

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Рысқұл Тұрар Ерсұлтанұлы

Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін өңдеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін өңдеу»
тақырыбына

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Орындаған
Рысқұл Т.Е.

Ғылыми жетекші
PhD, лектор
 Л.Қ. Абжанова
« 6 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы Рысқұл Тұрар Ерсұлтанұлы

Жұмыстың тақырыбы: «Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін өңдеу»

Университеттің «14» 11 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 492-17 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «14» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, қағидалық сұлбасы, құрылымдық сұлбасы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] Малкин А.Я. Полистирол. Физ. хим. основы получения и переработки. – М.: Химия, 1975 – 263 с.

[2] Морид Асади Ширин. Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами и ее достоинства// Информационно-коммуникационные технологии в управлении. – 2010.- №12. – С.5-6.

[3] Юрьев Е. М., Ивашкина Е. Н. Успехи в химии и химической технологии. – 2008.-№1 (81) /том 22/.

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	09.01.2019-10.01.2019	
Арнайы бөлім	25.02.2019-28.02.19	

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға
қатысты диплом жұмысқа бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	Абжанова Л.Қ. PhD, лектор	06.05.2019	
Нормалық Бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор	06.05.2019м.	

Ғылыми жетекшісі  Абжанова Л.Қ.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы 2017 Рысқұл Т.Е.

Күні «29» сәуір 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

жобаның (жұмыстың) аталуы

Рысқұл Тұрар

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B070200 – Автоматтандыру және басқару

(мамандық шифрі мен аталуы)

Тақырыбы:

Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін жасау

Дипломдық жұмыс полистирол өндірісіне арналған.

Дипломдық жұмыста полистирол өндірісі туралы толық ақпарат берілген. Полистирол өндірісі кезіндегі негізгі буын еріткіштің температуралық режимін реттеудің автоматты реттеу жүйесін жасады. Реттеу органы ретінде ПИ-реттегішті таңдады. Оның тиімді мәндерін Matlab модельдеу ортасында қолмен реттеу арқылы таңдады. Сондай-ақ, техникалық құрылғылар кешенін толығымен қамтыған.

Ізденуші полистирол өндірісіне тоқталған және еріткіштегі температуралық режимді зерттеген.

Рысқұл Тұрар дипломдық жұмысты жазу барысында, қойылған талапты толығымен орындаған. Ең алдымен, дипломанттың ізденуші талаптарын атап айтуға болады.

Дипломант Рысқұл Т. алдына қойған мәселелерді толығымен қарастырған деп есептеймін. Сондықтан, ол жақсы (85 %) деген бағаға лайық, бакалавр атағына сәйкес деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

PhD, лектор

(лауазым, ғыл. дәрежесі, атағы)

 Абжанова Л.К.

(қолы)

« 14 » 05 2019 ж.

Raport podobieństwa



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Полистерол өндірісін автоматты басқару жүйесін жасау
Autor:	Рысқұл Т.
Promotor:	Лауласын Абжанова
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-06 10:25:01
Współczynnik podobieństwa 1:	1,9%
Współczynnik podobieństwa 2:	0,0%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2:	25
Liczba słów:	5 293
Liczba znaków:	43 923
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej:	27



Uwaga, w niektórych wyrazach w tym dokumencie pojawiają się litery z różnych alfabetów. Wystąpienia tych liter zostały wyróżnione. Może to świadczyć o próbie ukrycia niedopuszczalnych zapożyczeń. System zamienił te litery na ich odpowiedniki w alfabecie łacińskim a fragmenty, w których występują, zostały poprawnie sprawdzone. Prosimy o dokonanie szczególnie wnikliwej analizy tych fragmentów raportu.

Liczba wyróżnionych wyrazów 7

Najdłuższe fragmenty zidentyfikowane jako podobne

Dokumenty, w których odnaleziono fragmenty podobne: z RefBooks

Dokumenty, w których odnaleziono fragmenty podobne: z macierzystej Bazy danych

Dokumenty, w których odnaleziono fragmenty podobne: z Baz danych innych, niż macierzysta

Baza światowego Internetu

Szczegóły Raportu podobieństwa.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился (-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой появления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Рысқұл Т.Е.

Название: «Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін өңдеу»

Координатор: Абжанова Л.Қ.

Коэффициент подобия 1: 1,9

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой/начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

08.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

К защите допускается

08.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения в отношении работы:

Автор: Рысқұл Т.Е.

Название: «Полистирол өндірісінің автоматтандырылған жүйесін өңдеу»

Координатор: Абжанова Л.Қ.

Коэффициент подобия 1: 1,9

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Талаптарға сәйкес

6.05.2019

Дата
руководителя



Подпись Научного

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Полистирол өндірісі туралы ақпарат	11
1.2 Полистиролды өндіру әдістері	11
1.3 Полистирол түрлері	12
1.4 Полистирол өндіру технологиясы	15
1.4.1 Массасадағы полимерлеу	16
1.4.2 Суспензиялық полимерлеу	16
1.4.3 Эмульсиялық полимерлеу	17

2 ПОЛИСТИРОЛДЫ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІ БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІ РЕ- ТІНДЕ

2.1 Жылулық есептеулер	23
2.1.1 Жылыту сатысының жылу балансы	23
2.1.2 Реакцияның жылу балансы	27
2.1.3 Салқындату сатысының жылу балансы	31
2.1.4 Реактордың жылу алмасу бетін есептеу	34
2.2 Блокты стиролды өндіру	39
2.2.1 Реакторлардың математикалық сипаттамасы	40
2.2.2 ПИ-реттегіштің көмегімен еріткіштің беткі қабатындағы темпера- тураны реттеу	41
2.3 Басқару жүйесінің құрылымдық схемасын таңдау және сипаттау	46
2.4 Автоматтандырудың техникалық жабдығын сипаттау және таңдауды негіздеу	50

3 ПОЛИСТИРОЛ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН ДИСПЕЧЕРИЗАЦИЯЛАУ

3.1 ACS ТП және диспетчерлік басқару	53
--------------------------------------	----

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде қайта өңделетін материалдар өндіруді дамыту – маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Осы ретте полистирол өндірісі қарқынды дамып келе жатқан салалардың бірі. Полистиролдың қайта өңделуі, экологиялық тұрғыда қауіптіздігі, температураға төзімділігі сияқты артықшылықтары – полистиролдың өнеркәсіпте, машина жасауда, электротехникада, құрылыста, аспап жасауда, медицинада, тамақ өнеркәсібінде, үй-жайлардың сыртқы және ішкі сәндік әрлеуі үшін, сондай-ақ әртүрлі тұрмыстық заттарды дайындау үшін қолданылуына жол ашты.

Кемшіліктеріне келер болсақ, өртке төзімсіздігі, тез тозатыны, сынғыштық секілді қасиеттерінің бар болуы, полистирол өндірісін дамыту керектігін дәлелдейді.

Дипломдық жұмыста полистирол өндіру процессі қарастырылған. Полистирол жасау әдістері және қазіргі бар полистирол түрлері туралы ақпарат беріледі. Соның ішінде блокты стирол әдісі қарастырылып, соққыға төзімді стирол түрін алудың математикалық моделі қарастырылған.

Бұл дипломдық жұмыста соққыға төзімді стиролды жасау кезінде температуралық режимді басқарудың автоматты жүйесі жасалған.

Бірінші бөлім технологиялық мәселеге арналады. Бұл жерде полистирол өндірісіне толық түсінік беріледі. Полистирол өндірісінің маңызы, алу әдістері және түрлері туралы ақпарат келтіріледі.

Екінші бөлімде полистиролды алудың блокты әдісі қарастырылады. Блокты әдіс кезінде алынатын полистирол өнімі үлесіне математикалық модель құрылған. Сондай-ақ, соққыға төзімді стиролды алу кезіндегі керекті температураны ұстап тұрудың автоматты реттеу жүйесі есептелген.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Полистирол өндірісі туралы ақпарат

Полистирол – стирол полимеризациясының өнімі болып табылатын сызықтық құрылымы бар термопластикалық полимер. Физикалық және химиялық сипаттамалары, сондай-ақ пайдалану қасиеттері алу тәсіліне, молекулалық массаға, полидисперстікке және басқа да факторларға байланысты. Оны жоғары температураларда қысым мен экструзияны құюмен өңдейді.

Оның қолдану аясы өте кең. Полимер азаматтық және әскери өнеркәсіпте, машина жасауда, электротехникада, құрылыста, аспап жасауда, медицинада, тамақ өнеркәсібінде, үй-жайлардың сыртқы және ішкі сәндік әрлеуі үшін, сондай-ақ әртүрлі тұрмыстық заттарды дайындау үшін қолданылады. Оның артықшылықтары:

- онай өңдеуге болады;
- агрессивті химиялық заттардың әсеріне төзімді;
- жақсы диэлектрик;
- экологиялық қауіпсіз;
- иісі жоқ.

Кемшіліктері ретінде ішінде жанғыштықты, тозуға төзімсізділікті, жоғары сынғыштықты, төмен жұмыс температурасын бөліп көрсетуге болады.

Физикалық сипаттамаларды арттыру және пайдалану қасиеттерін жақсарту үшін оны басқа полимерлермен араластырады.

1.2 Полистиролды өндіру әдістері

Полистирол өндірісінің бірнеше әдістері бар. Олардың кейбіреулері кең таралған және осы күнге дейін пайдаланылады, басқалары тек сирек жағдайларда ғана қолданылады. Оны құрудың үш негізгі тәсілі бар. Олар: эмульсиялық, суспензиялық, блоктық (массада алынатын).

Эмульсиялық әдіс екі басқа әдіске қарағанда кең таралым алған жоқ. Ол Цельсий бойынша 85-95 градус сілтілі ерітіндіде стиролды полимерлеуге негізделген. Дайын өнімді алу үшін стирол, су, эмульгатор және полимерлеу бастамашысы пайдаланылады. Бұл әдіс үлкен молекулалық массасы бар полимерді алуға мүмкіндік береді.

Суспензиялық әдіс бүгінгі күні ескірген, бірақ әлі күнге дейін оны пенополистирол өндірісінде пайдаланады, сондай-ақ оны сополимерлер алу үшін қолданады. Стиролдың полимерленуі қысымдағы температуралық көрсеткіштердің біртіндеп жоғарылауы кезінде жүреді. Өндірістік процесс барысында суспензия алынады, одан центрифугалау арқылы дайын өнім алынады. Содан кейін ол жуылады және кептіріледі.

Блокты немесе массада алынатын әдіс ең заманауи болып табылады және көптеген химиялық зауыттарда қолданылады. Оның артықшылығы - өнімнің шығуында жоғары сапалы өнім алу, қалдықсыздық, жоғары тиімділік. Өнеркәсіптік кәсіпорындарда екі схема қолданылады: толық және толық емес конверсия. Процесс температураның біртіндеп көтерілуімен бірнеше кезеңде жүреді.

1.3 Полистирол түрлері

Полистиролдың басқа полимерлермен және стиролдың сополимерлерімен араласуының арқасында – тамаша жылуға төзімділігі бар және екпінді беріктігі бар материалдарды алуға болады. Блок-сополимерлер мен егілген сополимерлер, сондай-ақ статистикалық сополимерлердің өнеркәсіптік маңызы зор. Өнеркәсіптік полистиролдың үш негізгі түрі бар: жалпы мақсаттағы, соққыға төзімді және экструдирленген.

Жалпы мақсаттағы полистирол – қатты және нәзік болып ерекшеленетін мөлдір материал. Келесі таңбалары бар: PS, PS-GP, GPPS, Crystal PS және XPS. 20282-86 МЕМСТ-қа сәйкес суспензиялық және блоктық әдістің көмегімен өндіріледі, бұйымдарды термоформациялаудың әртүрлі әдістерімен дайындауға арналған.

Техникалық сипаттамалары:

- ең жоғары пайдалану температурасы-75-105 С°;
- әйнектеу-80-113 С°;
- нәзік шегі-60-70 С°;
- тығыздығы-1,04-1,06 г / см³;
- созылу кезіндегі серпімділік модулі– 2 850 – 2 930 МПа;
- иілу беріктігі-80-104 МПа;
- үзілудің шекті беріктігі-3%.

