

**СӘТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТІ**



**Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ  
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ**

**ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ИНСТИТУТЫ**

**ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОХИМИЯЛЫҚ ИНЖЕНЕРИЯ  
КАФЕДРАСЫ**

**ӨТЕГЕНОВ ЕРБОЛАТ БАҚЫТБЕКҰЛЫ**

**«ЭТИЛЕН ЖӘНЕ ПРОПИЛЕН НЕГІЗІНДЕ СОПОЛИМЕР ӨНДІРЕТІН  
ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ЖОБАСЫ»**

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

**5В072100– «ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ  
ТЕХНОЛОГИЯСЫ» мамандығы**

**АЛМАТЫ 2020**

**Қ.И.САТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ  
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ**

**СӘТБАЕВ**  
УНИВЕРСИТЕТІ



**ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ**

**ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОХИМИЯЛЫҚ  
ИНЖЕНЕРИЯ КАФЕДРАСЫ**

«Қорғауға жіберілді»

ХЖБИ кафедра меңгерушісі

Д.х.н., проф.

\_\_\_\_\_ Елімбаева Г.Ж.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

Дипломдық жоба

Тақырыбы: «Этилен және пропилен негізінде сополимер өндіретін қондырғының жобасы»

5B072100 – «Органикалық заттардың химиялық инженериясы»  
мамандығы

Орындаған түлек

Өтегенов Е.Б

Ғылыми жетекші

Доктор PhD, ассис.проф Наурызова С.З

Алматы 2020

## **РЕФЕРАТ**

Дипломдық жобада этилен мен пропиленнің полимерленуі арқылы жылына 11000 т сополимер алу қарастырылған .

Осы тақырып бойынша өткізілген әдеби шолу негізінде жобада этилен мен пропиленнің сополимерін алудың барынша оңтайлы технологиялық схемасы әзірленді және негізделді, қажетті технологиялық есептеулер орындалды, кейіннен негізгі аппаратты таңдадық.

Қауіпсіздік техникасы мен қоршаған ортаны қорғауға қатысты мәселелер және экономикалық есептер қаралды. Процесс өнімділігін арттыру мақсатында автоматтандырудың функционалдық схемасы қарастырылды. Түсіндірме жазба 35 бетте жазылған, графикалық бөлім 3 сызбадан тұрады.

## **РЕФЕРАТ**

В дипломном проекте предусмотрено получение 11000 т/год сополимера этилена и пропилена.

В проекте на основе проведенного литературного обзора по данной тематике разработана и обоснована наиболее оптимальная технологическая схема получения сополимера этилена и пропилена, выполнены необходимые технологические расчеты с последующим выбором основного аппарата.

Рассмотрены вопросы, касающиеся техники безопасности и охраны окружающей среды экономические расчеты. В целях повышения производительности процесса подобрана функциональная схема автоматизации. Пояснительная записка изложена на 35 листах, графическая часть состоит из 3 чертежей.

## **ABSTRACT**

The diploma project provides for the production of 11,000 tons per year of copolymers by polymerization of ethylene and propylene.

In the project, based on the literature review on this topic, the most optimal technological scheme for obtaining the ethylene and propylene copolymer was developed and justified, the necessary technological calculations were performed with the subsequent selection of the main device.

Issues related to safety and environmental protection economic calculations are considered. In order to increase the productivity of the process, a functional automation scheme has been selected. The explanatory note is presented on 35 sheets, the graphic part consists of 3 drawings.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Әдеби шолу	7
1.1 Сополимерлеу	7
1.2 Блокта полимерлеу	8
1.3 Өндірілетін өнімнің сипаттамасы	8
1.4 Полимерлеу тәсілдері	10
1.5 Полипропилен түйіршектерінің қасиеттері	11
2 Технологиялық бөлім	14
2.1 Технологиялық сызба-нұсқа	14
2.2 Автоматтандыру	15
2.3 Материалдық баланс	16
2.4 Негізгі аппаратты таңдау	19
2.5 Материалды таңдау	20
2.6 Аппараттың өлшемдерін есептеу	20
2.7 Жылу есебі	21
2.8 Аппаратуралық есептер	23
2.9 Экономикалық есептеу	27
3 Қауіпсіздік ережелері және еңбек қорғау	28
3.1 Қазақстандағы қоршаған ортаны қорғау	28
3.2 Қоршаған ортаға тигізетін деңгейлер	29
3.3 Қоршаған ортаны қорғау	29
Қорытынды	31
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	32

## КІРІСПЕ

Қазіргі кезде химиялық өндірісте олефиндерден (этилен, пропилен) полимерлерлер алу бағыты тұрмыста өте кең таралған және жақсы дамыған. Қарапайым этилен мен пропиленнен алынатын полимерлердің түрлері өте көп. Бірақ өндірілетін өнімдердің яғни полиэтилен және полипропилен өнімдерінің басым көпшілігі шет елдерден импорт ретінде келеді. Алайда елімізде шикізат көзі жеткілікті мөлшерде өндіріледі. Оны шешу үшін еліміздегі мұнай өңдейтін зауыттардан шығатын олефиндерден, тікелей полимерлер алу үшін қондырғылар орнатылуы керек.

Бүгінгі таңда әлемдің полипропиленнен сополимер өндірісінің 90%-ы, К.Циглер және Дж.Натта комплексті металлоорганикалық катализаторлардың қатынасымен шығарылады. Қазіргі уақытта сополимерді бір-бірінен ерекшеленетін әртүрлі титан – магний каталитикалық жүйелермен, ең алдымен, олардың құрамына кіретін электродонор қосылыстары-ішкі және сыртқы донорларды біріктіріп пайдалану арқылы өндіріледі.

Өндірілетін этилен мен пропиленнің қолдану аясы бір-біріне ұқсас болып келеді. Ал сополимер өндіру арқылы біз олардың керекті, яғни оңтайлы жақтарын алып керекті өнім жасай аламыз. Жұмыстағы қарастырылатын пропиленмен этиленнен қоспасы арқылы алынған блок сополимердің артықшылықтары жақсы пайдаланымыз.

Полипропилен газ және су құбыры қысымды құбырларды, профильдерді, табақтарды, пленкаларды, жиһаздарды, техникалық бұйымдар, мәдени - тұрмыстық мақсаттағы тауарларды өндіру үшін, полипропилен талшықтарын өндіру үшін қолданылады. Полипропиленнің жекелеген маркалары тамақ өнімдерімен байланысқа және медициналық-биологиялық мақсаттағы бұйымдарды өндіруге жол берілген. Ал блок сополимердің соққыға төзімді, каучукқа ұқсас, полипропиленге қарғанда блок-сополимерлер төмен температураларда жоғары екіпінді беріктігімен және жоғары икемділігімен ерекшеленеді. Сондықтан қарапайым полимерлерден гөрі соңғы кездері сополимерлерді өндіру тиімді және нақты керекті мақсаттағы өнімді алуға мүмкіндік береді.

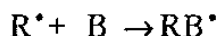
Қазақстандағы мұнай өңдеу зауыттарында тек қана гомополимер ғана емес сополимерлерді де өндіруге барлық мүмкіндік бар және бұл отандық мұнай-химиялық өнімдер ассортиментінің одан әрі кеңейтуге жол ашады.

# 1 Әдеби шолу

## 1.1 Сополимерлеу

Сополимерлеу екі немесе одан көп мономер қоспасынан жоғары молекулалық өнімдерді алу болып табылады, олар сомономерлер деп аталады, ал өнімнің өзі — сополимер деп аталады. Сополимерлердің макромолекулалары бастапқы реакциялық қоспада болатын барлық мономерлердің жай буындарынан тұрады. Әр сомономер құрамына кіретін сополимерге өзінің қасиеттерін береді, бұл ретте сополимердің қасиеттері жеке гомополимерлер қасиеттерінің жай жиынтығы болып табылмайды. Осылайша, поливинилацетат тізбектеріндегі стиролдың аз мөлшері соңғысының әйнектеу температурасын арттырады, салқында еру қасиетін жояды және оның бетіндегі қаттылықты арттырады[1].

Сополимерлеудің заңдылықтары гомополимерлеудің заңдылықтарына қарағанда біршама күрделі. Егер гомополимерлеу кезінде өсіп келе жатқан радикалдың бір түрі және бір мономер болса, онда екі мономер қатысатын бинарлық сополимерлену кезінде аз дегенде өсіп келе жатқан радикалдардың төрт түрі болады. Шынында да, мысалы екі мономер А және В бастамашының ыдырауы кезінде пайда болған бос радикалдар R' өзара әрекеттесетін, бастапқы радикалдар пайда болады, олардың біреуі А, екіншісі В [2]:



Қазіргі заманда сополимерленудің туралы теориялық түсініктер жеткілікті терең дамыған және үш және одан да көп мономерлерді полимерлеу жағдайына таралады, бірақ соңғылары қарапайым өндірісте қиын іске асырылады. Егер M1 және M2 сополимерлеуге қатысатын мономерлерді белгіленсе, онда сополимерлеудің бірінші сатысы үшін буындардың келесі төрт түрі ретінде ұсынуға болады [3]:



Сополимерлерде алынған мономердің әрқайсысынан жеке алынған полимерлердің қасиеттері үйлеседі. Сондықтан – сополимерлеу-берілген қасиеттері бар полимерлерді синтездеуге арналған тиімді тәсілі

Сополимеризация негізгі өнеркәсіптік (ірі тоннажды) мономерлердің шектеулі санының арқасының негізінде белгілі бір қасиеттері бар полимерлердің мақсатты синтезі және полимерлік материалдардың өнімдерін кеңейту үшін көп мүмкіндіктерінің арқасында өте маңызды тәжірибелік мәнге ие. Әртүрлі табиғаттағы мономерлердің үйлесімдерін өзгерте отырып, көптеген қасиетке ие болуға болады. Олар полимерлік материалдардың жылу және термотөзімділігі, икемділігі, беріктігі, мөлдірлігі, вулканизация қабілеті, еріткіштердің әсерлеріне төзімділігі, ион алмасу қасиеттері және т. б. сияқты ерекшелігін реттеуге болады.



