинг ўрта тузидан (АГ тузидан) олинади. АГ тузидан мўлжалланган молекуляр массага эга бўлган полимер олиш учун мономерларнинг ўзаро нисбати (адипин кислота ва гексаметилендиамин нисбати) аниқ бўлиши керак. Чунки мономерлардан бири, мўлжалдагидан салгина ҳам ортиқ бўлса олинган полимернинг молекуляр массаси кичик бўлиб қолади ва у тола ҳосил қилиш қобилиятига эга бўлмайди. Бундан ташқари гексаметилендиамин АГ тузига нисбатан беқарор бўлиб, у ҳаво таъсирида парчаланади ва полимер олиш учун яроқсиз бўлиб қолади.

АГ тузи адипин кислота ва гексаметилендиаминларни сув ёки метанолли эритмаларини аралаштириш натижасида олинади.

Ҳосил булган АГ тузи мономерлар эритилган эритувчида чуқмага тушади. Чуқма яхшилаб махсус филтёрларда ювилади ва ҳавода қуригилади.

АГ тузи оқ кристалл модда бўлиб, унинг молекуляр массаси 262, қайнаш ҳарорати 192—193°C га тенг. АГ тузи, заводларга капролактан сингари, қопларда ёки унинг 38—48 фоизли эритмаси махсус цистерналарда келтирилади.

Полимерии синтезлаш қуйидаги жараёнлар орқали бажарилади: 1) АГ тузини эритиш; 2) тузни поликонденсациялаш; 3) крошка олиш ва уни қуриштириш ёки суюқ ҳолатдаги полимер массасини туғридан-туғри тола олиш машиналарига юбориш.

Полигексаметиленадипамид фақатгина узлукли (ҳар бир жараён алоҳида-алоҳида бажариладиган) усул бўйича олинар эди. Ҳозирги кунда эса бу полимерни узлуксиз усул билан олиш мумкинлиги тўла исботланди. Келажакда анид тола олиш заводлари фақат узлуксиз усул бўйича ишлашлари сабабли қуйида шу усулнинг технологияси баён қилинади.

Полигексаметиленадипамид АГ тузини поликонденсациялаш усули билан олинади:



Маълум молекуляр массага эга булган полимер олиш учун реакцион муҳитга стабилизатор сифатида сирка ёки адипин кислота қўшилади ва реакция натижасида ажралиб чиққан сув мумкин қадар тўла ажратиб олинади. Поликонденсациялашда АГ тузи полимерга тўла айланиб, ҳеч қандай қуйи молекулярли бирикмалар ҳосил қилмайди. Шунинг учун полимердан олинган крошка экстракцияланмайди (ювилмайди) ва шунингдек, суюқ ҳолатдаги полимерии эвакуациялашга ҳам ҳожат қолмайди. Полимер олишдаги асосий қийинчилик шундан иборатки, полигексаметиленадипамид поликапроамидга нисбатан (суюлтирилган ҳолатида) ҳарорат таъсирига чидамли эмас.

Капрон ва энантининг суюлиш ва парчаланиш ҳароратлари орасидаги фарқ 50°C дан юқори бўлса, анидни 20—25°C га тенг.

Полигексаметиленадипамидни узлуксиз усулда олиш учун қуйидаги қурилма ва ускуналар ишлатилади: АГ тузини эритиш, буғлатиш, эритмани қиздириш, буғлатиш, тулиқ поликонденсациялаш аппаратлари ва ректор. Бундан ташқари ип ва толалар ишлаб чиқаришда реакторга (полимер массасини буғлатиш аппаратиға беришдан илгари) қушиладиган TiO_2 суспензиясини тайёрлайдиган қурилмалар керак бўлади. Бу аппаратларнинг барчаси, марказлаштирилган пулт орқали бошқариладиган ва кузатиладиган автоматлаштирилган тизим билан боғланган.

Эритиш аппаратиға маълум миқдорда (нисбатларда) АГ тузи, тузлардан ҳоли қилинган сув, сирка кислоталар дозаторлар ёрдамида узлуксиз юборилади (юкланади). Эритиш аппаратида ҳосил қилинган АГ тузнинг 48 фоизли эритмаси $90^{\circ}C$ да марказдан қочма насослар ёрдами билан буғлатиш аппаратиға юборилади. У ерда эритма ҳарорати $106^{\circ}C$ гача кўтарилиб сувнинг бир қисми буғлатилади ва тузнинг 60 фоизли эритмаси ҳосил қилинади. Шундан сунг иситгич аппаратида эритма $208^{\circ}C$ гача қиздирилади ва реакторға узатилади.

Реактордаги масса ҳароратини $232^{\circ}C$ гача кўтариб поликонденсирлаш реакциясининг тезлиги оширилади ва шу вақт ичида реактордаги сув ҳам узлуксиз равишда буғлатилади. 85 фоиз полимер ва 15 фоиз сувдан иборат реакцион масса насослар ёрдамида реактордан буғлатиш аппаратиға берилиб, у ерда масса ҳарорати $275^{\circ}C$ гача кўтарилади. Натижада полимернинг молекуляр массаси янада ҳам ортиб боради, реакция натижасида ҳосил бўлган сувнинг асосий қисми буғлатилиб аппаратдан чиқарилади.

Тула поликонденсирланиш аппаратида реакция $277-280^{\circ}C$ да тугалланиб, юпқа парда ҳосил қилган полимер таркибидан қолдиқ сувларнинг ҳаммаси ажратиб олинади. Ҳосил қилинган тайёр полимер массаси трубалар орқали тола олиш машиналарига юборилади.

Полимер олиш жараёни 7—8 соат давом этади. Олинган полимер макромолекулаларининг массалари тахминан бир-бириға тенг бўлганлиги сабабли унинг бошқа хусусиятлари ҳам бир хил бўлади.

Тола ҳосил қилувчи полигексаметиленадипамид қуйидаги кўрсаткичларға эға бўлиши керак:

Сујулиш ҳарорати, $^{\circ}C$

255

Таркибидаги қуйимолекуляр бирикмалар миқдори
кўпи билан, %

1

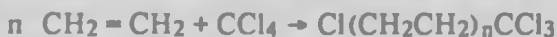
Ип олиш учун ишлатиладиган полимерни трикре-
золда эритилган эритмасининг нисбий қовушоқли-
ги:

Ип олиш учун ишлатиладиган полимерники	0,65—0,69
Корд тола учун ишлатиладиган полимерники	0,70—0,80
Солиштирма оғирлиги, кг/м ³	1140
Намлиги (қуритилгандан сўнг), %	0,1—0,05
1 литр ҳажмини эгаллаган полимер массаси, кг/л	0,5—0,6

1.5. ПОЛИЭНАНТОАМИДНИ СИНТЕЗЛАШ

Полиэнантоамид (энант)ни олиш учун ω — аминоксннт кислота хом ашё сифатида ишлатилади. Корхоналарда полиамид олиш учун лактам ишлатилмай аминокснлота-нинг ишлатилиши энантни олиш жараёнини бир мунча тезлаштиради. Чунки полимерии олишда қуйимолекуляр бирикмалар ҳосил бўлмайди. Демак суюлтирилган поли-мердан крошка олиш, ювиш (экстракциялаш) ва қуритиш жараёнлари бажарилмайди.

Мономер олиш. ω — Аминоксннт кислотани син-тезлаш учун керак бўлган хом ашёни олишда А. Н. Несмянов ва Р. Х. Фрейдлинлар томонидан ишлаб чиқа-рилган усул қўлланилади. Бу усул этиленни карбон (IV)—хлорид билан теломеризациялаш номи билан юритилади. Бунда кўп миқдорда олинган регуляторлар (бошқарувчилар) таъсирида занжир полимерланиш жараёни, қуйимолекуляр бирикмалар ҳосил қилиш босқичида тугайди. Бу реакция натижасида тетрахлоралканлар аралашмаси ҳосил бўлиб, улардан ажратиб олинган 1,1,1,7—тетрахлорептан аминокс-нант кислота олиш учун ишлатилади.



Этиленни теломеризациялаш жараёни, реакторларда юқори ҳарорат ва босим остида узлуксиз равишда олиб борилади. Реакцияга киришмай қолган этилен ва карбон (IV)—хлорид (уларнинг миқдори 50 фоизгача бўлиши мумкин) тозаланмай қайтадан реакторга қайтарилади.

Бирламчи хом ашёлар нисбати ҳамда реакция пара-метрларини ўзгартиш билан олинаётган тетрахлоралкан-лар аралашмасидан таркибида 7 дан 11 тагача углерод атомлари бўлган бирикмалар олинишига эришилади. Бун-дай маҳсулотлар миқдори тетрахлоралканларнинг деярли 50 фоизини ташкил этади. Бундай бирикмаларга 1,1,1,7—тетрахлорептан, 1,1,1,9—тетрахлорнонан ва 1,1,1,11—тетра-хлорундеканлар мисол бўлиб, улар тегишлича энант,

пеларгон ва ундекан деб номланувчи толалар олишда хом ашё ҳисобланади. Тетрахлоралканлар аралашмасида 35 фоизгача 1,1,1,7—тетрахлорептан бўлиб, уни ректификациялаш йўли билан ажратиб олинади. Бу бирикмадан ω —аминоэнант кислота икки босқич билан олинади (биринчи босқич концентрланган сульфат кислота, иккинчиси эса гидроксилламин иштирокида боради).



1,1,1,7—тетрахлор-
ептан



ω —хлорэнант
кислота



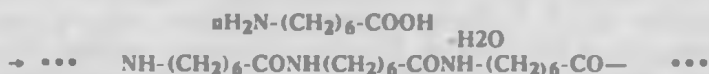
ω —аминоэнант
кислота

Мана шу йўл билан ω —аминопеларгон $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$ ва ω —амиоундекан $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ кислота-лар ҳам олинади.

ω —Аминоэнант кислота кристалл модда бўлиб, 194°C да суюлади.

1.5.1. Полиамид — энантни синтезлаш

Бу полимер ω —аминоэнант кислотани поликонденсациялаш йўли билан олинади:



Полимерни поликонденсациялаиш даражаси (молекуляр массаси) аппаратга стабилизатор қушиш билан бошқарилади. Юқорида айтганимиздек, полиамидоэнант олишда қуйимолекуляр бирикмалар ҳосил бўлмайди.

Шунинг учун полимерни узлуксиз ишловчи аппаратларда олиб, уни совутмасдан тола қосил қилиш машиналарига юбориш мумкин. Полиаминоэнантни олиш усули қуйидаги жараёнлар бўйича амалга оширилади:

1) ω —аминоэнант кислотасининг сувли эритмасини олиш;

2) эритмани филтрлаш;

3) эритмани узлуксиз ишловчи поликонденсациялаш аппаратида бир меъёрда (дозада) бериб туриш;

4) ω —аминоэнант кислотани узлуксиз аппаратда поликонденсациялаш;

5) ҳосил бўлган полимер суюқланмасини тола олиш машиналарига юбориш. Махсус эритиш бакларида эритилаётган ω —аминоэнантнинг сувли эритмасига эриш жараёни тугалланиши олдиан стабилизатор қушилади. Яхшилаб аралаштирилган эритма азот босими остида филтр орқали бир меъёрда узлуксиз ишловчи поликонденсация-

лаш аппаратиға ўтказилади. Мономер эритмасини қам ўзлуксиз ишловчи аппаратларда олиш мумкин.

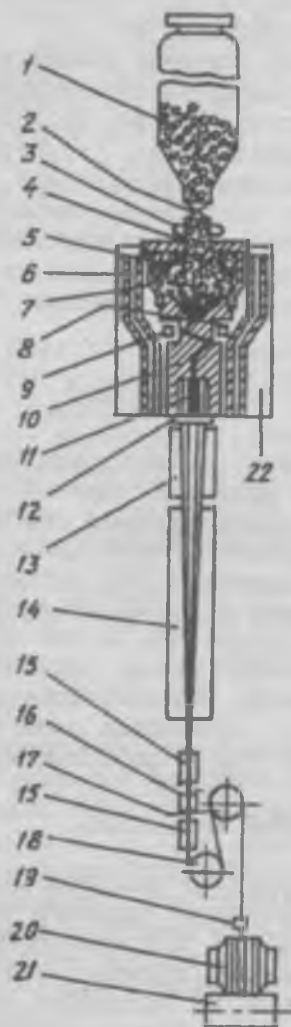
Ўзлуксиз ишловчи аппаратнинг биринчи секциясида сув буғлатилади ва аминоксидант кислотанинг поликонденсацияланиши бошланади. Аппаратнинг юқори қисмидан қуйи қисми томон ўзгармас тезлик билан тушаётган массанинг молекуляр массаси аста-секин ошиб боради ва шу билан бир қаторда реакция натижасида ажралиб чиқаётган сувлар тўхтовсиз буғлатилиб турилади. Тайёр бўлган суюқ ҳолатдаги полимер насослар ёрдамида коллектор орқали тола олиш машинасининг фильера урнатилган участкасига юборилади.

1.6. полиамид толаларни ҳосил қилиш

Тола ҳосил қилувчи полиамидлар қиздирилганда парчаланмай оқувчан суюқлик ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлиши тола ҳосил қилишнинг янги усулини яратиш имконини берибди. Бу усул билан полиамид толалари жуда катта тезлик билан минутига 500 метрдан 1200 метрғача олиниши мумкин. Бундай толаларни ҳосил қилиш ацетат толаларни олиш усулига ўхшаб кетади. Бу усулда тола олувчи айрим заводлар тола ҳосил қилиш тезлигини 4000—5000 м/мин гача етказганлар. Суюлтирилган полиамидлардан тола олиш вертикал йўналишда олиб борилади, яъни тола юқоридан паст томон ҳаракатланади.

1.6.1. Крошкани суюлтириб тола олиш

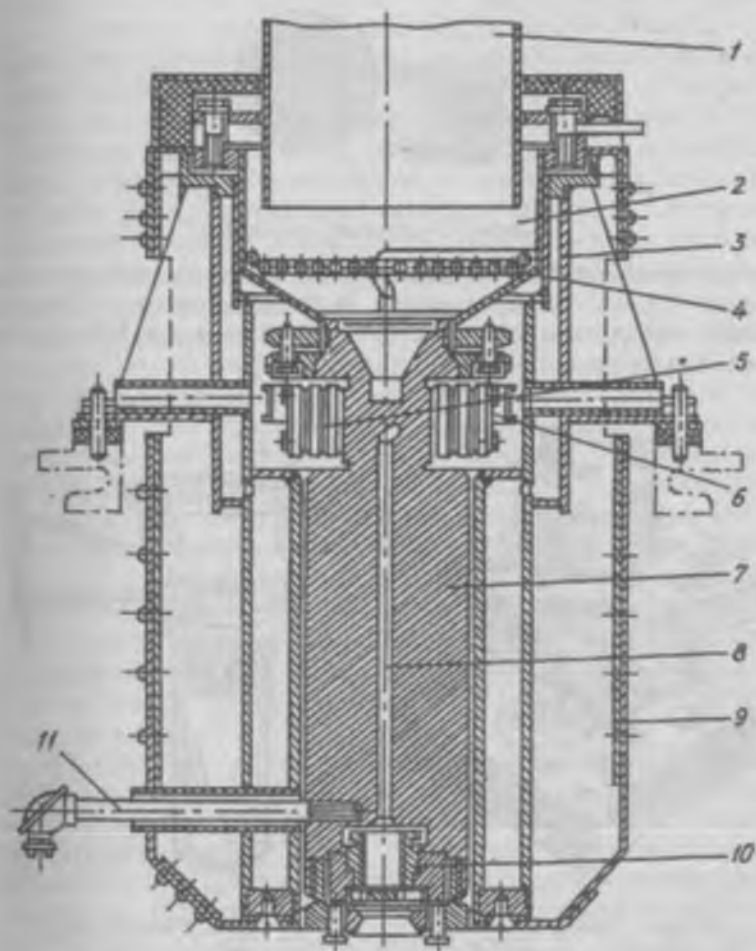
Тола олиш машиналари бинонинг уч қаватини эгаллаган бўлиб, унинг узунаси бўйлаб икки томонига тола ҳосил қилиш ўринлари (48 та ўрин) жойлаштирилган. Ҳар бир ўрин (1.5-расм) уч асосий қисмдан ташкил топган: крошкани суюлтириш узели ва полимерга тола шаклини бериш; суюқ толасимон полимери қотириш (совутиш) зонаси; ҳосил қилинган ипни ўраш зоналари. Машинанинг биринчи қисмига бункер ва "головка" киради. Бункернинг ҳажми машинанинг 2—6 кун ишлашига етарли бўлган крошкани сақлашга мўлжалланган. Бункер алюминийдан ясалган цилиндр шаклидаги вертикал идиш бўлиб, унинг ҳажми 600 л га тенг. Крошка солинган бункер маҳкам беркитилиб, ундаги ҳаво сўриб олинади ва азот билан тўлдирилади. "Головка" (1.6-расм) қиздириш ғилофи (кўйлаги), суюлтириш панжараси ва насос блокидан ташкил топган. Суюлтириш панжараси (1.7-



1.5-расм. Крошкдан капрон тола олиш машинасидаги тола ҳосил қилиш ўрнининг схемаси:

1— крошка солинган бункер; 2— кран; 3— компенсатор; 4— патрубок (бункер билан "головкани" бирлаштирувчи труба); 5— суюлтириш панжараси; 6— иситиш қўйлаги (буғ берин учун); 7— суюлтирилган полимер; 8— дозалаш насоси; 9— босим (напор) насоси; 10— насос блоки; 11— фильера комплекти; 12— фильера; 13— ҳаво пуркаш шахтаси; 14— тола ҳосил қилиш шахтаси; 15— ёғлаш шайбаси; 16— роликлар; 17— ва 18— тола ўтадиган қўйи ва юқори дискалар; 19— ипюрғизгич; 20— шпул; 21— фрикцион цилиндр; 22— иссиқни сақловчи изоляция (теплоизоляция).

расм) спирал қилиб ўралган найчадан ясалган бўлиб, найча бўйлаб динил ёки сув буғи айланиб юради. Насос блоки (1.8-расм) шестерначали насослардан, яъни босим ҳосил қилувчи насос 5 ва дозалаш насоси 6 лардан (1.6, 1.9-расмлар), филътрдан (металдан ясалган сетка тўр ва қум кварци ишлатилади) ва тешикчаларининг диаметри



1.6-расм. "Головка"нинг қуйи қисми:

1— найча; 2— суюлтириш косачаси; 3— иситиш кўйлаги; 4— суюлтириш панжараси; 5— босим ҳосил қилувчи насос; 6— дозалаш насоси; 7— насос блоки; 8— канал; 9— ғилоф; 10— фильера комплекти; 11— термометр.

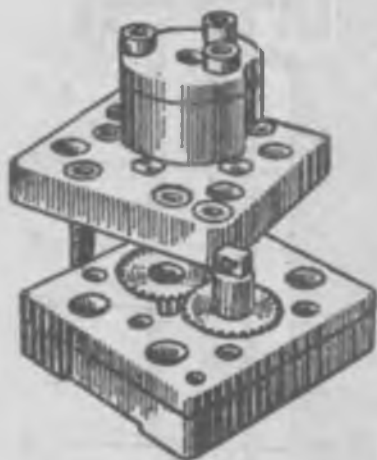
0,20—0,25 мм (моноип учун тешикчаларининг диаметри 0,5 мм гача) бўлган фильера комплекти 10 дан (1.6-расм) тузилган.

Суюлтириш панжараси ва насос блоки "головка"нинг ғилофи ичига жойлашган бўлиб, буларнинг ҳаммаси ўз навбатида ғилоф ичига юбориладиган динил буғлари

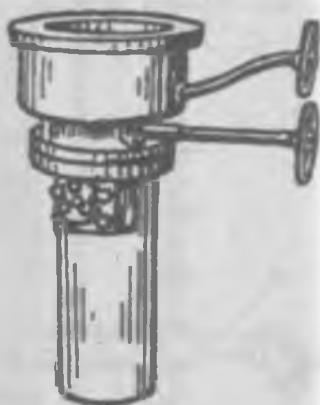


1.7-рasm. Суюлтириш панжараси.

билан қиздирилади. Кейинги вақтларда қиздириш учун динил ўрнига электр токидан фойдаланилмоқда. Суюлтириш панжаралари $260\text{--}270^{\circ}\text{C}$, насос блоки эса $250\text{--}290^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади.



1.8-рasm. Насос блокнинг суюлтириш панжараси билан кўриниши.



1.9-рasm. Шестернали насосчанинг ички кўриниши.

Айрим заводларда бир йўла бир нечта (4—8 фильераларни) таъминлайдиган суюлтириш панжаралари ишлатилмоқда. Бунинг натижасида тола олиш жараёни бирмунча соддалашиб, машина узунлиги 2 марта қисқарди. Машина узунлигини янада қисқартириш учун бирнечта фильерадан чиқаётган толани битта бобинага қабул қилиш мумкин (бир бобинадан бир нечта ип ўрамини олиш).

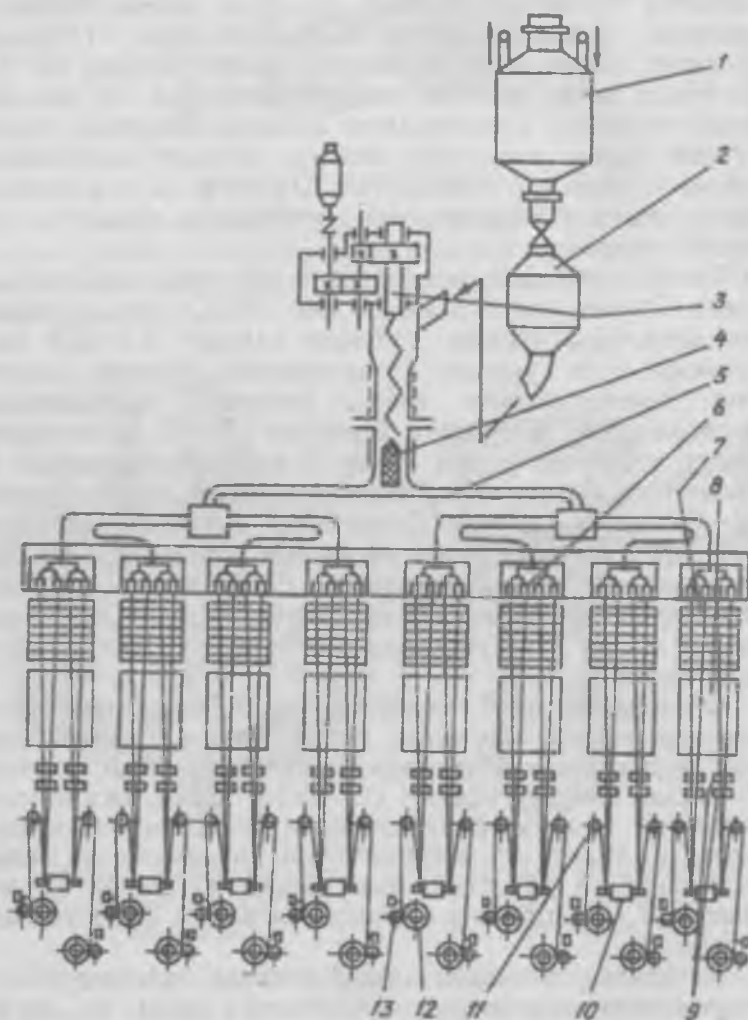
Крошка бункердан компенсатор ва бункер билан "головка"ни бирлаштирувчи найча 1 орқали ўз оғирлиги

билан суюлтириш панжараси 4 га оқиб тушади. Суюқланган полимер массаси панжара остидаги "болота" деб аталувчи бушлиққа йигилиб, у ердан босим насоси 5 ёрдамида дозалаш насоси 6 га берилади (1.6-расм). Дозалаш насоси суюқ полимерни фильтр орқали $0,8 \cdot 10^6$ Па босим билан фильера тешикларидан, уни ип шаклида сиқиб чиқаради. Суюлтирилган полимер тегадиган "головка"нинг барча деталлари иссиққа чидамли легирланган (махсус) пулатдан тайёрланган. Полимер ҳаво кислороди билан оксидланмаслиги учун суюлтириш зонасига азот бериб турилади.

Ҳозир полимерни шнекларда суюлтириш кенг тарқалмоқда. Электр токи ёрдамида $260-280^\circ\text{C}$ гача қиздирилган шнекларда крошка, узлуксиз силжиб, 1,5—2,0 мин. давомида тола суюлади. Суюлтирилган полимер суюлтириш панжарасидаги каби "болотага" йиғилмасдан, тўғридан-тўғри насосларга берилади. Бунда полимернинг юқори ҳароратда туриш вақти 5 минутдан ортмайди ва қўшимча қуйимолекуляр бирикмаларнинг ҳосил бўлиши 1,5—2,0 марта камаяди. Демак шнек ёрдамида полимерни суюлтириш олинган тола таркибида қуйимолекуляр бирикмаларнинг камайтирилишга олиб келади. Бундан ташқари бу усул ёрдамида юқори молекулярли полиамидлардан юқори курсатгичларга эга бўлган корд тола олиш ҳам мумкин.

Фильерадан оқиб чиқаётган тола шаклидаги суюқ полимер машина шахтасига тушади ва у ерда унга совуқ ҳаво пуркаланади. Натижада "суюқ тола" қотиб узлуксиз ип ҳосил қилади. Шахта (1.5-расм) ҳосил қилинаётган толаларни узгарувчан йуналишдаги шамоллар таъсиридан сақлайди. Шахта 14 дан чиқаётган ип намлаш ва ёғлаш шайбалари 15 га тегиб, икки диска 17 ва 18 орқали фрикцион вал ёрдамида айланадиган шпула 20 га ўралади (1.5-расм).

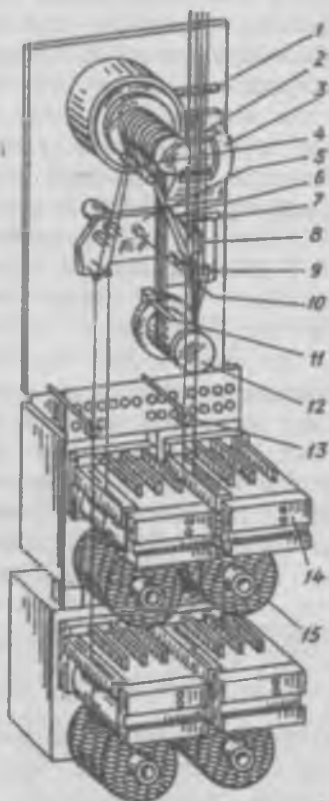
Эндиликда полиамид иплар олишда шнеклар билан жиҳозланган (полимерни суюлтириш учун) ва юқори тезликда ишлайдиган тола олиш машиналарининг кўпгина турлари қўлланилмоқда. Мана шундай машиналардан бири 1.10-расмда келтирилган. Гилам тўқишда ишлатиладиган иплар ва техник иплар олиш учун SW4S маркали машиналар ишлатилмоқда. Бундай машиналарда ип олиш ва уларни чўзиш жараёнлари биргаликда олиб борилади. Бу машинанинг ҳар бир ип олиш ўрнида тўртта ип ўраш головкаси бўлиб, уларга бир вақтнинг ўзида битта шахтадан чиқаётган тўрт ёки саккизта ипни ўраш мумкин



1.10-расм. МФ—600—КШ24 машинанинг технологик схемаси: 1—бункер; 2—оралиқ бак; 3—экструдер (шнек); 4—аралаштирувчи; 5—суюқланма оқими учун труба; 6—фильера комплекти; 7—ҳаво пуркаш шахтаси; 8—сочуган (қотган) иплар ўтиши учун шахта; 9—ёглаш шайбаси; 10 ва 11—қабул қилиш дискалари; 12—бобина, 13—фрикцион (ишқаланадиган) цилиндр.

булади. Машинанинг ип олиш тезлиги минутига 2500 метр булиб, ипларни 5 маротабагача чўзиш мумкин.

Найлон 6,6 толани олишда шахта юқорисидан сув буги ёки нам ҳаво (нисбий намлиги 90 фоиздан кам булмаган) пуркаш тавсия этилади. Бундай шароитда шахтадан чиқаётган ип бир оз булса ҳам намлик ютиб, шайбалар ёрдамида намланишни талаб этмайди. Капрон толани эса бундай усулда намлаб булмайди. Чунки унинг таркибида қуйимолекуляр бирикмалар булгани сабабли толалар бир-бирига ёпишиб қолади, у намликни аста-секин ютиши билан бир оз булса ҳам чўзилади, натижада бобинага ўралган ип ўрами бушашиб ип бобинадан сирғалиб тушиши мумкин. Бундай бобинадаги ипни чўзиш ва пишитиш мумкин булмай қолади. Бунинг олдини олиш учун шахтадан чиқаётган қуруқ ип намлаш шайбалари орқали утказилади. Ёғ эмульсияси солинган ванначага ўрнатилган шайбага тегиб утгани учун ип бироз намланади ва ёғланади. Бундай ипнинг намлиги 4—5 фоиз булади.



1.11-расм. Тола олиш ва уни чўзиш жараёнларини биргаликда бажарувчи SW4S машинанинг схемаси ("Бармаг" фирмаси): 1 ва 7— иплар утадиган штанга (узун металл стержен); 2 ва 12— чўзиш дискалари; 3— ёғлаш шайбаси; 4 ва 11— роликлар; 5— кронштейн; 6— кузатиш қурилмаси; 8 ва 10— сўриш учун сопло (конус найча) 9— кесиш қурилмаси; 13— ип йўналтиргич; 14— кўтариш салазкаси (турли механизм ва машиналарнинг у ён бу ёнга сирпаниб юрадиган қисми); 15— бобина.

Одатда полиамид ипларни ёглаш учун минерал ёгларнинг сувли эмульсияси ишлатилади. Баъзан бундай эмульсиялар таркибига толаларни бир-бирига ёпиштира оладиган бирикмалар қўшилади. Тола таркибида ёгловчи моддаларнинг миқдори 0,8—1,5 фоиз бўлади. Шахтадан чиқаётган ипларни ёглашдан мақсад уларни пишитиш ва чўзишда рўй берадиган узилишларнинг ҳамда зарядланишларининг олдини олишдир. Ёглаш учун ишлатиладиган моддалар иссиққа чидамли ва ипдан осон ювилиши керак. Бундай моддалар сифатида полисилоксан суюқликлари ва оксизтилланган бирикмаларнинг аралашмалари ишлатилади. Тола олиш юқори тезликларда бориши сабабли ип шайбаларга 0,01—0,08 дақиқа ичида тегиб ўтади. Бу вақт ичида намлик тола ичига бир текисда тарқалмаслиги сабабли ип уралган бобиналар узоқ сақланади. Бу вақт ичида ҳаво намлигини ютган ип ўрами бўшашиб қолиши мумкин. Шунинг учун капрон толаси олинаётган (прядильный) ва ипни пишитиш (текстильный) цехларда ҳаво намлиги 40—45 фоиз ва ҳарорат 18—22°C бўлиши керак. Найлон 6,6 тола олиш цехларида бу намлик 70—72 фоизгача бўлиши мумкин.

1.6.2. Полимеризациялашдан чиқаётган суюқ полиамиддан тола олиш

Узлуксиз ишловчи полимеризациялаш аппаратларида олинган суюқ полиамид, тола олиш машиналарга беришдан олдин қуйимолекуляр бирикмалардан тозаланади. Бунинг учун полиамид демономеризацияланади (демономерлантирилади). Демономеризациялаш аппаратининг тўзилиши ва жараёнининг кечишига қараб полимер таркибида қолган қуйимолекуляр бирикмаларнинг миқдори ҳар хил бўлиши мумкин. Полиамидни демономеризациялаш ёки аниқроғи полимердаги мономер ва олигомерни йўқотиш учун икки усул тавсия қилинган: қиздирилган сув буғи ёки вакуумлаш билан демономеризациялаш.

Поликапроамидни ўта қизиган сув буғи билан демономеризациялаш. Киев тажриба устахонаси билан Киев кимёвий толалар ишлаб чиқариш комбинати ҳамкорликда ишлаб чиққан усулга биноан суюқ полиамид фильерага форсунка (суюқликни заррачаларга-майда томчиларга айлантирадиган бир ёки бир нечта тешикли қурилма) орқали берилади. Форсункадан оқиб чиқаётган полиамид суюқланмасига 300°Cли сув буғи юборилади. Буғ лактам

ва олигомер бугларини ўзи билан олиб кетади, полимер эса филтър орқали фильерага юборилади. Бу усулнинг афзаллиги шундаки, унда вакуум ва вакуум насослари ишлатилмайди. Аммо фильерага бораётган полиамид таркибида 4,0—4,5 фоиз қуйимолекуляр бирикмалар қолади.