Алынған материал суға, қышқылдарға және сілтілерге төзімді, ал әртүрлі еріткіштер мен техникалық майларға төзімділігі төмен. Сонымен қатар, келесі физика-химиялық қасиеттері бар:

- мөлдірлік;
- қаттылық;
- ылғалды баяу сіңіру;
- тамаша диэлектрлік көрсеткіштер;
- радиациялық тұрақтылық;
- УК сәулесіне төзімділігі төмен.

Ол негізінен тұрмыстық бұйымдар, ыдыс және тамақ қаптамасы, сондай-ақ балалар ойыншықтарын өндіру үшін қолданылады. Сыртқы жарнама қалқандарын дайындау кезінде, сәндік және әрлеу құрылыс жұмыстары үшін жарық техникасында қолданылады.

Соққыға төзімді полистирол стиролды бутадиең және бутадиең-стирольдік каучукпен сополимерлеу нәтижесінің өнімі болып табылады. Оның

қасиеттері көбінесе каучук фазасының көлеміне байланысты. Өңдеу әдістері - жоғары температураларда қысыммен құю және вакуум немесе пневмо қалыптау бар парақты экструзиялау.

Стирол мен каучук арақатынасы пластиктің пайдалану сипаттамаларын анықтайды. Соққыға төзімді полистиролдың келесі түрлерін бөледі:

- өте жоғары соққыға төзімді – каучуктың үлесі 10-15 %;
- жоғары соққыға төзімді – каучук үлесі 7,5-9%;
- орташа соққыға төзімді – каучук үлесі 3,5-4,5%.

Техникалық сипаттамалары:

- созылу кезіндегі беріктігі – кемінде 21 МПа;
- созылу кезіндегі серпімділік модулі-кемінде 1 800 МПа;
- салыстырмалы ұзарту – кемінде 45%;
- иілу кезіндегі беріктігі-кемінде 35 МПа;
- икемділік модулі-кемінде 50 МПа;
- 60° бұрышындағы жылтыр-кемінде 100.

Соққыға төзімді пластик жылуға төзімділігі, қаттылығы, диэлектрлік қасиеттері бойынша жалпы мақсаттағы полистиролмен ұқсас болып табылады. Оны аспап жасау, жиһаз жасау, тұрмыстық техника, жарықтандыру құралдары, ыдыс-аяқ және ойыншықтар өндірісінде пайдаланады. Кең қолданыс табуы – оның эксплуатациялаудың жоғарылығымен және төмен бағасымен де түсіндіріледі. Қазіргі уақытта ол ең арзан пластиктердің бірі болып табылады.

Экструдирленген полистирол экструзия әдісімен полимерленген стиролдан жасалады. Оны XX ғасырдың бірінші жартысында ойлап тапқанына қарамастан, ол әлі күнге дейін пайдалану қасиеттері мен қол жетімділігін жоғалтқан жоқ. Ол әмбебап жылытқыш. Оны өнеркәсіптік және азаматтық құрылыстағы жылуды оқшаулағыш және тоңазытқыш жабдықтарын өндіру, спорттық және мұз арналарын дыбыстан оқшаулау үшін пайдаланады

Техникалық сипаттамалары:

- тығыздығы-1,05 г / см³;
- салыстырмалы ұзарту – 1,3 %;
- созылу кезіндегі беріктік шегі-45-55 МПа;
- мөлдірлігі-90 %;
- иілу кезіндегі беріктік шегі-75-80 МПа;
- серпімділік модулі– 3 200 – 3 500 МПа;
- соққы тұтқырлығы-14 кДж / м²;
- сызықтық кеңейту коэффициенті-8×10⁻⁵/0С°.

Бұл әмбебап синтетикалық материал бірегей пайдалану қасиеттеріне ие:

- жылу өткізгіштігі төмен;
- агрессивті химиялық заттарға төзімді;
- беріктігі жоғары;
- аязға төзімді;
- ылғалға төзімді;
- экологиялық;
- ұзақ мерзімді.

Материал өңдеуге жақсы беріледі, құрастыру оңай, бұл кез келген құрылыс жұмыстарында маңызды. Ол мүлдем улы емес, бұл оны сыртқы және ішкі әрлеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Кемшілігі оның жоғары жанғыштығы болып табылады, оған Г4 сыныбы берілген, алайда ол өзін-өзі ісіну қабілеті бар.

Өндіруші, өлшемдері мен тығыздығына байланысты өзгереді қол жетімді бағамен ерекшеленеді.



1.1 Сурет – Полистиролдан алынатын өнім түрлері

Тұрмыстық сала. Полимер иісі жоқ және адам денсаулығына зиян келтірмей тағаммен байланыста бола алады. Дәл осы жоғары экологиялық және қауіпсіздік арқасында, ол көптеген тұрмыстық ұсақ-түйектерді дайындау үшін қолданылады: бір реттік ыдыс, буып-түю және ыдыс, балалар ойыншықтары, интерьер заттары, кеңсе тауарлары.

Құрылыс. Материал жылу оқшаулауға арналған құрылыста, сәндік және әрлеу материалы ретінде сэндвич панельдер өндіруде кеңінен қолданылады. Одан төбелік плиткалар, дыбыс сіңіретін элементтер, желім негізі және т.б. жасалады. Сонымен қатар, оны жол құрылысында, Өнеркәсіптік ғимараттар мен құрылыстарды салуда жиі пайдаланады.

Медицина. Пластик әр түрлі медициналық құрал-саймандар мен құралдарды дайындағанда қолданылады. Атап айтқанда, қан құю жүйесін, бір реттік құралдарды, шығын материалдарын, Петри тостағандарын өндіруде.

Электр техникасы және тұрмыстық электроника. Полистиролдың жақсы диэлектрлік қасиеттерінің бірі: антенналарды, кабельдерді, жұқа

бағытталған конденсаторлық пленкаларды өндіруде қолданылады. Ол сондай-ақ тұрмыстық техника корпустарын, тоңазытқыш қондырғыларын дайындау кезінде қолданылады.

Өнеркәсіп. Оны азаматтық өнеркәсіпте әртүрлі құрылымдарды, агрегаттарды, турбиналарды, ғимараттар мен құрылыстарды салу үшін пайдаланады. Ол сондай-ақ напалма мен кейбір жарылғыш заттарды өндіру үшін әскери өнеркәсіпте де қолданылады.

Полистирол жоғары технологиялық және қымбат емес материал, жоғары жылу оқшаулағыш және дыбыс оқшаулағыш қасиеттері бар. Экологиялық қауіпсіздік және қол жетімділік оны адам өмірінің түрлі салаларында кеңінен қолдануға негізделді. Қазіргі уақытта полимерде оны алмастыра алатын аналогы жоқ десе де болады. Полистиролға жақын материалдар нашар пайдалану қасиеттерімен немесе жоғары бағамен ерекшеленеді. Шамасы, ол әлі ұзақ жылдар бойы Ресейлік және әлемдік нарықта сұранысқа ие болып қала береді.

1.4 Полистирол өндіру технологиясы

Соққыға төзімді полистирол массада үздіксіз полимерлеу әдісімен жүргізіледі. Өнім боялған және боялмаған түрде тұрақтандырылған түйіршіктер түрінде шығарылады және полибутadiенмен стиролдың сополимері болып табылады. Соққыға төзімділігі жоғары полистиролды алу технологиясы, материалдарының жоғары біртектілігін сонымен қатар гель-түзілімдердің қосылуының болмауын және Еуропа стандарттарының талаптарына сәйкес қалдық мономердің төмен болуын қамтамасыз етеді.

Өнеркәсіпте полистирол стиролды радикалды полимеризациялайды. Полистиролды алу әдістері жұмыстың циклі, өнімнің көлем бірлігінен алынуы, полимерлеу процесін жүргізу шарттары бойынша ерекшеленеді. Алынатын полистиролдың қасиеттері өндірістің нақты әдісіне байланысты. Стиролды полимерлеудің 4 тәсілі ажыратылады: мономер массасында (блогында) полимерлеу, эмульсиядағы мономер полимерлеуі (негізінен АБС - пластиктер өндірісі), суспензиялық полимерлеуі (соққыға төзімді полистирол және пенополистирол) және ерітіндідегі полимерлеуі (бутадиен мен стирол блок-сополимерлері).

Стиролдың каучукты соққыға төзімді сополимерлерін алу үшін блоктық-суспензиялық полимерлеу әдісі кеңінен қолданылады, онда алдымен полимерлеуді 20% - 40% конверсияға жеткенге дейінгі массада, содан кейін сулы дисперсияда жүргізеді.

Синтез технологиясының жалпы даму үрдісі бірлі-жарым агрегаттар қуатының артуы, реакциялық көлемдердің өсуі есебінен және синтез режимдерінің қарқындылығы есебінен болып табылады. Қазіргі уақытта синтездің бірлі-жарым агрегаттарының өнімділігі жылына 15-30 мың тонна полимерге жетеді.

1.4.1 Массаждағы полимерлеу

Мономерлердің толық емес конверсиясы бар массада полистиролдарды полимеризациялау өндіру әдісі қазіргі уақытта жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерге байланысты кең таралған болып табылады. Отандық өнеркәсіпте массадағы полимерлеу әдісі 70-ші жылдары негізгі ретінде таңдалды және қазіргі уақытта осы әдіс бойынша өнімнің 60% - ға жуығы шығарылады. Бұл әдіс технологиялық процестің оңтайлы схемасы бар. Процесс тізбектей қосылған 2-3 араластырғыштары бар аппараттардың жүйесінде үздіксіз схема бойынша жүзеге асырылады; процестің қорытынды кезеңін колонналық типтегі аппаратта жиі өткізеді. Бастапқы реакция температурасы 80-100°C, соңғы 200-220°C. Стиролдың 80% - 90% айналу дәрежесі кезінде Полимерленуді үзеді. Газдалмаған мономерді полистирол балқымасынан вакуум астында, содан кейін 0,01% - 0,05% полимердегі стиролдың құрамына дейін су буымен алып тастайды.

Полистиролға тұрақтандырғыштарды, бояғыштарды, антипирендерді және басқа да қоспаларды енгізеді және түйіршіктейді. Блок полистирол жоғары тазалықпен ерекшеленеді. Бұл технология неғұрлым үнемді (онда ұсақ дисперсті өнімдерді жуу, сусыздандыру және кептіру операциялары жоқ) және іс жүзінде қалдықсыз (қарсы емес стирол полимерлеуге оралады). Мономердің толық емес конверсиясына дейін процесті жүргізу (80% - 90%) полимерлеудің жоғары жылдамдығын пайдалануға, температуралық параметрлерді бақылауға, полимерленетін ортаның рұқсат етілген тұтқырлығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мономердің неғұрлым терең айналу дәрежесіне дейін процесті жүргізу кезінде жылуды жоғары тұтқыр реакциялық массада бұру қиындайды, изотермиялық режимде полимерлеуді жүргізу мүмкін емес болады. Массадағы полимерлеу процесінің бұл ерекшелігі өндірістің басқа тәсілдеріне, бірінші кезекте, суспензиялық әдіске көбірек көңіл бөлінуіне алып келді.

1.4.2 Суспензиялық полимерлеу

Суспензиядағы полимерлеу – массадағы полимеризациямен қатар дамып келе жатқан бәсекелес технологиялық процесс, суда винил мономерлерінің аз ерігіштігіне және радикалды полимерлеу реакцияларында соңғысының бейтараптығына негізделген. Процесс арнайы маркалы өнім алу үшін пайдаланылады, негізінен, пенополистирол. Өндірістің суспензиялық әдісі - жартылай үздіксіз процесс-қосымша технологиялық кезеңдердің болуымен (реакциялық жүйені құру, алынған полимерді бөлу) және полимерлеу сатысында жабдықты мерзімді пайдаланумен сипатталады. Процесс араластырғышпен және жейделермен жабдықталған көлемі 10 – 50м³ реакторларда жүргізіледі.