Сополимерлеу мономерлердің реакциялық қабілетін сандық бағалаудың қауіпсіз әдісі ретінде ғылыми қызығушылық тудырады[4].

Полимерлеуді практикада бірнеше әдіспен жүргізеді: массада (блокта), ерітіндіде, эмульсияда (Латексті), суспензияда. Осы процестердің әрқайсысы өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Полимерлеу әдісін таңдау полимерге қойылатын сұраулармен, оны одан әрі қарай өңдеу және қолдану шарттарымен, одан бөлек экономикалық және экологиялық пайымдаулармен анықталады[1].

## **1.2 Блокта полимерлеу**

Массадағы (блоктағы) полимерлейтін-реакторларда немесе арнайы жағдайда жүргізіледі. Егер пайда болатын полимер бастапқы мономерде ерімесе, онда ол ұнтақ немесе кеуекті бөлшек түрінде алынады. Полимер мономерде еритін болса, өлшенген өнімнің тұтас массасы (блогы) пайда болады.

Блок-сополимерлер әртүрлі әдістермен синтезделеді, бірақ олардың бәрі полимерленетін екінші мономердің қатысында бір мономердің макромолекулаларының шетінде реакциялық қабілетті орталықтардың немесе функционалдық топтардың пайда болуына салынған. Оларды алу тәсілдерінің бірі – анионды полимерлеуде "тірі" полимерлердің синтезі. Мысалы, термоэластопласттар-изопрен не стиролмен бутадиен блок-сополимерлері алынады. Стиролды полимерлеп болғаннан соң, тізбектің аяғында макроанион пайда болады, ол полистиролдың осындай блогымен сополимерленетін бутадиен қосылады, ал тізбектің соңында макроанион қалады. Стиролдың жаңа порциясын қосу кезінде бір макромолекуланың шегінде үшінші блок пайда болады. Алынған блок-сополимерлер (пайымдалған жағдайда СБС: стирол-бутадиен-стирол) бағалы сапаға ие: олар қарапайым температурада берік және серпімді және жоғары (80-100°C) кезде термопластикалық. Олардың арасынан медициналық өнеркәсіпке, аяқ киім (аяқ киімнің асты жағы) және басқа да заттарды дайындайды, онда жоғары жылу төзімділік қажет емес, бірақ бөлме температурасында беріктігі мен жоғары серпімдігі қажет[5].

Блок-сополимерлерді алудың тағы бір тәсілі гомополимер тізбегінің сәулелеп немесе механикалық әсерлердің көмегімен тізбектің үзілген жерлеріне бос радикалдардың пайда болуымен үзілуі болып келеді. Содан соң басқа мономерді енгізу бірінші мономерлердің макромолекулаларының қалдықтарының химиялық байланысты екінші мономердің макромолекулаларының үлкен блоктарының пайда болғаннан кейін осы радикалдарда оның полимерленуіне әкеледі[5].

## **1.3 Өндірілетін өнімнің сипаттамасы**

Полимерлеу блогының дайын өнімі-полипропилен ұнтағы. Полипропилен металлоорганикалық (Al-Ti-Mg) Циглер-Натта катализаторының көмегімен пропилен полимеризациясымен алынады. Титан магнитті катализаторы

пропилен полимеризациясының каталитикалық жүйесіндегі басты компоненті. Полипропилен ұнтағының молекулалық массасы маркаға байланысты 30000-1000000 арасында болады.

Негізгі стериялық түрі изотатактикалық полипропилен болып табылады. Изотактикалық полипропилен (гомополимер) - бұл 96% - дан аз емес, изотактиканың салмақтық бөлімі бар пропилен полимеризациясының заты.

Изотактикалық полипропилен кристалдылықтың үлкен мәніне ие, жоғары беріктікке, қаттылыққа және үлкен температураға ие.

Полипропиленнің химиялық төзімділігі жоғары. Оған елеулі күшті тек тотықтырғыштар (азот қышқылы) әсер етуі мүмкін. Бөлме температурасында органикалық еріткіштерде (ацетон, бензол, толуол, бензин) аз ғана ісінеді, 100°C жоғары температурада толуолда, бензолда еріп бастайды[6].

Полипропиленде басты тізбекте әрбір екінші көміртекті атомы үшінші ретті болғандықтан, ондағы бүкіл көміртек - сутек байланысы ойдағыдай берік болып келеді. Бұл оның төмен термиялық тұрақтылығын, әсіресе жылу мен оттегі бір мезгілде әрекет ету қабілетін көрсетеді. Полипропиленнің тотығуы молекулалық массаның төмендеуімен және механикалық көрсеткіштердің төмендеуімен қатар жүреді. Полипропиленнің термо тототықтырғыш сынуын айтарлықтай төмендету үшін, оған ұнтақты түйіршіктеу барысында тұрақтандырғыштар енгізіледі.

Полипропиленнің (гомополимердің) әрқалай қасиеттерін жақсырық қылу үшін пропилен және этилен (серпімділік, аязға төзімділік, соққыға төзімділік және т.б.) сополимерлердің көмегімен толықтырылады. Пропиленнің этиленмен статистикалық сополимері және пропиленнің этиленмен блоксополимерлері өндіріске енгізілген[2,6].

Пропиленнің этиленмен статистикалық сополимерін алу үшін, реакциялық жүйеге 1-ден 5% этилен қосумен ғана алынады, оны әртүрлі жерден түр ретінде полипропилен тізбегіне енгізу жүреді. Этилен полимерлердің орташа кристалдылығын төмендетеді және полипропиленнің балқыту температурасының төмендеуіне әкеледі.

Полипропилен түрлері:

- P - P - P - P - P - P - P - P - P - P - гомополимер

- P - E - P - P - P - E - E - P - E - P - статистикалық сополимер

-P - P - P - P - + - E - P - P - E - E - P - P - блок-сополимер

мұнда, P: C = C - C-пропилен E: C = C - этилен полипропилен[1,7]

Құрылымдық формулалары:

а) (- CH<sub>2</sub> - CH - )<sub>n</sub> - пропилен гомополимері



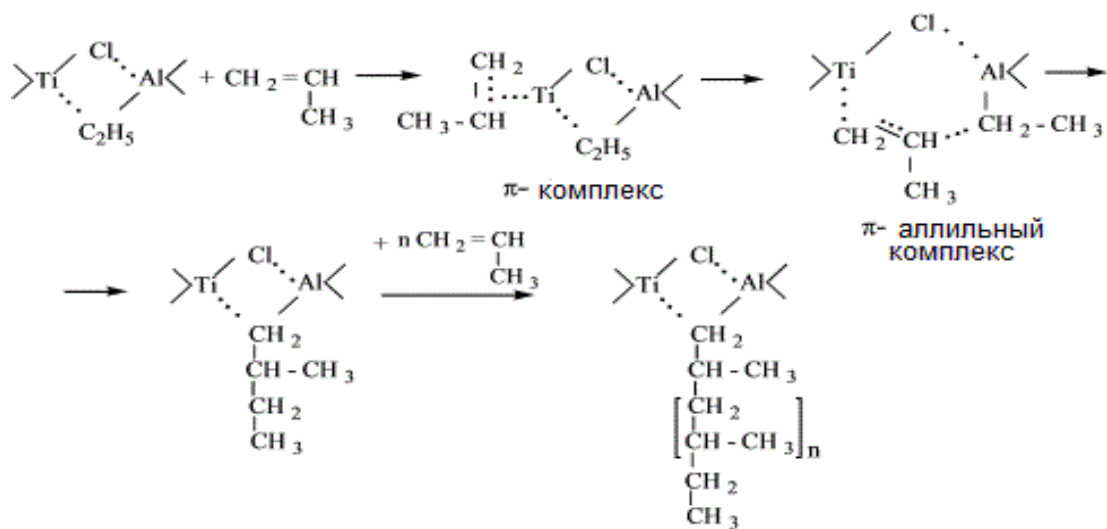
б) (- CH<sub>2</sub> - CH - )<sub>n</sub> - (- CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - )<sub>m</sub> - этиленмен бірге пропилен сополимері



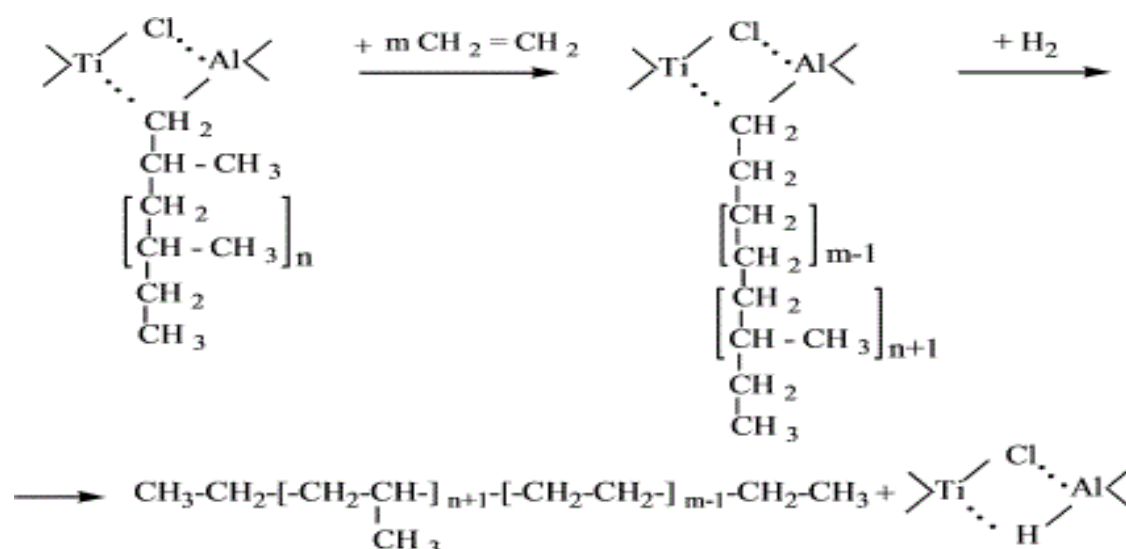
Полипропилен ұнтағы түйіршіктеу бөлімінде түйіршіктелген және тұрақтандырылған полипропилен (гомополимер және сополимер) алу үшін шикізат[1].