Маълумотларга кўра, агар полиамид суюқланмасида жуда ҳам оз миқдорда сув бўлса, бу усул билан демономеризациялаш натижасида олинаётган тола таркибидаги мономер ва олигомерлар миқдори 3,0—3,2 фоизгача камаяди. Бу усулни полиамиддан тола олиш жараёнида ишлатиш тавсия қилинади. Чунки тола таркибида қолган 3,0—3,5 фоиз қуйимолекуляр бирикмаларнинг бўлиши унинг сифатига деярли таъсир этмайди.

Вакуум остида поликапроамидни демономеризациялаш. Бунда аппарат дсворлари бўйлаб оқиб тушаётган полимер юпқа парда ҳосил қилади. Бу пардалардан вакуум остида капролактанни ажратиб олиш осонлашади. Аппаратдаги қолдиқ босим симоб устунининг 1 мм (133,3 Па)га тенг бўлганда полимер таркибидаги мономер ва олигомерларнинг 75—80 фоизини 30—40 минут вақт ичида йўқотиш мумкин. Натижада полимерда қолган мономер миқдори 2,0—2,5 фоиздан ошмайди. Агар демономерлашда қолдиқ босимни симоб устунининг 0,5 мм га тенглаштирилса, шу вақт ичида полимер таркибида қолган мономер миқдори 1 фоизгача камаяди. Шу йўсинда демономеризациялаштирилган полимердан олинган тола таркибида капролактан миқдори 3 фоиздан ошмайди. Бу усул билан олинган полимердан корд ва тола ҳамда тўқимачилик ва трикотаж саноатида ишлатиладиган комплекс ипларни олиш мумкин. Бундай толалар таркибидаги мономерларни ювиш ва ипни қуриштириш талаб қилинмайди.

Вакуумлаш натижасида полимер таркибидан қайнаш ҳарорати бир хил бўлмаган капролактан ҳамда унинг димер ва тример буглари ажралиб чиқади. Ди— ва тримерларнинг қайнаш даражаси капролактанникига нисбатан юқори бўлганлиги сабабли улар конденсатор трубаларида чўкмага тушиб, унинг ишини қийинлаштирадилар. Бу камчиликларнинг олдини олиш учун олимлар томонидан олигомерларни каталиктик парчалаш усули ишлаб чиқарилди. Бу усулга биноан ичига грануланган (майдаланган) катализатор тўлдирилган вакуум-аппаратларга олигомерлар юборилади. Аппаратдаги ҳарорат 240—280°C га тенг бўлиб, ундаги қолдиқ босим симоб устунининг 2—5 мм (266,6—666,5 Па)га тенг бўлса, олиго-

мерларнинг парчаланиш вақти 0,5—1,0 минутдан ошмайди. Вакуум-аппаратлардан чиққан капролактама конденсаторга юборилади.

Узлуксиз ишловчи полимерлаш аппаратида олинаётган суюқ полимерии демономеризациялаб, сунг ундан тола олинса, кимё цехида сарфланаётган ишчи кучининг тахминан 52 фоизи ва капитал маблағ сарфлашнинг 53,1 фоизи тежалади. Бу курсаткич мазкур усулнинг афзаллигини яққол курсатиб турибди. Лекин шунга қарамай туқимачилик ва трикотаж корхоналарида ишлатиладиган иплар крошкани шнекларда суюлтириш усули билан олинмоқда. Чунки бундай ипларни олишда суюлтирилган поликапролактама жуда ҳам кам сарфланиб, демономеризациялашдан чиқаётган полиамид кўпроқ туриб қолади ва унинг таркибидаги қуйимолекуляр бирикмалар миқдори керагидан ошиб кетади. Экструдерда (шнекда) суюлтирилган полимер эса 5 минутдан ортиқ турмай, унинг таркибидаги мономерлар миқдори 1,5—2,0 фоиздан ошмайди.

Полиамидлардан катта пишиқликка эга булган корд иплар олишда қулланиладиган технологик жараённинг айрим параметрларига юқори талаб қўйилади. Масалан, корд учун ишлатиладиган полиамиднинг молекуляр массаси бошқа толалар (тола, комплекс иплар) олиш учун ишлатиладиган полиамиднинг молекуляр массасига нисбатан 20—30 фоиз зиёд булиши керак. Ювилган крошка ёки демономеризацияланган суюқ полимер таркибидаги қуйимолекуляр бирикмалар миқдори 0,5 фоиздан ортиқ булмаслиги лозим.

Узлуксиз ишловчи поликонденсатлаш аппаратларида олинган суюқ полимерии туғридан-туғри тола олиш машиналарига юбориб, анид (найлон 6,6) ва энант толаларни олиш мумкин. Аммо найлон 6,6 толасини олишда полимернинг ҳарорат таъсирига чидамлилигини ошириш керак.

1.6.3. Ипларга кейинги ишловлар бериш жараёнлари

Тола олиш машиналаридан чиққан иплар—капроң, анид, энант ипларнинг туқимачилик корхоналарига юборишдан олдин уларга қуйидаги тартибда ишловлар берилади:

- 1) дастлабки пишитиш;
- 2) бир вақтнинг ўзида чузиш ва пишитиш;
- 3) сунгги пишитиш;

4) бобинадаги ипларни бир вақтнинг ўзида мономерлардан ювиш ва пишитишда ип қабул қиладиган бурмаларни мустаҳкамлаш (фиксация);

5) ипларни бобиналарда қуритиш;

6) ипларни қайта ўраш;

7) навларга ажратиш ва упаковкалаш (истеъмолчиларга юбориш учун тайёрлаш).

Корд иплар эса яна тўқувчилик жараёнини ҳам утади.

Ипларнинг дастлабки пишитилиши. Полиамид ипларни дастлабки пишитиш эндиликда ортиқча бўлиб, кўпчилик тола олиш корхоналарида бу жараён бажарилмайди. Илгарилари ипларни чўзишдан аввал улар пишитилиб, унинг ҳар бир метрига 50 та дан то 100 тагача бурам берилар эди. Бунда чўзиш машиналаридан ипларнинг яхши ўтиши, унга зичлик бериш ва натижада толалар узилишини камайтириш ҳамда чўзилган ипларни физик-механик хоссалари бир хилда ўзгаришига эришиш кўзда тутилган эди.

Тола олишдаги технологик жараёнларнинг параметрларини аниқ бажариш дастлабки хом ашё сифатига юқори талабларнинг қўйилиши, толаларни ёғлаш учун юқори сифатли мойлар аралашмасининг ишлатилиши дастлабки пишитиш жараёнини ўтказмасликка ва пишитиш учун ишлатиладиган машиналарни қисқартиришга, жойларни ҳамда сарфланадиган ишчи кучини тежашга имкон беради. Ҳозирги кунда дастлабки пишитиш машиналари чиқитга чиқарилган икки-уч ва ундан ортиқ сондаги ипларни бирлаштириб пишитиш ва ўраш учун ишлатилмоқда.

Ипларни чўзиб пишитиш. Ипларга мўлжалланган бурмаларни бериш жараёнини чўзиб-пишитиш машиналарида амалга оширса бўлади. Аммо чўзиб-пишитиш машиналарини қурилиш конструкциясининг мураккаблиги ҳамда машинанинг иш унумини ошириш мақсадида иплар икки босқич билан пишитилади, яъни дастлабки пишитиш чўзиб-пишитиш машиналарида ва сўнгги пишитиш эса оддий машиналарда олиб борилади.

Технологик жараёнлар ичида энг асосийларидан бири ипни тортиб чўзишдир. Полиамид иплари нормал ҳароратда 300—400 фоизгача чўзилиш қобилятига эга бўлиб, чўзилиш натижасида макромолекула ёки унинг агрегатлари ориентацияланиб, ипнинг физик-механик хусусиятларини яхшилашга олиб келади. Ипнинг хусусияти фақатгина унинг физик-механик кўрсаткичи билан

мерларнинг парчаланиш вақти 0,5—1,0 минутдан ошмайди. Вакуум-аппаратлардан чиққан капролактама конденсаторга юборилади.

Узлуксиз ишловчи полимерлаш аппаратида олинаётган суюқ полимери демономеризациялаб, сўнг ундан тола олинса, кимё цехида сарфланаётган ишчи кучининг тахминан 52 фоизи ва капитал маблағ сарфлашнинг 53,1 фоизи тежаллади. Бу кўрсаткич мазкур усулнинг афзаллигини яққол кўрсатиб турибди. Лекин шунга қарамай тўқимачилик ва трикотаж корхоналарида ишлатиладиган иплар крошкани шнекларда суюлтириш усули билан олинмоқда. Чунки бундай ипларни олишда суюлтирилган поликапролактама жуда ҳам кам сарфланиб, демономеризациялашдан чиқаётган полиамид кўпроқ туриб қолади ва унинг таркибидаги қуйимолекуляр бирикмалар миқдори керагидан ошиб кетади. Экструдерда (шнекда) суюлтирилган полимер эса 5 минутдан ортиқ турмай, унинг таркибидаги мономерлар миқдори 1,5—2,0 фоиздан ошмайди.

Полиамидлардан катта пишиқликка эга бўлган корд иплар олишда қўлланиладиган технологик жараённинг айрим параметрларига юқори талаб қўйилади. Масалан, корд учун ишлатиладиган полиамиднинг молекуляр массаси бошқа толалар (тола, комплекс иплар) олиш учун ишлатиладиган полиамиднинг молекуляр массасига нисбатан 20—30 фоиз зиёд булиши керак. Ювилган крошка ёки демономеризацияланган суюқ полимер таркибидаги қуйимолекуляр бирикмалар миқдори 0,5 фоиздан ортиқ бўлмаслиги лозим.

Узлуксиз ишловчи поликонденсатлаш аппаратларида олинган суюқ полимери тўғридан-тўғри тола олиш машиналарига юбориб, анид (найлон 6,6) ва энант толаларни олиш мумкин. Аммо найлон 6,6 толасини олишда полимернинг ҳарорат таъсирига чидамлилигини ошириш керак.

1.6.3. Ипларга кейинги ишловлар бериш жараёнлари

Тола олиш машиналаридан чиққан иплар—капрон, анид, энант ипларнинг тўқимачилик корхоналарига юборишдан олдин уларга қуйидаги тартибда ишловлар берилади:

- 1) дастлабки пишитиш;
- 2) бир вақтнинг ўзида чузиш ва пишитиш;
- 3) сўнгги пишитиш;

4) бобинадаги ипларни бир вақтнинг ўзида мономерлардан ювиш ва пишитишда ип қабул қиладиган бурмаларни мустаҳкамлаш (фиксация);

5) ипларни бобиналарда қуриштиш;

6) ипларни қайта ўраш;

7) навларга ажратиш ва упаковкалаш (истеъмолчиларга юбориш учун тайёрлаш).

Корд иплар эса яна тўқувчилик жараёнини ҳам ўтади.

Ипларнинг дастлабки пишитилиши. Полиамид ипларни дастлабки пишитиш эндиликда ортиқча бўлиб, кўпчилик тола олиш корхоналарида бу жараён бажарилмайдди. Илгарилари ипларни чўзишдан аввал улар пишитилиб, унинг ҳар бир метрига 50 та дан то 100 тагача бурам берилар эди. Бунда чўзиш машиналаридан ипларнинг яхши ўтиши, унга зичлик бериш ва натижада толалар узилишини камайтириш ҳамда чўзилган ипларни физик-механик хоссалари бир хилда ўзгаришига эришиш кўзда тутилган эди.

Тола олишдаги технологик жараёнларнинг параметрларини аниқ бажариш дастлабки хом ашё сифатига юқори талабларнинг қўйилиши, толаларни ёғлаш учун юқори сифатли мойлар аралашмасининг ишлатилиши дастлабки пишитиш жараёнини ўтказмасликка ва пишитиш учун ишлатиладиган машиналарни қисқартиришга, жойларни ҳамда сарфланадиган ишчи кучини тежашга имкон беради. Ҳозирги кунда дастлабки пишитиш машиналари чиқитга чиқарилган икки-уч ва ундан ортиқ сондаги ипларни бирлаштириб пишитиш ва ўраш учун ишлатилмоқда.

Ипларни чўзиб пишитиш. Ипларга мўлжалланган бурмаларни бериш жараёнини чўзиб-пишитиш машиналарида амалга оширса бўлади. Аммо чўзиб-пишитиш машиналарини қурилиш конструкциясининг мураккаблиги ҳамда машинанинг иш унумини ошириш мақсадида иплар икки босқич билан пишитилади, яъни дастлабки пишитиш чўзиб-пишитиш машиналарида ва сўнгги пишитиш эса оддий машиналарда олиб борилади.

Технологик жараёнлар ичида энг асосийларидан бири ипни тортиб чўзишдир. Полиамид иплари нормал ҳароратда 300—400 фоизгача чўзилиш қобилятига эга бўлиб, чўзилиш натижасида макромолекула ёки унинг агрегатлари ориентацияланиб, ипнинг физик-механик хусусиятларини яхшилашга олиб келади. Ипнинг хусусияти фақатгина унинг физик-механик кўрсаткичи билан

баҳоланмасдан, балки бу кўрсаткичлар ипнинг бутун узунлиги бўйича бир хил бўлиши билан ҳам характерланади.

Ипни тортиб-чўзиш жараёнига ва олинган толанинг хусусиятларига, тола олишдаги ҳарорат ва тола олиш тезлигининг ўзгариши, цех ҳавосининг намлиги ва ҳароратининг ўзгариши, толани намлаш ва ёглаш шароити кабилар катта таъсир кўрсатади. Шунинг учун тола олишдаги барча параметрларни жуда аниқлик билан бошқариш зарур. Тортиб-чўзиш машинасининг чизмаси 1.12-расмда келтирилган.

Чўзилган ип паковка ўрами 1 дан ип ўтказгич 2 ва 3 ҳамда ип юргизгич 4 лардан ўтиб фрикциион вал ва сиқувчи роликлардан ташкил топган таъминловчи 5 ёрдамида маълум чизиқли тезлик билан тортиш қурилмаси — ип жойлаштиргич (тақсимловчи) 7 ва тортиш галетаси (диски) 8 га берилади. Галета 8 бир хил тезликда (чизиқли) айлантирилади, ролик 7 эса ип ёрдамида айланади. Ролик галетага нисбатан шундай ўрнатилиш керакки, уларнинг айланиш ўқлари орасида маълум бурчак ҳосил бўлсин. Мана шу бурчак ҳосил қилинганлиги сабабли ип галета 8 га винт чизиғи кўринишда жойлашади ва натижада галетадаги ўрамлар маълум сонда бўлиб, ипта сирғалмай ҳаракатланиш имконини беради. Таъминловчи ва галеталарнинг чизиқли тезликлари орасидаги фарқ туфайли ип тортилади, яъни чўзилади. Таъминловчи вал 5 нинг тезлигини ўзгартириш билан чўзиш даражасини (1:2,5 дан 1:6 гача) ўзгар-



1.12-расм. Тортиб — чўзиш машинасида ипни чўзиш схемаси:

1 — чўзилмаган ип паковка-си; 2 ва 3 — ип ўтказгичлар; 4 — ип юргизгич; 5 — таъминловчи; 6 — ақидан ясалган таёқча; 7 — галетада ипни бир хил ораликда жойлаштирувчи ролик; 8 — галета; 9 — ип баллонини чегараловчи тўсиқ; 10 — перетено (урчуқ).

тириш мумкин. Галетадан чиқаётган ип, минутига 8000—10000 айл/мин тезлиги билан ҳаракатланадиган веретенога ўрнатилган бўлиб алюминийдан ясалган патронга қабул қилинади. Веретеннинг бир хил тезлик билан айланиши сабабли ипнинг тортилиш даражаси ўзгаришига қарамай ип бир хил бурам олади.

Одатда полиамид иплар ва бошқа кристалланувчи полимерлардан олинган иплар чўзилганда шейка (бўйин шакли) ҳосил қилади.

Олинган ипнинг физик-механик хусусиятини бир хилда бўлишига эришиш учун таъминловчи билан ип орасига ақиқ (агат) таёқча қўйилади.

Бу таёқчадан ип бир марта айланиб утади ва ишқаланиш натижасида 80°C гача қизийди. Ипнинг таёқчада қизиши ва тўсиқ бўлиши (тормозланиши) натижасида шейка ҳосил бўлишининг олди олинади. Тўсиқ таёқчаси техник ипларни чўзишда ишлатилиб, ингичка ипларни тортиш учун ишлатилмайди. Юқорида баён қилинган жараёнлар совуқда ипни тортиб чўзиш дейилади.

Қалинлиги 93,5 ва 187 текс бўлган йўгон иплар бирлаштирилган усул билан, яъни совуқ ва иссиқда тортиш билан чўзилади.

Бунинг учун тортиш майдонига электр токи билан $150\text{—}180^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилган туғри бурчакли пластинка (дазмол) ўрнатилади. Айрим машиналарда эса дазмол ўрнига ичига найчалар жойлаштирилган труба ўрнатилган. Булар орасига қиздирилган мой ёки бошқа органик бирикма юборилади. Бирлаштирилган усул бўйича ипларнинг тортилиш даражасини ошириш ва бу билан унинг пишиқлигини ошириб, чўзилувчанлигини камайтириш мумкин. Тортилиш тезлиги техник иплар учун минутига 150—400 метр, ингичка иплар учун эса 700 метргача бўлиши мумкин. Қалинлиги 15—20 текс бўлган ипларни тола олиш машиналарда ҳам чўзиш мумкин. Бунда толани паковкага қабул қилиш тезлиги минутига 3500—4000 метр бўлиб, бу усулнинг ўзига хос афзаллиги ва камчилиги бор. Тортиб-чўзилган иплардаги бурамлар сони ҳар бир метрга 50—110 гача бўлади. Тортиб-чўзиш машиналарининг КВ-300-И ва КВ-150-И4 маркалари ишлатилади.

Сўнгги пишитиш. Тўқимачилик корхоналарида ишлатиладиган капрон толалар турига қараб 200 ва ундан

ортиқ бурам бериб пишитилади. Бурамлар сони ипнинг қалинлиги камайиши билан ортиб боради. Масалан:

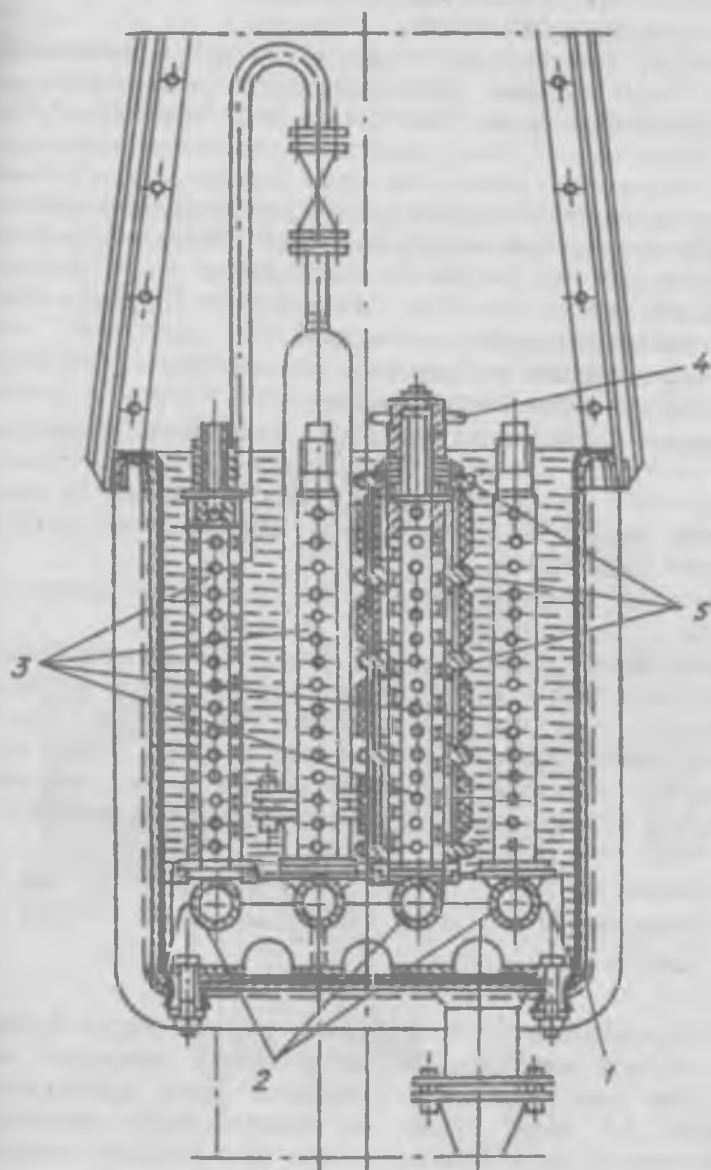
Ипнинг қалинлиги, текс	Бурамлар сони, бурам/м
15,6 ва 29,0	200
6,7	600
5,0	800
3,3	1000

Чузилган ва пишитилган ип машинанинг юқорисига икки қават ва икки томонлама жойлашган верстеноларга урнатилади. Тез айланаётган патрондан тушаётган ип бурам олиб марказий ип ўтказгичдан ўтиб пардозланган чивик ва ип юргизгичдан оғиб ўтади ҳамда фрикцион цилиндр ёрдамида ҳаракатланувчи тешиқдор цилиндр бобиналарга қабул қилинади. Пишитиш машиналари КЭ—200—И да ипни ҳаракатланиш тезлиги минутага 60—90 метр бўлиб, верстеноларни айланиш тезлиги минутага 900—1200 га тенг. Жуда кўп бурамли ипларни олишда ип кетма-кет икки марта пишитилади.

Ипларни ювиш ва унинг бурамларини мустаҳкамлаш. Бу жараён ип таркибидаги мономерни кетказиш, ишлаб чиқариш жараёнида ишлатилган ёғларни ювиш ҳамда пишитилган иплардаги бурамларнинг ёзилиб кетмаслиги (мустаҳкамлаш) учун ўтказилади.

Чузилган ва юқори ҳароратда ишлов берилмаган (термообработка қилинмаган) эркин ҳолатдаги капрон иплари иссиқ сувда 8—15 фоизга киришади. Киришган ип қалинлашади ва унинг пишиқлиги камайиб, чузиловчанлиги ошади. Шунинг учун ипни таранг ҳолда (бобинада) иссиқ сув билан ишланганда унинг структураси (тузилиши) ва бошқа хусусиятлари мустаҳкамланади (фиксацияланади). Кейинги ювишларда ипнинг киришиши анча камаяди (3,5—4,0 фоиз).

Ипли бобиналар махсус қутиларда (аппаратларда) маълум босим остида сув билан ювилади. (1.13-расм). Бу ювиш аппарати ванна 1 ва унинг таг қисмига урнатилган коллектор 2 ва коллекторларни узунаси бўйлаб унинг тешиқларига урнатилган 60—80 та тешиқдор трубалар (свечалар) 3 дан ташкил топгандир. Ҳар бир свечага 4 тадан 6 тагача устма-уст ипли бобиналар жойлаштирилиб, бобиналар орасига резинали қатлам (прокладкалар) қўйилади. Юқоридаги бобина қопқоқ билан ёпилади, қолган бобиналарнинг ҳаммаси головка билан сиқилади.



1.13-расм. Паковкадаги капрон ипларни ювишга мўлжалланган
коллекторли аппарат:
1— ванна; 2— коллектор; 3— свеча; 4— сиқиш головки;
5— прокладка.

Коллектор орқали берилган сув ($0,3 \cdot 10^6$ Па босим остида) свечага утиб у ердан бобинадаги иплар орасидан утади ва ваннага тупланеди.

Ваннадан сув баркага (суюқликни қабул қиладиган идишга) оқиб тушади. Мономерларнинг тула ювилиши учун бобинадаги иплар $80-90^\circ\text{C}$ гача иситилган сув билан (минутига 2,5 л) 1—2 соат давомида ювилади. Иссиқ сувдан сунг иплар бир неча бор совуқ сув билан ювилади ва ювишдан чиққан сувлар канализацияга оқизилади. Ювиш жараёни тугагандан сунг бобинадаги иплар намлигини 10—30 фоизгача камайтириш учун уларга аппаратнинг ўзида сув буғи билан ишлов берилади ёки махсус центрифугаларда сиқилади.

Ип бурамларини мустақкамлаш учун уни $125-130^\circ\text{C}$ ҳароратли сув буғи билан ишланади.

Ипларни бобиналарда қуриштиш. Ювилган ва сиқилган иплар 3—4 соат давомида икки зонали қуриштиш туннелида $85-90^\circ\text{C}$ да қуриштилади. Қуришилган иплар 18 соат давомида нисбий намлиги 55—65 фоиз бўлган махсус хоналарда сақланади.

Натижада ипнинг намлиги 3,5—4,5 фоиз қолгунча камаяди.

Ипларни қайта ўраш. Сунгги марта пишитилган иплар ёки ювилган иплар қуришилгандан сунг уларни конусли бобиналарга (уч конусли шаклга эга бўлган) крест шаклида қайта ўралади. Айрим иплар қайта ўраш машиналарида ёғланади. Ипларни ёғлаш учун таркиби қуйидагича бўлган сувсиз ёғ ишлатилади (фоиз ҳисобида)

Вазелин ёғ	75,4	Триэтаноламин	3,0
Олеин кислота	13,2	Бутил спирти	1,0
Уайт спирти	7,4		

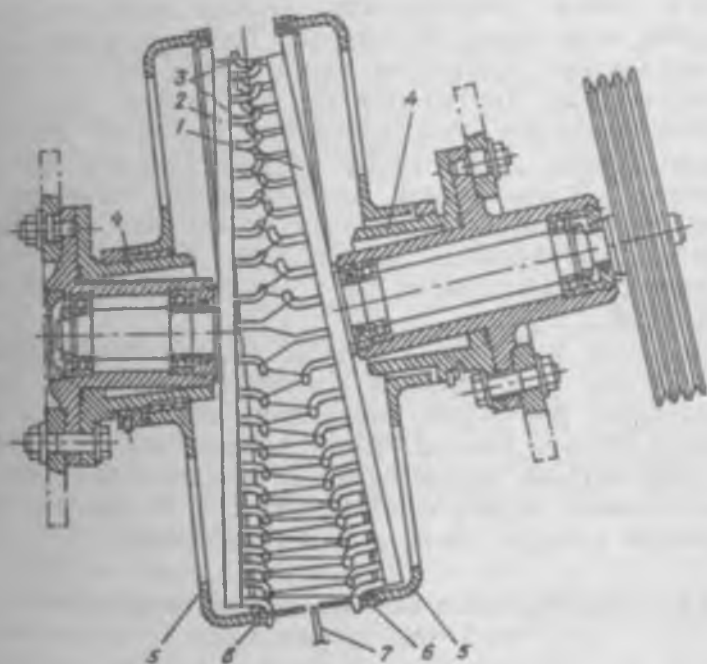
Ип таркибидаги ёғ 4—6 фоизни ташкил этади. Қайта ўраш тезлиги минутига 500 метр бўлиб, паковкага ип жуда ҳам зич ўралмайди. Ипларни ўраш қаттиқлиги (зичлиги) $0,8 \text{ г/см}^3$ бўлиб, ип паковкасининг оғирлиги 600 гга тенг бўлади. Бобинага ипни буш ўрашдан мақсад унинг қаватларида ипнинг хусусиятлари бир хил бўлишига эришишдан иборатдир.

Навларга ажратиш ва упаковкалаш. Тайёр иплар ГОСТ бўйича навларга ажратилгандан сунг ҳар бир бобина ичига ёрлиқ ёпиштирилади ва унда ипнинг нави.

қалинлиги, ишчининг шартли номери кўрсатилади. Ҳар бир бобина юпқа қоғозга ўралиб коробкага, коробка эса ёғочдан ясалган қутиларга жойлаштирилади, яъни упаковкаланади.

1.6.4. Полиамиддан тола ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари

Тола ишлаб чиқариш усули ип ва корд ишлаб чиқариш усулидан бирмунча фарқланади. Суюлтирилган полиамид демонумеризациялангандан сўнг юқори босим остида ($1,5 \cdot 10^6$ — $2,0 \cdot 10^6$ Па) трубопровод орқали "головакага" берилади. Машинанинг ҳар бир шахтасига 4—6 тадан фильера ўрнатилган бўлади. "Головкадан" полиамид массаси дозаловчи насослар (маълум миқдорда, бир меъ-



1.14-расм. Толани узлуксиз тортиш ва кесиш учун мўлжалланган механизмнинг схемаси:

1 ва 2— дискалар; 3— илмоқлар; 4— маълум бурчак ҳосил қилувчи айланиш ўқлари; 5— тарелкалар; 6— манжетлар; 7— диск кўринишидаги пичоқ.

ёрда таъминловчи насос) ёрдамида ҳар бир фильерага берилади (бир фильера учун битта насос). Шахталарга ўрнатилган фильералардан чиқаётган толалар бирга йиғилиб, қалинлиги 500—200 текс бўлган жгут ҳосил қилинади. Мана шу жгут узлуксиз ишловчи тортиб-чўзиш ва қирқиш машинасига узатилади (1.14-расм).

Чўзиш вақтида жгут 100°C гача қиздирилади. Жгутни чўзиш айланиш тезликлари тенг бўлмаган дискалар ёки роликлар орасида бажарилмай, балки уни илмоқлар орасидаги қисқа участкада тортиб-чўзиш орқали амалга оширилади.

Бу механизм диск 1 ва диск 2 дан тузилган бўлиб, унинг айланаси бўйлаб бир хил масофада илмоқлар 3 ўрнатилган. Жгутни чўзиш даражасининг ўзгаришига қараб дискалар юзаси орасидаги бурчак ҳам ўзгариб боради. Дискаларнинг айланиш тезлиги тола ҳосил қилиш тезлиги билан ўзгартирилади. Одатда тола минутига 500—600 метр тезликда олинади. Тортиб-чўзилган жгут шу механизмга ўрнатилган пичоқ билан маълум узунликда кесилади. Тортиб-чўзилган ва кесилган тола вентилятор орқали циклонга (конуссимон бак-идиш) берилиб, у ердан тойлаш учун толалар сиқувчи қурилма прессига юборилади. Агарда толани капролактандан ювиш лозим бўлса, тола ювилиш машиналарига юборилиб, у ердан қуритиш машиналарига жўнатилади. Қуритилган тола вентилятор орқали циклон ва у орқали тойлаш прессига жўнатилади.

Полиамид тола бошқа толалар билан аралаштирилдиган бўлса, улар орасида боғланиш бўлишлиги учун (толаларнинг бир-бирига ёпишишини ошириш) тола тешиклари ҳар хил шаклда бўлган фильера орқали олинади ёки унга механик ишлов берилади (гофрировкаланади) ё бўлмаса капрон толаси кимёвий моддалар билан, масалан, 23 фоизли сульфат кислота билан ишланади.

1.6.5. Полиамиддан моноип ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари

Қалинлиги 500—300 текс бўлган моноип (якка ип) анча қайишоқликка эга бўлиб улар қармоқ ип ва чўтка учун қил (қаттиқ жунга ўхшаш) сифатида ишлатилади. Кейинги вақтларда қалинлиги 1.6—2,2 текс бўлган моноиплардан пайпоқлар тўқилмоқда. Моноипларнинг бир нечта толалардан ташкил топган комплекс иплар ўрнига

ишлатилиши жараёнларнинг қисқаришига олиб келади (масалан, пишитиш жараёни).

Моноипларни корд ўрнида ишлатиш жуда катта аҳамиятга эга. Юқори қалинликка эга бўлган моноипларни ишлаб чиқариш узлуксиз жараёнларда амалга оширилади. Бу жараён қуйидагича: узлуксиз келаётган суюқ ҳолатдаги полиамид фильерадан чиқиб, ичида сув бўлган ванналарга тушиб совуйди (қотади). Шундан сўнг моноип машиналарда 3,5—4,0 марта тортиб-чўзилади ва ипда ҳосил қилинган структура мустаҳкамланади (термофиксацияланади). Полиамид толаларни олишдаги асосий параметрлар ва олинган тола ва ипларнинг хусусиятлари 1.3-жадвалда келтирилган.