Стиролды эмульсияның тұрақтандырғыштарын пайдалана отырып, деминерализацияланған суда суспендиялайды; полимеризацияның инициаторы (органикалық пероксидтер) полимеризация жүргізілетін мономер

тамшыларында ерітеді. Нәтижесінде судағы полимердің суспензиясында ірі түйіршіктер пайда болады.

Полимерлеуді температураның 40-тан 130°C-қа дейін біртіндеп 8-14 сағат бойы қысымда жоғарылатады. Алынған суспензиядан полимер центрифугалау арқылы бөлінеді, содан кейін оны жуады және кептіреді. Суспензиялық полимерлеудің заңдылықтары мономер массасындағы полимерлеудің заңдылықтарына жақын, бірақ жылу шығару және жүйе компоненттерін араластыру айтарлықтай жеңілдеді.

1.4.3 Эмульсиялық полимерлеу

Полистирол өндірісінде полимеризацияны жүргізудің эмульсиялық әдіс массадағы полимеризация немесе суспензия сияқты дамымаған. Яғни, эмульсиялық полимерлеуде өте жоғары молекулалық салмақты өнім алады. Көбінесе, оны қайта өңдеу үшін оның молекулалық салмағын төмендету қажет. Оны қолданудың негізгі бағыты-кейіннен пенополистиролды пресс әдісімен өндіру үшін жартылай өнімді алу.

Эмульсиялық полимерлеу жүйесінде стирол, дисперсиялық орта ретінде су, суда еритін бастамашы (калий персульфаты), ионды эмульгатор, әртүрлі қоспалар, атап айтқанда, ортаның рН реттеуге арналған. Полимерлеу мономері бар мицеллах эмульгаторында өтеді. Түзілетін полимер суда ерімейтін жоғары дисперсті суспензия (латекс)күйінде болады. Жүйе жалпы көп компонентті болып табылады, бұл полимердің таза түрде бөлінуін қиындатады. Сондықтан оны жуудың түрлі тәсілдері қолданылады. Әдісті қолдану біртіндеп қысқарады, себебі ол көп ағынды сулармен байланысты.

Өндіру және тұтыну саласында полистиролды қолдану.

Полистирол-ең көп қолданылатын полимерлердің бірі. Оны мономер-стирол полимерлеу арқылы алады. Стирол (винилбензол) этилен мен бензолдан алынады. Мономерге қарама-қарсы полистирол иіссіз және дәмсіз, физиологиялық жағынан зияны жоқ. Полистиролдың белгілі бір маркалары тамақ орамасын қалыптау және балалар ойыншықтарын өндіру үшін қолданылады.

Соққыға төзімді полистиролдың ақ және түрлі-түсті парак түрінде шығарылады, соққыға төзімді және өңдеу жеңілдігі, түстердің әртүрлілігі мен қанықтығының, жылтыр бетінің, суреттерді түсіру мүмкіндігінің арқасында (винил пленкалары немесе толық түсті баспа көмегімен) - жарнама және POSM үшін бұйымдар өндірісінде танымал.

Соққыға төзімді полистирол листтарының жақсы беріктігі, олардың ылғалға төзімділігі, салмағының аздығы, жеңіл жуылатын беті және декоративтілігі - аспалы төбелерді, сэндвич-панельдерді, терезелердің еңістерін және үй-жайлардың ішкі әрленуіне арналған басқа да құрылымдарды дайындау кезінде, сондай-ақ сауда жабдықтарын өндіру, интерьер, концерт алаңдарын безендіру, декорация жасау кезінде кеңінен қолданылатын материалдың ерекшеліктері.

Өндірісте соққыға төзімді полистиролды қолдану салалары өнімнің едәуір бөлігін қамтиды. Бұл-панель-кронштейндер мен маңдайшалар (оның ішінде жарықтық); штендер, тақталар мен көрсеткіштер; ақпараттық стендтер мен промо-тіреулер; шелфтокер, воблерлер, чектерге арналған қораптар мен ұсақ-түйіндер; постерлер; термоформаланған дисплейлер мен диспенсерлер, джумби мен мобайлдар. Бұл бұйрықтарды өндіру үшін көп жағдайда қалыңдығы 2-4 мм табақтар қолданылады.

Сыртқы жарнама сирек полистиролсыз өтеді. Маңдайшалар, жарнамалық қалқандар, көлемді әріптер, штендерлер, көрсеткіштер, тақтайшалар - жарнамалық өнімнің барлық спектрінде 100% - дан 50% - ға негізгі Шығыс материалы ретінде полистирол қолданылады. Аквариумдардың түрлі мөлдір емес элементтерін (қақпақтар және т.б.) жасау үшін сауда және көрме жабдықтарын жасауда полистирол кеңінен қолданылады. Полиграфияда-шелфтокерлерді, воблерлерді және тауарларды жылжытудың басқа да құралдарын, визит карточкаларын дайындау үшін.

Құрылыста полистирол парақтары дүкендердің сауда залдарын, кеңселердің интерьерлерін және басқа да қоғамдық үй-жайларды безендіру кезінде әрлеу материалдары ретінде пайдаланылады.

Тамаша көрініс, жоғары механикалық қасиеттер, осы пластиктің кең түсті гаммасы әр түрлі ойын-сауық іс-шараларын безендіру кезінде дизайнерлерді үнемі тартады.

Жоғары санитарлық-гигиеналық талаптарды қанағаттандыру, абсолюттік ылғал өткізбеушілік, заманауи ванналарды, душ кабиналарын, ванна бөлмесінің жиһаздары мен аксессуарларын жасау үшін қолданылатын материалдармен үйлесімді әдемі жылтыр бет сантехникалық пластика ретінде полистиролды кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Полистирол-тағамдық қаптаманы өндіруге арналған материалдарға қойылатын барлық талаптарға сәйкес келетін экологиялық таза материал. Қалыңдығы 0,25-тен 1,8 мм-ге дейінгі "тағамдық" полистиролдан жасалған орау пленкалары термоформалау жабдықтарында йогуртқа арналған стақандарға, маргаринге, майонезге, салаттарға, қоюлатылған сүтке, балға, қыша үшін контейнерлерге, сондай-ақ косметикаға арналған қаптамаға түрлендіріледі.

Гигиеналық нормаларға сәйкестігі, полистиролдың қалыптылығы мен аязға төзімділігі оны тоңазытқыштардың термоформаланған ішкі бөлшектері ретінде кеңінен қолдануға себепші болды. Полистирол-медициналық аппаратура мен оргтехника корпустарын қалыптауға арналған тамаша материал.

Соққыға төзімді полистиролға стандарттар.

Соққыға төзімді Полистирол ГОСТ 28250-89 (01.01.1991) сәйкес жасалуы тиіс. Соққыға төзімді полистиролдың тағайындалуына байланысты соққы тұтқырлығы көрсеткішінің шамасы бойынша үш топқа бөлінеді және ол 1.1 кестеде көрсетілген.

1.1 Кесте – Соққыға төзімді полистиролдың тағайындалуы

Соққыға төзімді полистирол тобы мен маркасы	Мақсаты
Соққыға төзімді полистирол УПС-1002	Жоғары механикалық қасиеттерді қажет ететін радиотехникалық және электрлік қондырғылардың бөліктерін өндіру үшін
Жоғары реттегі полистирол UPS-0803E	Тоңазытқыштардың, тоңазытқыштардың және олардың компоненттерінің листтарын және ішкі блоктарын дайындау үшін
УПС-0703Э	Камераның жұмыс режимімен -18 ° С төмен емес тоңазытқыштардың ішкі бөліктерін және листтарын дайындау үшін
УПМ-424	Пластиналарды, тоңазытқыштың ішкі бөліктерін, техникалық мақсаттағы бөлшектерді, тұтыну тауарларын өндіру үшін.
УПС-0801	Азық-түлік өнімдерімен және контейнерлермен тамақтандыруға арналған
Упс-0803Л	Тоңазытқыштар үшін техникалық мақсаттар мен тұтыну тауарлары үшін ірі мөлшердегі бұйымдарды өндіру үшін
Жоғары әсерлі полистирол UPM-0612L, UPM-0508	Техникалық өнімдер мен тұтыну тауарларын өндіру үшін
УПМ-0503Э, УПМ-0503Л	Азық-түлікпен байланыста болатын түрлі өнімдер мен контейнерлерді өндіруге арналған

Соққыға төзімді полистиролға тағайындалған стандарттар төменде көрсетілгендей болуы қажет:

- «L» және «E» индексі осы полимерді тиісінше қысымды құю немесе экструзия арқылы өңдеу әдістерін білдіреді;
- барлық маркадағы полистиролдар тұрақтандырылған;
- соққыға төзімді полистирол боялған және боялмаған түйіршіктер түрінде шығарылады;
- соққыға төзімді полистиролдың шартты белгіленуі полимердің қысқартылған атауынан (УПМ немесе УПС), марканың сандық белгісінен, тұрақтандыру рецептурасынан, бояу рецептурасынан, сорттан және стандартты белгілеуден тұрады;
- соққыға төзімді полистирол сапа көрсеткіштері бойынша талаптар мен нормаларға сәйкес болуы тиіс (стандартқа сәйкестік үлгісі ретінде УПС-1002 маркалы полистирол таңдалған);

– тоңазытқыштардың, мұздатқыштардың, тамақ өнімдерімен және ойыншықтармен жанасатын бұйымдардың ішкі қаптамасы мен бөлшектері үшін қолданылатын соққыға төзімді полистирол модельдік ортаға бөгде иіс пен дәм 1 балдан жоғары болмауы тиіс. Стирол концентрациясы 0,01 мг/дм³ аспауы тиіс.

1.2 Кесте – УПС-1002 маркалы аса мықты полистиролдың сипаттамасы

Көрсеткіштің атауы	УПС-1002 маркалы соққыға төзімді полистиролдың нормасы
1) Түйіршіктер өлшемі	Ең үлкен мөлшері 2-ден 5 мм-ге дейінгі түйіршіктер мөлшері 5-тен 8 мм-ге дейінгі түйіршіктер 1% - дан аспайтын және мөлшері 1,5-тен 2 мм-ге дейінгі түйіршіктер 1% - дан аспайтын түйіршіктерге жол беріледі.
2) Полимердің тазалығы: диск бетінің тазалығы	Дискілердің беттерінде диаметрі 0,2-0,3 мм бір қосуға рұқсат етіледі, ал ауданына қайта есептегенде, смІ: 10
3) Қалдық мономер мен қоспалардың салмақтық үлесі, %, артық емес:	
стирол	0,08
этилбензол	0,10
4) Судың салмақтық үлесі, %, артық емес	0,1
5) Соққы тұтқырлығы: Шарпи бойынша қиығы бар үлгілерде, кДж / мІ, кемінде	9,8
6) Балқыманың ағымдылық көрсеткіші, г / 10 мин	2,4-3,6
7) Бір партия шегінде балқыманың ағымдылық көрсеткішін шашырату, %	(±10)
8) Үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы, %, кем емес	35
9) Ажырау кезіндегі беріктігі, МПа (кгс/смІ), кем емес	24,5(250)

Қауіпсіздік талаптары.

1. Бөлме температурасында соққыға төзімді полистирол адам ағзасына зиянды әсер етпейді.

2. Соққыға төзімді полистирол улы емес, жарылу қаупі жоқ, отпен жанған кезде жанады, ГОСТ 12.1.044 бойынша - жанғыш зат, тұтану температурасы 343°C, өздігінен жанатын температурасы 486°C. Бөлшектер көлемі 20 - дан 70 мкм-ге дейінгі полистирол шаңы жарылу қаупі жоғары болып келеді, ал жарылудың төменгі шегі-27,5 г/м³.

3. Соққыға төзімді полистиролды қайта өңдеу процесінде ауаға ұшатын заттар бөлінуі мүмкін, олар: стирол, бензол, этилбензол, толуол, бензальдегид, көміртегі оксиді.

4. Жұмыс аймағының ауасын санитарлық-химиялық бақылаудың мерзімділігін денсаулық сақтау министрлігі белгілейді.

5. Соққыға төзімді полистиролды өңдеу температуралық режимдер мен технологиялық параметрлерді қатаң сақтай отырып, жұмыс істеп тұрған желдету кезінде жүргізілуі тиіс.