### 1.4 Полимерлеу тәсілдері

Соққыға төзімді полипропилен - гомогенді термопласт, этилен-пропилен эластомерлердің көмегімен модификацияланған түрі. Соққыға төзімді полипропиленнің (СТПП) екі түрі бар: а) СТПП - гомополипропилен мен этилен-пропилен каучуктың не басқа эластомердің қоспасы, б) СТПП - блок – пропиленмен этиленнің сополимері. Өнеркәсіпте СТПП алудың негізгі әдісі Циглер-Натта катализаторларының көмегімен мономерлерді [8] ионды-координациялық полимерлеу болып келеді. Ерітіндіде полимерлеу жүргізу әдісі. Еріткіш көмірсутектер (гептан, бензин, нефрас) болып табылады. Инертті еріткіш газ тәрізді мономерлерді (пропилен, этилен) ерітеді, ал түзілетін полимерлер тұнбаға түсіп кетеді. Технологиялық процесс полипропиленнің стандартты өндірісінен әлдеқалай өзгешілігі бар, бұл соңғы сатыда (пропиленнің конверсия дәрежесіне 90% жеткенде) реакциялық массаға екінші мономерді (әдетте этилен) қосады. Бұл ретте бірінші сатыда 70-80 °С температурада белсенді жүйелерінде молекулалық масса (сутегі) реттегішінің қатысуымен стерео полимердің пайда болуымен пропилен гомополимерлену үрдісі өтеді:



Блок-сополимерлердің құрылымы процестің екінші сатысында енгізілетін мономер қоспасының орнату анықталады. Егер бірінші саты[8] біткеннен кейін барлық пропиленді реактордан алып тастаса, бұл жерде жақсы еритіндігінің салдарынан өте қиын және екінші мономер етіп таза этиленді енгізеді, онда таза этилен эластомер блогын өзіне қосып алады. Екінші сатыда мономерлер қоспасын енгізгенде иілгіштік блок этилен-пропиленді статистикалық сополимер болып табылады. Екінші сатыда мономерлердің арақатынасы



тұрақты құрамның статистикалық сополимерін алу үшін және шынының ең аз температурасымен реттеледі. Бұл шартқа блок-сополимер жауап бере алады, оның эластомерлі блогының құрамында 69% мол бар. этилен буындары, бұл шынылаудың температурасы минимумын қамтамасыз етеді алады (-61 °С). Мономерлік қоспаның құрылысын жүйелеу қажеттілігі пропиленмен айырмашылығы мономер этиленнің сополимерлеу реакциясынмен неғұрлым реакциялық қабілеттілігі және көмірсутекті ортада көп емес еруіне байланысты[8].

Блок-сополимерде көлденең тігістер болмайды. Сондықтан сополимерлеу процесінің екінші бөлігінде аяқталуының арқасында соққыға төзімді түрдегі композиция пайда болады, оның матрицасы полипропилен болады, аморфты эластомер - этиленпропилен блок-сополимерінің этилен мен пропилен гомополимерлері қоспасы бар дискретті ұсақ сферикалық бөлшектер айналасында сферолит түрінде және суыту кезінде кристалданатын зат. Блок-сополимерлер, тігілген сополимерлер сияқты фазалар бөлімінің шекарасында эмульгаторлар қалпында әрекет ете отырып және екі фаза ортасындағы химиялық байланысты қамтамасыз ете алатындық орналасады[1].

### 1.5 Полипропилен түйіршектерінің қасиеттері

#### *Құрылымы мен қасиеттерінің өзара байланысы*

Полипропилен макромолекулалық химия және физика теория бағытындағы, содан бөлек полимерлік материалдарды өңдеу және қолдану саласындағы жұмыс жасайтын көптеген зерттеушілердің назарын аударатын қасиеттердің құнды үйлесіміне ие.

Полипропилен және одан жасалған бұйымдардың қасиеттеріне жалпы полимерлік тізбектің молекулалық және молекула үстіндегі құрылымы әлдеқалай шешуші әсер етеді.

Полипропилен өндірістегі өндіретін полимерлердің көпшілігіне қарағанда неғұрлым күрделі молекулалық құрылысымен пайымдалады, себебі

мономердің химиялық құрамынан, орташа молекулалық салмақтан және молекулалық салмақты бөлуден басқа, оның құрылымына басты тізбекке қатысты бүйір топтарының кеңістіктік орналасуы әсер етеді. Ғылыми тұрғыдан изотактикалық полипропилен аса маңызды және әліде алдағы уақытта болашағы бар. Қатысып отырған стереоизомерлердің түрі мен арақатынасына байланысты полипропилен қасиеттері үлкен диапозонда өзгереді[9].

#### *Молекулалық масса*

Полимердің әртүрлі қасиеттері кездойсоқ дәрежеде молекулалық салмағына байланысты. Осылайша, шағын деформациялармен немесе өзгерген аз жылдамдығымен, молекулалық салмақтың ауысуымен (және молекулалық салмағы төмен полимерлерде ғана) байланысты механикалық жүктеме кезде полимердің ағымдылық шегі, серпімділік жері немесе қаттылық сияқты қасиеттері кішкене өзгереді. Полимердің механикалық қасиеттері үлкен өзгерістермен, молекулалық салмақтың өзгеруімен байланысты әлдеқайда қатты өзгереді отырады. Мысалы, созылу кезіндегі беріктілік шегінің көрсеткіші, үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы, иілу және созылу кезіндегі молекулалық салмағының азайтуымен соққыға деген тұтқырлығы төмендейді.

Молекулалық салмақ өлшемдері полипропиленнің ерітінділері мен балқымаларының тұтқырлығына барынша әсер етеді, себебі еріткіштердің кесірінен не тізбектердің жылу қозғалысы нәтижесінде молекулааралық өздерімен әрекеттесудің қарқындылығы әлдеқалай айтарлықтай азаяды, бұл әрбір макромолекула үшін дербес кинетикалық бірлік болуы мүмкін[9].

#### *Механикалық қасиеттері*

Полипропиленнің тәжірибелік жарамдылығын бағалаған жерде оның механикалық қасиеттері бірінші дәрежелі үлкен мәнге ие болады. Әлбетте, төмен серпімділік модулі бар, яғни аз қатаңдығы бар полимер үлкен механикалық қатты әсер ететін жерлерге, техникалық бөлшектерді дайындау үшін ұсынуға болмайды, және қарама-қарсы, үлкен қатаңдығы бар полимер материал салыстырма келе жоғары амплитудасы бар тербелістерді жұтып алу қабілетке ие болуы тиіс жерде өте тиімді болады.

Полипропиленнің механикалық қабілеттері оның құрылымдық құрамымен анықталынатыны берлгілі. Таза түрдегі атактикалық фракция аморфты-сұйық полимерлердің қасиеттеріне ие, изотактикалық — жоғары кристалды полимерлердің қасиеттеріне ие, ал стереоблокполимердің механикалық қасиеттері өтімді орны болып келеді. Өнеркәсіптік полипропилен басынан изотактикалық құрылыстың макромолекуласынан тұрады, оның жоғары механикалық пайымдауына байланысты[9].

#### *Токсикологиялық қасиеттері*

Атактикалық және изотактикалық құрылымды таза полипропилен физиологиялық зиянсыз. Алайда, өнеркәсіптік полипропилен құрамында бірнеше қоспалар бар, олардың ағзаға әсері өте аз екені белгілі. Бұл заттардың физиологиялық зиянсыздығын, ең алдымен катализатордан қалған қалдық, сондай-ақ тұрақтандырғыштар мен түсті пигменттерін мұқият тексеру қажет[9].

Кесте 1 - Полипропилен ұнтағының қасиеттері [2]

Сыртқы түрі	- ақ түсті порошок
Балку тепературасы	
Гомополимер пропилен	- (160 -168) °С
Блоксополимердің пропиленнің этиленмен	- (160 -165) °С
Статсополимер пропиленмен этиленнің	- (130 -155) °С
Пропилен гомополимері үшін тығыздығы	- (900-910) кг/м <sup>3</sup>
Блоксополимердің пропиленмен этилен	- 900 кг/м <sup>3</sup>
Статсополимердің пропиленмен этилен	- (890-910) кг/м <sup>3</sup>
Меншікті көлемді электр кедергісі	- (10 <sup>16</sup> - 10 <sup>18</sup> ) Ом*см

Пропилен гомополимерінің және пропиленнің этиленмен сополимерінің ұнтағы осы технологиялық регламентке сәйкес шығарылады және 1-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес болуы тиіс