1.7. ТОЛА ОЛИШДА ҲОСИЛ БЎЛГАН ЧИҚИНДИЛАРНИ ИШЛАТИШ

Полиамид толаларни олиш жараёнида ҳар хил чиқиндилар ҳосил бўлади. Бу эса ўз навбатида олинаётган тола таннархининг юқори бўлишига олиб келади. Шунинг учун чиқиндилар миқдорини камайтириш чораларини топиш зарур. Чиқиндилар асосан қотиб қолган полимер массаси кўринишида (ҳар хил шаклларда) чўзилган ва чўзилмаган тола кўринишида бўлади. Чиқиндилар асосан фильера комплекти ва насосларни алмаштирганда, тола ҳосил қилиш ва уни бобиналарга қабул қилишда, ипларни пишитиш ва тортиб-чўзиш жараёнларида ҳосил бўлади.

Полиамиддан чиққан чиқиндиларни бошқатдан суюлтириш ёки мономергача демонеризациялаш мумкин. Тортиб-чўзилган ипларга бир нечта қўшимча ишлов берилгандан сўнг, уни тола олиш учун ишлатиш мумкин. Бу усул билан чиқиндилардан фойдаланиш катта тежамкорликка олиб келади.

Қолган барча чиқиндилар (қотиб қолган полимер бўлаклари, тортиб-чўзилмаган иплар каби) дан қайтадан демономерлаш усули билан мономер олинади. Шунингдек, уларни суюлтириб ва филтрлаб моноип ёки ҳар хил деталлар олишга ишлатса бўлади.

Демономерлаш жараёни юқори ҳароратда (300—310°C) ишқор ёки сув иштирокида (маълум босим остида) олиб борилади, полимер чиқиндиларидан 75—90 фоизгача (полимер массасига нисбатан) мономер олиш ва уни қайтадан полимерлашга ишлатиш мумкин.

Полиамид толалари олишдаги асосий параметрлар ва олинган толарнинг хусусиятлари

Асосий параметрлар ва толарнинг айрим хусусиятлари	комплекс индлар	штангель тола	коря	монитор
Тола ҳосил қилиш тезлиги, м/мин	700—1500	350—500	350—500	350—600
Суюқланган полиамиднинг қорушқоқлиги, из (Па.С)	500—1500 (50—150)	500—1500 (50—150)	500—1500 (50—150)	500—1500 (50—150)
Суюлтириш панажарасидаги ҳарорат, °С	265—290	265—290	265—290	265—290
Филлердаги тешиклар сон	1—12	200—300	80—280	1
Тола ёки ип қалинлиги, текс	6,7; 5,0; 3,3; 2,2	0,62—0,25	29; 48,7; 93,5	1,1—3,3; 500—300
Чўзиш даражаси, фоз	350—400	300—350	420—500	350—400
Бурамлар сон, бурам/м	120—180	—	320—450	—
Узунлиги чидамлиги, сН/текс (мН/м ²)	40—50 (400—500)	37—38 (370—380)	70—75 (700—750)	27—40 (270—400)
Чўзилаувчанлиги, фоз	20—25	30—35	15—18	35—40
Намлиги (ҳавонинг нисбий намлиги 65 фоз бўлганда), фоз	3,5—4,0	3,5—4,0	3,5—4,0	3,5—4,0
Силиштирма оғирлиги, кг/м ³	1135—1140	1135—1140	1135—1140	1135—1140

Аммо найлон 6,6 толасини олишда ҳосил бўлган чиқиндилардан қайтадан мономер олиш анча мураккаб жараён билан амалга оширилади.

2. ПОЛИЭФИР ТОЛА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Макромолекуласидаги ҳар бир звенолар узаро мураккаб эфир группаси (гуруҳи) билан боғланган юқори молекулярли бирикмаларга полиэфир дейилади.

1929 йилда биринчи марта Карозерс ва Арвинлар томонидан полиэфир ва унинг асосида тола олиш мумкинлиги исботланган. Аммо улар топган полиэфирнинг суюлиш ҳарорати 100°C дан паст бўлиб, бундай полимердан олинган толанинг хусусиятлари талабга жавоб бермади. Англия олимлари Уинфилд ва Диксонлар сифатли тола олиш учун яроқли бўлган полиэфирларни олиш устида қизгин иш олиб бордилар. Ниҳоят (1941 йилда) юқори сифатли тола олиш учун яроқли бўлган полимер олинди. [Карозерс ва Арвинлар полиэфирни этиленгликолга алифатик дикарбон кислота таъсир эттириб олган бўлсалар, Англия олимлари эса этиленгликолга ароматик дикарбон кислота (карбоксил группалари п—жойланишда бўлган терефтал кислота) таъсир эттириш йўли билан олдилар. 1944 йилда Уинфилд ва Диксонлар полиэфир толасини тажриба қурилмасида олган бўлсалар, 1949 йилга келиб бу толани олиш учун Англияда саноат корхоналари қурилди. 1950 йилда эса полиэфир толалар фақат Англияда эмас, балки АҚШ, Канада ва бошқа давлатларда ҳам ишлаб чиқарила бошланди.

Собиқ иттифоқда биринчи полиэфир толаси 1960 йилда Курск шаҳрида ишлаб чиқарилган бўлса, 1970 йилга келиб Могилёв шаҳрида қурилган энг катта комбинат ўз маҳсулотини бера бошлади. Йилдан-йилга ишлаб чиқарилган тола миқдори ошиб бормоқда.

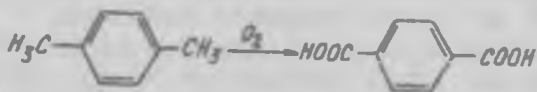
2. 1. МОНОМЕРЛАРНИ СИНТЕЗЛАШ

Терефтал кислота (ТФК) ёки унинг диметил эфири (диметилтерефталат-ДМТ) полиэтилентерефталат (ПЭТ) олиш учун хом ашё ҳисобланади. ПЭТ биринчи бор ТФК дан олинишига қарамай яқин кунларгача ДМТ дан олинар эди. Чунки ПЭТ ни олиш учун тоза ҳолдаги ТФК керак бўлиб, уни тозалаш жуда мушкул ҳисобланар эди. Фақатгина 1963 йилга келиб АҚШ, Англия ва

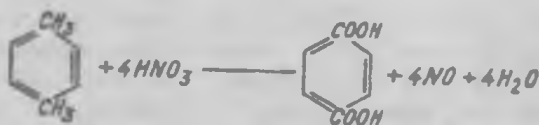
Япония фирмаларида, сунг собиқ иттифоқда тоза ТФК олиш усули йулга қўйилди. Ҳозиргача полиэтилентерефталатнинг купгина қисми асосан ДМТ дан олинмоқда. Тажриба шуни кўрсатадики, ПЭТ ни ТФК дан олиш ДМТ дан олишга қараганда бирмунча қулайликларга олиб келиш билан бирга ишлаб чиқарилаётган толанинг тан-нархини арзонлаштиради. ТФК ва ДМТ ларни бензол, толуол, о—, м— ва п—кислот, п—диэтилбензол, п—цимол, п—диизопропилбензол ва х. к. лардан олиш мумкин. ТФК ва ДМТ асосан п—кислот ва толуолдан олинади.

п—Кислотдан терефтал кислота олиш. Нефтдан тоза ҳолда п—кислот олинмай, балки уни п—, м—, о—изомерларининг аралашмасидан олинади. Олинган аралашмада п—, о—, м—изомерлар миқдори тегишлича 21, 18 ва 46 фоизни ташкил этса (қолган 15 фоизи этилбензол), тошқумир смоласидан олинган кислоталар аралашмасида изомерлар миқдори тегишлича 20, 50 ва 30 фоизни ташкил этади. Бу аралашмалардан п—кислотни паст ҳароратда кристаллаб фракциялаш йўли билан ажратиб олинади. Ажратиб олинган маҳсулот таркибида 97—98 фоиз п—кислот бўлади. Қолган о— ва м—кислотлар аралашмасидан пиролиз йўли билан, таркибида 18—20 фоиз п—кислот бўлган янги аралашма олинади. Ундан п—кислотни ажратиб олиш мумкин. п—Кислотдан ТФК бир ёки икки босқичли жараёнлар билан ҳосил қилинади.

Бир босқичли жараён. ТФК п—кислотдан катализатор $\text{Co}(\text{OH})_2$ ва ҳаво кислороди иштирокида $160\text{—}170^\circ\text{C}$ да олинади: Аммо ТФК нинг миқдори 10 фоизни ташкил этади. Бу миқдорни ошириш учун кейинги вақтларда

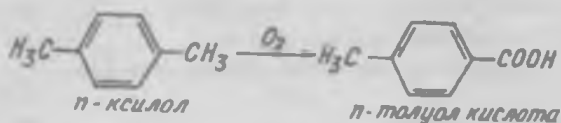


ТФК п—кислотдан ҳаво кислороди иштирокида, махсус шароитда олинмоқда. Бу шароитда ҳарорат 350°C , босим $1,4 \cdot 10^6\text{—}1,5 \cdot 10^6$ Па бўлади. Шунингдек, п—кислотни нитрат кислота билан оксидлаб ҳам ТФК ни олиш мумкин:

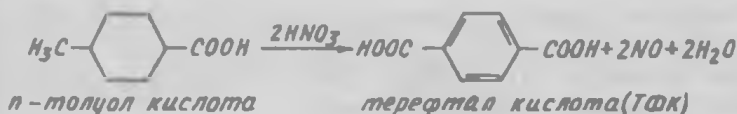


Аммо бу усул тежамли булмай, ҳар бир кг п—кислот учун 3,5 кг нитрат кислота сарфлашни талаб қилади.

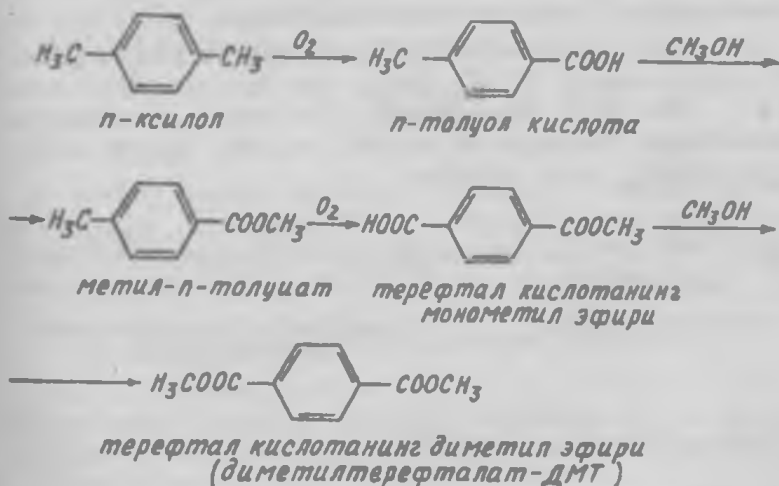
Икки босқичли жараён. п—Ксилолдан икки босқичли жараён билан олинган ТФК уни бир босқичли жараён билан олинганига қараганда анча арзон тушади. Биринчи босқичда п—ксилол ҳаво кислороди билан 250°C да оксидланади ($6 \cdot 10^6$ Па). Бунда катализаторлар сифатида кобальт, марганец, қўрғошин ацетат ёки нафтен тузлари ишлатилади.



Иккинчи босқичда ҳосил бўлган п—толуол кислотани 30—35 фоизли нитрат кислота билан оксидлаб ТФК олинади:



Терефтал кислотанинг диметил эфири (ДМТ)ни олиш. Юқорида кўрсатилган реакция билан п—ксилолдан п—толуол кислота олинади. Олинган п—толуол кислотани 175—180°C да $2,5-2,8 \cdot 10^6$ Па босим остида метанол билан этерификациялаб метил—п—толуонат олинади. Юқори ҳароратда метил—п—толуонатни яна бир бор оксидлаш ва этерификациялаш билан ДМТ олинади:

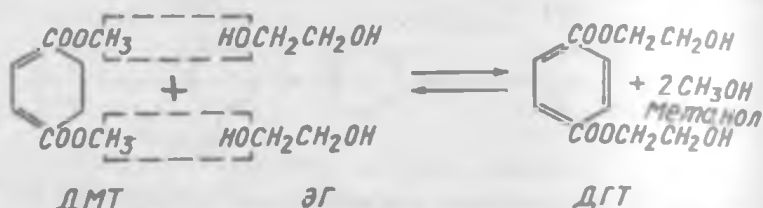


1) ДМТ ни этиленгликоль билан перестерификациялаш;

2) ТФК ни этиленгликоль билан этерификациялаш;

3) ТФК ни этилен оксид билан реакцияга киритиш.

1. ДМТ билан этиленгликоль (ЭГ) орасидаги реакция қуйидаги тартибда боради:

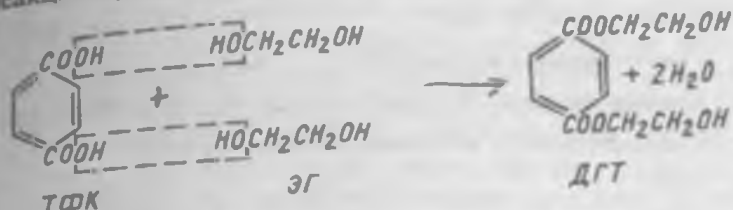


Булар орасидаги реакция қайтар бўлганлиги сабаб ҳамда реакцияни ўнг томонга силжитиш мақсадида реакцияга ЭГ дан кўпроқ олинади, яъни ҳар бир моль ДМТ учун 2,3—2,5 моль ЭГ олинади. Реакцияни ўнг томонга силжитишдан мақсад ДМТ га ЭГ таъсир этишида ажралиб чиқадиган метанолни мумкин қадар тезроқ ажратиб олишдир. Реакцияни тезлаштириш учун ДМТ массасига нисбатан 0,02—0,03 фойз катализатор қўшилади.

Олинган катализатор қуйидаги талабларга жавоб бериши, яъни мономер ва полимер эритмасида яхши эриши, қўшимча маҳсулотлар ҳосил бўлишини тезлаштирмаслиги, юқори молекуляр массага эга бўлган полиэфир олишни таъминлаши, ДМТ ни термоларчаланлишига ва ЭГ ни конденсатланишига олиб бормаслиги, ПЭТ ни суюқланиш ҳароратига, рангининг ўзгаришига ва уни қайта суюлтирилганда ҳарорат таъсирига бўлган турғунлигини ўзгаришига сабабчи бўлмаслиги керак.

Юқорида айтилганларни ҳисобга олган ҳолда катализатор сифатида икки валентли металлларнинг ацетатлари, яъни кальций, марганец, кобальт, рух, қурғошин ацетатлари ёки уларнинг аралашмалари ишлатилади. Одатда перестерификациялаш жараёнининг тугаганлиги реакция натижасида ажралиб чиққан метанол миқдори билан аниқланади. Жараёни қисқартириш мақсадида, ажралиб чиқиши керак бўлган метанолнинг 75—90 фойзи ажралиб чиққунга қадар перестерификациялаш давом эттирилади. Қолган метанол эса 200—240°C да ортиқча олинган этиленгликоль билан биргаликда ажратиб олинади.

2. Теревтал кислота билан этиленгликоль орасидаги реакция қуйидаги тартибда боради:

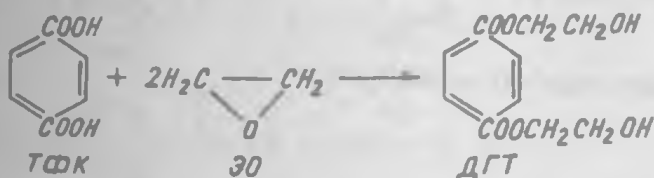


Этерификация нормал ҳаво босимида (ҳарорат 200°C) олиб борилганда, олинган компонентларнинг молда олинган нисбатлари ТФК: ЭГ=1:(1,5—2,0)га тенг бўлиб, оғирлик нисбатлари эса 1:(0,6—0,8) га тенг бўлади.

Катализатор сифатида икки валентли металлларнинг ацетатлари: тетрабутоксититан, фосфит кислота ва ҳоказолар ишлатилади. Этерификациялаш жараёни 6—8 соат давом этади. Агар жараён 220—240°C да ва реакция олдиндан қушилган олигомерлар иштирокида (этерификация махсулоти) олиб борилса, унинг тезлиги бурмунча ортади.

Жараёни ортиқча босим (0,2—1,0 МПа) остида ва 240—280°C да олиб борилса мономер сарфи камаяди (моллар нисбати ТФК : ЭГ=1,0:1,5 дан ошмайди) ҳамда катализатор ишлатилишига ҳожат қолмайди, жараён 2—4 соат вақт ичида тугайди. Олинган ДГТ ва ПЭТлардаги олигомерларнинг миқдори 95—98 фоизни ташкил этади.

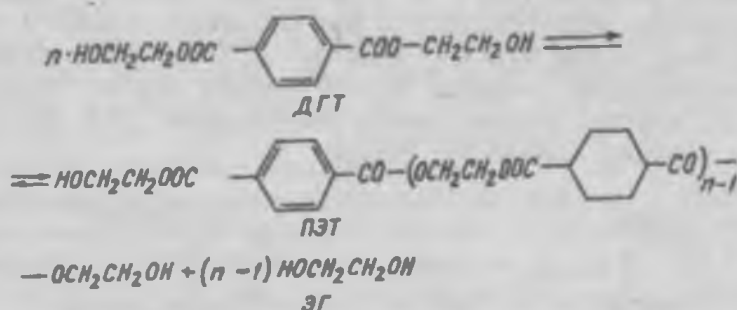
3. Теревтал кислота билан этилен оксид (ЭО) орасидаги реакция қуйидагича боради:



Бу реакция амин туридаги катализатор, сув ёки органик бирикмалар иштирокида олиб борилади. Японияда эса бу жараён эритувчилар иштирокисиз, гетероген шароитда олиб борилиб, ТФК суюқ этиленоксидда дисперсланади. Жараён 90—130°C да ва 2—3 МПа босим остида олиб борилади. Қуйида ДГТ нинг физик-кимёвий хусусиятлари келтирилган:

Гидроксил группалар сони, экв/г.10 ⁶	7874
Кислота сони, мг КОН/г	0,02 гача
Гидролизланиш сони, мг КОН/г	438,28
Суюлиш ҳарорати, °С	109—112
Суюлтирилган ДГТ ни солиштирма оғирлиги, кг/м ³	
150°С	1190
200°С	1150
Суюлтирилган полимернинг 200°С даги қовушоқлиги, Па·с	4
Сувада эрувчанлиги, фоиз	
85°С да	чегараланмаган миқдорда
15°С да	0,7—0,9

Терефтал кислотанинг дигликоль эфирини поликонденсациялаш. Терефтал кислотанинг эфирини гомополиконденсациялаш натижасида полиэтилентерефталат ва этиленгликоль ҳосил бўлади:



Поликонденсациялаш реакцияси қайтар бўлиб, реакцияни ўнг томонга силжитиш учун ҳосил бўлган ЭГ ни тез ва тўла ажратиб олиш зарур.

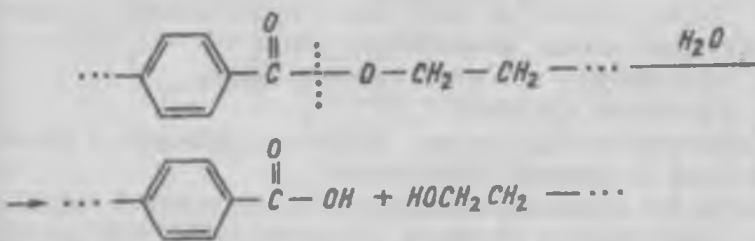
Реакция кетаётган муҳитда ЭГ нинг бўлиши ҳосил бўлаётган полимер звенолари орасидаги мураккаб эфир группаларни узиб, реакцияни чап томонга силжишига олиб келади. Бунинг олдини олиш учун реакцияга ки-

ришаётган масса ҳарорати 270—290°C гача кутарилади ва аппаратда юқори вакуум ҳосил қилиниб (0,4—1,0 мм. симоб устуни), аппаратдаги масса яхшилаб аралаштирилади. Реакция тезлигини ошириш учун полимер массасига нисбатан 0,02—0,06 фоиз катализатор (сурма (III)—оксид, германий (II)—оксид) қўшилади. Ҳосил бўлаётган полимерни молекуляр массаси ортиб бориши билан бир қаторда термооксидланиш (парчаланиш) жараёни ҳам содир бўлади. Бу жараённинг тезлиги реакцион муҳитдаги сув ва кислород миқдорига ҳамда катализаторнинг табиатига боғлиқ.

Полимер ва у асосида олинаётган толанинг ҳарорат таъсирига бўлган турғунлигини ошириш мақсадида термостабилизаторлар (юқори ҳароратга турғунлигини оширувчилар), масалан, фосфит кислота ёки ортафосфат кислота ва уларнинг эфирлари ишлатилади.

Полиэтилентерефталатни суюлиш ҳарорати 255—260°C бўлиб, молекуляр массаси 20000—30000 (поликонденсацияланиш даражаси 100—150)га тенг. Техник толалар олишда юқори молекуляр массага (30000) эга бўлган полимер, тола ва комплекс ип олишда эса молекуляр массаси тегишлича 20000 ва 25000 бўлган полимер ишлатилади.

Аммо полиэфирни, айниқса унинг таркибида оз миқдорда сув бўлса ҳам юқори ҳароратда кўп вақт сақлаб бўлмайди. Юқори ҳароратда термооксидланиш жараёни борадиган бўлса, сув иштирокида эса полимер гидролизланиб парчаланади:



Полиамидга нисбатан полиэфир оксидланишга турғун бўлса ҳам, суюлтирилган ПЭТ қайси аппаратда бўлишидан қатъи назар, уша ерга қуруқ ва тоза азот ёки инерт газ бериб турилади. ПЭТ ультрабинафша, рентген ва γ —нурлар таъсирига ва протонлар оқимига анча чидамлидир.

Тола олиш учун ишлатиладиган ПЭТ га қуйидаги талаблар қўйилади:

Намлиги (гранулятни), фоиз кўпи билан	0,01
Макромолекула охиридаги карбоксил группалар миқдори, г/экв.10 ⁴ кўпи билан	50
Оддий эфир группали диэтиленгликоль зверолар миқдори, фоиз	0,8—1,5
Кул (ёнишдан қолган қолдиқ) миқдори, фоиз кўпи билан	0,06
Ҳарорат таъсирига турғунлиги (270°C ҳарорат ва азот оқими иштирокида 20 минут давомида молекулар массасининг камайиши), фоиз кўпи билан	5

2.2.1. Полиэтилентерефталатни даврий (узлукли) ишловчи аппаратларда олиш жараёнлари

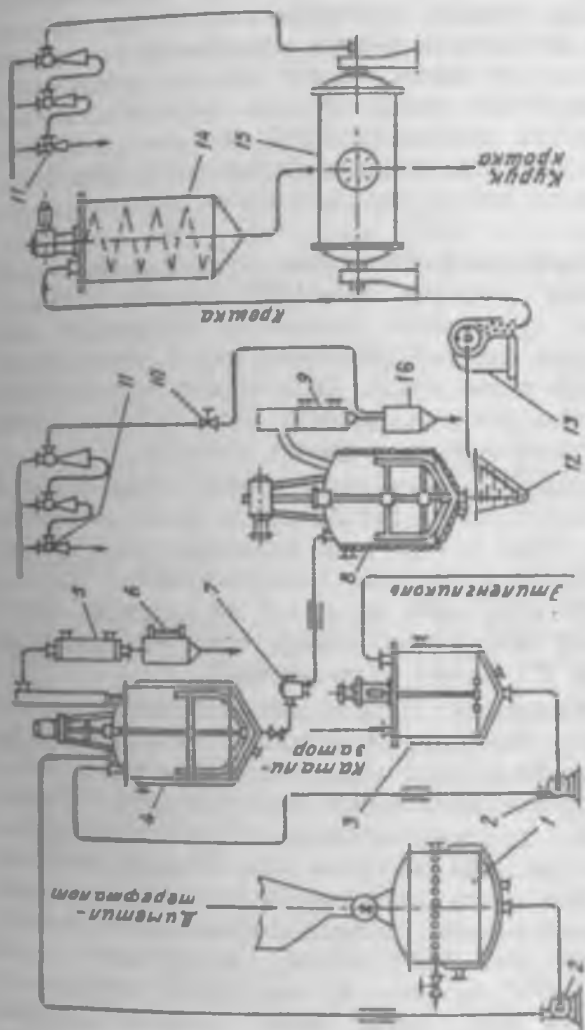
Полиэтилентерефталат ДМТ ёки ДГТ лардан узлукли ёки узлуксиз равишда олинади. ДМТ ва этиленгликолдан қуйидаги технологик жараёнларни бажариш йули билан полиэфир олинади:

1. Терефтал кислота диметил эфирини (диметилтерефтални) суюлтириш ёки уни этиленгликолда эритиш;
2. ДМТ ни перестерификациялаб, терефтал кислота дигликоль эфирини ва қуйимолекулярли полиэфирларини олиш;
3. Реакция маҳсулотини филтрлаш;
4. Поликонденсациялаш;
5. Лента, йўгон ип ёки блок кўринишидаги юқори молекулярли қаттиқ полиэфирни олиш;
6. Полиэфирни майдалаб крошка олиш;
7. Крошкани қуритиш.

Полиэтилентерефталатни узлукли равишда олиш қурилмаси 2.1-расмда келтирилган.

Узлуксиз поликонденсациялаш ва тола олиш жараёнида, суюлтирилган полимер тўғридан-тўғри тола олиш машиналарига юборилади. Лекин бу усулда юқорида қайд қилинган жараёнларнинг 5,6 ва 7 босқичлари бажарилмайди.

ДМТ ни суюлтириш ёки эритиш. ДМТ зангламайди-ган пўлатдан ясалган қозон шаклидаги аппаратларда суюлтирилади. Аппаратни иситиш учун унинг ичига суюлтириш панжараси жойлаштирилган бўлиб, ташқи томони гилоф билан жиқозланган. Аппаратга ҳарорати



2.1-реш.м. Полиэтилентерефталатни даярий усул билан синтезлаш курилмасининг схемаси.

1— ДМТ ни эритиш аппарати; 2— дозалаш насослари; 3— ЭГ ни иситиш аппарати; 4— ДМТ ни перестерификациялаш учун автоклав; 5— метанолин конденсациялаш аппарати; 6— метанолин йиғиш баки; 7— фильтр; 8— ДТТ ни поликонденсациялаш учун автоклав; 9— ЭГ ни конденсациялаш аппарати; 10— автоматик ишлайдиган вентиль; 11— вакуум насослар; 12— сув ваннаси; 13— кески (майдалаш) станогин; 14— крошкаларни араштириш учун бак; 15— қуриткич; 16— конденсатни йиғиш баки.

160—175°C булган буг $5,5—8,0 \cdot 10^5$ Па босим остида берилади. Суюлтирилган полиэфир насос ёрдамида, перестерификациялаш учун автоклавга узатилади. Бир вақтнинг узида автоклавга таркибда катализатор булган қиздирилган этиленгликоль ҳам юборилади. Бошқа усул буйича эса диметилтерефталат қиздирилган этиленгликолда эритилади. Бу жараён электрқизитгич билан жиҳозланган эритиш аппаратида амалга оширилади ва тезлик билан автоклавга узатилади. Чунки эритиш аппаратида суюқлик кўпроқ туриб қолса метанол ажралиб чиқиши мумкин. Шунингдек автоклавга ДМТ массасига нисбатан 0,05—0,1 фоиз миқдорда олинган катализатор ҳам берилади. Автоклавдаги масса узлуксиз аралаштирилиб турилади.

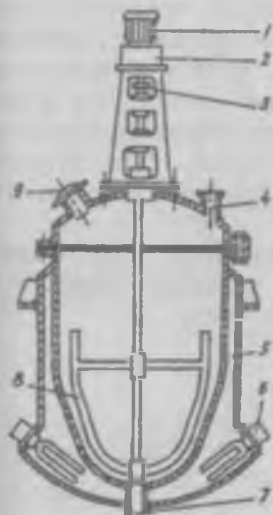
ДМТ ни перестерификациялаш. Перестерификациялашни бошлангич ҳарорати 160—180°C бўлиб, кейин у 240—250°C гача кўтарилади. Ҳароратни кўтарилиш тезлиги ва энг юқори ҳарорат қийматига қараб поликонденсатлаш 5—9 соат давом этади. Перестерификациялашнинг бошлангич даврида метанол, ҳарорат 240—250°C га кўтарилганда эса этиленгликоль ажратиб олинади.

Аппаратни қиздириш учун унинг ғилофи ичига 0,4—0,6 МПа босим остида тўйинган буг берилади. Аммо аппаратни юқори ҳарорат (280—300°C) гача қиздириш учун юқори ҳароратда қайнайдиغان органик иссиқташувчилар (динил, мобилтерм—600, АМТ—300 ва ҳ. к.) ишлатилади. Перестерификациялаш аппаратини одатда автоклав дейилади, унинг куруниши 2.2-расмда келтирилган.

Поликонденсациялаш. Перестерификациялаш натижа-сида ҳосил булган терефтал кислотанинг дигликоль эфири (ДГТ) поликонденсациялаш аппаратида берилади. Аппаратнинг ҳажми автоклав ҳажмига нисбатан катта булгани ва бир автоклавга поликонденсациялаш учун бериладиган массанинг миқдори унга нисбатан кам булгани сабабли, бу аппаратга бир нечта автоклавдан перестерификацияланган маҳсулот берилади. Поликонденсациялашнинг бошлангич ҳарорати 240—260°C бўлиб, жараённинг тугаш ҳарорати 280—290°C га тенг. Бу аппаратда поликонденсацияланиш 3—8 соат давом этади. Ажралиб чиққан этиленгликолни суриб олишда аппаратдаги вакуум қиймати 107—267 Па дан ошмайди. Макромолекула охиридаги (макромолекуланинг икки четидаги) гидроксил группани боғлаш ва полиэфирни ҳарорат таъсирига булган турғунлигини ошириш учун ДМТ га нисбатан 0,04—0,05

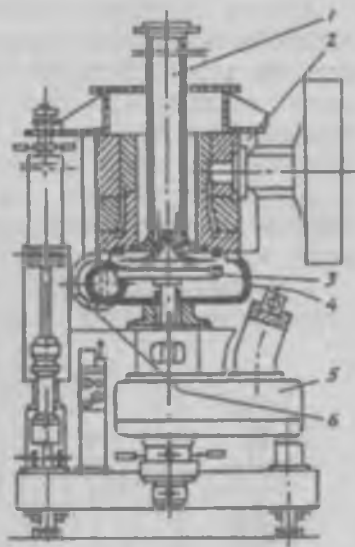
фоиз ортофосфат кислота ёки унинг эфири қушилади. Олинган маҳсулотнинг молекуляр массаси суюқ ҳолатдаги полиэфир қовушоқлигининг қийматига қараб бошқарилади. Қовушоқлик қиймати қанча катта бўлса (бир хил ҳароратда) олинаётган полимернинг молекуляр массаси шунча катта бўлади ва бу полимер суюқланмасини аралаштириш учун шунча кўп қувват сарфланиши талаб қилинади. Шунинг учун қовушоқликни ўлчамай, балки қорғични (мешалка) айлантириш учун сарфланаётган электр токи кучининг ўзгаришини кузатиш билан ҳам реакция вақтини бошқариш мумкин.

Полимерни қаттиқ ҳолда олиш. Технологик жараёни узлуксиз равишда олиб бориш билан қаттиқ полимерни қуруқ ёки ҳўл усул билан олиш мумкин. Полимерни қуруқ ҳолда олиш учун тайёр бўлган суюқ полимер катта тешикли махсус қурилмалар орқали барабан юзасига



2.2-рasm. Автоклав:

- 1—двигатель; 2—редуктор;
3—муфта; 4—штуцер; 5—
иситиш қўйлаги; 6—эл-
ктриситгич пакетлари; 7—
аппаратни бушатиш учун
штуцер; 8—мешалка
(қорғич); 9—юклаш
туйнуғи (люк).



2.3-рasm. Бармаг фирмасининг
“сув ости” майдалагичи
(грануллаш):

- 1—суюлтирилган полимерни
аппаратга кириши учун труба;
2—иситиш қўйлаги; 3—
кесиш диски (пичоқ); 4—
совуқ суви ванна; 5—электро-
двигатель редуктори билан; 6—
тайёр гранулятнинг чиқиши
учун штуцер

қабул қилинади ёки махсус идишларга қуйилади. Барабан юзасидаги ёки идишлардаги полимер қотгандан сўнг у майдалаш станокларига юборилади.