6. Соққыға төзімді полистирол тұтанған кезде өрт сөндірудің алғашқы құралдарын пайдалану қажет: құм, көмірқышқыл өрт сөндіргіштері, асбест көрпелері.

Көліктік таңбалану-ГОСТ 14192 бойынша "Ылғалдан сақта", "Қызып кетуден сақта" дейтін манипуляциялық белгілері, ГОСТ 19433 бойынша 921 жіктеу шифрі және өнімді сипаттайтын келесі деректер жазылған.:

- дайындаушы кәсіпорынның атауы мен тауар белгісі;
- полимердің шартты белгісі және оның ОКП коды;
- партия нөмірлері;
- нетто массасы;
- дайындалған күні;
- стандарттың белгіленуі.

Сапаны бақылау. Қабылдау, сақтау және тасымалдау ережесі.

Бақылау әдістері:

– түйіршіктелген полимерлік материалдар үшін әрбір контейнерден, автоцистерналардан, вагоннан кемінде үш сынама әр түрлі деңгейлерден алынады;

– нүктелі сынаманы қосады, мұқият араластырады және салмағы 3 кг-дан кем емес біріктірілген сынаманы алады;

– нүктелі сынаманың ең аз салмағы - 0,2 кг; т

– түйіршіктердің массалық үлесін 5 мм-ден астам және 2 мм-ден кем түйіршіктердің максималды мөлшерін өлшеумен немесе электік әдіспен анықтайды;

– (200±1) г сынамаларды өлшеудің ең үлкен шегі 1кг;

– қалдық мономер мен қоспалардың салмақтық үлесін анықтау - ГОСТ 15820 бойынша;

– судың салмақтық үлесін анықтау ГОСТ 11736.

Соққыға төзімді полистиролды қабылдау партиялармен жүзеге асырылады. Полистирол партиясының салмағы 1-ден 60 т-ға дейін болуы тиіс:

– дайындаушы кәсіпорынның атауы және оның тауарлық белгісі немесе кәсіпорынның коды;

- полистиролдың шартты белгісі немесе оның ОКП коды;
- партия нөмірі және буып-түю бірліктерінің саны;
- дайындалған күні;
- таза салмағы;
- стандартты белгілеу;
- өткізілген сынақтар бойынша сапа көрсеткіштері және бақылау үлгі-эталонға түстің сәйкестігін растау.

Әрбір контейнер-цистерна, темір жол цистернасы және полимерлік материалдарға арналған вагон партия болып табылады.

Тасымалдау және сақтау.

Соққыға төзімді полистирол көліктің осы түрінде қолданылатын жүктерді тасымалдау ережелеріне сәйкес көліктің барлық түрлерімен жабық көлік құралдарында тасымалданады.

Қаптарға салынған Полистирол жүктерді тасымалдау ережелеріне және МЕМСТ 26663 сәйкес көліктік пакеттерге қалыптастырады.

Қапталмаған полимерді түйіршіктелген полимерлік материалдар үшін вагондарда тасымалдауға жол беріледі.

Полистирол еденнен кемінде 50 мм қашықтықта, жылыту құралдарынан кемінде 1 м қашықтықта немесе арнайы қоймаларда жабық үй-жайда сақталуы тиіс. Соққыға төзімді полистиролды сақтау мерзімі – 3 жыл.

2 ПОЛИСТИРОЛДЫ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІ БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ

2.1 Жылулық есептеулер

Стиролдың эмульсиялық полимеризациясында жылу теңгерімінің үш сатысы:

- а) жылу сатысы;
- б) реакция сатысы;
- в) суыту сатысы.

2.1.1 Жылыту сатысының жылу балансы

Полистиролды полимерлеу кезеңі үшін жылу балансы келесідей ұсынылуы мүмкін:

$$Q_1 + Q_2 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7. \quad (2.1)$$

Жылу тасымалдағышы бар аппаратқа келіп түсетін жылуды есептейміз:

$$Q_1 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_2. \quad (2.2)$$

Q_2 – тиелген заттары бар аппаратқа түсетін жылу:

$$Q_2 = \sum G_i \cdot C_i \cdot t \quad (2.3)$$

мұндағы G_i – реакторға жүктелген i - компоненттің саны, кг;

C_i – i - компоненттің жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

t – жүктелетін заттардың температурасы С.

$$C_{\text{стирола}} = 0,658 \text{ кДж/(кг град)};$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ кДж/(кг град)}^{\wedge}$$

$$Q_2 = (2943,4 \cdot 0,658 + 3883,6 \cdot 4,19) \cdot 60 = 1092,5 \text{ кДж}.$$

Q_4 – реакция өнімдерімен тозатын жылу:

$$Q_4 = \sum G_j \cdot C_j \cdot t \quad (2.4)$$

мұндағы G_j - реакторда алынған j -компонентінің саны, кг;

C_j – j -компонентінің жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град), t - $^{\circ}\text{C}$,

$$C_{nc} = 1,258 \text{ кДж/(кг град)} [3].$$

$$Q_4 = 7701,1 \cdot 1,258 \cdot 80 = 775038,7 \text{ Дж.}$$

Q_5 – реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_5 = G_{ann} \cdot C \cdot (t_1 - t_2), \quad (2.5)$$

мұндағы G_{ann} – аппарат массасы, кг;

C - аппарат материалының жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

$$t_1 = 80^\circ \text{C}; t_2 = 18^\circ \text{C};$$

$$G_{ann} = 12500 \text{ кг};$$

$$C = 0,5 \text{ кДж/(кг град)};$$

$$Q_5 = 12500 \cdot 0,5 \cdot (80 - 18) = 387500 \text{ кДж.}$$

Q_7 – қоршаған ортаға жоғалтатын жылу.

Ол үшін оқшаулау қалыңдығын анықтаймыз. Оқшауланатын қабырғаның температурасы 100°C тең, ал оқшаулау температурасы 45°C аспауы тиіс.

Оқшаулама ретінде 1638177 ГОСТ бойынша құрылыс киіз таңдаймыз.

Жылуөткізгіштік коэффициенті мынадай түрде есептеледі:

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot t_{cp}, \quad (2.6)$$

мұндағы $\lambda_{из} = 12,3 \text{ Вт/м}^\circ \text{C}$ – жылуберу коэффициенті;

$t_{cp} = \frac{t_m + t_n}{2}$ – жылу тасығыштың температурасы мен оқшаулау беті арасындағы орташа температура:

$$t_{cp} = \frac{100 + 45}{2} = 72,5^\circ \text{C}$$

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot 72,5 = 0,059 \text{ Вт/м}^\circ \text{C}$$

Диаметрі 1,5 м және одан жоғары цилиндрлік бетке арналған оқшаулау қалыңдығы:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda \cdot (t_m + t_n)}{\alpha \cdot (t_n + t_{окр})}, \quad (2.7)$$

мұндағы $\delta_{из}$ – оқшаулау қалыңдығы, м;

λ – жылу өткізгіштік коэффициенті, $\text{Вт/м}^\circ \text{C}$;

t_m жылу тасымалдағыштың температурасы, $^\circ \text{C}$;

t_n оқшаулау бетінің температурасы, $^\circ \text{C}$;

$t_{окр}$ – қоршаған орта температурасы, °C

$$\delta_{из} = \frac{0,059 \cdot (100 - 45)}{12,3 \cdot (45 - 18)} = 0,0098\text{м.}$$

10 мм оқшаулама қалыңдығын қабылдаймыз. Оқшаулама арқылы жылу жоғалту:

$$q_e = \frac{2 \cdot \Pi \cdot (t_m + t_n) \cdot \lambda}{\ln\left(\frac{d_{из}}{d_{нар}}\right)}, \quad (2.8)$$

мұндағы $d_{из}$ – оқшауламасы бар жейденің сыртқы диаметрі, м;
 $d_{нар}$ – оқшаулаусыз жейденің сыртқы диаметрі, м;

$$d_{из} = 2248\text{мм}, d_{нар} = 2228\text{мм.}$$

$$q_e = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot (100 - 45) \cdot 0.059}{\ln\left(\frac{2248}{2228}\right)} = 2280.4 \text{ Вт/м}^2.$$

Жылу өтетін аудан:

$$F = \Pi \cdot 2 \cdot H \cdot \sqrt{\frac{V}{\Pi \cdot H}} \text{ м}^2, \quad (2.9)$$

мұндағы H- аппараттың ернеуі биіктігі, м;
V- аппараттың сыйымдылығы, м³.

$$F = 3.14 \cdot 2 \cdot 3.628 \cdot \sqrt{\frac{12.5}{3.14 \cdot 3.628}} \text{ м}^2.$$

Технологиялық режим нормаларынан $\tau_{он} = 25\text{ч}$, $\tau_{нагрева} = 1\text{ч}$

$$Q_7 = q_e \cdot F \cdot \tau_{нагрева}, \quad (2.10)$$

$$Q_7 = 2280,4 \cdot 23.87 \cdot 1 \cdot 3600 = 195959 \text{ кДж.}$$

Q_6 -- жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_6 = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{ср} - t_{окр}), \quad (2.11)$$

мұндағы C - оқшаулаудың жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);
 γ – оқшаулаудың көлемді массасы, кг/м³;

V – оқшаулау қабатының көлемі, м³.

$$C = 0,84 \text{ кДж/(кг град);}$$

$$\gamma = 200 \text{ кг/м}^3;$$

$$F = 23.87 \text{ м}^2;$$

$$V = \delta_{из} \cdot F \quad (2.12)$$

$$V = 0.01 - 23.87 = 0.2387 \text{ м}^3$$

$$Q_6 = 0,84 \cdot 200 \cdot 0,2387 \cdot (72,5 - 18) = 2185.54 \text{ кДж.}$$

Сонда,

$$Q_1 = 775038,7 + 387500 + 2185.54 + 195959 - 1092,5 = 1359287,74 \text{ кДж.}$$

Жылыту сатысының жылу ағыны:

$$q_1 = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{1359287,74}{1 \cdot 3600} = 377,6 \text{ кВт.},$$

мұндағы τ_1 — қыздыру сатысының уақыты.

Барлық есептерді кестеге жинаймыз [20]:

2.1 Кесте – Полимерлеу сатысының жылу балансы

Кіріс	кДж	Шығын	кДж
1. Жылу тасығышы бар аппаратқа түсетін жылу	1359287,74	1. Реакция өнімдерімен кететін жылу	775038,7
2. Тиелген заттары бар аппаратқа түсетін жылу	1092,5	2. Реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу	387500
		3. Жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу	2185.54
		4. Қоршаған ортаға жұмсалатын жылу	195959
Барлығы	1360380,24	Жиын	1360380,24

2.1.2 Реакцияның жылу балансы

Жылу балансы былайша ұсынылуы мүмкін:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7. \quad (2.13)$$

Жылу тасымалдағышы бар аппаратқа келіп түсетін жылуды есептейміз:

$$Q_1 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_2 - Q_3. \quad (2.14)$$

а) Q_2 - заттар тиелген аппаратқа түсетін жылу:

$$Q_2 = \sum G_i \cdot C_i \cdot t, \quad (2.15)$$

мұндағы G_i - реакторға жүктелген i -компоненттің саны, кг

C_i - i -компоненттің жылу сыйымдылығы, кДж / (кг град);

t - қоршаған ортаның температурасы, $^{\circ}\text{C}$.

$$C_{\text{стирола}} = 0,658 \text{ кДж/(кг град);}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ кДж/(кг град);}$$

$$Q_2 = (2943,4 \cdot 0,658 + 3883,6 \cdot 4,19) \cdot 60 = 1092,5 \text{ кДж.}$$

б) Q_4 - реакция өнімдерімен тозатын жылу [3]:

$$Q_4 = \sum G_j \cdot C_j \cdot t, \quad (2.16)$$

мұндағы G_j - реакторда алынған j -компонентінің саны, кг;

C_j - j -компонентінің жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

t - процесс жүргізілетін температура, $^{\circ}\text{C}$.

$$C_{nc} = 1,258 \text{ кДж/(кг град);}$$

$$Q_4 = 7701,1 \cdot 1,258 \cdot 105 = 1017238 \text{ Дж.}$$

в) Q_3 - химиялық реакцияның жылуы, есептеуді Гесса Заңының негізінде жүргіземіз:

$$Q_3 = \Delta H_{\text{сгор.298}\mu\text{prod}} - \Delta H_{\text{сгор.298}\mu\text{сх}} \quad (2.17)$$

$$\Delta H_{\text{сгор.298}\mu\text{сх}} = \Delta H_{\text{сгор.298}\mu\text{стирола}} = -128,04 \cdot 10^3 \text{ кДж/моль ;}$$

$$\Delta H_{сгор.298prod} = \Delta H_{сгор.ПС} = -434 \cdot 10^3 \text{ кДж/моль} ;$$

$$Q_3 = -128,04 \cdot 10^3 + 434 \cdot 10^3 = 305,96 \cdot 10^3 = 305960 \text{ кДж/моль} .$$

г) Q_5 - реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_5 = G_{ann} \cdot C \cdot (t_1 - t_2), \quad (2.18)$$

мұндағы G_{ann} – аппарат массасы, кг;

C - аппарат материалының жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

$$t_1 = 105^0 \text{ C}; t_2 = 18^0 \text{ C};$$

$$G_{ann} = 12500 \text{ кг};$$

$$C = 0,5 \text{ кДж/(кг град)};$$

$$Q_5 = 12500 \cdot 0,5 \cdot (105 - 18) = 543750 \text{ кДж} .$$

д) Q_7 - қоршаған ортаға жоғалтатын жылу.