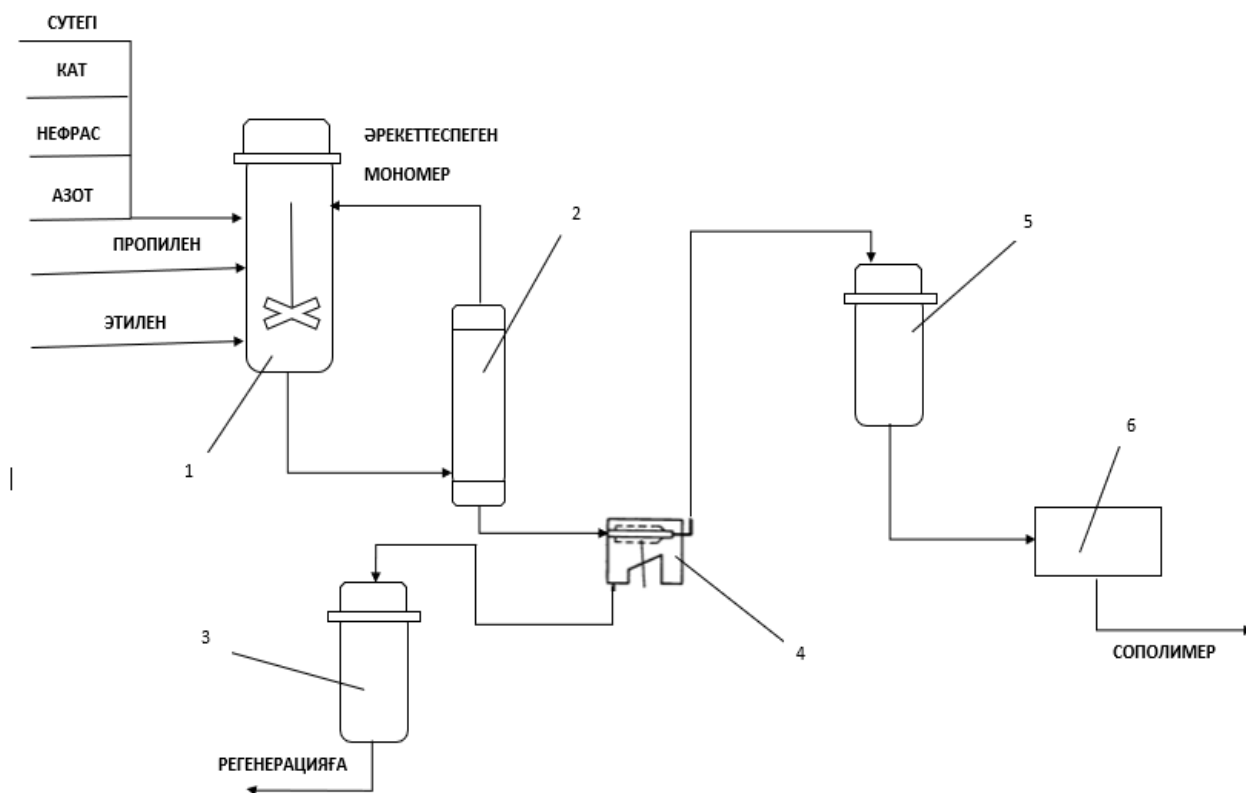
Кесте 2 - Пропилен ұнтағына және сополимерге қойылатын талаптар[2]

Көрсеткіштің атауы	Норма		
	Гомополимер	Блоксополимер	Статсополимер
Тұрақсыздық көрсеткіші Балқыма, г 10 мин. үшін	0,2 – 4,0	0,2 - 4,0	0,02- 4,0
Ұшқыштардың салмақтық үлесі, %, артық емес	0,2	0,2	0,2
Күлдің салмақтық үлесі,%, артық емес	0,015	0,015	0,015
Атактикалық фракцияның салмақтық үлесі, %, артық емес	3,0	-	-
Үйінді тығыздығы, г/ Дм <sup>3</sup> кем емес	450	450	440
Бөлшектердің мөлшері 62 мкм кем емес ұнтақтың салмақтық үлесі, %, артық емес	1	1	1

## 2 Технологиялық бөлім

### 2.1 Технологиялық сызба-нұсқа

Қарастырылатын өндірісте шикізаттар мен қолданылатын материалдардың сипаттамаларына қарап келесі сызба нұсқауға берілді.



1 – полимерлеуші реактор; 2- сепаратор; 3 – катализаторды тазалау аппараты; 4 – центрифуга; 5 – жуу аппарат; 6 – кептіргіш.

Сурет 1 – Этилен мен пропилен сополимерленуінің технологиялық схемасы

Полимерлеу Циглер – Натта диэтилалюминийхлорид катализаторының көмегімен және титантрихлоридінің қатысуымен жүргізіледі. Катализатор кешені ауа оттегінің және ылғалдың әсерінен тез бұзылады, сондықтан полимерлеуді азоттың атмосферасында сусыз еріткіштің ортасында жүргізеді. Өнеркәсіпте сополимерді  $Al(C_2H_5)_2/TiCl_3$  каталитикалық жүйесінің қатысуымен жартылай үздіксіз схемамен алынады. Диэтилалюминийхлоридін қолдану триэтилалюминийден гөрі жақсырақ, себебі ол жеңіл тазаланады, құны төмен және отқа қауіпті. Этилен және пропилен сополимер өндірісінің технологиялық процесі катализатор кешенін дайындау, этилен мен пропиленнің полимеризациясы, полимерді жуу, бөлу және кептіру сатыларынан тұрады.

Катализаторлық кешен диэтилалюминийхлорид және титан

трихлоридінің бензиндегі ерітінділерін араластыру жолымен дайындалады. Дайындалған катализаторлық комплекс 1 реакторға келеді.

Реактор араластырғышпен жабдықталған, өйткені араластыру мономердің катализатормен байланысына ықпал етеді және реакциялық массаның бу-су қабатымен жылу алмасу процесін қарқындатады ( $Q_{пп} = 1385$  кДж/кг,  $Q_{пэ} = 3450$  кДж/кг). Реакторға пропилен және этилен мономерлері бірге келеді (пропилен 89%: этилен 11% қатынасында).

Одан алынған сополимерді 4 центрифугаға жібереді. Оның алдында араласпай қалған этилен мен пропиленді сепаратор арқылы өткізіп реакторға қайта алып келеді.

Центрифугада катализаторлық комплексті айырып 3 катализаторды тазалауға арналған аппаратқа беріледі. Бұл жерде катализаторлық комплекс тазарылып, әрі қарай регенерацияға кетеді. Ал центрифугада катализатордан айырылған сополимерді 5 жуатын аппаратта шайылып, ең соңғы 6 кептіргішке келеді.

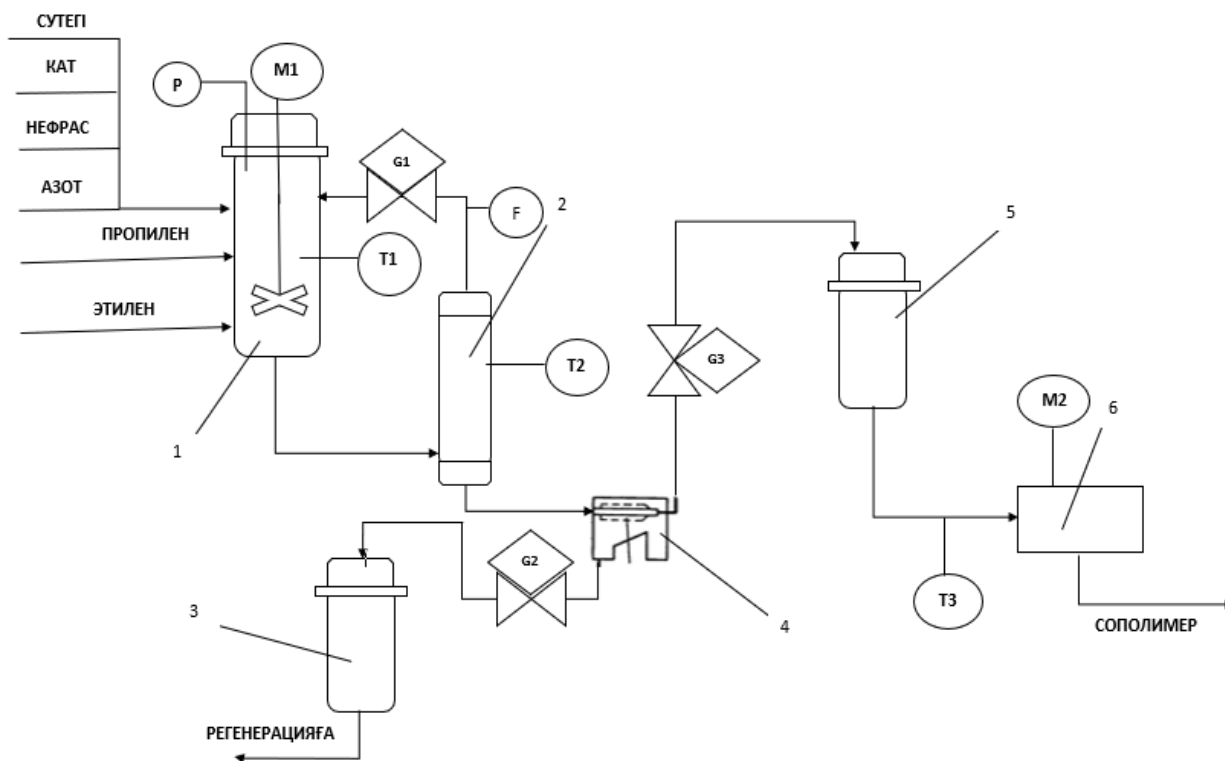
Толықтай кептірілген этилен және пропилен сополимерін грануляцияға және қаптамаларға жіберіледі.

## **2.2 Автоматтандыру бөлімі**

Өндірісті автоматтандыру – өндірістегі қондырғыларды, құралдарды және машиналарды автоматтандыру құралдарымен керекті жерлерді жүйелеп оңтайландыру.