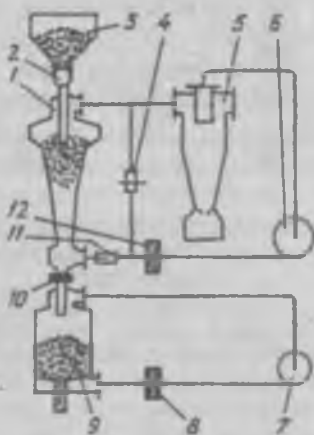
Лекин шунини айтиш керакки, барабан юзасидаги лента сув билан совутилади ва барабан юзасидан ажратиб олинади, шундан сўнг сувли ваннага туширилади. Обдон совуган лента майдалаш станокларига юборилади (2.3-расм).

Полимердаги намлик миқдори 0,05 фоиздан кўп бўлмаганлиги сабабли олинган крошка қуритилмайди. Шунинг учун бу усул қуруқ усулда полимер олиш дейилади. Майдалаб олинган крошка майда тешикли элакдан ўтказилади ва элакда ҳажми 8—10 мм дан катта бўлган крошкalar қолади. Олинган крошкalar олдин олинган крошкalar билан айланивчан барабанларда аралаштирилиб, сўнг тола олиш машинасининг бункерларига юкланади.

Қаттиқ ҳолатдаги полимери хўл усул билан олишда поликонденсациялаш аппаратларидан оқиб чиқаётган суюқ полимер ҳаракатланаётган пулат ленталарга юпқа, узлуксиз лента кўринишида ёки йўгон ип тутами кўринишида тушади. Олинган лента ёки йўгон ип тутамлари сувли ҳавзаларга, у ердан эса майдалаш станокларига юборилади.

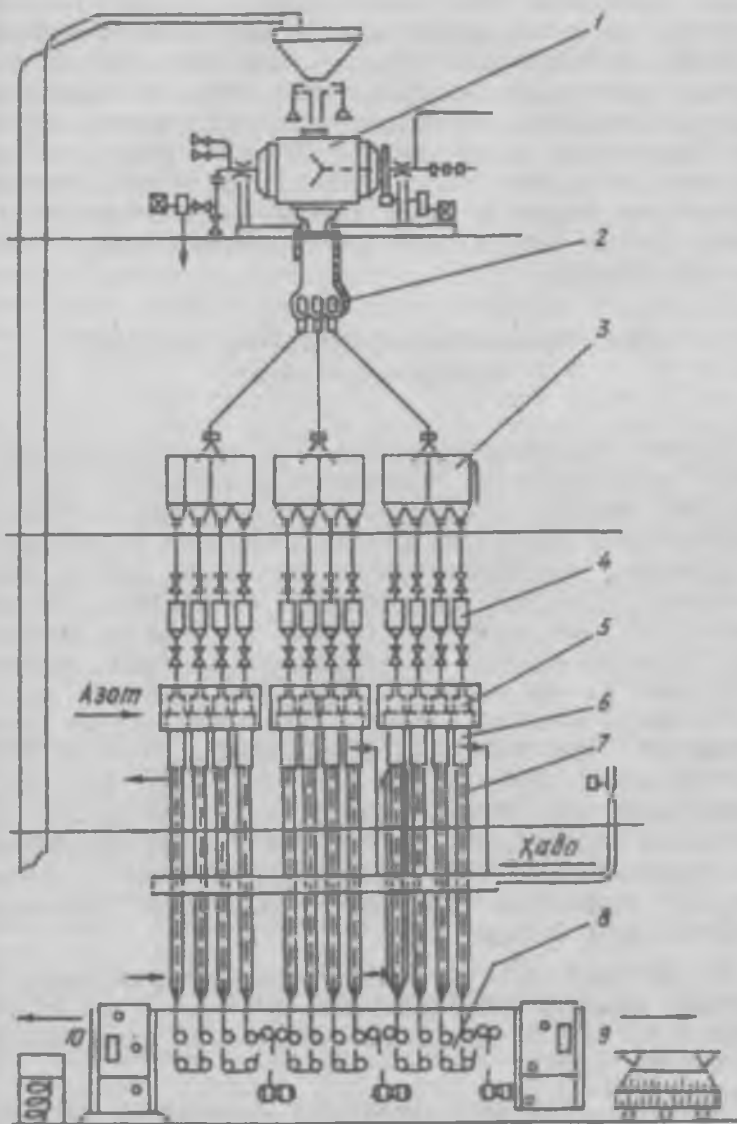
Крошкalarда сув миқдори керагидан кўп бўлгани сабабли уни қуритиш учун вакуум барабанли қуритгичларга юборилади.

Қуритиш 120—190°C да олиб борилади. Қуритилган крошкадаги намлик миқдори 0,04 фоиздан ошмаслиги



2.4-расм. Сохта қайновчи кўп қаватли қуритиш аппарати:

1— қуритиш камераси; 2— дозлағич; 3— юклаш бункери; 4— ва 11— клапанлар; 5— чангтутгич; 6 ва 7— вентиляторлар; 8 ва 12— ҳавоиситгичлар; 9— полимери батомом қуритиш аппарати; 10— беркитиш қурилмаси.



2.5-расм. Полимерни қуритиш ва полиэфирдан тола олиш қурилмасининг схемаси:

1— қуриттич; 2— гранулятнинг тақсимлагичи; 3— тола олиш машинининг юклаш бункери; 4— оралиқ бункер; 5— суялтириш ва тола олиш қурилмаси; 6,7— шахталар; 8— қурилманинг ип қабул қилиш қисми; 9— янги олинган ип ортилган аравача; 10— янги олинган толани (жгутни) қабул қилувчи контейнер.

керак. Крошкани қизитилган ҳаво ёрдамида узлуксиз қуритиш ёки сохта ҳаракатланувчи қатламли (псевдооживённый) аппаратларда (2.4-расм) олиб борилади. Бундай усулда қуритилган крошка тола олиш машиналарига боргунча бирмунча намликни узига қабул қилиб, қайтадан қуритишни талаб этади. Шунинг учун қуритиш аппаратларини тола олиш цехига, яъни тола олиш машинасининг юқори қисмига жойлаштириш мақсадга мувофиқ бўлади. Ана шундай қурилмалардан бири 2.5-расмда келтирилган.

2.2.2. Полиэтилентерефталатни узлуксиз жараёнларда олиш

Кейинги йилларда полиэфир ПЭТ ни синтезлаш ва у асосда тола олишнинг технологик жараёнлари узлуксиз ишловчи аппаратларда бажарилмоқда. Бундай технологик қурилмаларни яратиш ва қўллаш бир нечта жараёнларни қисқартириш имконини беради (смоладан лента олиш, майдалаш, қуритиш, аралаштириш ва сақлаш). Бундай қурилмалар мономерни суюлтириш ёки эритиш аппаратага беришдан бошлаб то суюқ ҳолатдаги тайёр полимер тола ҳосил қилиш машиналарига бориб тушгунча узлуксиз равишда ишлайди. Бундай технологик усулда полимерни ДМТ ёки ТФК дан олиш мумкин. Толани ДМТ дан узлуксиз олиш усули (А) ва ТФК дан катта пишиқликка эга бўлган техник ип олиш усули (Б) 2.6-расмда келтирилган. ДМТ билан этиленгликолни перестерификациялаш учун кўп зонали (реакция кетадиган қисмлар) горизонтал реакторлар ишлатилади (реакторда 7 тагача зона бўлади).

Бу реакторга ДМТ ва катализатор аралаштирилган ЭГ узлуксиз равишда бериб турилади. ДМТ ва ЭГ ни моллар нисбати 1,7—1,8 га тенг бўлиб, олинган ЭГ нинг миқдори эквимождан кам.

Реакцион массанинг реакторга киришдаги ҳарорати 160—180°C га, чиқишда эса 245°C га тенг бўлганда, массанинг реакторда бўлиш вақти 4 соатни ташкил этади.

Терефтал кислотанинг дигликоль эфири 2 ёки 3 та аппаратларда поликонденсацияланади. Бундай аппаратларнинг сони олинadиган ПЭТ ни молекуляр массасига боғлиқ. У қанча катта бўлса, аппаратлар сони шунча кўп бўлади. Тола олиш учун ишлатилadиган ПЭТ нинг молекуляр массаси 22000—25000 га тенг. Шунинг учун

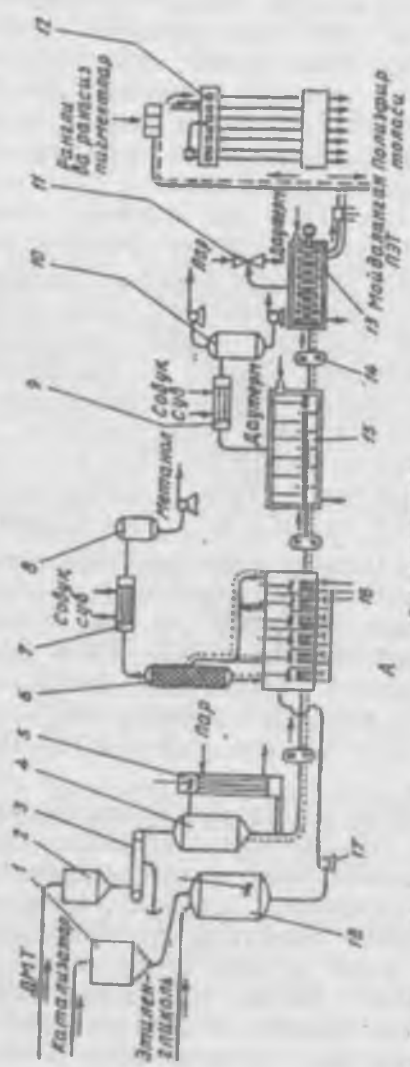
бундай ПЭТ ни олиш усулида (2.6 А-расм) 2 та поликонденсациялаш аппарати қабул қилинган.

Биринчи аппаратдаги ҳарорат $265-270^{\circ}\text{C}$ бўлиб, қолдиқ босим $3,3-6,6$ МПа (симоб устунининг 50 мм) га тенг. Массанинг аппаратда бўлиш вақти 2 соатни ташкил қилади. Иккинчи поликонденсацияланиш аппаратида эса ҳарорат $275-280^{\circ}\text{C}$ бўлиб, вакуум симоб устунининг $0,5-1,0$ мм га ($3,3-6,6 \cdot 10^{-4}$ Па) тенг. Иккинчи аппаратда поликонденсацияланиш тула тугаб, тайёр бўлган полимер суюқлиги (смоласи) шнеклар ёрдамида ($8-10$ минут вақт ичида) киздирилган трубалар орқали тола олиш машинасига юборилади. Тола олиш машинасига юбориш олдида массага бўёвчи модда, титан (IV)—оксид ва бошқа моддалар қўшилади. ТФК дан полимер олиш эса юқорида айтиб утилган усулдан бир оз фарқланади.

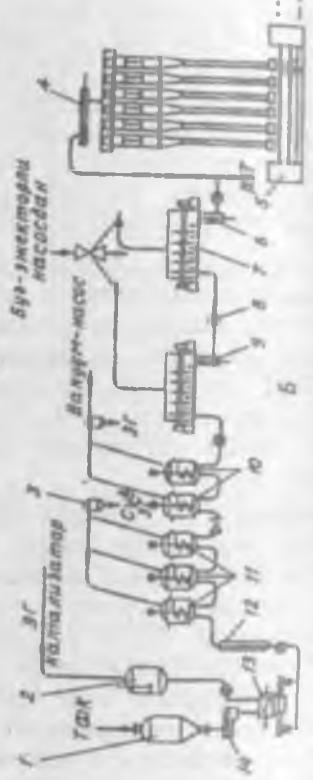
Порошок ҳолатидаги ТФК узлуксиз равишда лентали торозилар ёрдамида, пастааралаштиргичларга (2.6Б-расм) берилади. ТФК билан бир вақтнинг узида, таркибида катализатор ва бошқа қўшилмалар бўлган, ЭГ ҳам бериб турилади. Икки мономерни қориш (аралаштириш) натижасида пастасимон модда (суспензия) ҳосил қилиниб, у уз навбатида иситгич 12 орқали кетма-кет учта перестерификациялаш аппаратларидан ўтади (аппаратдаги ҳарорат 270°C бўлиб, босим 1 дан $0,2$ МПа гача бўлади).

Олдинги учта аппаратга ўхшаган кейинги 2 аппаратда поликонденсациялашнинг дастлабки даври вакуум остида бошланиб, молекуляр массаси $5000-6000$ га тенг бўлган полимер олинади. Молекуляр массаси $35000-40000$ бўлган ПЭТ ни олиш эса кейинги бошқа икки аппарат 9 ва 7 ларда давом этиб, бу аппаратда ҳарорат 280°C ва босим симоб устунининг $0,5-1,0$ мм ($3,3-6,6 \cdot 10^{-4}$ Па) га тенг бўлади.

Олинган ПЭТ массаси катта қовушоқликка эга бўлгани сабабли уни катта босим ($10-20$ МПа) ёрдамида тола олиш машиналарига юборилади. Баён қилинган технологик усулдан кўриниб турибдики, узлуксиз ишловчи қурилмаларда ПЭТ ни олиш бирмунча қулайликларга олиб келиши билан бирга киме ва тола олиш (прядильный) цехлардаги бир қатор ускуна ва аппаратларни қисқартириш имконини ҳам беради. Шунинг ҳам айтиш керакки, бундай усулларни бир турдаги тола олишга қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. Чунки бундай қурилмаларнинг ҳар бирининг иш унуми бир кеча кундузда $25-60$ т бўлгани сабабли (полимер ишлаб чиқариш бўйича), улар бир йўла бир нечта тола олиш машина-



А



Б

Пар берил
Джугерча берил

2.6-расм Узлуксиз равишда бир йула ПЭТ ни олиш ҳамда олинган полимердан узлуксиз равишда полиэфир тола олиш схемаси:

А. ДМТ дан штапел тола олиш:

1— катализаторни тайёрлаш учун бункер; 2— ДМТ учун бункер; 3— лентали транспортер; 4— ДМТ ни суюлтириш аппарати; 5— сублиматор; 6— насадкали колонна; 7 ва 9— совутгичлар; 8 ва 10— метанол ва ЭГ ни йиғувчи бақлар; 11— бугъжекторли насос; 12— тола олиш машинаси; 13— поликонденсациялаш аппарати; 14— шестернали насос; 15— бирламчи поликонденсациялаш аппарати; 16— перестерификациялаш аппарати; 17— ч/к насос; 18— ЭГ ни сарфлаш баки.

Б. ТФК дан юқори пишиқликка эга бўлган техник ип олиш:

1— ТФК учун бункер; 2— ЭГ ни сарфлаш баки; 3— сув ва ЭГ ни йиғиш баки; 4— аралаштиргич; 5— тола олиш машинаси; 6— юклаш шнеги; 7— иккиламчи поликонденсациялаш аппарати; 8— насос; 9— бирламчи поликонденсациялаш аппарати; 10— бошлангич поликонденсациялаш аппарати; 11— этерификациялаш аппарати; 12— паста учун иситгичлар; 13— паста аралаштиргич; 14— ТФК учун торозили дозалагич.

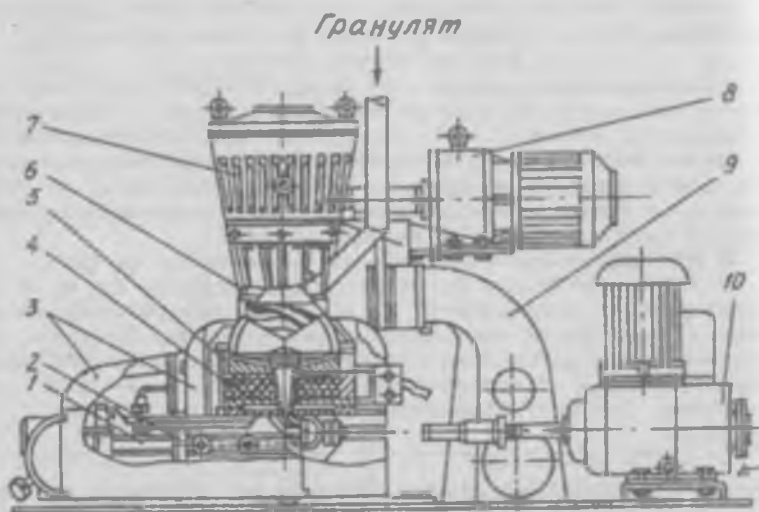
ларига уз мақсулотларини беради, бу машиналарда эса бир хил турдаги тола ишлаб чиқарилади.

Бир турдан бошқа турга ўтишда эса айрим параметрларни (шарт-шароитлар)ни ўзгартириш талаб қилинади. Натижада янги параметрга тула ўтгунга қадар, кўпгина чиқит мақсулотлар ишлаб чиқаришга туғри келади. Шунинг учун ҳар хил турдаги мақсулот (ҳар хил қалинликдаги комплекс иплар, турли рангта бўялган толалар ва ҳоказолар) ишлаб чиқарадиган корхоналарда ПЭТ автоклав ва узлуксиз ишловчи аппаратларда олинади. Олинган полимер совутилгандан кейин крошкаларга майдалаб сунг уни тола олиш машиналарида суюлтириш билан тола олиш мақсадга мувофиқ бўлади.

2.3. ПОЛИЭФИРДАН ТОЛА ВА ИПЛАР ОЛИШ

Полиэфирдан тола олиш усули полиамиддан тола олиш усулига ўхшайди. Аммо полиэфирдан тола олиш машиналарининг кўпчилигида суюлтириш панжаралари бўлмайди. Суюлтирилган полимер шнеклар ёрдамида насосларга берилади. Шу каби шнекларда полимерни ҳам суюлтириш мумкин. Кўпинча крошкалар тешиклари бўлган алюминий ёки кумушдан ясалган ва электр токи ёрдамида қиздириладиган плиталарга вертикаль ҳолда ўрнатилган шнеклар ёрдамида берилади. Ана шу плиталарда полиэфир крошкалари суюлтирилади (2.7-расм).

Суюлтирилган полимер узлуксиз ишловчи поликонденсациялаш аппаратлардан техник иплар (корд) ва тола олиш машиналарига келади. Узоқ вақт сақланган суюқ ҳолатдаги полиэфирни молекуляр массаси юқори ҳарорат

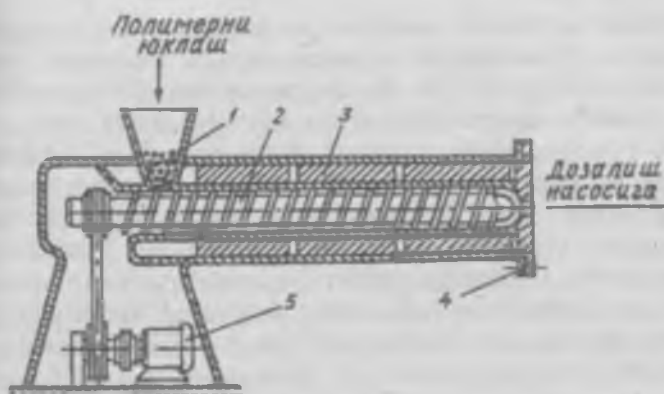


2.7-расм. Гранулят билан таъминловчи шнек-поршен ва алюминийдан ясалган ясси панжарали суюлтириш қурилмаси:

1— фильера комплекти; 2— тола ҳосил қилиш блоки; 3— иссиқни сақлаш учун изоляция; 4— иситқич блоки; 5— панжара; 6— шнек; 7— редуктор; 8— электромагнитли сиргалувчи муфта; 9— станина; 10— дозалаш насосининг приводи.

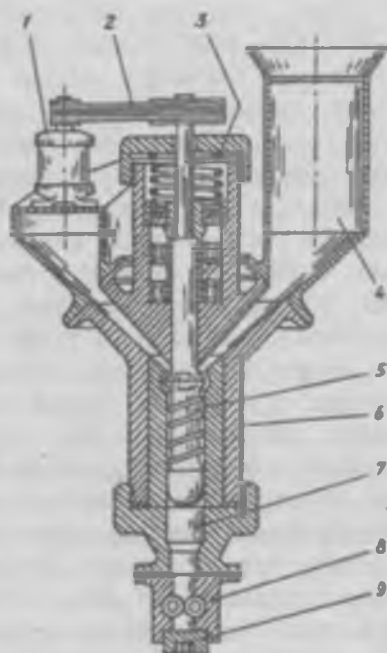
таъсирида камаяди. Шунинг учун узлуксиз тола олишда қўлланиладиган полиэфирни молекуляр массаси оддий усул билан олинган полиэфирнинг молекуляр массасига нисбатан 10—15 фоиз ортиқ бўлиши керак.

Суюлтирилган полиэфирнинг қовушоқлиги полиамид-
никига қараганда икки марта ортиқ (200—500 Па·с)
булади. Шунинг учун полиэфир тола олишда тешикла-
рининг диаметри 0,5 мм бўлган фильера ишлатилади
(полиамид толаларни олишда фильера диаметри 0,2—0,25
мм га тенг). Ишлаб чиқариладиган маҳсулотнинг 75
фоизини штапел тола, қолганини эса техник (корд) ва
комплекс (кам миқдорда) иплар ташкил этади. Гранулят-
дан тола олиш тартиби 2.6-расмда келтирилган бўлиб,
бунда гранулят кимё цехидан ёки тўғридан-тўғри тола
олиш цехига ўрнатилган қурутгичдан тақсимлагич 2,
юклаш бункери 3 ва оралиқ бункери 4 орқали суюлтириш
головкасига келиб тушади. У ердан суюлтирилган полимер
насос ёрдамида фильерага берилиб, ундан шахтага ўтади.
Полиэфир 280—320°C да суюлтирилиб мана шу ҳароратда
5 минутдан ортиқ сақланмайди. Акс ҳолда полимернинг



2.8-расм. Гранулятни қайта ишлаш учун экструдер:

1— юклаш бункери; 2— шнек; 3— иситиладиган цилиндр;
4— бирлаштириш (қўшиб маҳкамлаш) фланеци; 5— шнек приводи.



2.9-расм. Тез
ҳаракатланувчи шнекли
вертикал экструдер:

1— двигателъ; 2— привод;
3— сиқиб турувчи пружина;
4— юклаш бункери; 5—
шнек; 6— электриситтич; 7—
суюлтирилган полимер
"Ботқоқ"; 8— дозалаш
насоси; 9— фильера компл-
екти.

парчаланиши, яъни молекуляр массасининг камайиши кузатилади. Суюлтириш қурилмаларида (панжара, пластина ёки экструдер) 20—60 секунд ичида 200 дан 1000 г гача полимер суюлтирилади (минутига 6 кг гача полимери суюлтириб берувчи шнеклар ҳам бор). Мана шу полимер массаси билан бир нечта фильераларни таъминлаш мумкин. Масалан, комплекс иплар олишда битта суюлтириш қурилмаси 30—40 фильерани таъминлайди. Полиэфир тола олишда ишлатиладиган шнеклар чизмаси 2.8, 2.9-расмларда келтирилган. Тола олиш машиналарида шнеклар полимерни суюлтириш ҳамда босим ҳосил қилувчи насослар вазифасини ҳам бажаради. Дозалаш насослари сифатида шестернали насослардан НШ—1,2; НШ—2,4; НШ—4,8; НШ—10 ва НШ—20 лар ишлатилади.

Фильера комплекти фильера ва фильтрлаш материалдан иборат бўлиб, фильтрлаш materiali сифатида шар ёки элlepсонда шаклидаги кварц, шлак, шиша ёки ҳар бир см² юзасида 15000 тешиги бўлган металл элак ишлатилади.

Фильера тешиклари юмалоқ, тўғри бурчак каби шаклларда бўлиб, ҳар бир фильерадаги тешиклар сони тола учун 400 дан 5000 тагача, техник иплар учун 40 дан 280 гача ва комплекс иплар учун 8 дан 100 гача тешиклар диаметри 0,5 мм гача бўлади. Фильерадан чиққан толалар шахтага тушиб у ерда совуқ ҳаво тасирида қотади. Унинг совушини тезлаштириш учун ип ўқига параллел ва радиал йўналишда ҳаво пуркаланади. Толалар ва корд ипларни олишда ҳар бир фильера учун алоҳида пуркагич (шахта) ўрнатилиб, комплекс иплар олишда эса ҳар бир шахтага бир нечта фильерадан чиққан толалар тушади (4 тадан 16 гача). Фильералардан чиққан толалар фақатгина фильера остида жойлашган шахталарда совутилмай, балки уни остки қисмидан юбориладиган совуқ ҳаво ёки шахта деворлари орасига бериладиган совуқ сув ёрдамида ҳам совутилади. Олинган толани электр зарядланишини камайтириш ва уларни бир-бирига бирлашинини (бир тутам бўлишини) таъминлаш учун улар ёғланади. Бунинг учун стеарокс—920, лаурокс—6, темпер, БВ, ОС—20 лар ишлатилади. Машиналарда тола олиш тезлиги совутиш усулига боғлиқ бўлиб, унинг қиймати техник ип олишда минутига 600—1000 метр, комплекс иплар олишда 800—1500 метр, тола олишда эса 800—1800 метр бўлиши мумкин. Чет

эл фирмаларида тола олиш тезлиги минутига 3000—3500 метрга тенг булган машиналар ўрнатилган.

Шахтадан совиб чиққан иплар паковкаларга қабул қилинади. Техник иплар ўралган бобинадаги иплар мас-саси 8—24 кг, комплекс ипларники эса 5—13 кг гача булади. Агар ҳар бир шахтага бир нечта фильера ўрнатилган булса, улардан чиққан иплар қабул қилувчи цилиндрнинг 2—4 жойига алоҳида-алоҳида ўралади. Тола олишда эса 10 тадан 24 тагача ўриндан (фильерадан) олинган толалар, баландлиги 1200—1500 мм ва диаметри 900—1300 мм булган махсус идишларга жойлаштирилади (тахланади). Таздаги толалар массаси, унинг зич жойла-нишига қараб, 200 дан 800 кг гача булади.

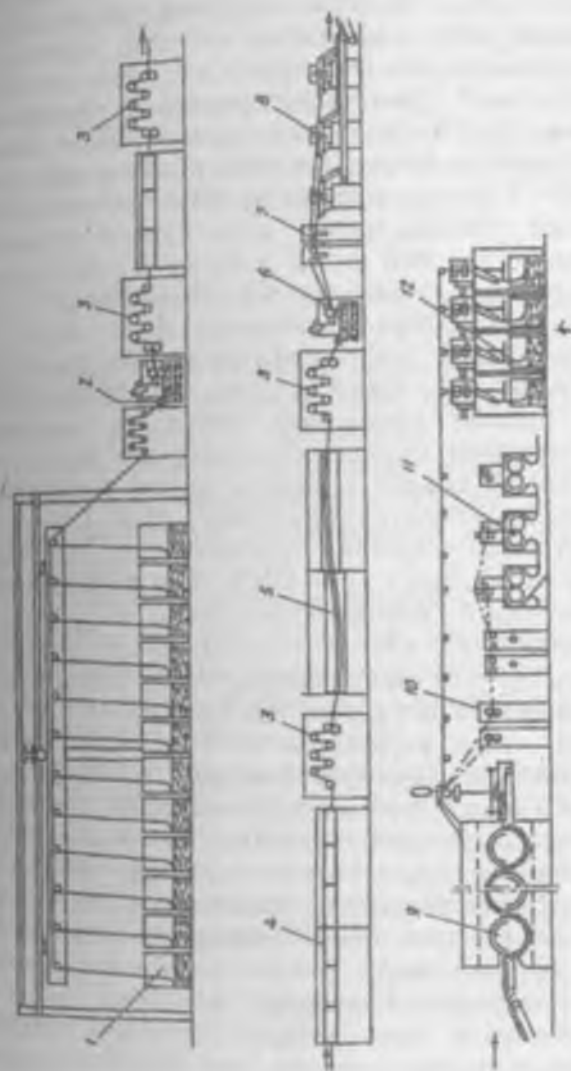
Махсус идишлар ва бобиналардаги толалар нисбий намлиги 70—80 фоиз булган уй ҳароратида 2—3 соат сақланади. Шундан сунг ипларнинг структурасини ори-ентациялаш ва унинг пишиқлигини ошириш мақсадида ип ва толалар тортиб-чўзилади. Тортиб-чўзиш жараёнида толалар структураси ёки уларнинг агрегатлари ориента-цияланади. Бунинг натижасида аморф шишасимон ҳолатдаги полимер юқори эластик ҳолатга ўтиш билан бир қаторда кристалланади. Бу жараён полимерни ши-шаланиш ҳароратидан (20—70°C) юқори ҳароратда (100—150°C) олиб борилади. Толаларни (ипларни) тортиб-чўзиш 2—3 босқичда бажарилиб, бунда иплар 3,5—5,5 мартагача чўзилади (1 : 3,5 + 5,5). Юқорида айтганимиз-дек, толаларни тортиб-чўзиш жараёни тортиб-чўзиш ма-шиналарида ёки тола олиш машиналарининг ўзида ҳам бажарилиши мумкин.

2.3.1. Штапел толаларни ишлаб чиқариш

Штапел толаларни ишлаб чиқаришда қуйидаги жара-ёнлар бажарилади: 1) тортиб-чўзилмаган жгутларни йиғиш; 2) ориентациялаш учун уларни тортиб-чўзиш; 3) жгутни гофрировкалаш; 4) жгутга юқори ҳароратда ишлов бериш (термофиксациялаш); 5) жгутни кесиш ва тайёр штапел толасини тойлаш. Юқорида қайд қилинган жара-ёнларнинг ҳаммаси бир технологик потокда бажарилади (2.10-расм). Тола солинган тазлар контейнерга (қутилар-га) йиғилади ва улар жгут ҳосил қилгич олдида 2—4 қатор қилиб терилади. Жгут ҳосил қилгич ёрдамида бир нечта тазлардаги толалардан (20—60 контейнердаги таз-лардан) яхлит жгут ҳосил қилинади (жгутнинг 1 м нинг

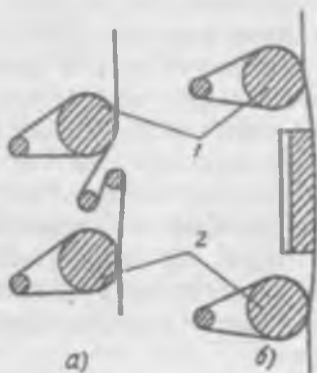
массаси 30 дан 100 тагача бўлади). Жгутдаги толалар сони 200 000—500 000 тагача бўлиши мумкин. Мана шундай йўғонликдаги жгут икки ёки уч (бошланғич жгут узунлигига нисбатан) марта тортиб-чўзиш станлар, йўгон жгутни тортиб-чўзадиган оғир машиналар ёрдамида чўзилади. Ҳар бир стан бир хил айланадиган 7 ёки 8 та цилиндрга эга бўлиб, биринчи стандаги цилиндрлар $50—70^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади. Қиздириш учун цилиндрлар ичига юқори ҳароратли сув ёки бошқа бирор қиздирилган суюқлик юборилади. Иккинчи стандаги цилиндрлар $100—150^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилиб, охириги стандаги цилиндрлар қиздирилмайди (купинча совутилади). Жгут сув буғи ёки иссиқ ҳаво билан қиздириладиган ва станлар орасига ўрнатилган махсус камералар 4 ва 5 да қиздирилади (2.10-расм).