Ол үшін оқшаулау қалыңдығын анықтаймыз. Оқшауланатын қабырға температурасы 100 С тең, ал оқшаулау температурасы 45 С аспауы тиіс.

Оқшаулама ретінде 16381-77 ГОСТ бойынша құрылыс киіз таңдаймыз.

Жылуөткізгіштік коэффициенті мынадай түрде есептеледі:

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot t_{cp}, \quad (2.19)$$

мұндағы $\lambda_{из} = 12,3 \text{ Вт/м}^2 \text{ с}$ – жылуөткізгіш коэффициенті;

$$t_{cp} = \frac{t_m + t_n}{2} - \text{жылу тасымалдаушының температурасы мен оқшаулау беті}$$

арасындағы орташа температура:

$$t_{cp} = \frac{100 + 45}{2} = 72,5^0 \text{ C};$$

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot 72,5 = 0,059 \text{ Вт/м}^2 \text{ с}.$$

Диаметрі 1,5 м және одан жоғары цилиндрлік бетке арналған оқшаулау қалыңдығы:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda \cdot (t_m - t_n)}{\alpha \cdot (t_n - t_{окр})} \quad (2.20)$$

мұндағы $\delta_{из}$ – оқшаулау қалыңдығы, м;

λ – жылуөткізгіштік коэффициенті, Вт/м²·с;

t_m – жылу тасымалдағыштың температурасы, °С;

t_n – оқшаулау бетінің температурасы, °С;

$t_{окр}$ – қоршаған ортаның температурасы, °С.

$$\delta_{из} = \frac{0,059 \cdot (100 - 45)}{12,3 \cdot (45 - 18)} = 0,0098 \text{ м.}$$

10 мм оқшаулама қалыңдығын қабылдаймыз. Оқшаулама арқылы жылу жоғалту құрайды:

$$q_e = \frac{2 \cdot \Pi \cdot (t_m - t_n) \cdot \lambda}{\ln\left(\frac{d_{из}}{d_{нар}}\right)} \quad (2.21)$$

мұндағы $d_{из}$ – оқшауламасы бар корпустың сыртқы диаметрі, м;

$d_{нар}$ – оқшаулаусыз корпустың сыртқы диаметрі, м;

$$d_{из} = 2248 \text{ мм}, d_{нар} = 2228 \text{ мм};$$

$$q_e = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (100 - 45) \cdot 0,059}{\ln\left(\frac{2248}{2228}\right)} = 2280,4 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу өтетін аумақ:

$$F = \Pi \cdot 2 \cdot H \cdot \sqrt{\frac{V}{\Pi \cdot H}} \text{ м}^2. \quad (2.22)$$

мұндағы H- аппараттың ернеуі биіктігі, м;

V- аппараттың сыйымдылығы, м³.

$$F = 3,14 \cdot 2 \cdot 3,628 \cdot \sqrt{\frac{12,5}{3,14 \cdot 3,628}} = 23,87 \text{ м}^2$$

Технологиялық режим нормаларынан $\tau_{он} = 25 \text{ ч}$, $\tau_{нагрева} = 3 \text{ ч}$

$$Q_7 = q_e \cdot F \cdot \tau_{нагрева} \quad (2.23)$$

$$Q_7 = 2280,4 \cdot 23,87 \cdot 3 \cdot 3600 = 587878 \text{ кДж}$$

е) Q_6 - жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_6 = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{cp} - t_{окр}) \quad (2.24)$$

мұндағы C - оқшаулаудың жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

γ - оқшаулаудың көлемді массасы, кг/м³;

V - оқшаулау қабатының көлемі, м³.

$C = 0,84$ кДж/(кг град);

$\gamma = 200$ кг/м³;

$F = 23.87$ м²;

$$V = \delta_{из} \cdot F \quad (2.25)$$

$$V = 0.01 - 23.87 = 0.2387 \text{ м}^3$$

$$Q_6 = 0,84 \cdot 200 \cdot 0,2387 \cdot (72,5 - 18) = 2185.54 \text{ кДж}$$

Сонда,

$$Q_1 = 1017238 + 543750 + 2185.54 + 587878 - 1092,5 - 305960 = 1543999,04 \text{ кДж.}$$

Синтез сатысының жылу ағыны:

$$\frac{Q}{\tau} = g = \frac{1543999,04}{(3 \cdot 3600)} = 142,96 \text{ кВт.}$$

Барлық есептерді кестеге жинаймыз:

2.2 Кесте – Полимерлеу сатысының жылу балансы

Кіріс	кДж	Шығыс	кДж
1. Жылу тасығышы бар аппаратқа түсетін жылу	1543999,04	1. Реакция өнімдерімен тозатын жылу	1017238
2. Тиелген заттары бар аппаратқа түсетін жылу	1092,5	2. Реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу	543750
3. Химиялық реакцияның жылуы	305 960	3. Жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу	2185.54
		4. Қоршаған ортаға жұмсалатын жылу	587878
Барлығы	2151051,54	Барлығы	2151051,54

2.1.3 Салқындату сатысының жылу балансы

Полистиролды полимерлеу кезеңінің жылу балансы мынадай түрде берілуі мүмкін:

$$Q_1 + Q_2 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 \quad (2.26)$$

Жылутасымалдағышы бар аппаратқа келіп түсетін жылуды есептейміз:

$$Q_1 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_2 \quad (2.27)$$

а) Q_2 - тиелген заттары бар аппаратқа түсетін жылу:

$$Q_2 = \sum G_i \cdot C_i \cdot t \quad (2.28)$$

мұндағы G_i - реакторға жүктелген i -компоненттің саны, кг;
 C_i - i -компоненттің жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);
 t - қоршаған ортаның температурасы, $^{\circ}\text{C}$.

$$C_{\text{стирола}} = 0,658 \text{ кДж/(кг град)};$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ кДж/(кг град)}.$$

$$(2943,4 * 0,658 + 3883,6 * 4,19) * 60 = 1092,5;$$

$$Q_2 = (2943,4 * 0,658 + 3883,6 * 4,19) * 60 = 1092,5 \text{ кДж}.$$

б) Q_4 - реакция өнімдерімен кететін жылу:

$$Q_4 = \sum G_j \cdot C_j \cdot t \quad (2.29)$$

мұндағы G_j - реакторға жүктелген j -компоненттің саны, кг;
 C_j - j -компонентінің жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);
 t - процесс жүргізілетін температура, $^{\circ}\text{C}$.

$$C_{nc} = 1,258 \text{ кДж/(кг град) [3]};$$

$$Q_4 = 7701,1 * 1,258 * 60 = 581279 \text{ Дж}.$$

в) Q_5 - реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_5 = G_{ann} \cdot C \cdot (t_1 - t_2) \quad (2.30)$$

мұндағы G_{ann} – аппарат массасы, кг;

C - аппарат материалының жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);

$$t_1 = 60^0 C; t_2 = 18^0 C;$$

$$G_{ann} = 12500 \text{ кг};$$

$$C = 0,5 \text{ кДж/(кг град)};$$

$$Q_5 = 12500 \cdot 0,5 \cdot (60 - 18) = 262500 \text{ кДж}.$$

г) Q_7 - қоршаған ортаға жоғалтатын жылу.

Ол үшін оқшаулау қалыңдығын анықтаймыз. Оқшауланатын қабырға температурасы 100 С тең, ал оқшаулау температурасы 45 С аспауы тиіс.

Оқшаулама ретінде 16381-77 ГОСТ бойынша құрылыс киіз таңдаймыз.

Жылуөткізгіштік коэффициенті мынадай түрде есептеледі:

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot t_{cp}, \quad (2.31)$$

мұндағы $\lambda_{из} = 12,3 \text{ Вт/м} \cdot \text{с}$ - жылу беру коэффициенті.

$$t_{cp} = \frac{t_m + t_n}{2} - \text{жылу тасығыштың температурасы мен оқшаулау}$$

беті арасындағы орташа температура:

$$t_{cp} = \frac{100 + 45}{2} = 72,5^0 C;$$

$$\lambda^{100} = 0,0044 + 0,00021 \cdot 72,5 = 0,059 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{с}$$

Диаметрі 1,5 м және одан жоғары цилиндрлік бетке арналған оқшаулау қалыңдығы:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda \cdot (t_m - t_n)}{\alpha \cdot (t_n - t_{окр})} \quad (2.32)$$

мұндағы $\delta_{из}$ – оқшаулау қалыңдығы, м;

λ – жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт/м²·с;

t_m – жылутасығыштың температурасы, °С;

t_n – оқшаулау бетінің температурасы, °С;

$t_{окр}$ – қоршаған ортаның температурасы, °С.

$$\delta_{из} = \frac{0,059 \cdot (100 - 45)}{12,3 \cdot (45 - 18)} = 0,0098 \text{ м}.$$

10 мм оқшаулама қалыңдығын қабылдаймыз. Оқшаулама арқылы жылу жоғалту мынаны құрайды:

$$q_e = \frac{2 \cdot \Pi \cdot (t_m - t_n) \cdot \lambda}{\ln\left(\frac{d_{из}}{d_{нар}}\right)} \quad (2.33)$$

мұндағы $d_{из}$ – оқшауламасы бар жейденің сыртқы диаметрі, м;
 $d_{нар}$ – оқшаулаусыз жейденің сыртқы диаметрі, м.

$$d_{из} = 2248 \text{ мм}, d_{нар} = 2228 \text{ мм}.$$

$$q_e = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (100 - 45) \cdot 0,059}{\ln\left(\frac{2248}{2228}\right)} = 2280,4 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу өтетін аумақ:

$$F = \Pi \cdot 2 \cdot H \cdot \sqrt{\frac{V}{\Pi \cdot H}}, \text{ м}^2 \quad (2.34)$$

мұндағы H- аппараттың ернеуі биіктігі, м;
V- аппараттың сыйымдылығы, м.

$$F = 3,14 \cdot 2 \cdot 3,628 \cdot \sqrt{\frac{12,5}{3,14 \cdot 3,628}} = 23,87 \text{ м}^2$$

Технологиялық режим нормаларынан $\tau_{он} = 25 \text{ ч}$, $\tau_{нагрева} = 3,5 \text{ ч}$

$$Q_7 = q_e \cdot F \cdot \tau_{нагрева} \quad (2.35)$$

$$Q_7 = 2280,4 \cdot 23,87 \cdot 3,5 \cdot 3600 = 685857,66 \text{ кДж}$$

д) Q_6 - жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу:

$$Q_6 = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{ср} - t_{окр}) \quad (2.36)$$