Автоматтандырудың алғашқы және негізгі мақсаты болып, қиын үдерістерді жүйелеуге мүмкіндік береді немесе тиімділікпен пайдалық көрсеткіштерін арттыруға арналады. Жалы шығып жататын өнімнің мөлшерін арттыру, тағыда дәлдік пен сапасын көтеру, соның арқасында заттың өзіндік құнын түсіру. Біз жобаны автоматтандырудың көмегімен мақсатты өнімнің сапасын арттырып және қателер мен ақаулар болса тез қалпына келтіру арқылы байқай аламыз. Тағы да мысал автоматтандырудың оң жақтарына мысал келтірсек ең бірінші адам күшінің азайтуға мүмкіншілік береді, шикізат пен энергия көздерінің нақты мөлшерде ғана қолдануға (яғни үнемдеуге), қондырғылар мен цехтарды қалаған жерге орналастыруға (далаға), тазалау және жөндеу жұмыстарын минимумға әкелу сияқты жерлерден байқауға болады. Сол кезде адамның атқаратын қызметі басқару ғана болады.





P – қысымды реттеуіш; M1, M2 – ылғалдықтың реттеуіштері; T1, T2, T3 – температуралырының сенсорлары; G1, G2 – ағындағы массаны реттеуші; F – қайтарылатын мономердің саны.

Сурет 2 – Процестегі автоматтындырудың функционалдық схемасы:

Бұл автоматтындырудың функционалдық схемада келесі автоматты реттеу құралдары орнатылған:

- реакторда өтетін полимерлеу процесі кезінде температура  $T=70-80\text{ C}^0$  мен қысымды  $P=0,15-0,2\text{ МПа}$  және ылғалдықты реттеу құралдары;
- сепаратордағы температурны реттеу, және араласпаған мономерді қайтып реакторға жіберу;
- центрифугадан шыққан екі ағымның мөлшерлерін реттеуші қойылған;
- жуушы аппараттан шыққан сополимердің кептіруге дейінгі температурасын және кептіру аппараттың ылғалдығы реттелу керек.

### 2.3 Материалдық баланс

Цехтың жылдық өнімділігі жылына 11000 т.

Жылдық жұмыстың уақыт қоры  $365-24= 341$  күн

24 - күрделі жөндеу және алдын-алу шараларына арналған.

Шығындарды есепке алмай тәулігіне өнімділік:

$$P_k = \frac{11000 \text{ т}}{341 \text{ тәулік}} = 32,258 \frac{\text{т}}{\text{тәулік}} = 1344,086 \text{ кг/сағ.}$$

Кезеңдер бойынша блок-сополимердің шығындары тең:

- полимерлеу кезіндегі шығындар-0,7 %
- газсыздандыру кезіндегі шығындар-0,3 %
- центрифугалау және жуу кезіндегі шығындар-0,1 %
- кептіру кезіндегі шығын-0,2 %
- жинау кезіндегі шығын-0,2 %

Барлығы  $\alpha = 1,5\%$ . Содан кейін шығындарды ескере отырып, тәулігіне өнімділік:

$$P_{k\theta} = \frac{32,258}{1-0,5/100} = 32,75 \frac{\text{т}}{\text{тәулік}} = 1364,55 \text{ кг/сағ.}$$

Абсолютті құрғақ полимерге шығындарды есепке алмай тәулігіне өнімділік (дайын өнімнің ылғалдылығы-5 %):

$$P_k = \frac{32,258}{1+0,5/100} = 32,09 \frac{\text{т}}{\text{тәулік}} = 1337,39 \text{ кг/сағ.}$$

Абсолютті құрғақ полимер шығындарын ескере отырып, тәулігіне өнімділік:

$$P^{пк} = \frac{1364,55}{1+0,5/100} = 1357,76 \text{ кг/сағ.}$$

Жалпы шығындар құрайды:

$$П = P^{пк} - P_k = 1357,76 - 1337,39 = 20,37 \text{ кг/сағ.}$$

Салмақтық бірліктердегі сатылар бойынша полимердің шығындары:

Полимерлену кезінде:  $20,37 * 0,7/1,5 = 9,506$ .

Газсыздандыру:  $20,37 * 0,3/1,5 = 4,074$ .

Жуу және центрифугалау:  $20,37 * 0,1/1,5 = 1,358$ .

Кептіру:  $20,37 * 0,2/1,5 = 2,716$ .

Жинау:  $20,37 * 0,2/1,5 = 2,716$ .

Кесте 3 – Блок-сополимер алу сатысының материалдық балансы.  
Полимерлеу сатысы

Кіріс	кг/сағ	%	ШЫҒЫС	кг/сағ	%
Мономерлер	1323,924	51,6	Сополимер	1288,51	50,22
Пропилен	1178,44	45,93	Сополимер шығыны	9,506	0,36
Этилен	145,47	5,68	Әрекеттеспеген пропилен	23,5	0,91
Нефрас	480,93	19,68	Әрекеттеспеген этилен	2,9	0,11
Сутегі	63,044	2,58	Нефрас	480,93	19,68
Азот	630,44	25,8	Сутегі	63,044	2,58
TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,22	Азот	630,44	25,8
MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,11	TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,22
			MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,11
Барлығы	2506,333	100	Барлығы	2506,333	100

Кесте 4 – Блок-сополимер алу сатысының материалдық балансы.  
Газсыздандыру сатысы

Кіріс	кг/сағ	%	ШЫҒЫС	кг/сағ	%
Сополимер	1288,51	50,4	Әрекеттеспеген пропилен	23,5	0,92
Әрекеттеспеген пропилен	23,5	0,92	Әрекеттеспеген этилен	2,9	0,11
Әрекеттеспеген этилен	2,9	0,11	Нефрас (5%)	24,046	0,99
Нефрас	480,93	19,75	Сутегі	63,044	2,59
Сутегі	63,044	2,59	Азот	630,44	25,9
Азот	630,44	25,9	Сополимер шығыны	4,074	0,15
TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,22	Сополимер	1284,436	50,25
MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,11	Нефрас (95%)	456,884	18,78
			TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,22
			MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,11
Барлығы	2497,319	100	Барлығы	2497,319	100

Кесте 5 – Блок-сополимер алу сатысының материалдық балансы.  
Центрифугалау сатысы

Кіріс	кг/сағ	%	ШЫҒЫС	кг/сағ	%
Сополимер	1284,436	72,46	Сополимер	1283,078	72,39
			Нефрас (1,5%)	6,85	0,41

*Кесте 5 жалғасы*

Нефрас	456,884	27,06	Сополимер шығыны	1,358	0,07
TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,32	Нефрас (98,5%)	450,034	26,66
MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,16	TiCl <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> AlCl донор	5,33	0,32
			MgCl <sub>2</sub>	2,665	0,16
Барлығы	1749,315	100	Барлығы	1749,315	100

**Кесте 6 – Блок-сополимер алу сатысының материалдық балансы. Кептіру сатысы**

Кіріс	кг/сағ	%	Шығыс	кг/сағ	%
Сополимер	1283,078	99,46	Сополимер	1280,362	99,25
Нефрас	6,85	0,53	Сополимер шығыны	2,716	0,21
			Нефрас	6,85	0,53
Барлығы	1289,928	100	Барлығы	1289,928	100

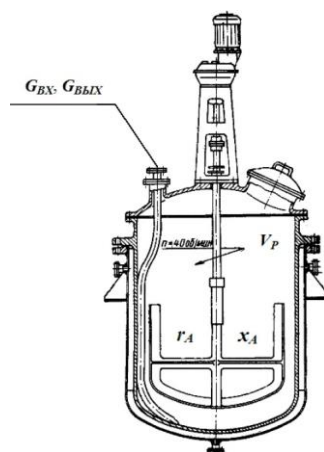
#### **2.4 Негізгі аппаратты таңдау**

Өндірістегі аппаратты немесе химиялық реакторды таңдау үшін, әуелі процестің режимі мен химиялық реакцияның түрімен танысып алу керек. Одан бөлек реакторды таңдауға әсер ететін маңызды реагенттердің агрегаттық күйлерін, процестің өту уақытын яғни үздіксіз не кезеңдік, тағы да жұмыстың жылулық талабымен, реакциялық жүйенің қозғалыс қалауын еске алу керек. Үлкен өндірістердегі реакторлардың түрлері өте көп болып келеді. Ал полимерлеуші аппараттардың өзі бірнеше түрлерге бөлінеді бірақ олардың басты мақсаты ұқсас. Оларға: араластырғыш түрдегі реактор, жанымен орнатылған барабан типті полимеризатор, тік орналасқан колонналар реакторлар, тағыда пленка сияқты аппарат, полимерлік фигуралар түрдегі.

Өзгергіштік түрдегі полимерлеуші аппараттың артықшылығы араластыру және жылу әкетуге арналған құрылғыларды орнатуды талап етеді. Үрдіс әдетте текше реакторларда өткізіледі, олардың көлемі ондаған метрге жетіп қалады[3].

Полимерлер өндірісінде реакторларды таңдау кезінде арнайы сұраныстарды қамтамасыз ету керек. Басында, реакторды көлемі керекті мөлшерде болуы керек, одан бөлек өнімділікті орындау керек. Процестегі өтетін үрдістерді араласуын және полимерлердің алынуын қажетті жылудың алмасуын бастамшының белсенділік деңгейін және т.б ұстап тұруы тиіс [10].

Блок сополимерді арнайы алу сыйымдылық түрдегі қондырғыны пайдаланамыз. Оның ерекшеліктері арнайы болтатан құйылған және пісірілген (дәнекерленген). Реактордың бейнесі келесі суретте көрсетілген



Сурет 3 – Сыйымдылық түрдегі арнайы араластырғышымен жасалған кезеңді реактор[11]

## 2.5 Материалды таңдау

Алынып отырған реактордың материалын таңдағанда, машиналарды қаптайтын арнайы құрылыстық болат болып келеді. Оларды өзінің ішінен екіге бөлінеді: көміртекті және легирленген. Көміртекті материалды өтетін үрдіс қарапайым ортада өтетін болса немесе агрессивті орта болмаған кезде қолданылады. Қарапайым күштерді көтеру үшін сапалы жасалған болаттарды пайдаланмыз: Бт.0, Бт.1, Бт.2...