Махсус идишлардаги толалардан ҳосил қилинган, кенлиги 200-500 мм бўлган лента шаклидаги жгут ҳарорати $40-60^{\circ}\text{C}$ бўлган ванна орқали утказилади. Ваннада толалардаги ёғлар ювилади ёки толалар антистатик билан ишланади. Ваннадан чиққан лента шаклидаги жгут биринчи стан цилиндрларида қиздирилади ва қиздириш камераларига ўтади. Биринчи камерада ҳарорат $130-200^{\circ}\text{C}$ бўлиб, иккинчисида ҳарорат биринчисидагига қараганда $20-50^{\circ}\text{C}$ га ортиқ бўлади. Биринчи ва иккинчи станлар орасида жгут 300—400 фоизга, иккинчи ва учинчи станлар орасида эса 50—100 фоизга чўзилади. Охириги станлардан чиқаётган жгут тезлиги минутига 100—400 метргача бўлиши мумкин. Айрим ҳолларда тайёр толалар чўзилувчанлигини камайтириш (30—40 фоизгача камайтириш) ва уни физик-механик хусусиятларини доимийлигини сақлаш учун жгутга 200°C да ишлов берилади. Жгутдан штапел толалар олишдан олдин, уларни гофировкаловчи деб номланган машинадан утказилади. Синтетик ва сунъий толалар, айниқса синтетик толалар ўзларининг силлиқликлари билан характерланади. Синтетик толалар жуда ҳам силлиқ бўлганлиги сабабли улардан ип олишда қўлланиладиган жараёнларни (титиш, тараш, йиғириш ва Ҳ. к.) бажариш бир оз қийинлашади. Толанинг ташқи қобиғи (юзаси) силлиқ бўлганлиги учун улар бир-бирига ёпишмайди (илакишмайди, боғланмайди). Шунинг учун олинаётган пликлар йиғириш ва чўзиш жараёнида узилиши мумкин. Бу жараёнларда толанинг узилимай, балки улар бир-биридан сирғалиб чиқиб, узи-



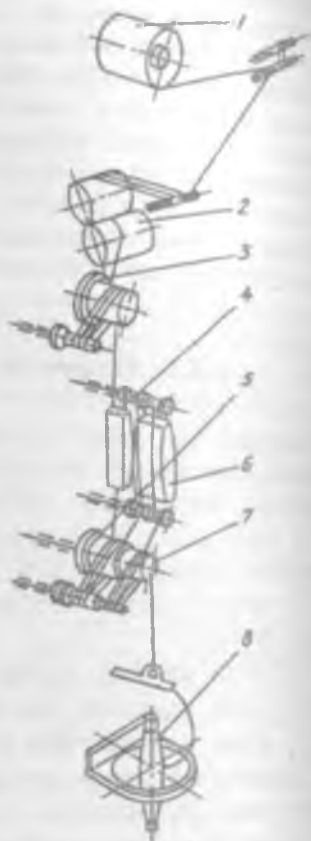
2.10-рәс. Полиэфир штапель тола өлеш схемасы:

1—тазлар җыатылган ишуларник; 2—толашти экульсияларни юйиш ваннасы; 3—чүзеш стандарт; 4—толаши тортиш учун қудайригилган камералар; 5—тола чузилуучаипитини стабилизациялаш (бошқарини) учун муҗалланган қудайригил камералар; 6—ангистатиниң препаратция билан ишлов берини ваннасы; 7—жугути таране тортиш учун қудайригил; 8—геофритюка қудайригил машинасы; 9—жугути қудайригил ва термофиксациялаш учун аппарат; 10—тарангашаш ва йуналтириш қудайригил; 11—кесини (қирқини) машинасы; 12—жугути тахлаш.



2.11-расм. Чўзиш машинасидаги иситиш элементларининг схемаси:

а) роликлар; б) пластинка (дазмол); 1— қабул қилиш дискалари; 2— чўзиш дискалари.

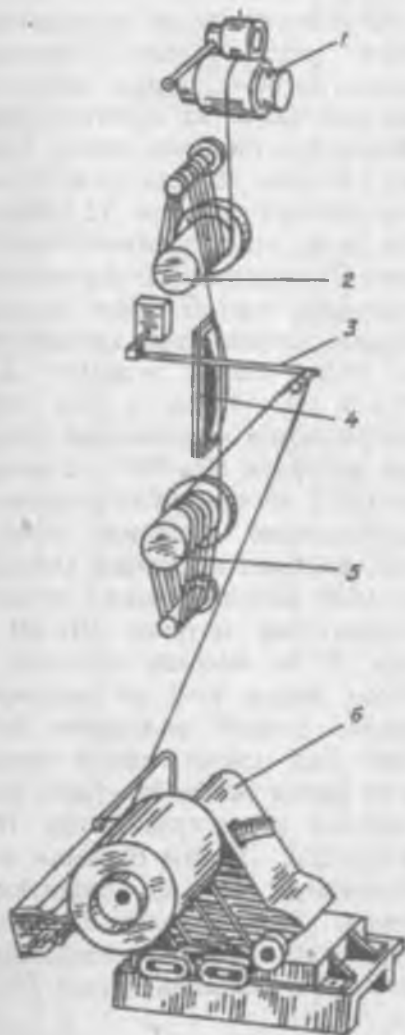


2.12-расм. Техник ип лавсанни чўзиш ва термофиксациялаш жараёнларининг бирлашган схемаси:

1— чўзилмаган ип паковкаси; 2— йуналтирувчи ва сиқувчи роликлар; 3— қабул қилиш диски; 4— чўзиш зонасининг иситтичи; 5— чўзиш дискаси; 6— термофиксациялаш зонасининг иситтичи; 7— термофиксациялаш зонасининг дискаси; 8— қабул қилиш зонаси.

150—180°C гача қиздирилади. Иккинчи усул бўйича эса (2.11.6-расм) иплар узунлиги 400—500 мм ва эни 30 мм бўлган металл пластинка (дазмол) юзасида иситилади. Пластинка 150—180°C $\pm$ 3°C гача қиздирилади. Кўпинча юқоридаги дисклар 70—80°C гача қиздирилиб, ипларга қўшимча иссиқлик берилади. Кам киришадиган иплар олишда тортиб-чўзиш ва термофиксациялаш жараснлари

бирлаштирилади. Шундай жараёнларнинг тартиби 2.12-расмда келтирилган. Бунда қизитиш майдо-ни 200—220°C га қиздирилади ва 5,7 дисклар диаметрларининг фарқига қараб, ипларга киришиш имкони яратилади. Бунда дискларни айланиш тезликлари тенг бўлиб, таъминлаш дискасининг диаметри қабул қилиш дискасининг диаметридан кичик бўлади. Қиздириш элементлари юқори ҳароратда суюқлик ёки электриситгичлар ёрдамида қиздирилади. Веретеноларни айланиш сони минутига 5000—8000 бўлиб, иплар минутига 150—500 метр тезликда тортиб-чўзилади ва 20—40 бурам олган иплар вертикал цилиндр шаклидаги патрон (копс) га 2—6 кг гача масса билан ўралади. Германиянинг Бармаг фирмаси ишлаб чиқарган машиналарда тортиб-чўзилган иплар картондан ясалган горизонтал патронларга бурамсиз ҳолда ўралади (2.13-расм).



2.13-расм. Бармаг фирмасининг қайта ўраш ва чўзиш машинаси:

1— йўналтирувчи ва сиқувчи роликлар; 2— қабул қилиш дискаси; 3— ўрашда бир хил тезликни таъминловчи таранглаш қурилмаси; 4— иситиш элементи (дазмол); 5— чўзиш дискаси; 6— қабул қилиш механизми.

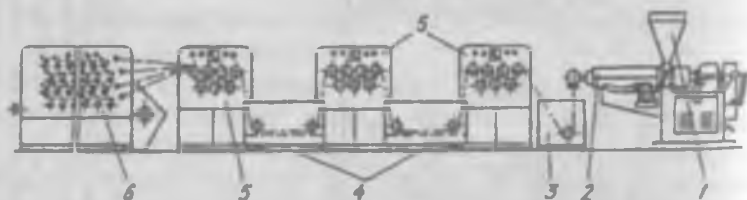


2.15-расм. Бикомпонентли ипларнинг кесими бўйича полимерларнинг жойланиши:

а— ярим айлана бўлиб ёпишган ҳолда; б— ядро-қобиг кўринишида;
в— эксцентрик кўринишда.

берилиб, шу вақт ичида унга ишлов берилади, яъни термофиксацияланади. Шундан сўнг бурам олган ип, иситгич элементдан чиқиш олдида, минутига 300000—800000 тезликда айланадиган (йўрғачи) ёрдамида эшилади. Эшилиш натижасида титилган ҳолдаги ип олиниб, уни минутига 80—200 метр тезликда картон патронларга қабул қилинади. Олинган ипнинг чўзилувчанлигини камайтириш учун, у термостабилланади. Шунинг учун машиналарга қўшимча иситгич ўрнатилади. Шундан сўнг титилган иплар қўшиб-пишитилади (60—80 бурам/м) ва қайта ўралади.

Бикомпонентли ипларни олиш. Икки ва ундан ортиқ полимерлардан ташкил топган ипларнинг элементар толаларининг кимёвий тузилиши бир-бирига яқин бўлса бундай иплар бикомпонентли иплар дейилади. Бундай толалар махсус конструкцияга эга бўлган фильера комплекслари ёрдамида олинади (2.15-расм). Оддий полиэфир толаларни олишда қўлланиладиган технологик қурилмани бикомпонентли иплар олишга ҳам қўллаш мумкин. Тола олишда иштирок этаётган полимерларнинг хусусиятига



2.16-расм. Лавсан моноипни олиш қурилмасининг умумий кўриниши:
1— юклаш бункери; 2— экструдер; 3— тоблаш ваннаси; 4— иситиш камераси; 5— чўзиш механизмлари; 6— моноипларни калибрлаш учун қурилма (бир хил қалинликда ип олиш учун.)

қараб (ҳарорат таъсирида киришиши) олинган толалар иссиқ таъсирида киришиб, ҳар хил ҳажмга эга бўлган тургун спирал кўринишдаги ипларни ҳосил қилади. Натижада катта ҳажмдаги ипларни термомеханик усул билан олишдаги текстурлаш, стабилизациялаш, қўшиб ўраш, пишитиш ва қайта ўраш жараёнлари қисқаради.

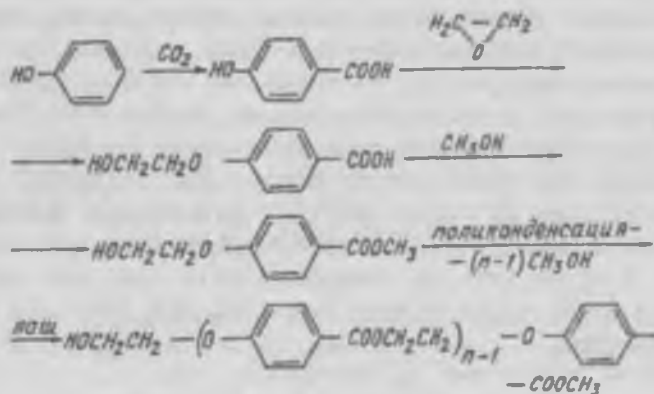
Моноип олиш. Полиэфир моноипи барча жараёнларни ўзида жам қилган узлуксиз ишловчи агрегатда олинади (2.16-расм). Бундай ип тешикларининг диаметри 1,0 мм ва ҳар бирида 5—20 тагача тешикчаси бўлган фильера орқали олинади. Олинган моноипнинг диаметри 0,2—1,5 мм гача бўлиши мумкин. Фильерадан минутига 20—30 метр тезликда чиқаётган йўғон ипсимон толалар ҳарорати 50—70°C бўлган ваннага тушиб, ундан сўнг икки босқич билан 100°C (қайнаб турган сув) да чузилади ва 125—200°C да ишлов берилади. Агрегатда моноиплар минутига 80—130 метр тезлик билан олинади.

2.3.3. Чиқиндиларни қайта ишлаш

Полиэфир толаларни ишлаб чиқариш жараёнида асосан икки хил чиқинди, яъни толасимон ва қотиб қолган полимер, крошка (гранулят), чигаллашган ҳар хил толалар ҳамда фильерада узилган иплар ҳосил бўлади. Толасимон ипларга чузилган ва чузилмаган, бўялган ва бўялмаган, таркибида титан (IV)—оксид бўлган ва бўлмаган тола ва иплар мисол бўлади. Толасимон чиқиндиларни (чузилмаган бўлса аввал чузиб) кесиб штапел тола олинади, шунингдек бу чиқиндилар ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган чиқиндилар билан аралаштирилади ва улар ёстиқ, диван, тушак тикиш, кийим-кечак, чодир ва кўрпаларни теплоизоляциялаш учун ишлатилади (иссиқ ўтказмайдиган қилиш). Иккинчи хил чиқиндилар оз-оздан (5 фоизгача) поликонденсациялаш аппаратида қўшилади ёки улар парчалаб терефтал кислотанинг дигликоль эфири ДГТ ёки диметилтерефтал кислота ДМТ олинади. Бунинг учун полимер ва толага 200°C да катализатор иштирокида этиленгликоль билан ишлов берилади (гликолиз реакцияси). Бундан ташқари чиқиндилардан ҳар хил қурилиш соҳаси учун зарур бўлган плиталар ёки деталлар ишлаб чиқарилади.

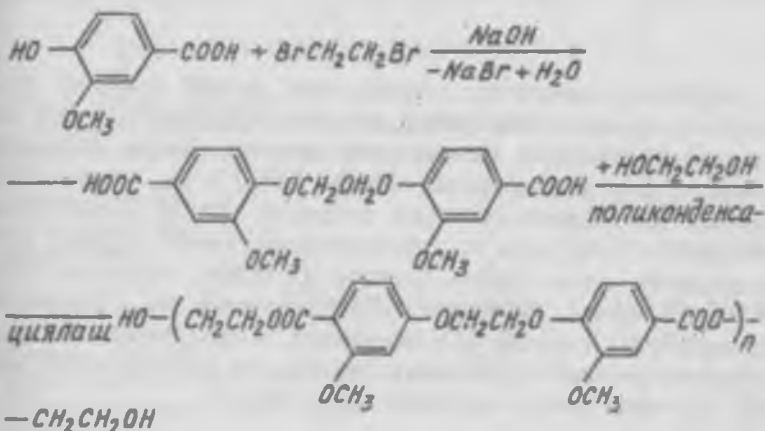
2.4. СОПОЛИЭФИР ТОЛАЛАРИ ВА ТОЛА ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ПОЛИЭФИРЛАРНИНГ БОШҚА ТУРЛАРИ

Толанинг электр зарядланишини камайтириш, гигроскоплигини ошириш, бўялишини яхшилаш ва ҳоказо камчилигини йўқотиш учун ПЭТ модификацияланади (полимер хоссасини ўзгартириш), яъни полимер олишда асосий мономер билан бир қаторда 5—10 фоиз (асосий мономерга нисбатан) бошқа мономерлар қўшилади. Уларнинг миқдори ва хоссасига қараб олинган сополиэфир ўз хусусиятларини ўзгартириб боради. Сополиэфир олишда кўпинча асосий мономер билан бирга изофтал кислота-нинг диметил эфири, изофтал кислотанинг диметил эфирининг калийли тузлари, адипин кислотанинг диметил эфири, оксизтоксibenзой кислотанинг метил эфири, 5-оксиизофтал кислотанинг диметил эфири, 2,6-нафталиндикарбон кислотанинг диметил эфири ва бошқалар қўшилади. Бундай сополимерни синтезлаш ва улардан тола олиш жараёнлари юқорида баён этилган технологик қурилмани ўзгартирмайди. Кейинги пайтларда соф ПЭТ ва унинг сополиэфирларидан ташқари бошқача кимёвий қурилишга эга бўлган полиэфирлардан ҳам тола олиш йўлга қўйилган. Улардан айримларини мисол тариқасида келтирамиз. Японияда олинган п — оксизтоксibenзол кислотанинг метил эфирини поликонденсациялаб полиэтилен-оксибензоат олинади ва ундан тола ишлаб чиқарилади:

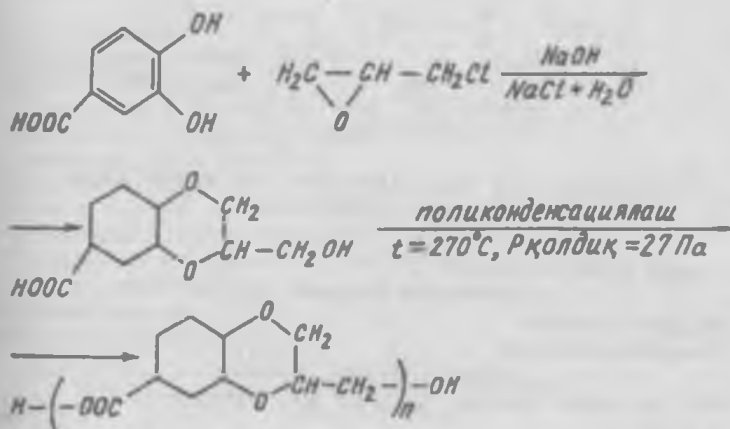


Лигнинни қайта ишлашда олинadиган ванилин, протокатех кислота ва шавел кислотадан олинган полиэфирлардан тола олинмоқда:

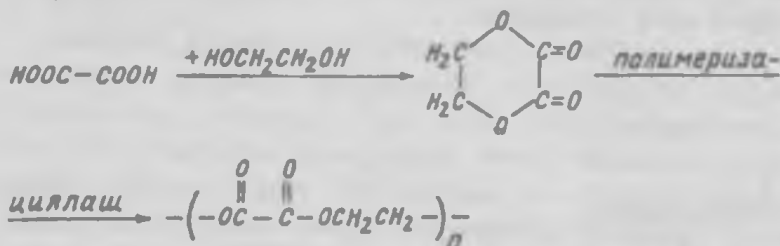
1. Ванилиндан



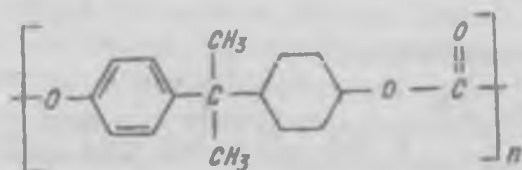
2. Протокатехдан



3.Щавел кислотадан



АҚШ ва Германияда штапел тола ишлаб чиқариш учун терефтал кислота ёки унинг диметил эфирини ва гексагидроксилэтиленгликолни поликонденсациялаш билан полиэфир олинади. Бу полиэфирдан кодель (АҚШ) ва вестан (Германия) деб номланган тола олинади. Унинг солиштирма оғирлиги (1220 кг/м³) лавсанниқидан кичик бўлиб, буюқ моддаларни яхши қабул қилади. Суюлиш ҳарорати 290—295°С. Кейинги йилларда АҚШ, Япония ва Германияда поликарбонат толалар кўплаб ишлаб чиқарилмоқда. Бу тола қуйидаги умумий кўринишга эга бўлган полиэфирдан олиниб, кўпгина яхши хусусиятларга эга.



2.5. ПОЛИЭФИР ТОЛАЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ИШЛАТИЛИШИ

Умумий физик хоссалари:

Солиштирма оғирлиги, кг/м³

Чузилган толаники

1380—1400

Чузилмаган толаники

1340

Нормал намлиги, фоизда

20°С да нисбий намлиги (ҳавонинг нис. намлиги 65 фоиз)

0,4—0,5

20°С да нисбий намлиги (ҳавонинг нис. намлиги 95 фоиз)

0,5—0,7

Толанинг кетма-кет икки марта нурсиндириш коэффициенти

Чузилмаган толаники

0,003—0,008

Чўзилган толаники	0,18—0,22
Ҳарорат, °C	
Пишиқлигининг молга тенг бўлиши	248
Ёпишқоқлигининг ҳосил бўлиши	230—240
Толани ишлатиш қарорати, °C	—70 дан 175 гача
Қайнаган сувада киришиши, фоиз	
Термофиксация қилинмаган толаники	5—15
Термофиксация қилинган толаники	1—4
Ҳажмий кенгайиш коэффиценти	
60°C гача	$1,6 \cdot 10^{-4}$
90°C гача	$3,7 \cdot 10^{-4}$
Механик хоссалари:	

Узилишдаги пишиқлиги, сН/текс (мН/текс)

Оддий штапел толаники	30—40 (300—400)
Узилишдаги чўзилиши 25—30 фоиз бўлган ва юқори пишиқликка эга бўлган штапел толаники	55(550)
Техник ипники	65—80 (650—800)
Комплекс ипники	35—45 (350—450)
Моноипники	30—50 (300—500)

Узилишдаги чўзилиши, фоиз

Штапел толаники	40—60
Техник ипники	8—15
Комплекс ипники	15—30
Моноипники	25—35

Нисбий пишиқлиги, фоиз

Хўл ҳолатидаги	100
Илмоқ қилиб узганда	80
Тутун қилиб узганда	70
Пишитилган (400—450 бурм/м) корд ипники	90
Бошланғич қайишқоқлик модули (1 фоизга узайганда), гН/м^2 (кгк/мм^2)	
Штапел толаники	25 (250)
Техник ипники	100—140 (10000—14000)
Чўзилишдаги деформацияланиш (шақлини ўзгартириш) модули, гН/м^2 (кгк/мм^2)	
Штапел толаники	5—6 (500—600)
Техник ипники	14—16 (1400—1600)
Комплекс ипники	10 (1000)

Пишитишдаги силжиш модули, гН/м^2 (кгк/мм^2)

Техник ипники	1,3—1,5 (130—150)
Комплекс ипники	0,8—1,0 (80—100)

Лавсан толаси ҳарорат ўзгаришларига чидамли, гижим бўлмайдиган, кам киришадиган, ёруғлик нури, об-ҳаво,

микроорганизмлар ва қуёш нури таъсирига чидамли материал ҳисобланади. Аммо унинг ўзига хос камчилик-лари ҳам бор. Булар жумласига гигроскоп эмаслиги (нам ютмаслиги), яхши бўялмаслиги ва ундан тайёрланган кийим-кечакларнинг четларида (этак-барларида) толаларнинг учлари юмалоқланиб, ўралиб қолиши натижасида матонинг сифатини бузилиши киради. Модификацияланган ПЭТ ва бошқача кимёвий қурилишга эга бўлган полиэфирлардан олинган толаларда бу нуқсонлар деярли учрамайди. Лавсан толани жун толаси билан (55:45) аралаштириб ишланса, ундан олинган газлама ва буюмларнинг пишиқлиги, ёруғлик нури ҳамда об-ҳаво таъсирига чидамлиги ошади. Агар унга пахта толаси аралаштириб (67:33) ишланса, ундан олинган газлама ва буюмларнинг қайишоқлиги ошади ва гижим бўлмайди. Бу толаларнинг соф ёки аралашмасидан тўқимачилик ва трикотаж саноатида ҳар хил газлама ва кийимлар ишлаб чиқарилади. Бундан ташқари полиэфир толалари кигиз, гилам, шолча, паруслар, брезент, филторматериаллар, техник матолар, сақланиш кийимлари, йссиқлик ва электрдан муҳофаза қилувчи материаллар ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Шунингдек, улар балиқ тутиш учун турлар, арқон, каноп, ленталар, трубалар ишлаб чиқаришда ҳам ишлатилади.

Полиэфир корд иплар шиналар ва резина буюмлар ишлаб чиқаришда, моноип эса техникада машина ва комбайнлар учун тур, чўтка, тиббиёт иплари ва музыка асбобининг тор иплари ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

3. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ АСОСИДА ТОЛАЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Ҳозирги кунда карбозанжирли толалар ичида акрилонитрил (винил цианид) нинг полимер ва сополимери асосида олинадиган синтетик толалар кўп тарқалган. Бу полимер анчадан бери маълум бўлишига қарамай, ундан тола фақатгина 1950 йилдан (АҚШ, Германия) бошлаб олина бошланди. Эндиликда кўпгина давлатларда ПАН ва унинг сополимери асосида толалар ишлаб чиқарилмоқда. Бунга мисол қилиб АҚШ да ишлаб чиқарилаётган орлон, акрилан, креслан, зефран, Германияда волкирлан, прелана, дралон, редон, Собиқ СССР да— нитрон; Англияда — куртел; Францияда — крилор деб номланувчи толаларни кўрсатса бўлади. Дунё бўйича ПАН тола ишлаб чиқариш-

нинг ўсиш динамикаси, қуйидаги рақамлар билан характерланади (минг т.):

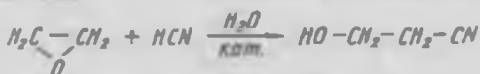
Йиллар	Комплекс иплар	Штапел тола	Жами бўлиб
1962	—	—	45,0
1966	2,3	454,3	456,6
1970	4,6	998,8	1003,4
1975	3,0	1405,0	1408,0
1980	2,7	2063,9	2066,6
1985	3,0	2408,0	2411,0
1988	4,0	2507,2	2511,2

Берилган маълумотларга кўра, ПАН дан асосан штапел тола ва тахминан 0,5 фоиз (жамига нисбатан) иссиққа чидамли техник тола ва кам миқдорда комплекс ип ишлаб чиқарилади. Собиқ Иттифоқда нитрон тола (сополимердан) 1963 йилдан бошлаб ишлаб чиқарила бошланган эди. Агар 1970 йилда 7,8 минг тонна нитрон тола ишлаб чиқарилган бўлса, 1990 йилга келиб унинг миқдори 100 минг тоннага етди. Шундан 40 минг тоннаси республикамизда ишлаб чиқарилди.

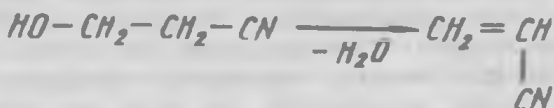
3.1. АКРИЛОНИТРИЛНИНГ ОЛИНИШИ

Полиакрилонитрил ва унинг сополимерини олишда асосий маҳсулот акрилонитрил (винилцианид, акрил кислота нитрили) ҳисобланади. У этилен оксиддан, ацетальдегиддан, ацетилендан ва пропилендан олинади.

Акрилонитрилнинг этилен оксиддан олиниши. Акрилонитрил этилен оксиддан икки босқичда олинади: этилен оксид цианид кислота билан реакцияга киришиб этиленциангидрин ҳосил қилади:



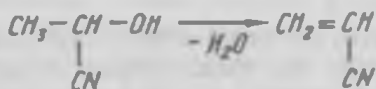
Этиленциангидринни 180—200°C да катализатор Al_2O_3 ёки ишқорий металллар иштирокида дегидротациялаб акрилонитрил олинади:



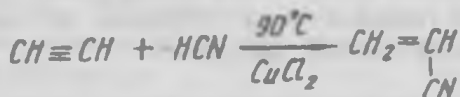
Акрилонитрилнинг ацетальдегиддан олиниши. Бу усулда сирка альдегид (ацетальдегид) га $50-60^{\circ}\text{C}$ да синил (цианид) кислота таъсир эттириб, α -оксипропионитрил (сут кислота нитрили) олинади:



L—Оксипропионитрилни 650°C да ва катализатор (85% ли H_3PO_4) иштирокида дегидротациялаб акрилонитрил олинади:

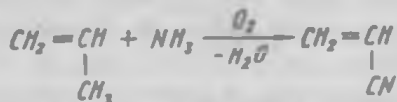


Акрилонитрилнинг ацетилендан олиниши. Бу усул кенг тарқаган бўлиб, бунда ацетиленга цианид кислота таъсир эттириб акрилонитрил олинади:



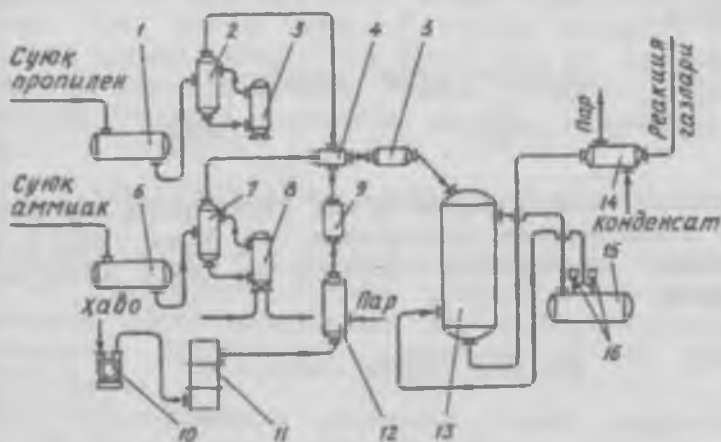
Бу реакция суюқ фазада катализаторлар (CuCl_2 , Na, K, NH_4 хлоридлари) иштирокида ёки газ фазада (катализаторлар-металл оксидлари) $0,1-0,4 \cdot 10^6$ Па босим остида ва $450-700^{\circ}\text{C}$ ҳароратда олиб борилади. Бунда ҳар бир тонна акрилонитрил олиш учун $0,64$ т ацетилен ва $0,58$ т цианид кислота сарфланади.

Акрилонитрилнинг пропилендан олиниши. Аммонолиз ва оксидлаш жараёнлари асосида пропилен ва аммиакни оксидлаб акрилонитрил олинади:



Реакция $450-475^{\circ}\text{C}$ ва $3 \cdot 10^5$ Па босим остида боради. Пропилен, аммиак, ҳаво, сув бугларининг аралашмаси "қайнаб" турган катализатор — ўзгарувчан валентли металл оксидларининг аралашмасидан ўтказилади. Катализатор сифатида висмут, молибден, вольфрам, қалай, рутения тузлари ишлатилади. Бу усул чет элларда ва

собиқ иттифоқда кенг тарқалган булиб, бунда энг арзон акрилонитрил олинади. 1 т акрилонитрил олиш учун 0,9 т пропилен, 0,4 т аммиак ва 3500м³ ҳаво сарфланади. Акрилонитрилни пропилендан олиш усули 3.1-расмда келтирилган. Суюқ пропилен омборхонадан идиш 1 га қабул қилиниб, у ердан ўз оқиши билан сепаратор 2 ва ундан найчали буғлатгич 3 га юборилади. Буғлатгичдан пропилен буғи сепаратор 2 орқали ўтиб газлар аралашмасини ҳосил қилади ва аралашма, реакторга юбориш учун, аралаштиргич 4 га қабул қилинади. Суюқ аммиак эса омборхонадан идиш 6 га, у ердан ўз оқиши билан сепаратор 7 орқали найчали буғлатгич 8 га боради. Буғлатилган аммиак аралаштиргич 4 га юборилади. Компрессор 10 ёрдамида берилаётган ҳаво ёғ ва намликдан филтър 11 да тозаланиб, иситгич 12 да аралаштирилади ва у ердан тозаланган ҳаво аралаштиргич 4 га юборилади. Газлар аралашмаси аралаштиргич 4 дан реактор 13 га боради ва у ерда 450—470°C да, $4 \cdot 10^5$ Па босим остида акрилонитрилни ҳосил қилиш реакцияси кетади. Реактордан чиққан аралашмалар, совутгич — утилизатор (сарфлагич) 14 да 250°C гача совутилади. Шундан сўнг газлар нейтралланади ва керакли ҳароратда совутилади.



3.1-расм. Акрилонитрилни пропилендан синтезлашнинг технологик чизмаси:

1— пропилен учун идиш; 2 ва 7— сепараторлар; 3— пропилен буғлатгич; 4— аралаштиргич; 5— реакция аралашма иситгичи; 6— аммиак учун идиш; 8— аммиак буғлатгичи; 9— сўнгги ҳаво иситгичи; 10— компрессор; 11— ҳаво учун филтър; 12— ҳаво иситгич; 13— реактор; 14— совутиш қозони; 15— совутиш агенти учун идиш; 16— совутиш агентини ҳаракатлантирувчи идиш ичига ўрнатилган насос.

Хоссалари. Акрилонитрил 77,3°C да қайнаб —83,6°C да музлайдиган рангсиз суюқлик бўлиб, ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади. Унинг узига хос қиди бўлиб, заҳарли модда ҳисобланади. Купгина органик эритмаларда чексиз, сувда эса жуда оз миқдорда эрийди. Ҳаводаги концентрацияси 0,5 мг/м³ дан юқори бўлмаслиги керак.

3.2. СОПОЛИМЕР ОЛИШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН МОНОМЕРЛАР

Ҳозирги кунда ПАН толалар соф полиакрилонитрилдан олинмай, балки акрилонитрилнинг бошқа мономерлар билан ҳосил қилган сополимерларидан олинмоқда. Сополимерлар икки ёки уч мономерлар аралашмасидан олиниб, бундай сополимердан ҳосил қилинган толанинг физик-механик хусусиятлари сополимерлаш учун олинган мономерлар хусусиятига боғлиқ бўлади. Жуда кенг тарқалган сомономерларга мисол қилиб метилакрилат, акрил кислота, винилацетат, итакон кислота, винилпиридин, метиллисульфонларни кўрсатиш мумкин.