мұндағы C - оқшаулаудың жылу сыйымдылығы, кДж/(кг град);
 γ - оқшаулаудың көлемді массасы, кг/м³;
V - оқшаулау қабатының көлемі, м³.

$$C = 0,84 \text{ кДж/(кг град); [20]}$$

$$\gamma = 200 \text{ кг/м}^3; [11]$$

$$F = 23.87 \text{ м}^2;$$

$$V = \delta_{из} \cdot F \quad (2.37)$$

$$V = 0.01 - 23.87 = 0.2387 \text{ м}^3$$

$$Q_6 = 0,84 \cdot 200 \cdot 0,2387 \cdot (72,5 - 18) = 2185.54 \text{ кДж.}$$

Сонда,

$$Q_1 = 581279 + 262500 + 2185,54 + 6858,66 - 1092,5 = 1530729,7 \text{ кДж.}$$

Салқындату сатысының жылу ағыны:

$$\frac{Q}{\tau} = g = \frac{15307297}{(3,5 \cdot 3600)} = 121,5 \text{ кВт.}$$

Барлық есептерді кестеге жинаймыз:

2.3 Кесте – Полимерлеу сатысының жылу балансы

Кіріс	кДж	Шығыс	кДж
1. Жылу тасығышы бар аппаратқа түсетін жылу	1530729,7	1. Реакция өнімдерімен кететін жылу	581279
2. Тиелген заттары бар аппаратқа түсетін жылу	1092,5	2. Реакторды қыздыруға жұмсалатын жылу	262500
		3. Жылу оқшаулағышты қыздыруға жұмсалатын жылу	2185.54
		4. Қоршаған ортаға жұмсалатын жылу	685857,66
Барлығы	15321822,2	Барлығы	15321822,2

q1 q2 және q3 артық болғандықтан, одан әрі есептеу 80 °С температураға жүргізіледі.

2.1.4 Реактордың жылу алмасу бетін есептеу

Жылу алмасу беті теңдеу бойынша есептеледі:

$$F = \frac{Q_1}{k \cdot \tau \cdot \Delta t_{cp}} \quad (2.38)$$

мұндағ Q_1 - жылу ағымы, Вт/м² ;

k -жылөткізгіштік коэффициенті , Вт/м² · К ;

τ — осы сатының уақыты, с;

$\Delta \tau_{cp}$ — температураның орташа айырмашылығы:

$$\Delta \tau_{cp} = \frac{80-18}{2} = 31^0 C$$

$$\frac{Q}{\tau} = g = \frac{135928774}{(1*3600)} = 377,6 \text{ кВт.} \quad (2.39)$$

Жылу өткізгіштік коэффициентін табамыз:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \Sigma r_{cm} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (2.40)$$

мұндағы α_1, α_2 - коэффициенты теплопередачи, Вт/м² – К .

Сұйықтықтарды араластырғышпен араластыру кезінде:

$$\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_m} \quad (2.41)$$

$$Nu = 0.4 \cdot Re^{0.66} \cdot Pr^{0.33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_{cm}} \right)^{0.14} \cdot \Gamma^{-1} \quad (2.42)$$

$$Re = \frac{\beta \cdot n \cdot d_m^2}{\mu} \quad (2.43)$$

$$\Gamma = \frac{D}{d_m} \quad (2.44)$$

мұндағы D — ыдыс диаметрі, м;

n — араластырғыштың айналу жиілігі, с⁻¹;

d_m — араластырғыштың шеңберінің диаметрі, м;

μ_{cm} - көйлек қабырғасының температурасы кезінде сұйықтықтың тұтқырлығының динамикалық коэффициенті;

μ - орташа температурада сұйықтықтың тұтқырлығының динамикалық коэффициенті;

Σr_{cm} - ластану қабаттарын қоса алғанда, қабырғадан тұратын барлық қабаттардың термиялық кедергілерінің сомасы, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

α_1 есептейміз:

$$\text{Re} = \frac{1,04 \cdot 2 \cdot 1,2^2}{0,549 \cdot 10^{-3}} = 5456$$

мұндағы $\beta = 1,04 \text{ мН/м}^2$;

$n = 2 \text{ с}^{-1}$;

$d_m = 1,2 \text{ м}$;

$\mu = 0,549 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$;

$\Gamma = \frac{1,8}{1,2} = 1,5$;

D – аппараттың ішкі диаметрі.

$$\text{Pr} = \frac{1,258 \cdot 10^3 \cdot 0,549 \cdot 10^{-3}}{0,1221} = 5,65$$

мұндағы $C_{nc} = 1,258 \text{ кДж/(кг град)}$;

$\lambda = 0,1221 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;

$$\text{Nu} = 0,4 \cdot 5456^{0,66} \cdot 5,65^{0,33} \cdot \left(\frac{0,549 \cdot 10^{-3}}{0,56 \cdot 10^{-3}} \right)^{0,14} \cdot 1,5^{-1} = 137,81$$

мұндағы $\mu_{nc} = 0,56 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

$$\alpha_1 = \frac{137,81 \cdot 1,258}{1,2} = 144,47$$

мұндағы $\lambda = 1,258 \text{ Вт/м}^2$;

K - стиролдың жылуөткізгіштік коэффициенті.

Қайнаған су үшін α_2 есептеледі:

$$\alpha_2 = \frac{3,4 \cdot P^{0,18}}{1 - 0,0045 \cdot P} \cdot q^{\frac{2}{3}} \quad (2.45)$$

мұндағы P - қысым, $кЭ \cdot с / м^2$, $P = 1,03 кЭ \cdot с / м^2$ $100^0 C$ -тағы су үшін.

$$q = \frac{Q_1}{\tau \cdot F} = \frac{q_1}{F} \quad (2.46)$$

$$g = \frac{377,6}{23,87} = 15,8 кВт / м^2 ;$$

$$\alpha_2 = (3,4 - 1,03 \cdot 18 / 1 - 0,0045 - 1,03) - 15,82 / 3 = 21,6.$$

$$\Sigma r_{cm} = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{2900} + \frac{1}{11600} \quad (2.47)$$

мұндағы δ_{cm} - қабырға қалыңдығы, м;

λ_{cm} - қабырғаның жылуөткізгіштігі, $Вт/м^2 \cdot К$.

$$\delta_{cm} = 0,012 м; \lambda_{cm} = 46,5 Вт/м^2 \cdot К ;$$

$$\Sigma r_{cm} = \frac{0,012}{46,5 \cdot 10^{-3}} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{2900} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{11600} = 0,258.$$

Сонда жылу алмасу беті тең болады:

$$F = \frac{377,6}{31^{*}3,2} = 3,81 м^2 ,$$

$$F_{ann} = 23,87 м^2, F_{ann} > F_{m/o}, \text{ шарт орындалады.}$$

Стиролды полимерлеу процесінің кинетикалық моделі.

Кинетикалық модель-кинетикалық схема негізінде алынған мономер мен инициатордың конверсиясын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер жүйесі.

$$\begin{cases} \frac{dx_m}{dt} = k_{eff} * (1 - x_m) * \sqrt{\frac{I_0 * (1 - x_1)}{(1 + \varepsilon * x_m) * F(x_m)}} \\ \frac{dx_I}{dt} = k_d * (1 - x_I) \end{cases} \quad (2.47)$$

мұндағы $x_I = \frac{I_0 - I}{I_0}$ - стиролдың конверсиясы;

$I_0 = \frac{M_{inic}}{M_{0inic} * V_{st}^0}$ - бастамашының бастапқы концентрациясы;

I - бастамашының ағымдағы концентрациясы;

M_{0nic} - бастамашының молярлық салмағы ($M_{0nic} = 0,104 \frac{кг}{моль}$);

M_{inic} - жүктелетін бастамашының салмағы, кг;

V_{st}^0 - начальный объем загружаемого стирола;

k_{eff} - реакция жылдамдығының тиімді тұрақтысы $k_{eff} = k_p \sqrt{\frac{2f^*k_d}{k_{tc}}}$;

f - бастамашының тиімділік факторы ($f = 0,6$).

$F(x_m)$ - гельді әсерге $k_t = k_{t0} * F(x_m)$ тізбектің үзілу жылдамдығының константасына түзетуді ескеретін функция:

$$F(x) = \exp\left(-2(b_s * \varphi_s(x) + c_s * \varphi_s(x)^2 + d_s * \varphi_s(x)^3)\right) \quad (2.48)$$

b_s, c_s, d_s - функцияның коэффициенттері: $F(x_m)$, тең:

$$b_s = 2.57 - 0.0055T, c_s = 9.56 - 0.00176T, d_s = -3.03 - 0.00785T.$$

$\varphi(x_m)$ - мономердің айналу дәрежесіне байланысты функция түріндегі қоспадағы полимердің көлемдік үлесі:

$$\varphi(x_m) = \frac{(\varepsilon+1)x_m}{1+\varepsilon*x_m}.$$

ε - полимерлеу реакциясы барысындағы көлем өзгерісінің коэффициенті:

$$\varepsilon = \frac{\rho_{st}}{\rho_{ps}} - 1.$$

ρ_{st} - стиролдың тығыздығы, процесстің температурасына байланысты:

$$\rho_{st} = 924 - 0.918(T - 273) \quad (2.49)$$

ρ_{ps} - процесстің температурасына тәуелді полистиролдың тығыздығы:

$$\rho_{ps} = 1084.8 - 0.685(T - 273) \quad (2.50)$$

мұндағы T - процесстің температурасы.

Қабылданған реакция жылдамдығының константалары тең:

$$k_p = 1.89 * 10^9 \exp\left(\frac{-43580}{8.314T}\right);$$

$$k_d = 1.4 * 10^{14} \exp\left(\frac{-125700}{8.314T}\right);$$

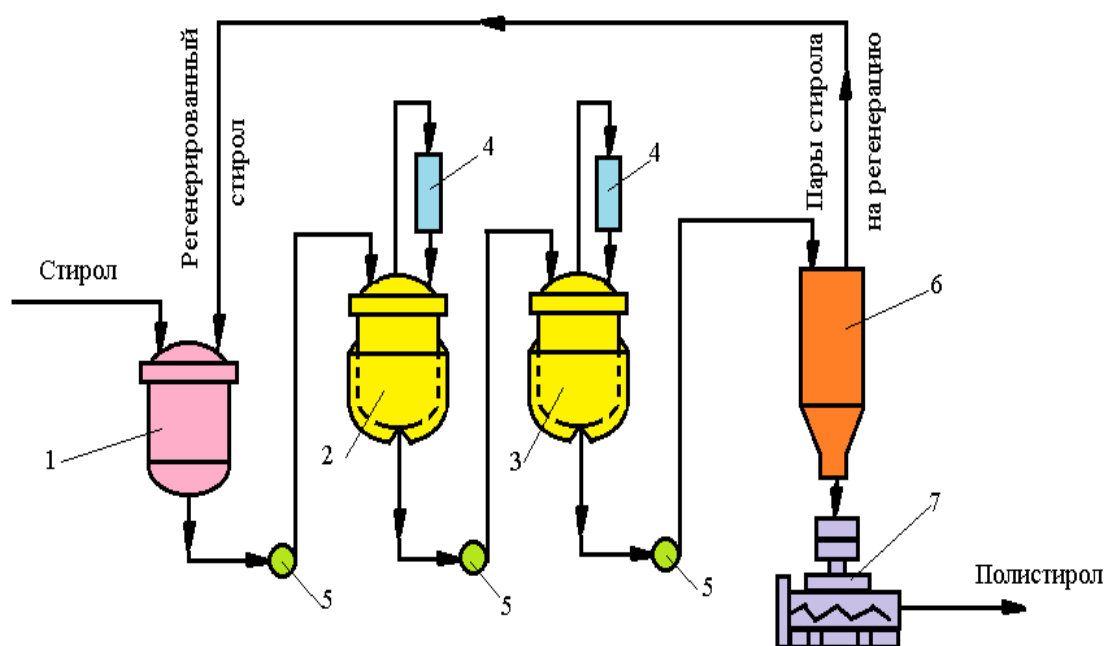
$$k_{t0} = 6.52 \cdot 10^{13} \exp\left(\frac{-37170}{8.314T}\right).$$

2.2 Блокты стиролды өндіру

Берілген дипломдық жобада полистиролды алу блокты тәсілмен жүргізіледі. Ол үш кезеңмен жүзеге асырылады.