Ал легирленген болатты қиын ортада яғни реакторға көп күш түсетін жерлерде қолданады. Ол көп жүктемелерді көтере алады және сапалы. Болаттың өзін ғана емес оның ішіне қоспаларды қосады. Олардың негізі хром, никель, титан болып келеді. Яғни Х18Н10Т қалғаны болат олып есептелінеді. Одан бөлек 0,1% аспайтын көміртекте кездеседі. Келесі кестеде алынатын болаттан жасалған материалдың қасиеттері көрсетілген

Яғни ернеушенің бәрін арнайы жасалған Х18Н10Т материалды қолданамыз. Ал өте қиын жағдайға түсетін жерлерін, тез бұзылып кетпеу үшін және оған төзімділігін арттыру үшін термоөңдеуге ұшырау керек. [10].

## 2.6 Аппараттың өлшемдерін есептеу

Реактордың жалпы көлемі мынадай формула бойынша анықталады[10]:

$$V_p = \frac{R \times G \times \tau}{\rho \times \varphi}, \quad (1)$$

мұнда  $G$  – тиеу жөніндегі аппараттың өнімділігі, кг /сағ (кестеден);

$\rho$  – реакциядағы масса тығыздығы, кг /м<sup>3</sup>

$\nu$  – толтыру коэффициенті реактордың ( $\nu = 0,7 - 0,8$ );

$R$  - қордың өнімділік коэффициенті, ( $n = 1,1-1,15$ )

τ-есептеулерден алынған жұмыс уақыты 2,83 сағ тең болады.

Қоспадағы тығыздық:

$$1/\rho_{см} = X_1/\rho_{проп} + X_2/\rho_{этил} + X_3/\rho_{нефрас} + X_4/\rho_{kt} + X_5/\rho_{полимера}$$

мұнда  $\rho_{см}$  – қоспаның тығыздығы.

$$\frac{1}{\rho_{см}} = \frac{0,0091}{3} + \frac{0,0011}{1,26} + \frac{0,1968}{720} + \frac{0,0033}{974} + \frac{0,5022}{900} = 0,00474 \text{ г/см}^3,$$

$$\rho = 210,9 \text{ кг/м}^3,$$

$$V_p = \frac{R \times G \times \tau}{\rho \times \varphi} = \frac{1.1 \times 2506.333 \times 2.83}{210.9 \times 0.8} = 4.64 \text{ м}^3.$$

Есептеулерге байланысты қондырғының көлемі 5 м<sup>3</sup> ретінде аламыз.

Оған сәйкес келесі өлшемдерді негіз ретінде аламыз. Ернеудің биіктігі (Нернеу) – 1599 мм, ернеудің ішкі диаметрі (Дв) – 1800 мм, жылу алмасу беті (Fв) - 10,5 м<sup>2</sup>, көйлек биіктігі (Нруб) – 1100 мм, көйлек диаметрі (Друб) – 1900 мм[10].

## 2.7 Жылу есебі

Пайдалана отырып, энергияның сақталу заңы  $Q_{кіріс} = Q_{шығын} + Q_{жоғалым}$  құрамыз жылу балансы әрбір сатысы үшін.

Қондырғыдыға келетін жылудың мөлшерін келесі теңдеумен өрнектейміз:

$$Q_{кір} = Q_1 + Q_2 + Q_{ара} \quad (2)$$

мұнда  $Q_{кір}$  – реакторға келген жылу мөлшері,  $Q_1$  – количество тепла, приходящее с сырьем,  $Q_2$  – полимерлеу жылуы,  $Q_{ара}$  – араластырғыштың механикалық айналуында түсетін жылу мөлшері.

*Шикізатпен келетін жылу мөлшері*

$$Q_1 = Q^{85}_{пропилен} + Q^{85}_{этилен} + Q^{85}_{нефрас} + Q^{20}_{азот} + Q^{20}_{водород},$$

$$Q_1^{20} = (C_p^{85} \times T \times G)_{пропилен} + (C_p^{85} \times T \times G)_{этилен} + (C_p^{85} \times T \times G)_{нефрас} + (C_p^{20} \times T \times G)_{азот} + (C_p^{20} \times T \times G)_{сутегі},$$

мұнда  $C_p$  – жылу сыйымдылығы, кДж / (кг · К),  
G – масса, кг,

T – температура, °C.

$$Q_1 = (1178.44 \times 85 \times 1810.4) + (145.47 \times 85 \times 1742.4) + (480.93 \times 85 \times 2495) + (63.044 \times 14414 \times 20) + (630.44 \times 1051 \times 20) = 336678.101 \text{ кДж} = 93521,69 \text{ кВт/сағ}$$

*Полимерлеу жылуы:*

$$Q_{x.p} = \Delta H^0 * n = 93.2 \text{ кДж/моль} * \frac{1323,924}{28+42} \text{ моль} = 1762,71 \text{ кДж} = 489,64 \text{ кВт/сағ}$$

*Араластырғышпен келетін жылуы:*

$$Q_{ара} = Q_m * 0,2 = 1.47 * 0.2 = 0.29 \text{ кДж} = 0,081 \text{ кВт/сағ}$$

Синтез процесінде келетін жылу мөлшері:

$$Q_{кіріс} = Q_{кіріс} + Q_{x.p} + Q_{ара} = 336678,101 + 1762,71 + 0,29 = 338441,101 = 94011,41 \text{ кВт/сағ}$$

Жылу мөлшері келесі формуламен есептеледі:

$$Q_{шығыс} = \sum G_i * C_{pi} * t_i ,$$

мұнда  $G_i$ -саны, кг;

$C_{pi}$  – жылу сыйымдылық, кДж/кг Бастап;

$t_i$ -реакторға түсетін температура, с.

Демек, жылу мөлшері шығындалатын болады:

$$Q_{шығыс} = 321185.429 \text{ кДж} = 89218,17 \text{ кВт/сағ},$$

$$Q_{қыз} = Q_{кіріс} - Q_{шығыс} = 338441.101 - 321185.429 = 17255.672 \text{ кДж} = 4793 \text{ кВт/сағ}.$$

Процесс барысындағы затты қыздыру үшін судың мөлшері

$$G_{су} = \frac{Q_{қыз}}{C_{p су} * \Delta t_{ср.}} = \frac{17255,672}{4,19 * 10} = 411,8 \text{ кг},$$

$$\text{мұнда } \Delta t_{ср.} = \frac{(40-20)}{2} = 10^0; C_{p су} = 4.19 \text{ кДж/кг*К}.$$

Бет ауданы:

$$F = \frac{Q_{\text{қыз}}}{\Delta t_{\text{ср}} \cdot K} = \frac{17255,672}{120 \cdot 10} = 14,3 \text{ м}^2,$$

мұнда  $K = 120 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ .

Демек  $F = 10,5 \text{ м}^2$ ,  $V = 5 \text{ м}^3$  қабылдаймыз[13].

## 2.8 Аппаратуралық есептер

### *Жейдені таңдау*

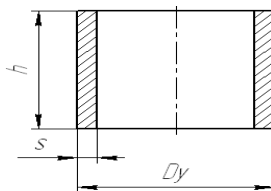
Жейденің мақсаты үрдіс барысындағы бөлінетін жылуларды әкету болып табылады. Одан бөлек оның орнатылуы мен қарапайымдылығында. Сондықтан арнайы дәнгеркерленген жейдені падаланмыз. Полимеризаторларға арналған жылу алмасу жейде жүйелерінің құрылымы жылыту не салқындату ортасының мүмкіндігіне байланысты. 0,8...0,9 МПа жылыту немесе салқындату орталарының тегіс жейделер, 2,7 МПа – ға дейінгі қысымда-илектеу пішіндерінен жасалған жылан секілді жейделер: құбырлар, бұрыштар және т. б., сондай-ақ арнайы орнатылған жейделер және т. б., немесе каркасты жейделер қолданылады[12].

Реактордың қысымы 0,9 МПа артық емес болғандықтан тегіс жейдені қолданамыз. Өзінің құрылысы бойынша жылытылатын реакторды қайталайды.

Көйлек материалы СТ.3. қабылдаймыз.

### *Ернеу қалыңдығы*

Кез-келген жобадағы қондырғыдардың негізгі жері болып саналатын ол ернеуше. Ол нағыз аса материалдарды қажет ететін жауапты бөлігі болып келеді. Жалпы айтқанда корпус пен ернеушенің өлшемдері жанағы қойылған технологиялық мақсаттарымен, содан бөлек керекті конструкцияның фигурасына байланысты таңдап алынады.



Сурет 4 - цилиндрлік ернеушек[13]

Ернеушелердің ең аз қалыңдығы 5 мм тең, онда  $S_1 = 5 \text{ мм}$ . Сол мәндерді алып, ернеудің қабырғасының қалыңдығы:

$$S = s^1 + c = 5 + 2 = 7 \text{ мм}$$



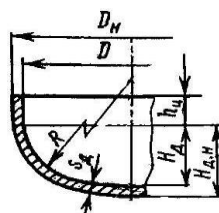
Жылыту агентінің кесірінен пайда болатын коррозияны есепке және салқындату су, қалыңдығын қабылдаймыз ернеуше  $S = 10$  мм.

Кесте 7 – Ернеу шамалары[12]

Ернеудің бірлігі	Диаметр, $D_y$ , мм	Биіктік, $h$ , мм	Қалыңдық, $s$ , мм
Аппараттың ернеуі	1800	1900	10

*Түптің қалыңдығын есептеу*

Кез-келген реактордың түп нысаны онымен жанасатын ернеушенің түрімен, химиялық технологиялық аппаратқа қойылатын мақсаттармен, ондағы ортаның қысымымен, конструктивтік сипаттаулармен анықталады және эллиптикалық, жартылай буланған, сферикалық, коникалық, жазық (дөңгелек және тікбұрышты) болуы мүмкін.