Саноатда метилакрилат акрилонитрил ва метанолдан олинади:

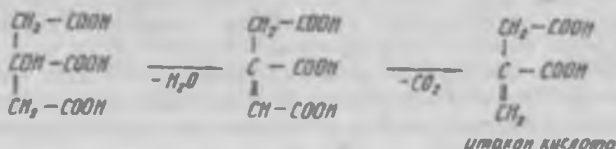


У рангсиз тиниқ суюқлик бўлиб, уткир ҳидга эга. Жуда осон полимерланиш қобилиятига эга бўлиб, 80,2°C да қайнайди. Винилацетат ацетилен ва сирка кислотадан олинади:

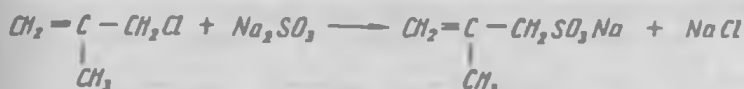


У рангсиз суюқлик бўлиб, 72,3°C да қайнайди.

Итакон кислота. Лимон кислотани 175°C гача қиздириб итакон кислота олинади.



У оқ кристалл модда бўлиб, 163°C да суюқланади. Металлилсульфонат асосан избутилсндан ёки уни галоид ҳосилаларидан олинади:



У кристалл модда бўлиб, 260°C да парчаланеди.

3.3. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ ВА УНИНГ АСОСИДА ОЛИНГАН СОПОЛИМЕРЛАРНИНГ ЭРИТУВЧИЛАРИ

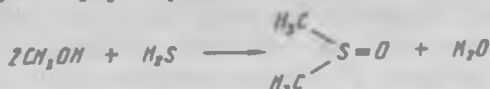
Ҳозирги ПАН нинг бир неча унлаб эритувчилари маълум бўлиб, улардан асосан қуйидагилари ишлатилади: диметилформамид, диметилацетамид, диметилсульфоксид, этиленкарбонат, нитрат кислотани сувли эритмаси, натрий роданид ва рух хлорид. Бу МДХ мамлакатларида ПАН толани олишда диметилформамид ва роданид натрий ишлатилади.

Роданид натрий. Полиакрилонитрилни эритиш учун роданид натрийнинг 50—52 фоизли сув эритмаси ишлатилиб, уни цианид кислотага ишқор таъсир эттириб олинади. Кокс олишда ажралиб чиққан чиқинди — газ таркибида цианид кислота кўп бўлиб, ана шу газ ичида ишқор ва полисульфидлар бўлган адсорбер орқали утказилади. Реакция натижасида роданид натрий ҳосил бўлади.



Олинган маҳсулот қайта-қайта тозаланади, буғлатилади ва центрифугада ундаги сувнинг бироз қисми ажратилади. Центрифугалашдан сўнг олинган кристалл кўринишдаги маҳсулотнинг таркибида 68—70 фоиз NaCNS бўлади.

Диметилсульфоксидни целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил булган чиқинди — диметилсульфидни оксидлаб ёки ишқорли лигнинни диметилсульфоксидгача оксидлаб олинади. Метанолни водород сульфид билан реакцияга киритиши натижасида олинadиган диметилсульфоксид энг арзон ва қулай усул ҳисобланади.



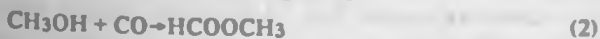
Эритувчининг хоссалари	Диметил фор- мамид	Диметил аце- тамид	Диметил сульфоксид
1	2	3	4
Полимерланишда олинган ёки тайёр полимердан тайёрланган эритманинг концентрацияси, фоиз	20—25	18—23	16—20
Тола ҳосил қилиш (чўктириш) ваннасига эритмдан ўтган эритув- чининг регенерацияла- ниши	100 °С дан ю қ о р и ҳароратда пар- чаланиб, рек- тификациялаш қийинлашади	100 °С дан юқори ҳаро- ратда ректи- фикациялана- ди	қийин регенерацияла- нади (сувдан қийин ажра- лади)
Эритувчи иштирокида мономерларни полимер- ланиш тезлиги, соат	16—24	маълум эмас	1,5—2,0
Мономерларни конверси- яси (мономерларни пол- имерланган миқдори)	70	70	90—98
Аппарат материалларини эритувчи таъсирида кор- розияланиши	коррозиялана- ди	кам коррозия- ланади	коррозияла- нади
Полимерланишдан сўнг эритмда қолган мономер- нинг миқдори, фоизда	маълум эмас	маълум эмас	2—3

Диметилсульфоксид тиниқ рангсиз суюқлик бўлиб, 18,45°С да музлаб, 189°С да қайнайди. Нормал шароитда диметилсульфоксид сувни 10 фоизгача ютади.

Диметилформамидни 450°С да $5 \cdot 10^4$ Па босим остида ва катализатор иштирокида метанолга аммиак ва углерод (II)—оксид таъсир этдириб олинади. Бунда реакция икки босқичда бориб, биринчи босқичда метанол билан аммиакдиметиламинни (I) ва метанол углерод (II)—оксид билан метил эфирни (2) ҳосил қилади:

айрим хоссазари

Этилен карбонат	Роданид натрийни суули эритмеси	Рух хлоридни суули эритмеси	55—68 фоизли нитрат кислота	Эслатма
5	6	7	8	9
—	11—13	11—13	маълумотлар аниқ эмас	Энг агрессив эригүвчиларга нитрат кислота ва роданид натрий кирази
оз бўлса ҳам регенерацияла-нишда парчаланadi	қийин регенерацияланади	қийин регенерацияланади ва фсимлик ва балиқлар учун жуда зарарли	қийин регенерацияланади	Полимернинг нитрат кислотадаги эритмасыни 3—5°Сда, этиленкарбонатдагисини 40—50°Сда ва қолган эригүвчилардагисини эса нормал шароитда ишлатиш мумкин.
1,5—2,0	1,5—2,0	1,5—2,0	маълумотлар аниқ эмас	Энг захарли эригүвчи нитрат кислота, ундан сунг ДМФ ва $ZnCl_2$
70	50—70	50—70	маълумотлар аниқ эмас	
коррозияланади	жуда агрессив, аппаратлар маҳсус пўлатдан тайёрланади	жуда агрессив, аппаратлар маҳсус пўлатдан тайёрланади	жуда ашаддий, аппаратлар маҳсус пўлатдан тайёрланади	Роданид натрий эритмесида энг юқори молекуляр массага эга бўлган ПАН тола олинади.
маълум эмас	0,2—0,3	0,2—0,3	маълум эмас	Энг арзон эригүвчи нитрат кислота ҳисобланади.



Иккинчи босқичда эса (1) ва (2) да ҳосил бўлган маҳсулотлар ўзаро реакцияга киришиб диметилформамид (ДМФ) ни (3) ҳосил қилади:



Шунингдек диметиламинга (1) 84 фоизли чумоли кислота таъсир эттириб ҳам ДМФ ни олиш мумкин (4):



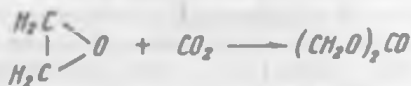
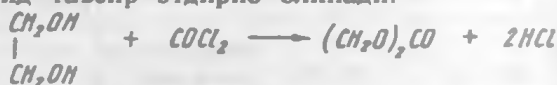
Диметилформаид кўпчилик моддалар учун яхши эритувчи бўлиб, у рангсиз суюқликдир. У сув ва кўпчилик органик эритувчилар билан чексиз нисбатда аралашади. ДМФ 153°C да қайнаб, 61°C да суюқланади. У ўзига хос захарли модда бўлиб, ҳавода унинг миқдори 0,01 мг/л ва сувда 10 мг/л дан ортиқ бўлиши мумкин эмас.

Диметилацетамидни диметиламинга сирка кислота таъсир эттириб олинади:



Диметилацетамид ДМФ га нисбатан агрессив (металларга салбий таъсир этмайди) ва захарли бўлмай, металдан ясалган аппаратларни кам ишдан чиқаради. Қайнаш ҳарорати 165°C.

Этиленкарбонатни этиленгликолга фосген (карбон кислотани дихлорангидрид) ёки этилен оксидга углерод (IV)—оксид таъсир этдириб олинади:



Суюлиш ҳарорати 36°C бўлиб, ундан паст ҳароратда қотади. Юқорида номлари қайд қилинган эритувчилар, полиакрилонитрилдан (сополимеридан) концентрланган эритмалар тайёрлаш учун, акрилонитрил ёки сомономерларни эритмада полимерлаш учун, мономер ва ундан синтезланган полимерни эритувчиси сифатида ишлатилади. Бу эритувчиларнинг ҳар бирини ўзига хос афзалликлари ва камчиликлари бор. Афзалликларига мисол қилиб уларнинг осон регенерацияланиши, бир хил концентрацияга эга бўлган эритмани қовушоқлик қийматининг кичик бўлиши, мономерларни бундай эритувчиларда қисқа вақт ичида полимерланиши, аппарат материалларига нисбатан агрессив бўлмаслиги кабиларни кўрсатса бўлади. Эритувчиларнинг айрим хоссалари 3.1-жадвалда келтирилган.

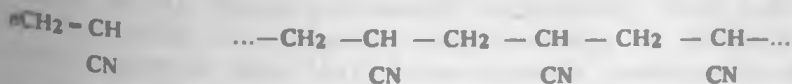
3.4. АКРИЛОНИТРИЛНИНГ ПОЛИМЕР ВА СОПОЛИМЕРЛАРИНИ СИНТЕЗЛАШ УСУЛЛАРИ

Соф полиакрилонитрилдан олинган тола унча қайишқоқ бўлмаганлиги ва намликни кам ютиши сабабли, ишқаланишга чидамли эмас ва ёмон бўялади. Шунинг учун толалар асосан сополимердан олинади. Сополимер олишда, унга 5—15 фоизгача икки ва ундан ортиқ мономерлар қўшилади. Қўшиладиган мономерлар сифатида метилакрилат, метилметакрилат ва винилацетатларни ишлатиш мумкин. Сополимер таркибига кирган иккинчи мономер (5—15 фоиз), олинган толани қайишқоқлигини оширади, киришиш фоизини кўпайтиради, эрувчанлигини яхшилаб, ундан олинган эритманинг қовушқоқлигини камайтиради. Учинчи мономер жуда ҳам оз қўшилиб (1,0—2,0 фоиз), сополимердан олинган толани бўялиш ва бошқа хусусиятларини яхшилайти. Қўшимча мономерлар қўшилган акрилонитрилни олишдаги технологик усул, соф акрилонитрилни олиш усулидан деярли фарқланмайди. Фақатгина мономерларни дозалаш учун қўшимча аппаратлар урнатилади ва полимерланиш параметрлари бироз ўзгаради. Акрилонитрилдан тола ҳосил қилувчи полимер ёки сополимер олишда фақатгина бир усул, яъни радикалли полимерланиш усули қўлланилади. Бу усул билан мономерни (мономерларни) суспензия ёки эритмаларини полимерлаш натижасида, тола олиш учун ишлатиладиган полимер (сополимер)ни концентрланган эритмасини олиш мумкин.

Лекин мономерни суспензияда ва эритмада полимерлашни ўзига хос камчилик ва афзалликлари бор. Бу хусусиятлар махсус қўлланмаларда батафсил баён этилган. Аммо шуни айтиб ўтиш лозимки, эритмада полимерлашни афзалликларидан бири шундаки, эритмадан полимерин чўктириш, ювиш, қуритиш ва тола олиш учун полимерин яна қайтадан эритиш жараёнлари бажарилмайди. Бу усул полимерлаш ва тола олиш жараёнларини узлуксиз бажариш имконини беради.

3.4.1. Мономерни суспензияда полимерлаш

Акрилонитрилни полимерланишидан полиакрилонитрил олинади:



Акрилонитрил иссиқлик ёки ёруғлик таъсирида ва перикс ёки оксидловчи — қайтарувчилар иштирокида осон полимерланади. Акрилонитрил сувда фақатгина 7 фоизгача эрийди, қолган қисми эса суспензия ҳосил қилади. Полимерлаш учун олинган акрилонитрилни сувдаги умумий миқдори 10—20 фоиз бўлиб, полимерланиш акрилонитрилни эриган қисмида бошланади. Сувда эриган мономерни полимерланиши жараёнида суспензия ҳосил қилган мономер ҳам эритмага ўта бошлайди. Ҳосил бўлган олигомерлар чўкмага тушиб, полимерлашнинг давом ҳетероген муҳитда боради. Полимерлаш инициаторлари (ташаббускорчилари) сифатида сувда эрувчи бирикмалардан персульфат аммоний ва метабисульфит натрий ишлатилади. Полимерлаш жараёни 30—50°C да 20—120 минут давом этиб, бунда мономер конверсияси 80—85 фоизни ташкил этади. Жараёни даврий ва узлуксиз олиб бориш мумкин. Узлуксиз полимерлашнинг технологик усули қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади: суспензияни тайёрлаш (мономерни бир қисми эрисада, бу аралашма суспензия деб қабул қилинган); полимерлаш; суспензияни демономерлаш ва конденсирлаш; полимерни филтрлаш, ювиш ва қуритиш. Полимерлаш жараёни реактор 1 да (3.2-расм) инициаторлар иштирокида бажарилади. Акрилонитрил дозалаш идиши 2 (сополимер олишда эса бир нечта дозалаш идишлари бўлади)дан аралаштириш аппарати 3 га берилади. Инициаторларнинг сувли эритмалари 4 ва 5 аппаратларда тайёрланиб, сўнг ундан 6 ва 7 га, у ердан эса аппарат 3 га дозаланаяди. Аппарат 3 да ҳосил қилинган аралашма узлуксиз равишда иситиш камерасига эга бўлган реактор 1 га берилиб турилади. Олинган полимер ва реакцияга киришмаган мономер суспензиялари оралиқ бак 8 га берилиб, ундан реакцияга киришмаган мономерни ажратиш (демономерлаш) учун колонна 9 га узатилади. Демономерлашни 50—60°C да ва 6,7—20 кПа (симоб устунининг 50—150 мм) қолдиқ босим остида олиб борилади.

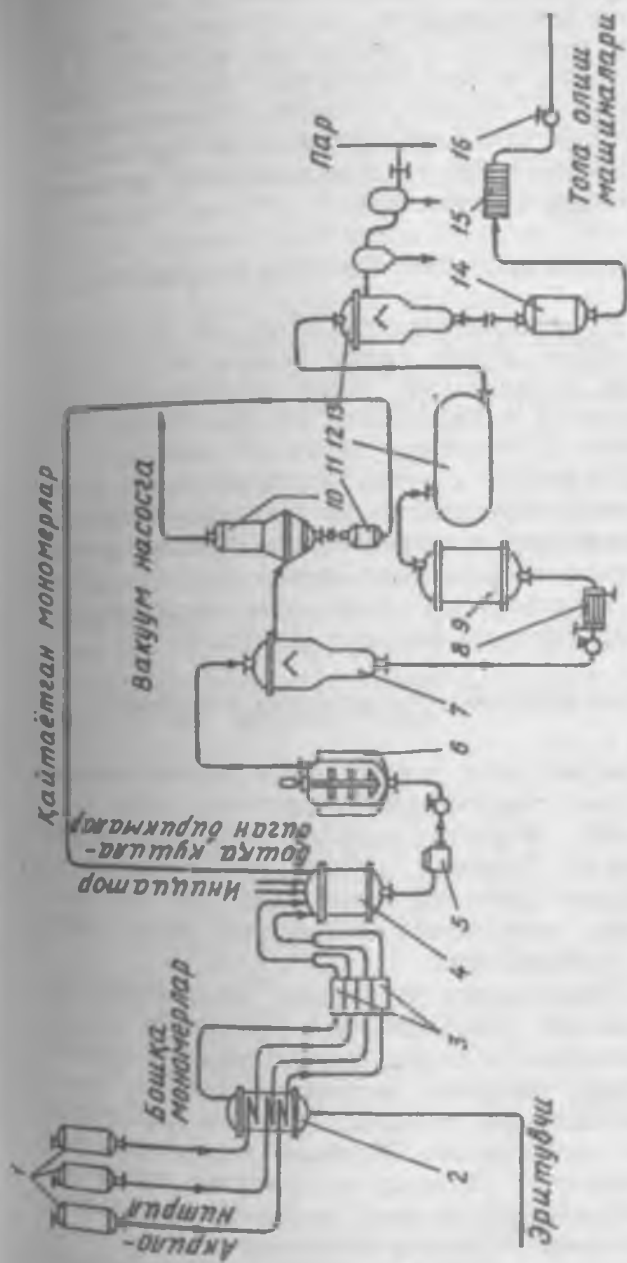
Акрилонитрил ва сув буғлари совутгич 10 да конденсирланиб, конденсат тиндириш баки 11 га берилади. Полимер суспензияси эса аппарат 9 дан йиғиш баки 12 га, у ердан эса вакуум-барабанли филтр 13 га филтрлаш учун юборилади. Полимер аппарат 14 да қолдиқ мономер ва инициатордан ювилиб яна филтр 15 да филтрланади. Филтрланган ПАН нинг намлиги 80—85

фоиздан то 0,7—1,5 фоиз қолгунча қуритгич 16 да қуритилади.

3.4.2. Эритмада полимерлаш

Акрилонитрилни (сополимерларни) бу усул билан полимерлашда юқорида қайд қилинган эритувчилар ишлатилиб, реакцияга киришмай қолган мономерлар (мономер конверцияси, яъни мономерларнинг полимерга айлانган миқдори 50—70 фоиз) 50—60°C да ва $5,5 \cdot 10^3$ — $9,5 \cdot 10^4$ Па (симоб устунининг 40—70 мм) қолдиқ босим остида демономеризацияланади. Тола олинадиган эритмада 0,2—3,0 фоиз мономер қолиб (эритувчи табиатига қараб), уни тола ҳосил қилиш ваннасига ўтиши натижасида цех ҳавоси бузилади. Шунинг учун кўпинча ванналар усти беркитилади. Кўпгина заводларда (МДХ таркибига кирувчи давлатлардаги заводларда) полимерлашни эритувчи — роданид натрий иштирокида олиб борилади. Эритмада мономер ёки сомономерларни полимерлашда қуйидаги жараёнлар бажарилади: Мономер ва инициаторларни дозалаш, компонентларни аралаштириш, полимерлаш, демономерлаш ҳамда реакцияга киришмай қолган мономерларни демономерлашдан сўнг циклга (полимерлашга) қайтариш. Сомономерни роданид натрий эритувчи иштирокида полимерлаш усули 3.3-расмда келтирилган. Акрилонитрил ва қўшиладиган бошқа мономерлар омборхонадан бак 1 га қабул қилинади ва ундан ўз оқиши билан иситгич 2 га берилади. Иситгичга бир вақтнинг ўзида эритувчи ҳам берилади. Иситгичдан чиқаётган мономер ва эритувчининг ҳарорати 20—25°C га тенг бўлиб, бу компонентлар сўтчик-дозатор (ҳисобчи-дозаловчи) 3 орқали аралаштиргич 4 га юборилади. Аралаштиргичга керакли миқдорда инициатор ҳам берилади ва уларнинг барчаси яхшилаб аралаштирилади. Шундан сўнг аралашма реактор 6 нинг паст қисмига узлуксиз равишда бериб турилади.

Реактор иситиш ғилофи ва аралаштиргич (қорғич) билан жиҳозланган бакдан иборат бўлиб, уни иссиқ сув билан 70—80°C гача иситилади. Ҳосил бўлган ПАН нинг концентрланган эритмаси реакторнинг юқори қисмидан узлуксиз равишда олинади. Бир хил молекуляр массага эга бўлган полимер ва сополимер олиш учун мономер ёки мономерлар конверсияси тахминан 50—70 фоиз оралиқда ушланади. Реакцияга киришмай қолган мономерлар



3.3-расм. Бир вақтда акрилонитрилнинг эритмада полимерланиши ва толга олиш эритмасини тайёрлаш механизмининг чизмаси:

1— мономерлар учун баклар; 2— испитич; 3— мономерлар ва эритмачи учун сўйгич-дозалагичлар; 4— реагентларин аралаштириш; 5— фильтр; 6— полимерлаш реактори; 7— демономерлаш аппарати; 8— совутгич; 9— узлуksиз ишловчи аралаштиригич; 10— мономерларни конденсирлаш аппарати; 11— мономерларни қабул қилиш баклари; 12— оқчилик баклари; 13— ҳавосизлаштиригич; 14— концентрданган эритма учун бак; 15— рамали филтритресс; 16— насос.

узлуксиз ишловчи демономеризатор 7 да ажратиб олинади. Мономердан тозаланган полимер эритмаси совутгич 8 да 20—25°C гача совутилади ва узлуксиз ишловчи аралаштиргич 9 га берилади, у ердан эса эритмани тола олиш учун тайёрлаш цехига юборилади. Демономеризациялаш натижасида олинган мономер (мономерлар) буғлари аппарат 10 да конденсирланади ва барометрик труба орқали мономерларни тушлаш аппаратиغا йиғилиб, ундан полимерлашда қўлланилади.

3.5. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛНИНГ АЙРИМ ХОССАЛАРИ

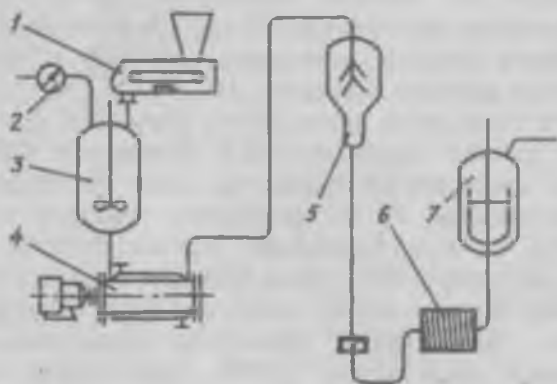
Тола олиш учун ишлатиладиган ПАН ни молекуляр массаси 40000—60000 бўлиб, юқори ҳароратда суюқланмай парчаланади. Шунинг учун унинг эритмасидан тола олинади. Суспензияли полимерлашда маълум ўлчамга эга бўлган ПАН нинг оқ порошоги (кукуни) олинади. Полиакрилонитрил 140—160°C гача қиздирилганда у ўз рангини ўзгартириб, эрувчанлик хусусиятини йўқотади. Таркибида 85 фоиз акрилонитрил бўлган сополимер хоссалари гомополимер хоссаларидан деярли фарқланмайди. Шунинг учун таркибида 85 фоиз гача акрилонитрил бўлган сополимер полиакрилонитрил дейилади.

3.6. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ ТОЛАСИНИНГ ОЛИНИШИ

Полиакрилонитрил тола асосан унинг эритмаларидан олинади. ПАН нинг концентрланган эритмаси икки усул билан тайёрланиб, биринчи усул эритиб тола олиш эритмаси дейилади. Биринчи усулда кукун ҳолатдаги ПАН эритувчиларда эритилиб, иккинчи усулда эса эритувчи иштирокида мономерни полимерлаш билан тола олиш эритмаси тайёрланади.

Тола олиш эритмасини тайёрлаш. Концентрланган полимер эритмасини тайёрлашнинг технологик усули қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади: полимер суспензиясини эритувчида тайёрлаш; полимерни эритиш; эритмани ҳаво пуфакчаларидан тозалаш; эритмани филтрлаш ва эритмаларни аралаштириш. Эритмани тайёрлаш усули 3.4-расмда келтирилган. Полимер ва эритувчи суспензия олиш баки 3 га узлуксиз равишда дозалаш қурилмаси 1 ва 2 орқали берилади. Полимер (сополимер) эритувчида жуда тез бўкади ва полимер заррачалари (булакчалари) бир-бирига ёпишиб катта ҳажмдаги юмалоқсимон бў-

лаклар ҳосил қилади. Бунинг натижасида буккан полимер бўлаклари ичига эритувчининг диффузияланиши секинлашиб, полимер жуда ҳам секинлик билан эрийди. Эриш жараёнини тезлатиш (полимер бўлақларининг букмаслиги учун) мақсадида эритувчи совутилади. Полимер суспензияси суспензатордан узлуксиз ишловчи эритиш аппарати 4 га берилиб, у ерда тезда қиздирилади. Айрим вақтларда полимерни даврий ишловчи аппаратларда эритиш ҳам мумкин. Эритма тайёрлашда ҳарорат $70\text{--}130^{\circ}\text{C}$ га тенг бўлиб, бундай ҳароратда узоқ сақланган полимернинг ранги ўзгариши мумкин. Шунинг учун эриш вақтини қисқартириш мақсадида полимерни шнекларда эритиш тавсия этилди. Бунда эритма асосан ишқаланишдан ажралиб чиққан иссиқлик ёрдамида $100\text{--}120^{\circ}\text{C}$ гача қизиб, $30\text{--}40$ секунд вақт ичида тула эрийди. Бундай шароитда сополимер $4\text{--}6$ секунд ичида эриши мумкин. Эритиш аппаратларида тайёрланган эритмани ҳаво пуфакчаларидан тозалаш учун, у ҳавосизлантириш аппарати 5 га берилади. Ҳавосизлантириш вакуумда олиб борилиши туфайли, эритма юзасидан эритувчилар буғланиб, унинг юзаси полимер парда билан қопланиши мумкин. Шунинг учун ҳавосизлантириш бакларида ҳарорат ва вакуум ҳар доим бир хил бўлиши керак.



3.4-расм Тайёр полимерни эритиш билан унинг концентрланган эритмасини тайёрлаш қурилмасининг чизмаси:

1— полимер учун дозалогич; 2— эритувчи учун дозалогич; 3— суспензатор; 4— эритиш аппарати; 5— ҳавосизлантириш аппарати; 6— фильтрпресс; 7— эритмани аралаштириш учун бак.

Ҳавосизлантирилган эритма юзаси катта бўлган рамли фильтрпрессларда бир ёки икки маротаба филтрланади. Филтрлаш материали сифатида бир қават байка (пахмоқ), маълум қалинликдаги ($200\text{--}400\text{ г/м}^2$) пахта ва бир қават хом сруп (буз) ишлатилади. Филтрланган эритма катта ҳажмдаги бакка йигилиб, у ерда эритманинг ҳарорати ва концентрацияси бир хил кўрсаткичга келтирилади. Эритувчи иштирокида мономерларни полимерлаш йўли билан олинган полимер эритмаси ҳам юқорида баён этилгандек, ҳавосизлантирилади, филтрланади, ҳарорат ва концентрацияси бир хил кўрсаткичга келтирилади.

Эритма хоссалари. Полимер эритмаси вақт ўтиши билан сарғайиш хусусиятига эга. Бунинг олдини олиш учун эритмага $0,1$ фоизгача шавел кислота қўшилади. Диметилформамидда эритилган полимердан қуруқ ёки хўл усулларда тола олиш мумкин. Қуруқ усул билан тола олишда эритмадаги полимер концентрацияси $28\text{--}32$ фоиз бўлиб, қовушоқлиги $80\text{--}100\text{ Па}\cdot\text{с}$, хўл усул билан тола олинганда эса, эритма концентрацияси ва қовушоқлиги, тегишлича, $18\text{--}22$ фоиз ва $20\text{--}40\text{ Па}\cdot\text{с}$ бўлиши керак. Полимернинг бошқа эритувчилардаги концентрацияси 3.1-жадвалда келтирилган.

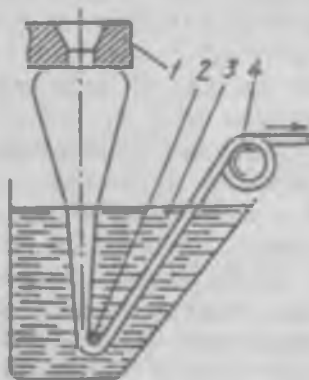
3.6.1. Полиакрилонитрилдан тола олиш усуллари

Қуруқ усулда ип олиш. Полиакрилонитрилдан қуруқ усул билан ип олишда ацетат ип олиш машинасига ўхшаш машина ишлатилади. Полиакрилонитрилнинг ДМФ да эритилган ёки шу эритувчида мономерни полимерлаш йўли билан олинган эритмаси $100\text{--}120^\circ\text{C}$ гача қиздирилган ҳолда тола олиш машинасига берилади. Диметилформамидни қайнаш ҳарорати 153°C бўлганлиги сабабли уни буғлатиш анча юқори ҳароратда олиб борилади. Бунинг учун баландлиги $6\text{--}12\text{ м}$ бўлган машина шахталари $300\text{--}400^\circ\text{C}$ гача қиздирилади. Шахта остидан юбориладиган иссиқ ҳаво (100°C гача қиздирилган) шахта юқорисига кўтарилгунча 200°C гача қизийди. Юқори ҳарорат таъсирида, фильерадан чиқаётган толасимон полимер эритмасидан ажралаётган ДМФ (ҳаво билан аралашган ҳолда) регенерацияга юборилади. Шахтадан минутига $50\text{--}100$ метр тезликда чиқаётган ип машинанинг ўзида $130\text{--}140^\circ\text{C}$ гача қиздирилган дискалар ёрдамида $6\text{--}7$ карра чузилади. Чузилган ип минутига $350\text{--}400$ метр тезлик билан паковкаларга қабул қилинади. Паковкадаги

иплар ДМФ қолдиқларидан ювилади ва термофиксацияланади. Шундан сўнг иплар гофрировка қилинади, антистатик препаратлари билан ишланади ва қурилади. Бу усулнинг асосий камчиликларидан бири шахтани 400°C гача қиздириш ва кўп тешикчали фильераларни ишлатиб бўлмаслиғидир.

Хўл усул билан ип олиш. Диметилформаидда эритилган полимер ёки сополимердан хўл усул билан ип олиш усули ҳам мавжуд бўлиб, ҳозирча бошқа эритувчилардаги эритмалардан бу усул билан тола олиш кенг ривожланмаган. Ип олиш учун ишлатиладиган фильералардаги тешикчалар сони 50—500 тагача бўлиб, унинг ёрдамида қалинлиги 5—20 текс бўлган иплар ҳосил қилинади. Бу усул билан олинаётган ипларнинг чуқтириш ваннасидан чиқиш тезлиги минутига 5—7 метр бўлиб, чиқаётган иплар 6—7 карра чузилади. Шундан сўнг иплар икки марта сув билан ювилади ва қурилади. Қуритилган иплар ёғланиб, пишотилади. Тайёр бўлган иплар минутига 40—50 метр тезлик билан паковкаларга қабул қилинади. Олинган ипнинг пишиқлиги 30—35 сН/текс (300—350 мН/текс) бўлиб, унинг пишиқлигини 50—55 сН/текс гача ошириш учун полимернинг (сополимернинг) молекуляр массасини 60000 дан 120000 гача кўтариш керак бўлади. Натижада бундай полимердан тайёрланган эритма концентрацияси 10—12 фоиздан юқори бўлмайди. Чузилган ипларни яна 160°C да 50—70 фоизга чузиш керак бўлади.

Қуруқ-хўл усулда ип олиш. Бу усул биринчи марта рус олимлари томонидан яратилган бўлиб, бунда фильерадан чиққан толасимон эритма 3—5 см масофани ҳавода



3.5-расм. Толани ҳаво қатлами орқали хўл усул билан олиш қурилмасининг схемаси:

- 1— фильера;
- 2— суналтириш қурилмаси;
- 3— чуқтириш ваннаси;
- 4— қабул қилиш қурилмаси.

утиб, шундан сўнг тола ҳосил қилиш (чўктириш) ванна-
насига тушади. Бунда фильерадан чиққан эритма дастлаб
ҳавода кам бўлса ҳам коагуляцияланади (полимер зар-
рачалари муаллақ ҳолда тураолмайдиган даражада йирик-
ланади ва чўкмага тушади) ва бу жараён асосан ваннада
давом этади. Бу усул билан толани минутага 120—150
метр тезлик билан олиш мумкин. Толани ҳаво қатлами
орқали қуруқ-хўл усул билан олиш усули 3.5-расмда
келтирилган. Юқорида баён қилинган усуллар билан
олинган иплар фақатгина техникани бу толага бўлган
эҳтиёжини қондириш учунгина ишлаб чиқарилади.