Полистиролды алудың технологиялық сұлбасы 2.1 суретте келтірілген. Схема жинақтаушыдан (1), екі реактордан (2, 3) және вакуум-камерадан (6) құралады. Жинақтағышқа стирол жиналады, ол кейін полимеризаторларға жіберіледі. Оларда полимерлену дәрежесі 32-45%-ға және сәйкесінше 75-88% -ға жетеді. Одан соң полимеризацияланған стирол полимеризацияның соңғы сатысына, демек вакуум-камераға жіберіледі. Ол жерде полимерлеу стиролды бұмен қыздыру арқылы жүзеге асырылады. Нәтижесінде стиролдың полимеризациясы 90% -ға жетеді, қосалқы жабдық ретінде сорғыларды (5), тоңазытқыштарды (4) және түйіршіктегіштерді (7) атап өтуге болады [11].

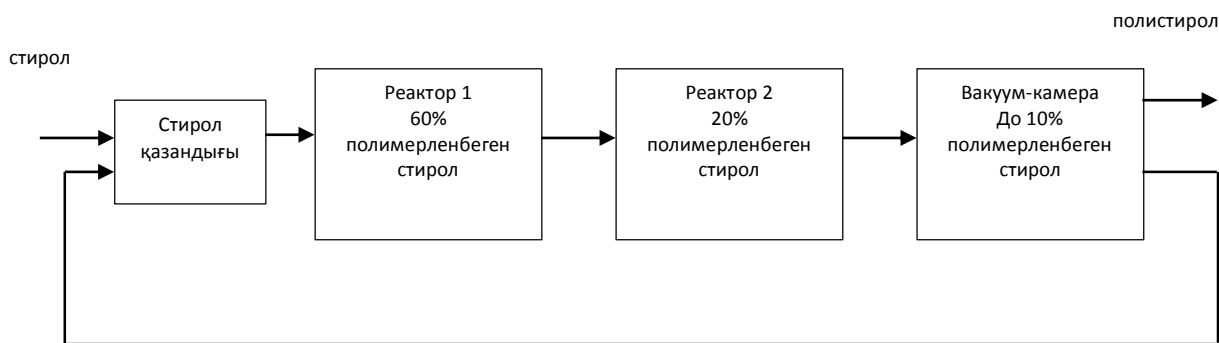
Полимерленбеген стирол (шамамен 10%) жинақтағышқа қайта беріледі (1), онда одан әрі полимеризациялау үшін негізгі стиролға қосылады.



1-стирол жинағыш; 2,3 – тізбекті реакторлар; 4 – тоңазытқыштар; 5 – сорғылар; 6-вакуум-камера; 7-түйіршіктегіш.

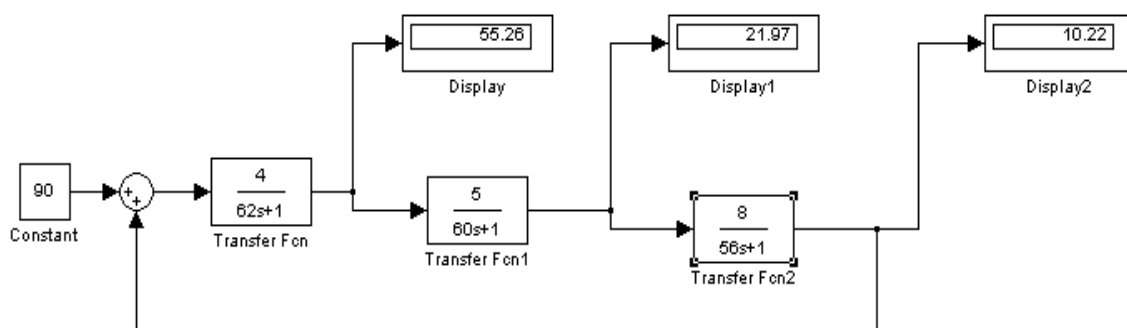
2.1 Сурет – Үздіксіз әдіспен араластыру арқылы аппараттардың каскадында блоктық полистиролды өндіру процесінің сұлбасы

Полистиролды алудың функционалды сұлбасын 2.2 суретте ұсынуға болады.



2.2 Сурет – Полистиролды алудың функционалдық сұлбасы

Жоғарыдағы процессті Matlab Simulink моделдеу ортасында келесідей 2.3 суреттегідей көрсете аламыз.



2.3 Сурет – Matlab Simulink ортасында полистирол процесінің математикалық моделі.

2.2.1 Реакторлардың математикалық сипаттамасы

Соққыға берік полистиролды өндіру технологиялық процесі барысында ең алдымен еріткішке стирол мен каучук келіп түседі. Олар еріткіште 68-70°C температурада ерітілуі қажет. Қоспаны берілген температураға дейін қыздыру үшін еріткіштің беткі қабатына ыстық су жіберіледі. Еріткішке келіп түсетін стирол мен каучуктың температурасына байланысты қоспаның температурасы әрдайым берілген мәннен ауытқып тұрады. Қоспа температурасын берілген мәнде сақтау үшін оны үнемі реттеп отыру қажет. Сол себепті автоматты реттеу жүйесінің басқару объектісі ретінде еріткішті аламыз:

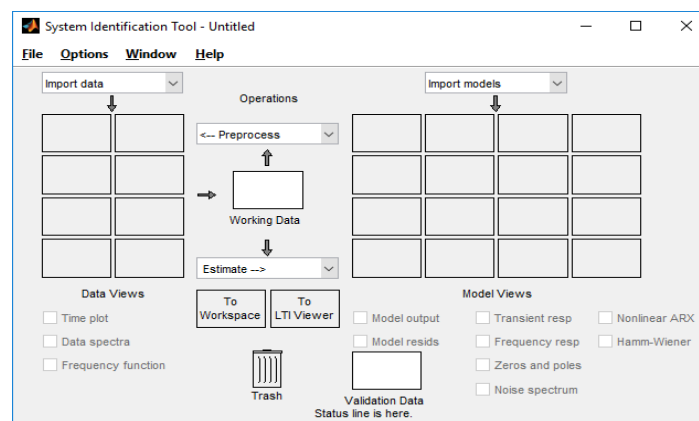
Реттеу объектісі ретінде берілген температураны бірқалыпта ұстап тұратын еріткіштің сыртқы қабаты алынды. Реттелетін органнан келетін сыртқы әсер еріткішке түсіп, оның сыртқы қабатындағы температураны берілген мәнінен өзгертеді.

2.2.2 ПИ-реттегіштің көмегімен еріткіштің беткі қабатындағы температураны реттеу

Реттеу объектісі ретінде таңдалып отырған еріткіштің кіріс пен шығыс параметрлеріне байланысты біз аталған объектіге беріліс функциясын анықтап аламыз. Ол үшін біз екінші ретті апериодты үзбені таңдап алатын боламыз. Себебі температура бұл бірқалыпты өзгеріп отыратындықтан, яғни осы үзбенің уақыт сипаттамасының бірқалыпты өзгеріп отырады. Бұл екінші ретті апериодты үзбенің беріліс функциясын анықтау үшін 2.4 суретте көрсетілген басқару объектісінің кіріс, шығыс параметрлерін ескеріп, System Identification ортасында анықтап аламыз.

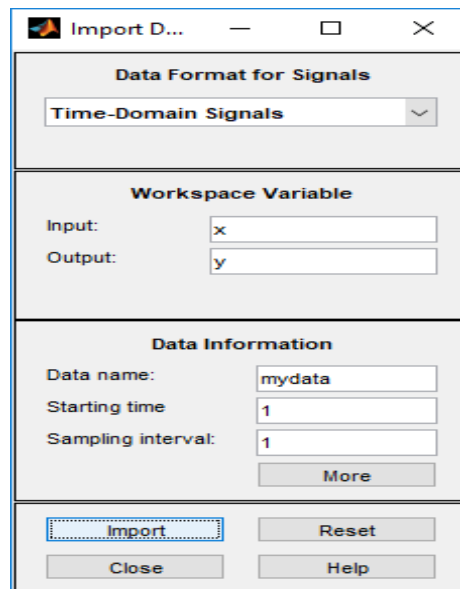


2.4 Сурет – Еріткіштің беткі қабаты басқару объектісі ретінде



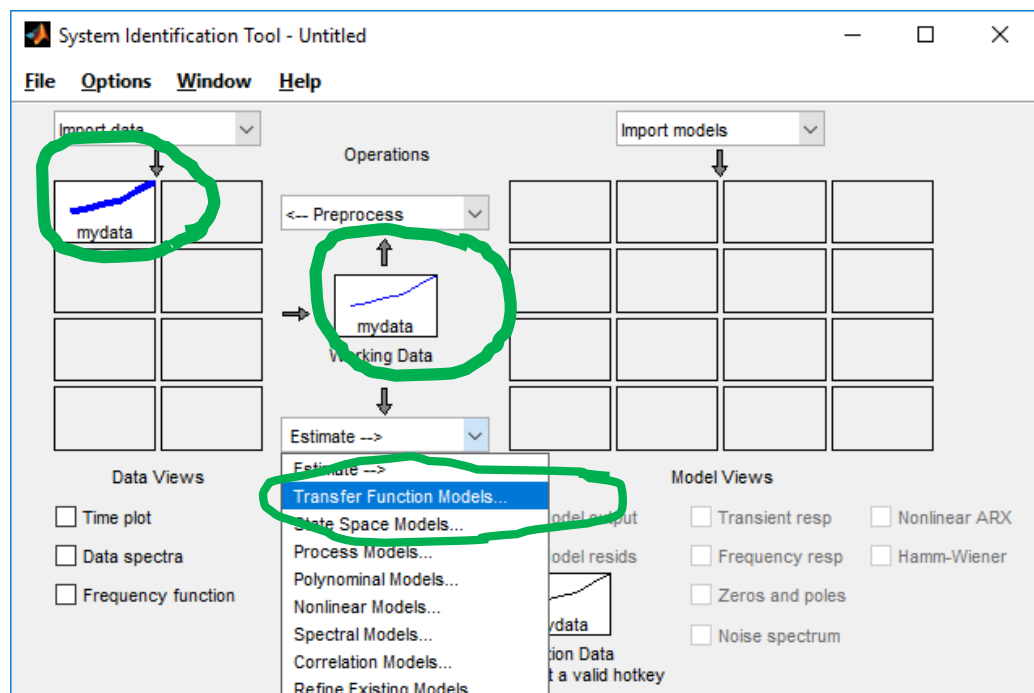
2.5 Сурет – SystemIdentification терезесі

Мұнда Matlab енгізілген кіріс және шығыс температураның мәндерін 13 суретте көрсетілгендей енгіземіз, ол үшін терезеде көріп тұрғанымыздай Import data батырмасын басып, онда data object таңдап, кіріс/шығыс температураларына берілген атауларды енгіземіз және форматы Time-Domain Signals деп таңдалуы қажет.



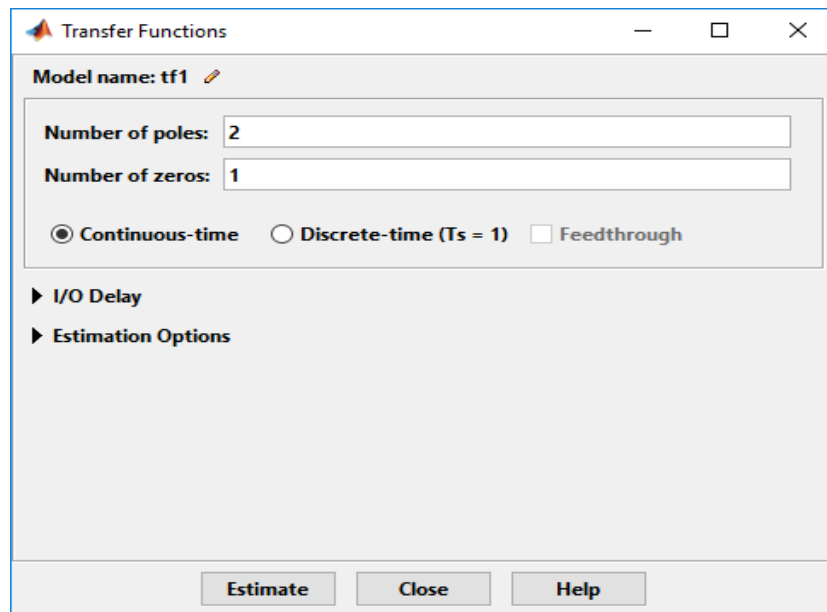
2.6 Сурет – Кіріс және шығыс шамаларын енгізу

Сәйкесінше кіріс/шығыс шамалары енгізілген соң, Import командасын орындаймыз, ол SystemIdentification Tools терезесінде келесідей график пайда болады.