Сурет 5 – болат дәнекерленген аппараттарға арналған түп эллиптикалық сұрыпталған[13]

Цилиндрлік аппараттар үшін ең маңызды нысан-эллиптикалық. Эллиптикалық түптер қалыпты келетін, арқылы табақты илектен дайындалады және 10 МПа-ға дейінгі артық қысымы бар аппараттарда пайдаланылануға арналған.

Түбінің қалыңдығын  $S = 10$  мм ретінде ернеудің қалыңдығына сәйкес тең аламыз.

Қарапайым түрдегі сұрыпталған болат түпті таңдап аламыз.

Кесте 8 – түптің өлшемдері[12]

Түбінің ішінің диаметрі, $D$ , мм	Түбінің қалыңдығы, $S_d$ , мм	Биіктігі, $H_d$ , мм	$h_{ц}$ , мм	Ауданы, $F_d$ , м <sup>2</sup>	Көлемі, $V_d$ , м <sup>3</sup>	Массасы, $m$ , кг
1800	10	500	40	3,74	0,865	297

*Фланецтерді таңдау*

Кез-келген химия саласындағы реакторлар жұмыс жасау үшін олардың бәріне фланецтарды орнаталды немесе бекітіледі. Олардың арқасында реакторларға керекті заттар, қақпақтар, трубалар мен құбырларды жалғайды. Ал өз кезегінде олар арқылы шикізаттар енгізіледі, өнім және т.б

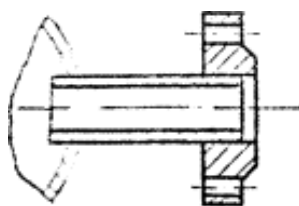
шығарылады[14].

Қақпақты және ернеушекті қосу үшін ССТ 26-426-79 бойынша болат жалпақ пісірілегн фланецті таңдаймыз.

Кесте 9 – Фланецтің шамалары[12]

Фланец диаметрі, D мм	Шамалары, мм			Тесіктердің саны, z
	D <sub>ф</sub>	D <sub>а</sub>	Биіктігі, h	
1800	1930	1890	40	20

### Штуцерлер



Сурет 6 – Болаттан жасалған аппарат үшін штуцер[13]

Технологиялық пайымдауларға байланысты штуцерлердің келесі диаметрлері қабылданды

Кесте 10 – штуцер өлшемдері[12]

Аты/кірісі	D <sub>y</sub> , мм	D <sub>T</sub> , мм	S <sub>T</sub> , мм	H, мм	h, мм
Бензин	20	25	3	215	155
Мономерлер	100	109	5	245	185
Азот	100	109	5	245	185
Сутегі кірісі	125	133	3	245	185
Өнімдерді шығару	20	25	3	215	155

### Тіректерді есептеу және таңдау

Аппарат корпусының массасы:

$$M_k = M_e + M_{ат} + M_{ф} + M_{түп} + M_{ж},$$

мұнда  $M_e$  – ернеушенің массасы;  $M_{ат}$  – аппарат төбесінің массасы;  
 $M_{ф}$  – фланецтің массасы

Ернеудің массасы:

$$M_0 = H\pi(D_H^2 - D_B^2)\rho/4,$$

мұндағы  $H$  – ернеудің биіктігі, м;  $D_H$  – сыртқы диаметр ернеу, м;  
 $D_B$  – ернеудің ішкі диаметрі, м;  
 $\rho$  – болат тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>.

$$M_0 = 1,599 \cdot \pi \cdot (1,820^2 - 1,8^2) \cdot 7900/4 = 719,3 \text{ кг},$$

$$M_{кр} + M_{дн} = 2 \cdot 297 = 594 \text{ кг},$$

$$M_{ф} = 90 \text{ кг},$$

$$M_{руб} = 1,1 \cdot 3,14 \cdot (1,92^2 - 1,9^2) \cdot 7900/4 = 522,2 \text{ кг}.$$

Сонда корпус массасы тең болады:

$$M_k = 719,3 + 594 + 90 + 521,2 = 1923,5 \text{ кг}$$

Сұйықтық салмағы:

Аппарат көлемі:  $V_A = 5 \text{ м}^3$

Қондырғыдағы су массасы (гидротексеріс барысында):

$$M_{B1} = V_A \cdot \rho_{cy},$$

мұнда  $\rho_{cy}$  – су тығыздығы.

$$M_{cy1} = 5 \cdot 1000 = 5000 \text{ кг}.$$

Соңында қондырғының суммасы (гидротексеріс кезінде):

$$\Sigma M = M_k + M_{B1} = 1923,5 + 5000 = 6924,5 \text{ кг}.$$

Барлық аппараттың салмағы:

$$G = \Sigma M \cdot g = 6924,5 \cdot 9,8 = 67851,3 \text{ Н}.$$

Аппаратты орнату үшін төрт тіректі қолданамыз, яғни бір тірекке келетін салмақ – 16963,6 Н.

## 2.9 Экономикалық есептеу

Экономикалық есептеу кез-келген қаралатын жобаның негізгі және басты бөлігі болып табылады. Сондықтан технологиялық есептеулер жүргізілгеннен кейін экономикалық есептеу арнайы түрде жүргізіледі.

Бұл есептеулердің басты мақсаты ең бірінші шығарылатын өнімнің құнын анықтау үшін және ол шет елден келетін немесе басқада нарықтағы бәсекелестердің өнімінен арзан шығама, арзан болса қаншалықты нарықта өзін-өзін өтеуі. Одан бөлек жобаны бастамай тұрып қанша қаражат керектігін, ол қашан сол алынған ақшаны өтей алады, яғни өтімділік мерзімі.

Материалдық баланстағы деректер бойынша:

Мономердің шығыны : 1324 кг/тг өнім

Онда жылына 11000 т/жыл болатын өнімділік бойынша, мономердің шығыны –  $14,564 \cdot 10^6$  кг;

Мономердің құны: 1000 тг/кг

Олай болса мономердің жылдық құны:  $14564 \cdot 10^6$  тг

Өндіріске арналған шығындар шамамен – 30%

30%-дың ішіне мономерден бөлек кіретін шығындардың қоспасы.

Сонда барлығы өндіріске кететін шығын:  $20805,7 \cdot 10^6$  тг

Бағасы = Өз құны + 25% = 1785,7 тг/кг.

Пайда =  $V_{\text{өндіріс}} \cdot (\text{Бағасы} - \text{Өз құны}) = 14,564 \cdot 10^6 \cdot 357,13 = 5201,24 \cdot 10^6$  тг.

$$\text{Өтімділік мерзімі} = \frac{\text{Шығындар}}{\text{Пайда}} = \frac{20805,7 \cdot 10^6}{5201,24 \cdot 10^6} = 4 \text{ жыл.}$$

Өтімділік мерзімі 4 жыл болғандықтан, өндірістік жобаның пайда әкелетін мерзімі сәйкесінше 4 жылдан кейін есептеледі

$$\text{Рентабельділік} = \frac{\text{Пайда}}{\text{Шығындар}} \cdot 100\% = 25\%.$$

Яғни сополмердің бағасы 1785700 тг/т немесе 1785,7 тг/кг

Сополимердің 1 тонна үшін нарықтағы құны 5000 – 6000 АҚШ доллары;

Олай болса елімізге келетін бүкіл осы полимерлердің құны өз бағасынан әлдеқалай жоғары. Сондықтан егер өнімді өзімізде өндіріп шығарсақ, нарықта өзінің орны болады.

Қорытындылай келе алынған сополимердің бағасы нарықтағы құнынан әлдеқалай аз болып келеді.

### **3 Қауіпсіздік ережелері және еңбекті қорғау**

#### **3.1 Қазақстандағы қоршаған ортаны қорғау стратегиясы**

Жалпы қазірге кезде тек Қазақстан емес бүкіл дүние жүзі өнеркәсіптік кәсіпорын сандарының өсуіне байланысты экологиялық мәселелерге тап болып келеді. Көптеген экологиялық қасіреттер, тұщы сулардың азаюы, құнарлы жерлердің сыртқы бетінің ұшыуы – осылардың барлығы өнеркәсіптік секторлармен байланысты. Соның әсерінен мемлекетімізде қоршаған ортаны қорғау қолға алынған. Бұны еліміздегі құрылған маңызды стратегиялардың бірі болып таңдалған «Орнықты мен қауіпсіз даму» бағытынан байқауға болады.

Одан бөлек елімізде ұзақ мерзімді болып таңдалған «Экология және табиғат ресурстары – 2030» стратегиясынан, әлеуметтің жетістіктері және қоршаған ортаны қорғау жөніндегі саясаттан көруге болады.

Соңғы жылдары мемлекетіміздегі белгілі себептер әсерінен, экологиялық жағдайының нашарлауын болдыртпау үшін төрт түрлі бағыт таңдалды. Оларға: адамға қауіпсіз орталарды қорғау, еліміздегі ресурс көздерін белгілі мөлшерде тұтыну, қоршаған орта туралы және биоәртүрлікті сақтау бағытын оқыту.

Одан бөлек елде 15.07.1997 жылы Н 160-1 байланысты «Қоршаған ортаны қорғау туралы» заң қабылданды. Шыққан заңда Қазақстандағы бүкіл өндіріс орындарындағы зиянды заттардан қорғауға толық құқығы бар. Бұл заңда тек қана қазіргі кез емес, болашақ ұрпақ үшін қоршаған ортаны қорғау құқығы және экологиялық зиянды нәрселердің алдын алу, табиғи немесе биоағзаларға да әсерін тигізбеу жөні мақсатында ұйымдастырылған арнайы бағадарлама. Тағы да он жыл өткеннен кейін 09.01.2007 жылы Н 212-3 «Экологиялық кодекс» заңы қабылданды. Оның экологиялық бақылау жерлерінде біршама өзгерістер енгізілді және барлық өндірістерге әсер ететін туралы жеткізілді. 1997 жылы заң бойынша кез-келген өндіріс көзін ашу үшін, химиялық өнеркәсібінде цех немесе зауыт ашу өте қиынға соғатын еді. Өйткені ашу үшін арнайы лицензия және қоршаған ортаны қорғау инспекторының рұқсаты керек болады. Ол кезде ол өте көп уақытты алуы мүмкін.