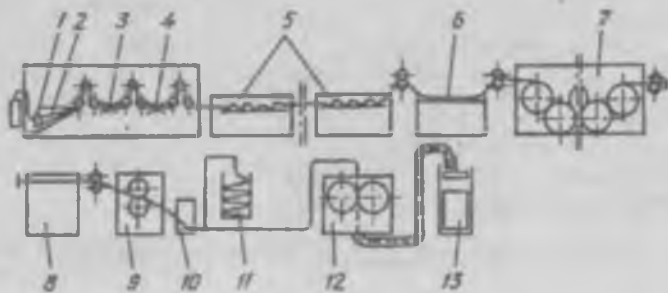
3.6.2. Полиакрилонитрил штапел толанинг олиниши

Полиакрилонитрил штапел толалари асосан хўл усул
билан олинади. Олинган толанинг хоссалари чўктириш
ваннасининг таркибига боғлиқ бўлиб, тола ҳосил қилиш
ваннаси сифатида органик ва анорганик бирикмалар соф
ёки уларнинг сувли эритмалари ишлатилади. Бундай
бирикмаларга глицерин, гексантриол, керосин, карбон
(IV)—хлорид, спиртлар (C_{10} — C_{14}), юқори алифатик кис-
лоталар (C_{17} — C_{21}), ДМФ, этиленкарбонат, диметилсуль-
фоксид, диметилацетамид, роданид натрий, рух хлорид,
кальций хлоридларнинг сувли эритмалари ва ҳоказолар
мисол бўла олади.

Чўктириш ванналарининг узига хос афзалликлари ва
камчиликлари бўлиб, юқорида қайд қилинган бирикма-
лардан кўп тарқалгани ДМФ, диметилсульфоксид ва
роданид натрийнинг сувли эритмаларидир. Агар чўктириш
ваннаси сифатида этиленкарбонат ишлатилса (уни сую-
лиш ҳарорати 36°C), полимер эритмаси ва ваннани
 50 — 60°C гача қиздиришга, нитрат кислота ишлатилганда
эса уни 0 — $(-5)^{\circ}\text{C}$ гача совутишга тўғри келади. Шунинг
учун тола олишда бу бирикмалар ванна сифатида деярли
ишлатилмайди.

Тола олишнинг диметилформаמידли усули. Полиак-
рилонитрилнинг кукунидан тайёрланган ёки мономерни
эритувчи иштирокида полимерлашдан олинган концентр-
ланган эритма фильера орқали чўктириш ваннасига тола
шаклида ўтади. Ванна ҳарорати 10 — 11°C бўлиб, ундаги
ДМФ нинг концентрацияси 50 — 70 фоизга тенг бўлади.
Тешикчаларининг сони 30000 дан 150000 гача бўлган
фильералар орқали тола минутага 4 — 8 метр тезликда
(бошлангич тезлик) олинади. Таркибида 300 фоизгача

ДМФ бўлган тола (жгут) икки босқичда, биринчисиди 1,5—2,0, иккинчисиди эса 3—5 марта чузилади. Чузиш жараёни таркибиди 20—25 фоиз ДМФ бўлган ваннада 50—90°C ҳароратда олиб борилади. Чузилган тола кетма-кет жойлашган туртта ювиш ваннасида ювилади. Ювиш ванналарига жгут сувнинг йуналишига қарама-қарши йуналишда берилади. Ювилишдан чиққан сувлар чуқтириш ваннасининг ортиқча қисми билан аралаштирилиб, регенерациялашга юборилади. Ювилган жгут ёглаш ваннасидан ўтиб қуритиш барабанига боради. Барабаннинг жгут кирадиган қисмида ҳарорат 140°C бўлиб, чиқиш қисмида эса 85—90°C га тенг бўлади. Жгут тарангланмаган, буш ҳолатида қуритилиди. Қуритиш жараёнида тола 15—20 фоиз киришишига қарамай, унга қайнатилган сув билан ишлов берилганда у яна 8—10 фоизга киришади. Шунинг учун жгут қуритилгандан сўнг 200°C гача қиздирилган икки пластинка орасидан ўтиб, термофиксацияланади. Шундан сўнг ПАН толаси — нитрон, гофрировкалаш машинасидан ва антистатик препаратлари билан ишлаш камераларидан ўтиб, қутиларга (коробка ёки тазларга) жойлаштирилади. Агар толани кесилган ҳолда олиш керак бўлса, жгут антистатик препарат билан ишлангандан сўнг, уни қирқиш аппаратига ва ундан сўнг эса тойлаш прессида юборилади. Штапел тола олиш агрегатининг чизмаси 3.6-расмда келтирилган.



3.6-расм. Нитрон тола олиш агрегатининг схемаси:

1— фильера; 2— чуқтириш ваннаси; 3 ва 4— тегишлича, толани биринчи ва иккинчи марта чузиш учун дискалар; 5— ювиш ваннаси; 6— ёглаш ваннаси; 7— барабанили қуриттич; 8— термоишлов бериш аппарати; 9— гофрировкалаш машинаси; 10— антистатика бериш камераси; 11— жгутни жойлаштириш қурилмаси; 12— жгутни кесиш (қирқиш) машинаси; 13— тойлаш пресси.

Жгут кўринишдаги толани юқори ҳароратда қушимча қўзиш билан 20—25 фоизга киришадиган тола олинади. Бундай толалар билан кам киришадиган толалар аралашмасига қайноқ сув билан ишлов берилганда катта ҳажмли ип олиш имкони яратилади. Бундай толалар тўқимачилик саноатида катта аҳамиятга эга бўлиб, ундан иссиқни сақловчи ҳар хил енгил буюмлар ишлаб чиқарилади.

Тола олишнинг роданид натрийли усули. Роданид натрийнинг 51 фоизли сувли эритмасида тайёрланган ПАН эритмасидан ёки полимерлашда ҳосил бўлган эритмадан юқорида баён этилган технологик усул бўйича тола олинади (3.6-расм). Тола олиш ва қўзиш машинаси 5—6 сексияли бўлиб, чўктириш ваннаси сифатида ҳарорати 9—11°C бўлган 10—12 фоизли роданид натрий эритмаси ишлатилади. Фильерадаги тешикчалар сони 26000 дан 40000 ва ундан ортиқ бўлиши мумкин. Тола олишнинг бошланғич тезлиги минутига 3—6 метрга тенг. Олинган тола дастлабки қиздириш ваннага (таркибида роданид натрийнинг 4 фоизли сувли эритмаси бўлган), сўнг буғ билан ишлов бериш шахтасига ўтади ва у ерда 7—10 марта қўзилади. Толага кейинги ишловлар бериш жараёнлари ДМФ усули билан тола олиш жараёнидан деярли фарқ қилмайди.

Тола олишнинг диметилсульфоксидли усули. Бу усул билан тола олишда диметилсульфоксид (ДМСО) иштирокида мономерларни полимерлаш билан олинган эритма ишлатилади. Тола олиш учун ишлатиладиган эритмани тайёрлаш жараёнлари илгари баён қилинган жараёнлардан деярли фарқланмайди. Тола олишнинг технологик усули, ДМФ усули каби 3.6-расмда кўрсатилган агрегатда бажарилади. Чўктириш ваннаси сифатида ҳарорати 18—20°C бўлган ДМСО нинг 60—80 фоизли эритмаси ишлатилади. Тола олишда полимернинг ДМСО даги 16—20 фоизли эритмаси ишлатилади.

3.7. ЭРИТУВЧИЛАРНИ РЕГЕНЕРАЦИЯЛАШ

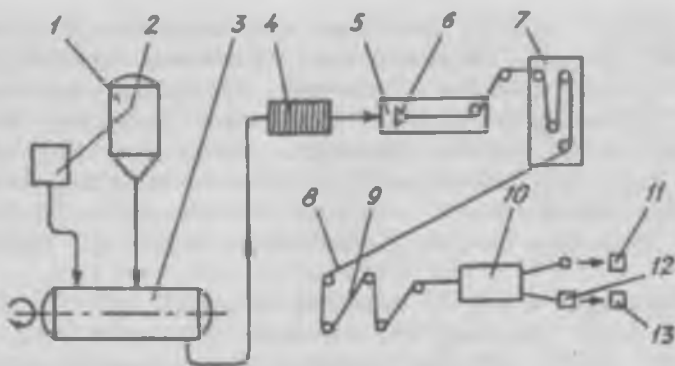
Полиакрилонитрилдан тола олишда асосий жараёнлардан бири чўктириш ваннасини регенерациялаш бўлиб, бунда ванна таркибига кирган бирикмалар тозаланган ҳолда яна қайтадан ишлатилади. Ҳар бир кг тола олиш учун 4—8 кг ванна ишлатилади. Ишлатилган ваннани регенерациялаш натижасида қайтарилган эритувчи олинаётган толанинг таннархини белгилайди. Чунки полиак-

рилонитрилни эритиш учун ишлатиладиган эритувчиларнинг нархи юқори бўлиш билан бирга улар старлича захарли ҳисобланади. Шунинг учун уларни канализацига оқишиш мақсадга мувофиқ бўлмайди.

Тола олиш машинасидан чиққан чуқтириш ваннаси (унинг таркибига полимер эритмасидан эритувчи утган) билан ювиш ванналаридан чиққан сувлар бакларга йиғилади, филтрланади ва регенерациялаш қурилмаларига юборилади. ДМФ ва ДМСО ларни юқори ҳароратда парчаланишларини ҳисобга олган ҳолда, улар 100°C дан юқори бўлмаган ҳароратда регенерацияланади. ДМСО ни сувдан ажратиш ДМФ ни сувдан ажратишга нисбатан анча қийин боради. Шунинг учун ДМСО бир неча бор қайта-қайта ректификациялаш билан сувдан ажратиб олинади. Роданид натрийни сувдан ажратиш янада мушкул бўлгани учун, у вакуум-бўғлатиш аппаратларида регенерацияланади. Ванна таркибида роданид натрийдан ташқари мономер қолдиқлари, катализатор ва бошқа бирикмалар бўлади. Бу бирикмаларни ҳам ажратиб олиш зарур. Концентрацияси 9—12 фоиз бўлган роданид натрий эритмаси (ишлатилган чуқтириш ва ювиш ванналар аралашмаси) истилгандан ва филтрлангандан сўнг вакуум-бўғлатиш аппаратида юборилади. У ерда ванналардаги сувни бўғлатиш билан роданид натрийнинг 52—54 фоизли эритмаси ажратиб олинади. Аммо бу эритмада 3—6 фоизгача қушилмалар бўлиб, уларни бўғлатилган ванадан ажратиб олиш керак бўлади. Бундай қушилмаларни ажратиб олиш учун бир нечта усуллар мавжуд. Масалан, сульфат тузларни чуқтириш, оғир металл тузларни ионлаштиргичларда ушлаб қолиш, органик бирикмаларни экстракциялаш ё бўлмаса асосий бирикма—роданид натрийни кристаллаш йўли билан ажратиб олиш ва ҳ.к. Бу усулларнинг ўзига хос камчиликлари бор. Ҳозирги кунда тола олиш корхоналарида, юқорида айтилган усуллардан бири бўлмиш экстракциялаш усули кенг қўлланилмоқда. Роданид натрийнинг юқори концентрацияли суви эритмаларига сульфат кислота қўшиб роданид кислота ажратиб олинади:



Олинган аралашма ичидан диизопропил эфир утадиган адсорберга юборилади. Эфир ёрдамида роданид кислота экстракцияланади ва буларнинг ҳаммаси кейинги адсорберга берилади. Бу адсорберда роданид кислота ишқор билан реакцияга киришиб, роданид натрий ҳосил қилади.



3.7-расм. Винилхлорид билан модификацияланган полиакрилонитрилдан тола олиш схемаси:

1— акрилонитрил ва винилхлоридни сополимерлаш учун автоклав;
2— ацетон учун бак; 3— эритиш баки; 4— фильтр; 5— чуқтириш ваннаси; 6— фильера; 7— қуритгич; 8— чузилмаган жгут; 9— жгутни чузиш (тортиш) учун қурилма; 10— релаксациялаш учун қурилма; 11— жгутни тойлаш учун қурилма; 12— жгутни қирқиш машинаси; 13— тойлаш пресси.

Олинган тола юқори ҳароратда 800—1000 фоизга чузилади, пишитилади ва термофиксацияланади. Олинган толаларнинг солиштирма огирликлари катта бўлиб, намликни жуда ҳам кам қабул қилади. Қуйида виньон Н ва дайсел толаларнинг асосий хоссалари келтирилган:

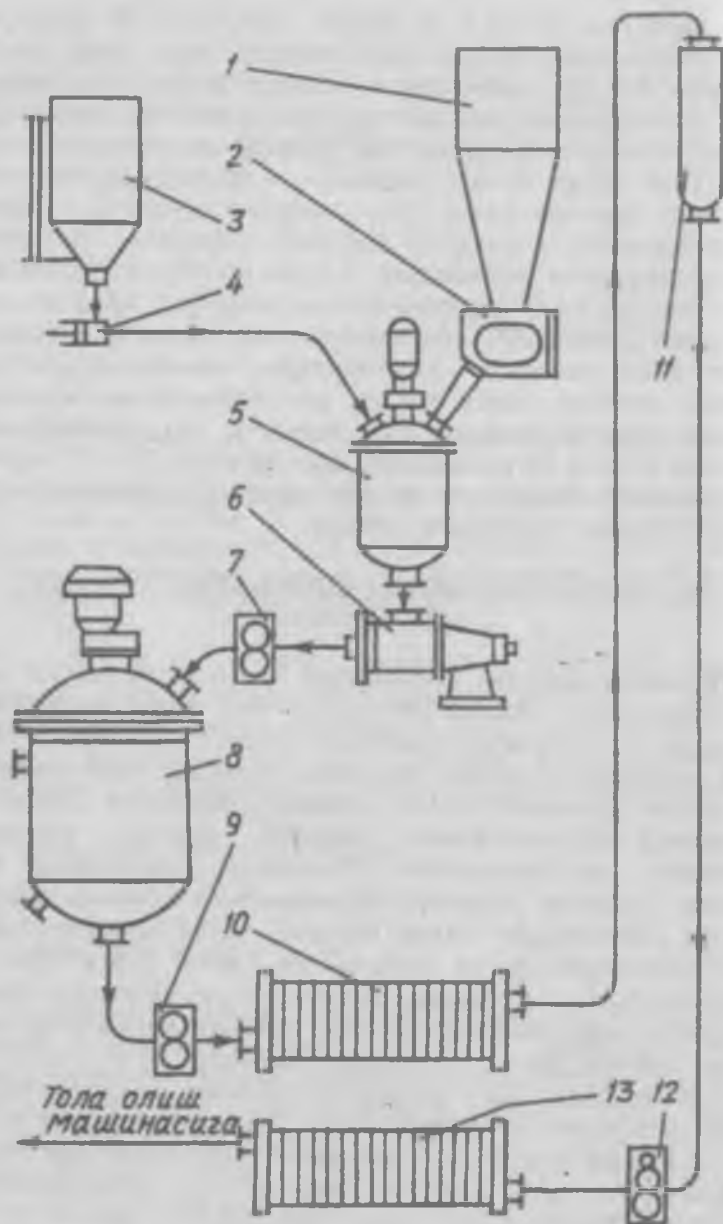
Пишиқлиги, сН/текс	30—40
Узилишдаги узайиши, %	15—25
Ҳавонинг нисбий намлиги 65% бўлганда намликни ютиши, %	0,5
Солиштирма огирлиги, кг/м ³	1280—1320

Олинган толалар техникада (махсус кийимлар, филтрлар тайёрлашга), халқ истемол буюмлари ишлаб чиқаришга ва сунъий мўйналар ишлаб чиқаришга ишлатилади. Юқорида айтганимиздек, акрилонитрил сополимерларини олишда винилхлорид ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) ва винилиденхлорид ($\text{CH}_2=\text{CCl}_2$) ишлатилади. Винилхлоридга нисбатан винилиденхлоридни сополимерлаш учун ишлатиш анча қулайликлар яратади. Чунончи, акрилонитрил винилхлоридга нисбатан тез полимерланиш қобилиятига эга бўлиб, акрилонитрил билан винилиденхлориднинг полимерланиш тезликлари тахминан бир-бирига тенг. Винилхлоридли сополимернинг ҳарорат таъсирига турғунлиги таркибида винилиденхлорид бўлган сополимерни-

кига нисбатан 10—20°C га кичик. Таркибида 60 фоизгача винилиденхлорид бўлган сополимердан тола олиш усули биринчи бор рус олимлари томонидан ишлаб чиқарилган эди. Полиакрилонитрил асосида тола унинг сополимеридан олинибгина қолмай, балки уни пайванд сополимерларидан ёки ПАН билан бошқа полимерлар аралашмасидан тайёрланган эритмаларидан ҳам олиниши мумкин. Полиакрилонитрилга полиакрил кислота, полиметил ёки полибутилакрилатни пайвандлаб ё бўлмаса бошқа полимерларга (целлюлоза, карбоксиметилцеллюлоза) полиакрилонитрилни пайвандлаб сополимер олиш мумкин. Юқорида номи қайд қилинган полимерларни полиакрилонитрил асосида олинган тайёр толага ҳам пайвандлаш мумкин. Бундай сополимерлардан ёки полимер аралашмаларидан олинган толани гигроскоплиги (нам ютиши) 10—12 марта, шқаланишга чидамлиги ва кўп маротаба деформацияланишга бўлган турғунлиги ортади.

3.9. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ СОПОЛИМЕРИ АСОСИДА ИП ОЛИШ

Полиакрилонитрил сополимери (акрилонитрил ва метилакрилатдан) асосида ип (ПАН—ип) олиш учун тола ҳосил қилувчи полимер эритмаси узлуксиз равишда қуйидаги жараёнлар билан узлуксиз олинади: сополимерни майдалаш, компонентларни дозалаш, эритувчи ДМФ да сополимер суспензиясини тайёрлаш, эритиш, ҳавосизлантириш ва филтрлаш. Сополимер эритувчида тез букиши туфайли улар аралаштирилганда полимер заррачалари бир-бирлари билан бирикиб катта ҳажмдаги ҳар хил шакллари ҳосил қилади ва унинг сирти бўккан полимер билан қопланади. Бундай бўккан шакллар ичига эритувчи диффузиялана олмагани сабабли полимердан бир текис эритма ҳосил бўлмайди. Шунинг учун ПАН ни эритишдан олдин паст ҳароратда (масалан, 0°C да) унинг ДМФ даги эритмаси тайёрланади. Яхшилаб аралаштирилган суспензия (полимер заррачалари эритувчида бир текис тарқалгандан сунг) керакли ҳароратгача қиздирилганда полимер эритувчида бир текис эриб сифатли эритма ҳосил қилади. Шундан сунг эритма филтрланади ва узлуксиз ишловчи қурилмада ҳавосизлантирилади. ПАН сополимерини узлуксиз эритиш қурилмасининг чизмаси 3.8-расмда келтирилган. Бункер 1 дан полимер дозатор 2 ёрдамида ва ўлчагич 3 дан дозатор 4 ёрдамида суспензияловчи 5



3.8-расм. ПВХ ни узлуксиз эритиш қурилмасининг схемаси:
 1—бункер; 2 ва 4—дозаловчи; 3—ўлчагич; 5—суспензияловчи;
 6—эритувчи; 7, 9 ва 12—насослар; 8—бак; 10 ва 13—филтрлар;
 11—ҳаттосизлантирувчи.

га узлуксиз бериб турилади. Суспензияловчи 5 жуда тез аралаштирувчи қурилма билан жиҳозланган. Ҳосил қилинган суспензия шнек туридаги ёки иссиқ алмаштиргич қўринишидаги эритиш аппаратида берилади. Полимернинг тўлиқ эритмага ўтиши учун эритиш аппаратидаги суспензия керакли ҳароратгача қиздирилади. Аппарат 6 дан чиқаётган эритма совутилади ва оралиқ бак 8 га йиғилади. Бу ерда яхшилаб аралаштирилган эритма филтрлашга ва сўнг ҳавосизлантиришга юборилади. Узлуксиз ҳавосизлантиргичдан чиқаётган эритма филтр 13 орқали насос 12 ёрдамида тола олиш машинасига юборилади. Ип олиш учун полимернинг 13—14 фоизли эритмаси тайёрланади.

Полиакрилонитрилдан ип олиш қўйидаги жараёнлардан тузилган:

1. фильерадан чиқаётган полимер эритмасини ДМФ нинг сувли эритмасида чуқтириш;
2. ипни буг муҳиtida пластификациялаб чузиш;
3. ипни икки босқичда ювиш;
4. ипни барабанли қуритгичда қуритиш;
5. ёғлар эритмаси билан ипга ишлов бериш;
6. ипни паковкаларга қабул қилиш.

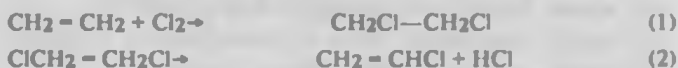
Чуқтириш ваннаси сифатида ДМФ нинг 45 фоизли сувли эритмаси ишлатилади. Эритувчидан тўлиқ ювилмаган тола пластификациялаб чузиш учун мўлжалланган трубага узатилади. Келаётган ипни чузишга таъсир этувчи (пластификацияловчи) асосий омилларга мисол қилиб ипда қолган эритувчи миқдорини, ҳарорат ва чузиш тезлигини кўрсатиш мумкин. Ювишнинг биринчи босқичида ип ДМФ нинг сувли эритмасида, иккинчи босқичда эса тоза сув билан ювилади. Қуритиш барабанида ип киришади ва қуриган ип тез электрланувчан (зарядланадиган) бўлиб қолади. Бунинг олдини олиш учун ип ёғланади. Одатда ёғлаш учун сирт-актив моддалар ("Теп-рем") ишлатилади. Ип олиш комбайн ПН-500-Н-4 да олинган паковкалар қайта ўралади, керакли қалинликдаги ип олиш учун, ҳар бир фильерада ҳосил қилинган иплар бир-бири билан қўшилади, ҳар бир метрига 100 бурам берилади ва истеъмолчига юбориш учун қутиларга жойлаштирилади. Тола олиш тезлиги минутига 30 метр бўлиб, олинган ип 8,5 марта чузилади. ПАН-ип олишда диаметри 0,08 мм ва тешикчалар сони 500 та бўлган фильералар ишлатилади.

4. ПОЛИВИНИЛХЛОРИД ТОЛАЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Поливинилхлорид толалари (термовиль, ровиль), хлорланган поливинилхлорид толалари (хлорин, ПЦ), винилиденхлорид сополимери асосида олинадиган толалар (совиден, саран) ва бошқалар поливинилхлорид толаларига мисол бўлади. Бу толалар энг арзон мономерлар асосида синтезланган полимер ва сополимерлардан олинади. Бундай полимер ва сополимерлар винилхлорид асосида олиниб, ўз навбатида винилхлориднинг ўзи эса ацетилен ва этилендан олинади. Ацетиленга водород хлорид таъсир этдириб винилхлорид олинади:



Этиленга хлор таъсир эттириб дихлорэтан (1) ва унинг дигидрохлорланиши билан (водород хлоридни ажратиб олиш билан) винилхлорид (2) олинади:



Винилхлориднинг эмульсион (бир суюқлик иккинчи суюқлик орасида тарқалиб лойқа дисперс система ҳосил қилиши) полимерланишида поливинилхлорид ҳосил бўлади:



Бу полимер фақатгина унча қулай бўлмаган айрим эритувчилардагина эрийди. Полимернинг парчаланиш ҳарорати суюлиш ҳароратидан паст бўлгани сабабли унинг суюлтмасидан тола олиб бўлмайди. Қуруқ усул билан тола ҳосил қилишда ацетат толаларни олиш учун ишлатиладиган машиналарга ўхшаш машиналарда тола олиниб, бунда полимер ацетон ва углерод сульфид аралашмасида эритилади. Хўл усул билан тола олишда эса поливинилхлорид циклогексанон, диметилформамид, тетрагидрофуранлардан бирида эритилиб, концентранган эритма олинади. Олинган тола 200 дан 800 фоизгача чўзилади, сўнг термофиксацияланади. Поливинилхлорид (ПВХ) дан ип ва штапел толалар олиниб, улардан техникага керакли бўлган буюмлар ҳамда кийим-кечаклар ишлаб чиқарилади. Кейинги вақтларда стереотартибли поливинилхлорид олиниб, у асосида иссиққа чидамли

поливинилхлорид тола (ИПВХТ) ишлаб чиқарилмоқда. Бу полимернинг шишаланishi ҳарорати $95-105^{\circ}\text{C}$ бўлиб, у ҳам оддий поливинилхлорид каби циклогексанонда ёки ДМФ да эритилади ва ундан ҳул усул билан тола олинади. Чўктириш ванналари сифатида ПВХ ни эритиш учун олинган эритувчининг сувли эритмалари ишлатилади. Бундай усул билан олинган толанинг пишиқлиги оддий ПВХ дан олинган толанинг пишиқлигига нисбатан $1,5-2,0$ марта ортиқ бўлиб, $110-130^{\circ}\text{C}$ да ҳам киришмайди.

Поливинилхлорид толалари иссиқликни ўзидан кам ўтказувчанлиги, диэлектрик хоссаси, ёруғлик таъсирига, турли моддалар таъсирига (кислота, ишқор, туз эритмалари ва ҳ.к. лар), ишқаланишга чидамли бўлгани учун улардан техникада қўлланиладиган буюмлар ҳамда кийим-кечаклар ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Бу полимердан Францияда ровиль, фибровиль ва термовиль; Японияда тевиرون ва Италияда эса леавин; Россияда ИПВХТ деб номланган толалар ишлаб чиқарилади.

Поливинилхлоридни эритувчиларда осон эритиш мақсадида уни қўшимча хлорлаб перхлорвинил ва винилхлорид билан винилиденхлоридни, винилхлорид билан винилацетатни ё бўлмаса винилхлорид билан акрилонитрилни биргаликда полимерлаш натижасида унинг сополимерлари олинади.

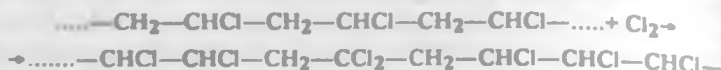
4.1. хлорин толанинг олиниши

Тола ишлаб чиқаришда кўпроқ перхлорвинил, яъни хлорланган поливинилхлорид ишлатилади ва олинган тола хлорин деб номланади. ПВХ ни хлорлашда, ундаги водород ўрнини хлор эгаллаб, ҳосил қилинган перхлорвинилнинг $64-65$ фоизини хлор ташкил этади (ПВХ даги хлорнинг миқдори $56,5$ фоизга тенг).

Одатда ПВХ ни икки усул билан хлорлаб перхлорвинил олинади: 1) ПВХ ни тетрахлорэтанда эритиб, $7-8$ фоизли эритма тайёрланади. Сўнгра эритма $90-120^{\circ}\text{C}$ да хлорга тўйинтирилади. Ҳосил бўлган перхлорвинил (-10)—(-20) $^{\circ}\text{C}$ да метанолда чўктирилади ва метанол билан ювилади, сўнгра қурилади.

2) ПВХ хлорбензол эритмаси билан хлорланади. Олинган смола иссиқ сувда чўктирилади, ундан хлорбензол 92°C да сув буғи билан ҳайдалади. Биринчи усул собиқ ГДР да, иккинчиси эса собиқ иттифоқда қўлланган. Бу усулларнинг ҳар бирини ўзига хос камчилик ва афзал-

ликлари бор. Ҳар икки усулда ҳам ПВХ ни хлорлаб перхлорвинилга айлантириш реакцияси қуйидагича ифодаланади:



Перхлорвинил поливинилхлориддан эрувчанлиги билан фарқланади. У мураккаб эфирлар, кетонлар ва хлорланган углеводородларда яхши эрийди. Шундан фойдаланиб, унинг ацетонли эритмасидан ип ёки тола олинади.

Перхлорвинил смоласи (аморф қаттиқ ёки ярим қаттиқ, тиниқ органик моддалар) кислота ва ишқорлар таъсирига яхши бардош беради, ёнмайди ва микроблар таъсирида чиримайди. Унинг бу хоссаларидан фойдаланиб, техникада ундан турли фильтрловчи материаллар ва бошқа буюмлар ясалади. Хлорин толасидан тайёрланган буюмлар кийилганда ишқаланиб, электр зарядларини қосил қилади. Шунинг учун ундан ревматизмни даволаш қобилиятига эга бўлган ички кийимлар тайёрланади. Лекин перхлорвинил анча паст ҳароратда юмшайди ва қуёш нурида ҳамда иссиқлик таъсирида тез парчаланади. Тола қосил қилувчи перхлорвинил қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

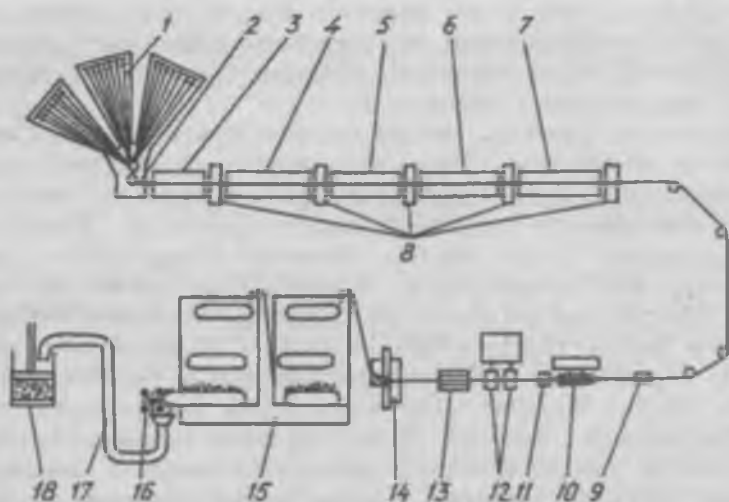
Таркибидаги хлор миқдори, %	63—65
таркибидаги темир миқдори, %	0,001
полимерни циклогексанондаги 0,2 фоизли эритмасини солиштирма қовушоқлиги	0,2
полимерланиш даражаси	900—1000

Концентрланган эритма тайёрлаш. Эритма тайёрлаш учун таркибида сув бўлмаган ацетон ҳамда яхшилаб аралаштирилган ва қуритилган перхлорвинил ишлатилади. Таркибида 0,3 фоиздан кўп сув бўлган полимер бутунлай эримайди. Шунинг учун тола олишдаги асосий жараёнлардан бири полимер ва ацетонни сувсизлантиришдан иборатдир. Тола олишда, таркибида темир тузлари бўлмаган полимерни ацетондаги 27,5—28,5 фоизли эритмаси ишлатилади. Шунинг учун барча аппаратлар (эритма тегадиган қисми) бронзадан ясалади ёки бўлмаса пулат ва чуғундан ясашиб эритма тегадиган юзаси бакелит билан қопланади. Эритмани қорғич (мешалка) билан жиҳозланган аппаратда 12—16 соат давомида 35—50°C ҳароратда эритилади. Тайёр бўлган эритма икки марта

фильтрланади, бир нечта партияси 40—48 соат давомида яхшилаб аралаштирилади ва ҳавосизлантириш учун бакларда 26—36 соат сақланади. Шундан сўнг эритма тола олиш машиналарига юборилади.

Хлориндан комплекс иплар олишда чўктириш ваннаси сифатида ацетоннинг сувли эритмасидан фойдаланилади. Ҳарорати 20°C гача совутилган эритма дозалаш насоси ва свечали фильтр орқали фильерага берилади. Фильера тешикларидан ўтган эритма найчага берилаётган сув таъсирида коагуляцияланади (чўкмага ўта бошлайди) ва ҳосил бўлган тола юқорига сув ёрдамида чиқади ва шиша най сув билан тўлади. Ипнинг сувдан ўтиш йўли 2 м бўлиб, берилаётган сув миқдори олинаётган тола қалинлигига боғлиқ бўлади, яъни ишлатилган сувдаги ацетон концентрацияси 3,5—4,5 фоиз бўлиши керак. Найга берилаётган сувда чўктириб олинаётган ипнинг олиниш тезлиги дискнинг айланиш тезлиги билан улчанади ва бу тезлик минутига 25—27 метрни ташкил этади. Олинган ип дискалар орасида 100—150 фоизга чўзилиб, махсус қурилма ёрдамида ёғланади. Қабул қилиш механизмига ип минутига 55—57 метр тезлик билан қабул қилинади. Ҳар бир бобинага қабул қилинган ипнинг массаси 450—480 г га тенг бўлади. Бобинадаги иплар 34—36 соат вақт ичида $45\text{--}60^{\circ}\text{C}$ да туннелли қуритгичларда қуриштилади ва бу қуриштишда ип 7 фоизга киришади. Қуриштилган ип ҳалқали пишитиш машиналарида пиштилади, сўнгра қайта ўралади. Пишитиш ва қайта ўраш жараёнларида иплар ёғланиб турилади. Тола олиш машинасидан чиққан ацетонли сув (чўктириш ваннасидан) регенерацияланади ва қайтадан полимери эритиш учун ишлатилади. Ацетат толалари олинадиган машиналарга ўхшаш машиналарда қуруқ усулда ҳам хлорин тола олиш мумкин. Қуруқ ва хўл усулларда олинган ипларнинг пишиқлиги 13—15 сН/текс бўлиб, узилишдаги чўзилувчанлиги 15—25 фоизни ташкил этади. Уни глицерин ёки кальций хлорид эритмасида 110°C гача қиздириб чўзилса, унинг пишиқлиги 27 сН/текс гача ортиб, чўзилувчанлиги 12—14 фоиз гача камайд.

Хлорин толани ҳам хўл ва ҳам қуруқ усуллар билан олиш мумкин. Тола олишда чўктириш ваннасидан чиқаётган сувдаги ацетоннинг концентрацияси 8—10 фоизгача кўпаяди. Ваннадан чиқаётган жгут эса концентрацияси 1—2 фоиз бўлган ацетонли сув билан ювилади (жгутдаги ацетонни кетказиш учун). Фильерадан чиқаётган эритмадан полимери бир хил тезликда чўктириш учун



4.1-расм. Хлорин толага сўнги ишловларни бериш қурилмасининг схемаси: 1— тола олиш машинасининг секциялари; 2— умумий жгут; 3, 4, 5, 6— ювиш ванналари; 7— ёглаш ваннаси; 8— триовальслар (учвальслар); 9— тарангликни таъминловчи қурилма; 10— гофрировкалаш машинаси; 11— қабул қилиш қутиси; 12— таъминловчи валиклар; 13— тугунушлагич; 14— қирқиш машинаси; 15— қуритгич; 16— титиш механизми; 17— пневмотранспортёр; 18— пресс (тойлаш учун).

чўктириш ваннасининг ҳарорати $13\text{--}15^\circ\text{C}$ гача камайтирилади. Тола олишда тешикчаларининг сони 2000—3000 та бўлган фильералар ишлатилади. Келажакда бу тешикчалар сонини 10000—15000 гача кўпайтириш кўзда тутилган.

Хлорин тола олиш тезлиги минутига 15—20 метрга тенг. Хлорин тола ҳосил қилиш машинасининг технологик чизмаси ва тола олишда бажариладиган кейинги жараёнларнинг чизмаси 4.1-расмда келтирилган.

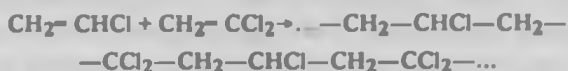
Хлорин толани ҳўл усул билан олиш машинасининг конструкцияси бошқа толалар олиш учун шу усул қўлланиладиган машиналардан бутунлай фарқланади. Машинада радиал (шуласимон) жойлашган 6 та секция бўлиб, ҳар бир секциядан 30000—32000 толадан ташкил топган жгут олинади ва бу жгутлар бирлашиб 200000 толадан иборат умумий жгутни ҳосил қилади. Секциялар 1 дан чиққан умумий жгут 2 (4.1-расм) биринчи ювиш машинаси 3 га ва у ердан биринчи уч валес 8 га ўтади. Ювиш ванналари 3—6 ларда тола ацетондан ювилади.

Ванна 7 да жгут ёғ эмульсияси билан ишланади ва вальсalar ёрдамида алюминий цилиндрлар орқали қамда тарангликни таъминловчи 9 орқали гофрировкалаш машинаси 10 га берилади. Шундан сунг жгут штапелларга кесилади, қуритилади, титилади ва тойланади.

Ювиш ванналарига сув жгут йуналишига қарама-қарши йуналишда берилиб, биринчи ювиш ваннасидан чиққан сув (таркибида 0,3 фоиз ацетон бор сув) чуқтириш ваннаси сифатида ишлатилади. Охирги — тўртинчи ваннада жгутдаги ацетон қолдиқларини йуқотиш учун у ҳарорати 50°C бўлган сув билан ювилади. Қуритгичнинг биринчи қисмида ҳарорат 35—40°C бўлиб, кейинги қисмларида 60—70°C бўлади. Олинган толанинг пишиқлиги 13—15 сН/текс ва чузилувчанлиги 30—40 фоиз бўлиб, қушимча чузиш билан унинг пишиқлигини 25—30 сН/текс гача ошириш мумкин.

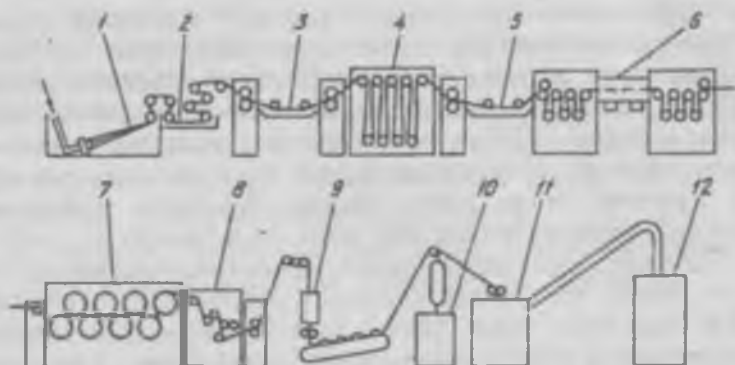
4.2. СОПОЛИМЕРДАН ТОЛА ОЛИШ

Таркибида 15 фоиз винилацетат ва 85 фоиз винилхлорид бўлган сополимер ацетонда эриш қобилиятига эга бўлиб, ундан АҚШ ва Францияда виньон деб номланувчи тола ишлаб чиқарилмоқда. Аммо бу толанинг иссиқликка чидамлиги талабга жавоб бермайди. Чунки у 75—80°C да юмшайди. Винилхлорид ва винилиденхлорид асосида олинган сополимердан Россияда совиден, АҚШ да саран деб номланувчи толалар олинади. Сополимерда винилиденхлорид миқдори 20 фоиз бўлиб, уни кимёвий формуласи қуйидаги кўринишга эга:



Бу сополимернинг органик эритувчиларда эримаслиги, 120—140°C да юмшаши ва ундан юқори ҳароратда парчаланиши унинг салбий томонларини ташкил қилади.

Шнек ёрдамида юмшатишган сополимерни тешикчаларнинг диаметри 0,5—0,7 мм бўлган фильерадан утказиш билан тола олинади. Сувли ваннада тола 1—10°C гача совутилади. Қалинлиги 9—30 текс бўлган моноип мана шу усул билан олинади. Унинг пишиқлиги чузилганга қадар 8—9 сН/текс бўлиб, чузилгандан (400%) сунг бу қиймат 16—20 сН/текс гача ортиб, чузилувчанлиги 20—30 фоизгача камаяди.



4.2-расм. ТПВХ толани олиш ва пардозлаш жараёнларининг технологик схемаси:

- 1 — тола олиш; 2 — пластификациялаб чузиш; 3 ва 4 — ювиш;
 5 — толага юмшоқлик бериш; 6 — сув бугида чузиш; 7 — қуритиш;
 8 — антистатик билан ишлов бериш; 9 — гофрировкалаш;
 10 — жгутни тойлаш; 11 — жгутни кесиш; 12 — кесилган толани тойлаш.

лади. Тола олиш машинасида чиқаётган тола таркибида эритувчи миқдори кўп бўлгани учун у хона ҳароратида 4—6 марта чузилади. Тола олиш ва чузиш машинаси, агрегат ўқи бўйича жойлашган бўлиб, 5—6 секциядан таркиб топган, уларнинг ҳар бирида 3—4 тадан фильера жойлаштирилган. Тола олиш ва чузиш машинасида ювишга берилаётган лентасимон жгутнинг эни 60—100 мм бўлиб, ҳар бир метрнинг оғирлиги (қуруқ тола ҳисобида) 120—250 га тенг. Сифатли тола олиш учун уларга юқори ҳароратда ишлов беришдан олдин, жгут ДМФ дан яхшилаб ювилади. Агар толада ДМФ нинг изи қолган бўлса ҳам унинг юқори ҳарорат ва нур таъсирига бўлган турғунлиги кескин камаяди. Ювишга келаётган янги олинган толаларда 30—50 фоиз ДМФ бўлиб, у асосан толалар орасидаги суюқликлар таркибида бўлади. Жгут ювилгандан сўнг унинг таркибида 1—3 фоиз ДМФ қолади. Қолган ДМФ ни тўлиқ йўқотиш учун тола узоқ вақт ювилади. Бунинг учун ювиш аппаратлари (ванна-лари) агрегат узайиб кетмаслиги учун икки қават қилиб ўрнатилади. Аппаратларнинг ҳар бири бир нечта секциялардан тузилган бўлиб, улар орасида ювилган жгут сиқилади (расмда секциялар кўрсатилмаган). Толани ювиш учун бериладиган тоза сув охириги секцияга берилиб, ундан чиққан сув олдинги секцияларга оқиб тушади ёки насос ердамида берилади. Шу йўналиш бўйича сув

пластификациялаб чузиш ваннасигача боради. Эритувчига тўйинган сувнинг бир қисми чуқтириш ваннасини суюлтиришга, қолган қисми эса чуқтириш ваннасининг ортиқчаси билан аралаштирилиб регенерацияга жўнатилади. Тоза ювилган толага сирт-актив моддалар эритмаси билан ишлов берилади. Юқори ҳароратда чузиш тўйинган буг таъсирида (100—105°C) бажарилади. Чузилган тола барабанли қуритгичларда иссиқ ҳаво ёрдамида қуриштилади. Бунда иссиқ ҳаво жгут орқали барабан ичига ўтади (барабан юзасидаги тешикчалардан сурилади). Қуритгичнинг охириги қисмида тола термофиксацияланади ва антистатик билан ишлов берилган қуруқ тола гофрировкаланади, кесилади ва тойланади.

Эритувчи сифатида циклогексанон ишлатилганда ТПВХ тола олишнинг технологик усули бир оз ўзгаради, чунки бундай эритувчи қўлланилганда чуқтириш ваннасида полимер эритувчиси (циклогексанон), сув ва органик эритувчилар (бир ва кўп атомли спиртлар, ацетон, органик кислота) аралашмаси бўлади. Бир қатор адабиётларда ПВХ дан толани қуруқ усул билан олиш йўллари баён этилган.

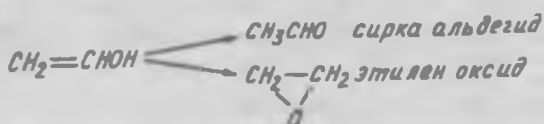
5. БОШҚА ТУРДАГИ СИНТЕТИК ТОЛАЛАР ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТЛАР

5.1. ПОЛИВИНИЛ СПИРТ АСОСИДА ВИНОЛ ТОЛАНИНГ ОЛИНИШИ

Поливинил спирт винил спиртнинг полимери бўлса ҳам у винил спиртдан эмас, балки винилацетатдан синтез қилинади. Чунки винил спирт оддий шароитда жуда беқарор бўлиб, тезда сирка альдегидга айланади. Масалан, ацетиленга сув бириктирилса, қуйидагича реакция кетади ва винил спирт ҳосил бўлади:

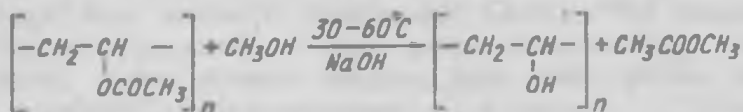


Ҳосил бўлган винил спирт тезда изомерланиб, сирка альдегид ёки этилен оксидга айланади:

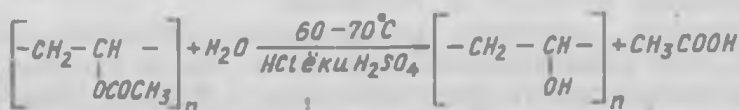


Шу сабабли поливинил спиртни синтез қилишда аввал винилацетатни полимерлаб, сўнгра олинган поливинилацетат ишқорий муҳитда ёки кислоталар таъсирида гидролизланади:

1. Ишқорий муҳитда



2. Кислота таъсирида



Тола олиш учун полимерланиш даражаси 1200—1700 булган полимер ишлатилади. Полимернинг 14—16 фоизли сувли эритмаси (80—90°C) тайёрланиб, 2—3 марта филтрланади ва ҳавосизлантирилади (90°C да). Таркибида 400—420 фоиз сульфат натрий булган ваннага фильера тешикчалари орқали тайёр булган эритма ўтказилади ва у ердан ҳосил булган тола минутига 20—25 метр тезликда чўзиш механизмига берилади. Чўзиш ваннасида ҳам сульфат натрийнинг эритмаси бўлиб (300—400 г/л), чўзиш 70—80°C да олиб борилади. Бу ерда тола 2—3 марта чўзилиб, сўнгра қуритилади. Қуритилган тола юқори ҳароратда яна 2—5 марта чўзилади. Шундан сўнг чўзилган толага 5—10 минут 210—225°C иссиқликда ишлов берилади, ёғланади ва қуритилади. Қайноқ сувда эримайдиган тола олиш учун олинган толага 20—40 минут давомида таркибида 15—20 фоиз сульфат кислота, 20 фоиз сульфат натрий ва 4 фоиз формальдегид булган ваннада 40—45°C да ишлов берилади. Шундан сўнг тола яхшилаб ювилади, ёғланади ва қуритилади. Қуритилган тола штапелларга кесилади ва тойланади.

Қуйида олинган толанинг хусусияти келтирилган:

Солиштирама оғирлиги, кг/м ³	1260—1300
Қалинлиги, текс	0,33—0,10
Пишиқлиги, сН/текс	26—40
Ҳўлланганда пишиқлигини йўқотиши, %	15—20
Узилишдаги чўзилиши, %	20—26

Техник буюмлар ишлаб чиқариш учун пишиқлиги 60—70 сН/текс ва чузилувчанлиги 9—16 фоиз бўлган комплекс иплар ҳам ишлаб чиқарилади. Винол толанинг пишиқлиги, кислота ва ишқорлар таъсирига чидамлилиги, турли бактерия ва микроблар таъсирида парчаланмаслиги уни саноатнинг кўп тармоқларида кенг кулабда ишлатиш имконини яратди. Бу толалар жунга қараганда 10—20 марта узоқроқ хизмат қилади, пахта толасидан пишиқ ва ультрабинафша нурлар, турли суюқликлар таъсирида бузилмайди. Винол толалари силлиқ ва майинлиги туфайли хирургияда кетгут толалар ўрнига ишлатилмоқда. Тиббиётда ундан катта аҳамиятга эга бўлган буюмлар, яъни лента, найчалар ва бошқа хилдаги буюмлар тайёрланади. Тўқимачилик ва трикотаж саноатида ички ва ташқи кийим-кечаклар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

5.2. ПОЛИОЛЕФИН ТОЛАЛАРНИНГ ОЛИНИШИ

Полиолефин толаларининг энг оддий вакиллари полиэтилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ ва полипропилен $(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$

бўлиб, улар асосан нефтдан ва уни қайта ишлаш вақтида ажралиб чиқадиган газларни синтезлаш билан олинадиган полимерлардан ҳосил қилинади. Оддий усуллар билан синтезланган полиэтилен ва полипропилендан олинган ипларнинг иссиққа чидамсизлиги, пишиқлиги талабга жавоб бермаслиги сабабли, бу полимерлардан тола олиш кенг ривожланмади. Этилен ва пропилен асосида полимерларни нормал босим остида синтезлаш сўнгги йиллардагина мумкин бўлди. Синтезланган полиэтилен ва полипропиленни макромолекулалари чизиқсимон тузилганлиги сабабли уларнинг пишиқлиги, солиштирма оғирлиги, суюқланиш ҳарорати, кристаллик даражаси юқори бўлиб, улардан юқори сифатли толалар олиш мумкин.

Полипропилен тола. Полипропилендан ип, моноип ва толалар ишлаб чиқарилади. Бунинг учун дона-дона қилиб майдаланган (грануляцияланган) полипропилен экструдерда суюлтирилади. Суюлтирилган полимер эса дозалаш насоси ёрдамида маълум миқдорда фильера комплектига берилади. Бу ерда металдан ясалган тур орқали филтрланган суюқ ҳолатдаги полимер фильера тешиклари орқали ўтиб тола ҳосил қилади. Фильерадан чиқаётган толалар, баландлиги 6 метргача бўлган шахталарда со-
вўтилгандан сўнг, паковкаларга қабул қилинади. Олинган

тола пишиқлигини ошириш учун уни пишитиш — чузиш машиналарида 6—7 марта чузилади. Ипнинг пишиқлигини янада ошириш ҳамда унга кам киришиш хусусиятини бериш мақсадида толалар автоклавларда буг билан ишланиб термофиксацияланади.

Қуритилган иплар конуссимон шпулаларга қайта ўралиб корхоналарга юборилади. Штапел тола олишда эса бир нечта фильерадан йиғилган жгут иссиқ сувда чузилади, термофиксацияланади, гофрировка қилиниб штапелларга кесилади ва тойланади. Полипропилен толаси сувдан енгил, солиштирама оғирлиги бошқа толаларникига нисбатан кичик бўлиб, унинг пишиқлиги 60—80 сН/текс га тенг. Бу тола туз, кислота ва ишқор эритмалари таъсирига чидамлилиги туфайли ундан арқонлар, балиқ ушлаш учун турлар, гиламлар, одеяллар ва техника учун мўлжалланган газламалар ишланади. Бу толалар энг арзон толалардан ҳисобланади.

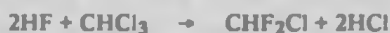
Полиэтилен тола. Полиэтиленнинг ажойиб хусусиятларидан бири унинг яхши диэлектриклиги, яъни юқори частотали электр токини ўтказмаслигидир. Шу сабабли бундай толалар электротехниканинг барча тармоқларида муҳим аҳамиятга эга. Полиэтилен сув ўтказмаслик хусусияти жиҳатдан гуттаперчадан қолишмайди. Шунинг учун ундан сув ўтказмайдиган, яъни сув остида ишлатиладиган махсус кабеллар ясашда фойдаланилади. Полиэтилендан хилма-хил диаметрли трубалар ҳам ишлаб чиқарилади. Булардан ташқари ундан ғовак пластмассалар ҳам олинмоқда. Полиэтилендан ясалган бундай ғовак буюмлар пўлатдан 700 марта, сувдан 100 ва пўакдан 30 марта енгил. Полипропилен тола ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган технологик усулни полиэтилен тола ишлаб чиқариш учун ҳам қўллаш мумкин. Бунда суюлтирилган полиэтиленнинг қовушоқлигини камайтириш мақсадида ундан толани юқори ҳароратда олиб, олинган толани 10—15 марта чузиш билан унинг пишиқлиги оширилади. Полиэтилен тола кимёвий турғунлиги бўйича таркибида кремний, фтор бўлган полимерлардан ташқари, барча полимерлардан устун туради. Полиэтилен толасидан арқон, филтрматериаллар, балиқ ушлаш учун турлар ва ҳоказо буюмлар ишлаб чиқарилади.

5.3. ТАРКИБИДА ФТОР БЎЛГАН ПОЛИМЕРЛАРДАН ТОЛА ОЛИШ

Таркибида фтор бўлган полимерлардан политетрафторэтилен ва у асосида синтезланган сополимерлар тола ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлиб, бу полимер ва

сополимерлардан, тегишлича, полифен (тефлон) ва фторлон деб номланган толалар олинади. Политетрафторэтилен суялтирилганда парчаланайди ва у маълум бўлган эритувчиларда эримайди. Таркибида фтор бўлган сополимер эса ацетонда тола олиш учун яроқли бўлган қуюқ эритма ҳосил қилади. Россияда З. А. Роговин ва З. А. Зазулиналар томонидан биринчи марта бу сополимердан тола олинди. Полифен ва фторлон сувда бўкмайди ва ҳўлланмайди, улар жуда яхши диэлектрик бўлиб, юқори ҳароратга ва турли кимёвий бирикмалар таъсирига (ишқор, кислота, оксидловчилар ва ҳатто фторид водород таъсирига) чидамлидир. Полифенга нисбатан фторлоннинг пишиқлиги юқори бўлишига қарамай биринчисининг ҳароратга турғунлиги иккинчисиникига нисбатан анча юқоридир. Бу толалардан тўқилган материаллар техникада агрессив бирикмаларни, иссиқ газларни филтрлаш учун ишлатилади. Хом ашё қимматлиги ва унинг етарли миқдорда бўлмаганлиги сабабли, бу толалардан тайёрланган буюмлар жуда ҳам зарур бўлгандагина, яъни бошқа материалларни ишлатиш мумкин бўлмаган ҳоллардагина ишлатилади.

Полифен толасининг олиниши. Саноатда тетрафторэтиленни синтезлаш билан политетрафторэтилен олиб, ўз навбатида тетрафторэтилен фторид водородга хлороформ таъсир этдириб олинади:



Ҳосил бўлган дифторхлорметандан 700°C да хлорид водород ажралиб тетрафторэтилен ҳосил бўлади:



Тетрафторэтиленни $70-80^\circ\text{C}$ да пероксид иштирокида полимерланишидан политетрафторэтилен олинади. Полимерланиш юқори босим ($4-10$ МПа) да олиб борилади:



Бу полимердан тола юқорида баён қилинган усуллардан бутунлай фарқланувчи янги усулда олинади. Полимерланишда политетрафторэтиленнинг сувдаги $58-62$ фоизли дисперсияси олиниб, унинг қуюқлигини ошириш учун сувда ёки ишқорда эрувчи полимер (поливинил спирт, карбоксиметилцеллюлоза) қўшилади. Ҳосил бўлган

эритма 30—40 фоизли политетрафторэтилен бўлиб, ундан оддий усул билан тола олинади. Бундай эритмадан таркибида политетрафторэтиленнинг майда заррачалари бир текисда тарқалган поливинил спирт, вискоза ёки карбоксиметилцеллюлоза толаси олинади. Бундай толанинг пишиқлиги, таркибида кўп миқдорда тулдирувчи, яъни политетрафторэтилен бўлгани сабабли, жуда кичик ($0,8 \text{ сН/текс}$) бўлади. Шунинг учун олинган тола жуда қисқа вақт ичида $380\text{—}390^\circ\text{C}$ гача қиздирилади. Натижада тола асоси (қўшилган полимерлар) парчаланиб газ ҳолатида тола таркибидан чиқиб кетади, политетрафторэтилен заррачалари эса бир-бири билан қушилиб узлуксиз тола ҳосил қилади. Толага қисқа вақт ичида юқори ҳароратнинг таъсир қилиши сабабли, политетрафторэтилен парчаланишга улгурмайди. Ҳосил қилинган полифен толанинг пишиқлигини юқори ҳароратда (300°C да) 300—500 фоизга чўзиш билан оширилади. Олинган толанинг солиштирма оғирлиги 2200 кг/м^3 ва пишиқлиги $10\text{—}15 \text{ сН/текс}$ ни ташкил этади.

Фторлон толанинг олиниши. Ацетонда эриш қобилиятига эга бўлган фторлондан (таркибида фтор бўлган α —олефинлар ҳосилалари бўлмиш полимердан) тола олиш учун эритма тайёрланиб, ундан хлорин ипни олиш учун қўлланиладиган машиналарга ўхшаш машиналарда тола олинади. Чўктириш ваннаси сифатида ацетоннинг 4 фоизли эритмаси ишлатилади. Фильерадан чиққан тола пишиқлигини ошириш учун уни уй ҳароратида $150\text{—}200$ фоизга чўзиш лозим бўлади. Шундан сўнг тола қуритилиб, у қиздирилган ($140\text{—}142^\circ\text{C}$) глицерин ваннада яна бир бор чўзилади. Ҳаммаси бўлиб тола $1500\text{—}1600$ фоизга чўзилади. Чўзилган толалар глицериндан ювилади ва термофиксацияланади. Олинган толанинг солиштирма оғирлиги 2130 кг/м^3 бўлиб, пишиқлиги $100\text{—}120 \text{ кгк/мм}^2$ га тенг бўлади. Одатда бу толадан материал олишда пишиқлиги унча юқори бўлмаган фторлон ишлатилади. Масалан, тўқимачилик корхоналарида пишиқлиги 50 кгк/мм^2 ($0,5 \text{ ГН/м}^2$) ва чўзилувчанлиги 40 фоиз бўлган фторлон тола ишлатилиб, бундай кўрсаткичли толани олиш учун уни 300—400 фоизга чўзиш кифоя қилади.

5.4. МАХСУС АҲАМИЯТГА ЭГА БЎЛГАН ТОЛАЛАР

Фан-техника ривожланиши билан бир қаторда кимёвий толаларнинг сифатига ҳам янгидан-янги талаблар қўйилмоқда. Чўнончи, ракета ва самолётсозликда юқори ҳаро-

ратга чидамли, яъни 300 дан 3000°C гача қиздирганда уз хусусиятини сақлай оладиган, пишиқлиги 250 кгк/мм^2 ва бошланғич модули $300\text{—}400 \text{ ГН/м}^2$ бўлган толалар талаб қилинмоқда. Бундай толаларнинг янгидан-янги хиллари ҳамдустлик ва хорижий давлатларда ишлаб чиқарилмоқда. Аримид, фенилон, винивлон, сульфон—Т, намакс толалари шулар жумласидандир. Шундай хусусиятга эга бўлган толаларни таркибида гетероцикл ёки ароматик звенолари бўлган полимерлардан (полипиромеллитимид тола) олинади. Шунингдек ҳарорати $1000\text{—}3000^{\circ}\text{C}$ гача бўлган шароитда ишлайдиган толаларни олиш технологияси маълум бўлиб, буларга маълум даражада карбонизацияланган ($400\text{—}500^{\circ}\text{C}$ да), карбон ($900\text{—}1500^{\circ}\text{C}$) ва карбонграфитли (3000°C) полимерлар асосида олинган толалар мисол бўла олади.

Бундан ташқари яримўтказгич кавак толалар, тиббиёт учун зарур бўлган толалар, кимёвий бирикмаларни ютувчи ва ионларни алмаштирувчи толалар, ёнмайдиган, электр токини ўтказувчи ва бошқа хусусиятларга эга бўлган толалар ишлаб чиқаришнинг технологик усуллари маълум.

ҚУШИМЧА АДАБИЁТЛАР

1. *Роговин З. А.* Основы химии и технологии химических волокон. М., Химия, 1974, т.2, 344 с.
2. *Палков С. П.* Физико-химические основы производства искусственных и синтетических волокон. М., Химия, 1972, 307 с.
3. *Пакшвер А. Б.* Физико-химические основы технологии химических волокон. М., Химия, 1972, 432 с.
4. *Перепёлкин К. Е.* Физико-химические основы процессов формирования химических волокон. М., Химия, 1978, 320 с.
5. *Петухов Б. В.* Полиэфирные волокна. М., Химия, 1976, 271 с.
6. *Кудрявцев Г. И., Носов М. П., Волохина А. В.* Полиамидные волокна. М., Химия, 1976, 260 с.
7. *Фишман К. Е. Хрузин Н. А.* Производство волокна капрон. М., Химия, 1976, 304 с.
8. *Рязов А. Н. и др.* Технология производства химических волокон. М., Химия, 1980, 448 с.
9. Волокна с особыми свойствами /Под ред. Л. А. Вольфа / М., Химия, 1980, 239 с.
10. Термо — жаростойкие и негорючие волокна /Под ред. А. А. Конкина / М., Химия, 1978, 421 с.
11. Карбоцепные синтетические волокна /Под ред. К. Е. Перепёлкина / М., Химия, 1973, 597 с.
12. *Затулина З. А., Дружинина Т. В., Конкин А. А.* Основы технологии химических волокон. М., Химия, 1985, 304 с.
13. *Пакшвер А. Б., Геллер Б. Э.* Химия и технология производства волокна нитрон. М., Госхимиздат, 1960, 147 с.
14. *Браверман П. Ф., Чачиани А. Б.* Оборудование и механизация производства химических волокон. М., Машиностроение, 1975, 375 с.
15. *Коротеев Л. И., Озерский О. Н., Яскин А. П.* Технологическое оборудование заводов химических нитей и волокон. М., Лептпромбытиздат, 1987, 400 с.

Кириш	3
Синтетик толалар ҳақида умумий маълумот	4
1. Капрон толасининг олиниши	8
1.1. Капролактамини синтезлаш	8
1.2. Поликапролактама (капрон)ни синтезлаш	14
1.3. Поликапролактамини олиш усуллари	17
1.3.1. Капролактамини суюлтириш	18
1.3.2. Узлуксиз ишловчи аппаратларда капролактамини полимерлаш	20
1.3.3. Полимердан крошка олиш	24
1.3.4. Қуйимолекуляр бирикмаларни экстракциялаш	25
1.3.5. Крошкани қуритиш	26
1.4. Полигексаметиленадипамидни синтезлаш	27
1.5. Полиэнантоамидни синтезлаш	31
1.5.1. Полиамид-энантни синтезлаш	32
1.6. Полиамид толаларни ҳосил қилиш	33
1.6.1. Крошкани суюлтириб тола олиш	33
1.6.2. Полимеризациялашдан чиқатган суюқ полиамиддан тола олиш	40
1.6.3. Ипларга кейинги ишловлар бериш жараёнлари	42
1.6.4. Полиамиддан тола ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари	49
1.6.5. Полиамиддан моноип ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари	50
1.7. Тола олишда қосил бўлган чиқиндиларни ишлатиш	51
2. Полиэфир тола ишлаб чиқариш	53
2.1. Мономерларни синтезлаш	53
2.2. Полиэтилентерефталатнинг олиниши	57
2.2.1. Полиэтилентерефталатни даврий (ўзлукли) ишловчи аппаратларда олиш жараёнлари	62
2.2.2. Полиэтилентерефталатни ўзлуксиз жараёнларда олиш	68
2.3. Полиэфирдан тола ва иплар олиш	71
2.3.1. Штапель толаларни ишлаб чиқариш	75
2.3.2. Техник ва корд ипларни олиш	79
2.3.3. Чиқиндиларни қайта ишлаш	85
2.4. Сополиэфир толалари ва тола қосил қилувчи полиэфирлар- нинг бошқа турлари	86
2.5. Полиэфир толаларнинг хусусиятлари ва ишлатилиши	88
3. Полиакрилонитрил асосида толалар ишлаб чиқариш	90
3.1. Акрилонитрилнинг олиниши	91
3.2. Сополимер олишда қўлланиладиган мономерлар	94
3.3. Полиакрилонитрил ва унинг асосида олинган сополимерларнинг эритувчилари	95
3.4. Акрилонитрилнинг полимер ва сополимерларини синтезлаш усуллари	99
3.4.1. Мономерни суспензияда полимерлаш	99
3.4.2. Эритмада полимерлаш	103
3.5. Полиакрилонитрилнинг айрим хоссалари	104
3.6. Полиакрилонитрил толасининг олиниши	104
3.6.1. Полиакрилонитридан тола олиш усуллари	106
3.6.2. Полиакрилонитрил штапель толанинг олиниши	108

3.7. Эритувчиларни регенерациялаш	110
3.8. Модификацияланган полиакрилонитрил асосида тола олиш ...	112
3.9. Полиакрилонитрил сополимери асосида ип олиш	115
4. Поливинилхлорид толаларини ишлаб чиқариш	118
4.1. Хлория толанинг олиниши	119
4.2. Сополимердан тола олиш	123
4.3. Поливинилхлориддан тола олиш	124
5. Бонча турдаги синтетик толалар ҳақида қисқача маълумотлар .	125
5.1. Поливинил спирт асосида винол толанинг олиниши	125
5.2. Полиолефин толаларининг олиниши	129
5.3. Таркибида фтор бўлган полимерлардан тола олиш	130
5.4. Махсус аҳамиятта эга бўлган толалар	132
Қўшимча адабиётлар	134

Хамроев Абдусамат Лайсаевич

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

На узбекском языке

Издательство "Ўзбекистон" — 700129, Ташкент, Навои, 30.

Балий муҳаррир *Ж. Гулова*
Техник муҳаррир *А. Горшкова, М. Хужамқулова*
Мусаҳҳиҳ *С. Тоҳирова*

Босишга рухсат этилди 18.08.2000. Қўғоз формати 84×108¹/₃₂.
Таймс гарнитурда офсет босма усулида босилди. Шартли бос. л. 7,14
Нашр. л. 7,47. Тиражи 1000. Буюртма № 161
Баҳоси шартнома асосида.

"Ўзбекистон" нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий, 30.
Нашр № 191—94.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитасининг Тошкент
китоб-журнал фабрикасида босилди. 700194, Тошкент,
Юнусобод даҳаси, Муродов кўчаси, 1-уй.