Кез-келген өндіріс орнындағы қоршаған ортаны қорғау туралы шаралар жасалынады. Ол жұмысшы қызметінің қоршаған ортаға кері әсерін тигізбеу және оны болдырмау үшін жасалынатын іс-шаралармен есепке алынады. Бұл адамның өмірінің қауіпсіз ортада өтіледі. Соңғы жылдары әлемдегі өндірістік саланың және ғылыми технологиялардың дамуының әсерінен жер мен сулар көздерінің тотығуы, атмосферан және озон қабатының нашарлауына және соның әсерінен климаттық өзгерістер пайда болуы, басқа маңызды элементтерінің өзгерісіне алып келеді. Барлық әлемдік өндірістік даму адамдарды қоршаған ортаға деген көзқарасын өзгертіп, оны сақтауға деген құлшынысын оятты.

### 3.2 Қоршаған ортаға тигізетін деңгейлері

Кесте 11 – Өндірістен қалатын қалдықтар[15]

Қалдықтың аты	Қоршаған ортаға тигізетін қауіптілік классы	Референттік жылдағы қалдық пайда болу массасы, т
Өңделген кремний, барий және алюминий оксидтері негізіндегі Сорбент	III	2,6
Алюминосиликатты негіздегі Катализатор %	III	0,4
Құрамында галогендері жоқ минералдық майлардың қалдықтары (алюминийдің алкогольмен ластанған минералды май)	III	151
Көмірсутектер және олардың туындылары өндірісінің қалдықтары	III	200
Негізгі органикалық химиялық заттар өндірісінің өзге де қалдықтары	III	45
Шығарылған қатты қосылыстардың газды үрлеуін тазалау кезінде полипропиленді түйіршіктеу қалдықтары	IV	100

### 3.3 Қоршаған ортаны қорғау

Қоршаған ортаны қорғау және өндірістік полимерлер және сополимерлерді алу үрдістері экологиялық қауіптілігі бастапқы шикізатты және оны қайта өңдеу сатыларын таңдаумен барлығы бірдей қамтылуы қажет. Полимерлерді (сополимерлерді) алу үрдістерін іске асыруы қалдықтардың (жанама өнімдердің) ең аз пайда болуымен жүруі тиіс.

Қоршаған ортаның бұзылуы газ тәрізді шығындардың, ластанған сулардың қоқыстарынан, полимерлеу үрдістерінің қатты қалдықтарынан шығып калуы мүмкін.

Полимерлер өнеркәсібінде кәсіпорындарында технологияларды одан әрі жақсарту, зиянды шығарындылар санын төмендету жолдарын іздестіру бойынша үлкен жұмыс атқарылуда. Бұған неғұрлым жетілдірілген технологиялық техника қолданумен бірге өндірістік шығындардың санын қысқартуды қамтамасыз ететін даму технологиялық процестерді енгізу есебінен қолға жеткізіледі[15].

*Ауа бассейнін қорғау жөніндегі негізгі іс-шаралар:*

- стереорегулярлы каучуктар өнеркәсібінде жаңа каталикалық жүйелерді енгізу, бұл олигомерлердің шығуын болдырмауға және көмірсутектер қалдықтарын күрт төмендетуге мүмкіндік береді;

- эмульсиялық каучук өндірісіндегі полимерлеу және коагуляция рецептурасын арттыру, бұл газсыздандырудан кейін латекстегі мономерлердің

қалдық құрамын азайтуға шама береді;

- эмульсиялық каучук өнеркәсібіндегі каучуктың ескірген кептіру агрегаттарын жетілдіру және ауыстыру;

- каучуктерді бөлу цехтарының кептіру түрлерін ауадағы органикалық каталитикалық және термиялық жандыру, оның ішінде меншікті су буын шығару арқылы;

- шекті рұқсат етілген шығарындылар көлемі (ШРШ) және санитарлық қорғау аймағын (СҚА) ұйымдастыру шығарындыларды тазартудың қосымша сатыларын енгізуді талап етуі мүмкін[15].

#### *Су қорларын қорғау*

Ластанған сулардың төгінділерінде эмульсиялар, полимерлердің суспензиялары, беттік-белсенді заттар және тұздық ластанулар түрінде көмірсутектері түсуі мүмкін. Сүзу, коагуляция, экстракция және биологиялық тазарту үрдістерін пайдалану ағынды сулардың құрамына нормативтік мақсаттарға дейін қамтамасыз етуге шама береді.

Экологиялық жағдай мен санитарлық балық қорғау нормаларының мақсаттары бойынша, синтетикалық каучук және полимерлер өндірістерінің тазарту құрылыстарын жетілдіру міндетін негіз ретінде қояды, олар су тұтынудың үлкен көлемімен немесе тиісінше сарқынды суларды ағызумен пайымдалады.

Су ресурстарын ұтымды пайдалану негізіне мынадай негізгі талаптар алынған:

- ең аз ағызумен не су қоймаларына үрлеу суын ағызусыз жұмыс істейтін айналатын сумен жабдықтау жүйелерін өндірістік сумен жабдықтау талаптары үшін кеңінен пайдалану;

- өнеркәсіптік үрдістердегі ағынды сулардың мөлшерін қысқарту және оларды тазартуды түзету;

- өндірістік сумен жабдықтау системаларын және техникалық керек заттарды толықтыру үшін әртүрлі санаттағы тазартылған ағынды суларды пайдалану, бұл ағынды суларды су қоймаларына төкпей тұйық жүйелерді құруға шама беретін жүйе;

- су дайындау немесе ағынды қорларды тазартудың жаңа, неғұрлым тиімді конструкцияларын қолдану.

Мұнай-химия заттарын өндіру жөніндегі зауыттарды сумен жабдықтаудың тұйық жүйелерін дайындау және жетілдіру. Су қорғау заңының талаптарын қамтамасыз ету негізінде одан әрі дамытуды қамтамасыз ететін басты ғылыми-техникалық бағыт болып табылады.

Соңғы жылдары ғылыми-техникалық әзірлемелер немесе озық кәсіпорындардағы жұмыс практикасы көзінен суды тұтыну теориялық минимумға жақындап келе жатқан және айналмалы сумен қамтамасыз ету арқылы үрлеусіз жүйелерін құру мүмкіндігін көрсетті.

## **ҚОРЫТЫНДЫ**

Әлем және Қазақстан бойынша, соңғы кездері қарапайым полимерлер өндірісіне қарағанда, сополимерлер өндірісі тиімді болып келеді. Себебі олардың өздеріне тиесілі артықшылықтары болады.

Жылына 11000 т этилен және пропилен негізінде сополимер өндіретін қондырғының жобасы туралы мынадай қорытындылар жасауға болады.

Сополимердің артықшылықтары мен алынуына байланысты әдеби шолу жасалынды.

Сополимерді өндіретін жобада оның технологиялық сызбасы, оны автоматтандыру, материалдық балансы, жылу есебі, өлшемдері және негізгі аппаратты таңдау көрсетілді.

Еңбек және қоршаған ортаны қорғау туралы мәліметтер және өндірістің экономикалық жағдайы қарастырылды.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ледвис А., Шеррингтон Д. Реакционная способность мономеров и механизм реакции в катионной полимеризации. В кн. Реакционная способность, механизм реакции и структура в химии полимеров. /Редакторы А. Дженкинс и А. Ледвис. М.: Мир, 1978.
- 2 Ван Кревелин Д.В. Свойства и химическое строение полимеров. Голландия, 1972. Пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина. М: Химия, 1976. – 416 с.
- 3 Вацулин П. Химия мономеров. Т.1.-М.:Издатиинлит.-1960-738с.
- 4 (Г.И. Дерябина). Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фундаментальная и прикладная химия" (гриф УМО по классическому университетскому образованию).
- 5 Баттерд Г., Трегер Д., Свойства привитых и блок-сополимеров, пер. с англ., Л, 1970; Ношей А., Мак-Грат Дж., Блок-сополимеры, пер. с англ., М., 1980. *В. П. Шубаев.*
- 6 Гейлорд Н. Дж. Реакции полимеризации, инициируемые переносом электрона. //Успехи химии.-1972.- т., вып.6 .- с.
- 7 Сутягин В.М., Лопатинский В.П., Ротарь О.В., Лыкова Е.Т.//Высокомолекул. соедин.- 1981.- т.23 Б.- № I.- с.
- 8 Кабанов В.А., Акутин М.С. и др. Энциклопедия полимеров: том 2.– М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1974.- 1032 с.
- 9 Шур А.М. Высокомолекулярные соединения: Учеб. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1981 – 656 с.
- 10 Сутягин В.М., Бондалетова Л.И. Химия и физика полимеров. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. - 90 с.
- 11 Материальные и тепловые расчеты в химической технологии. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 105 с.
- 12 Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. – Л.: Химия, 1991. – 352 с., ил.
- 13 Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник. – М.: ООО ИД «Альянс», 2008.-752 с.
- 14 Сутягин В.М. Основы проектирования и оборудование производств полимеров: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков, В.Г. Бондалетов; ТПУ – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. -392 с.
- 15 ИТС 32—2017 Производства полимеров, в том числе биоразлагаемых
- 16 Альперт Л. З. Основы проектирования химических установок: учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1989. - 304 с
- 17 Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков.- 14-е изд., стер. – М.: Альянс, 2007. – 576 с.
- 18 Коршак В.В. Изд.3-е, перераб. и доп. — М.: Химия, 1985-560 с, ил.