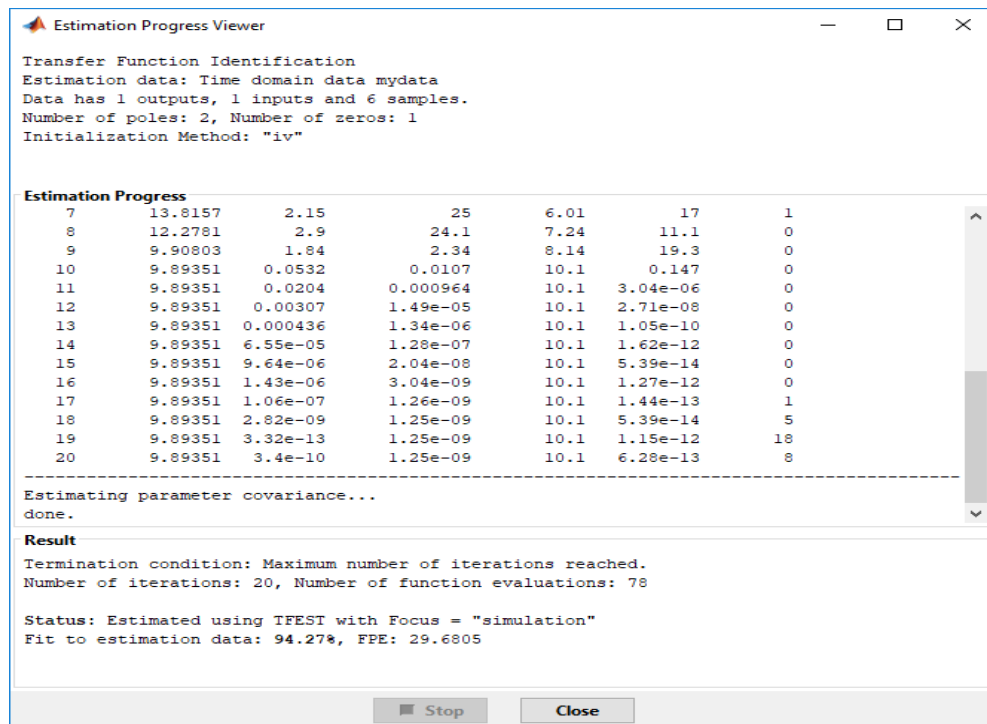


2.7 Сурет – Беріліс функциясына сәйкес графиктің көрсетілуі

Сонымен қатар, жоғарыдағы суретте көрсетілгендей Transfer Function Models тандаймыз және 15 суретте пайда болған терезеде полюстер санын екі, нөлдер санын бір деп тандап аламыз Estimate басамыз, ол өзі автоматты түрде 16 суреттегідей есептеулер жүргізеді.

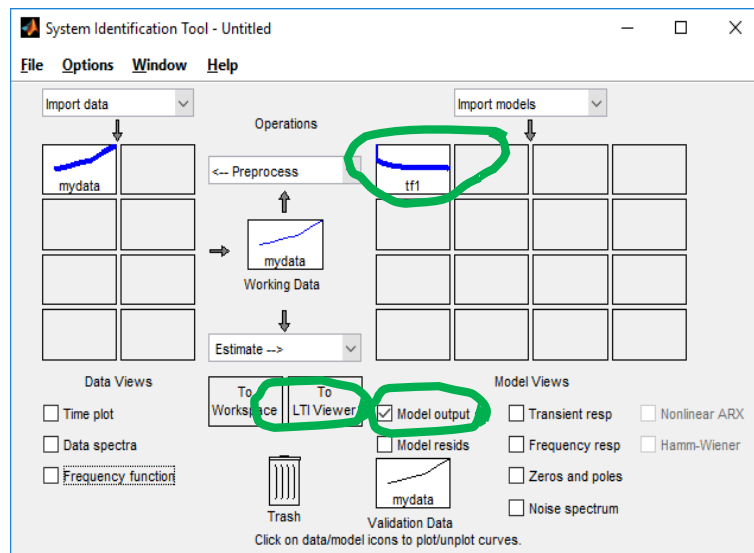


2.8 Сурет – Қажетті беріліс функциясының ретін таңдау

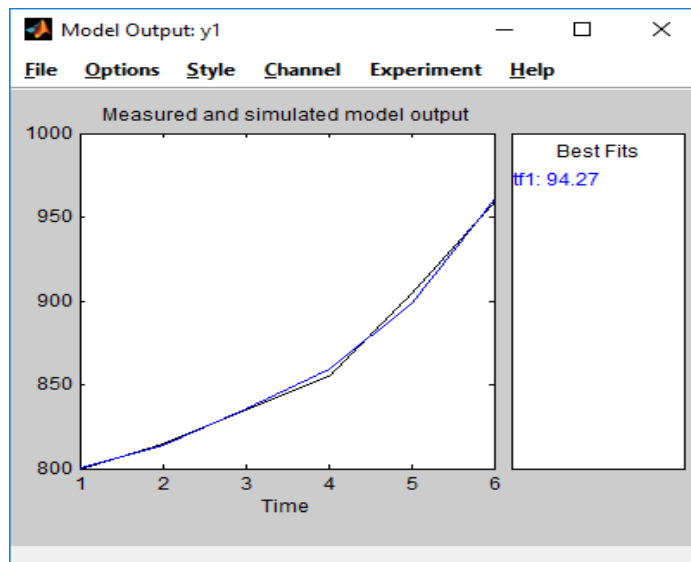


2.9 Сурет – Беріліс функциясын іздеу процесі

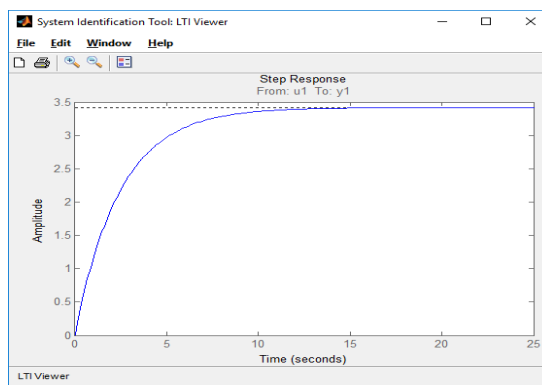
SystemIdentification Tools терезесінде Import models катарында 17 суреттегі бейне көрсетіледі және мұнда біз Model output таңдап, біз енгізген шамалар графигімен таңдалған екінші ретті беріліс функцияның графиктерінің сәйкестігін 18 суретте келтірілгендей анықтаймыз. Сосын, осы графикті ұстап отырып, To LTI Viewer беріп, бұл беріліс функциясының уақыт сипаттамасын қарастырып температураны басқаруға сәйкес келетіндігін тексереміз, яғни ол бірқалыпты өзгеруі тиіс. Алынған уақыт сипаттамасы 19 суретте келтірілді.



2.10 Сурет – Беріліс функсы бейнесінің көрсетілуі



2.11 Сурет – Кіріс/шығысқа байланысты беріліс функцияның сәйкестігін анықтау

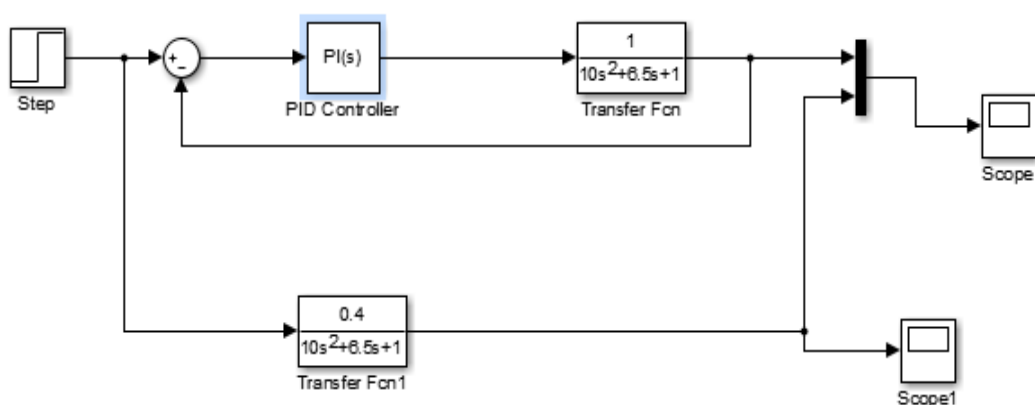


2.12 Сурет – Күтілген функциясының уақыт сипаттамасы

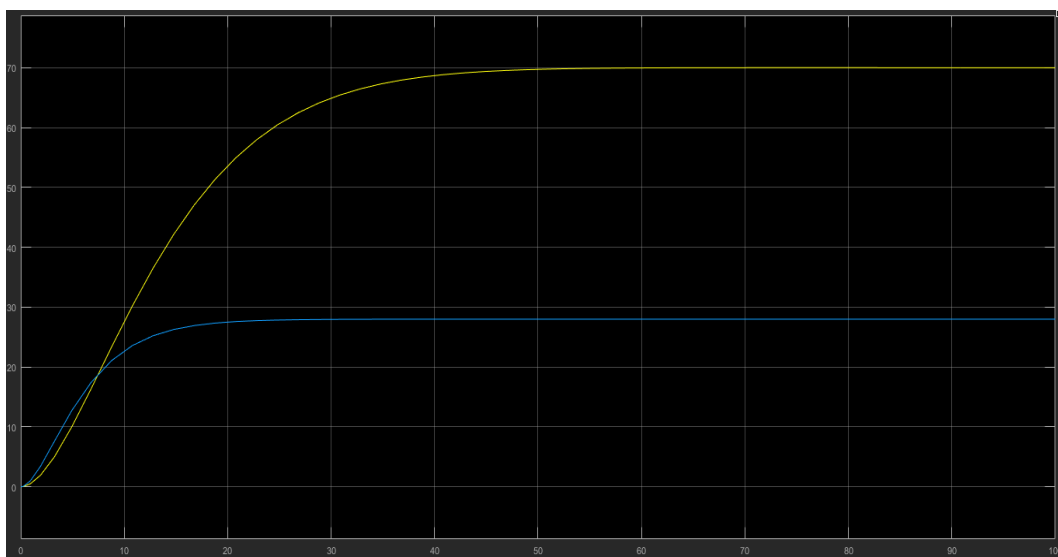
Жоғарыдағы суреттерден көріп отырғанымыздай, екінші ретті беріліс функциясы және уақыт сипаттамасы біз күтілген нәтижеге сәйкес келгендіктен, осы график тағы ұстап отырып To Workspace жібереміз. Ол алынған мәндерді Matlab ортасына шығарады және `>> tf1` орындап келесі беріліс функцияны аламыз:

$$W(s) = \frac{1}{10s^2 + 6.5s + 1}, \quad (2.51)$$

Сосын осы басқару объектісінің беріліс функциясының Matlab ортасында құрылымын жинастырып, оған сәйкес реттегіштің реттеу параметрлерінің мәнін Tune әдісімен анықтап аламыз. Бұдан кейін, осы анықталған реттегішті басқару объектісімен кері байланыспен жинастырамыз. Осы есептеулерге сәйкес $k_1 = 0,73$ және $k_0 = 0,523$ тең болды.



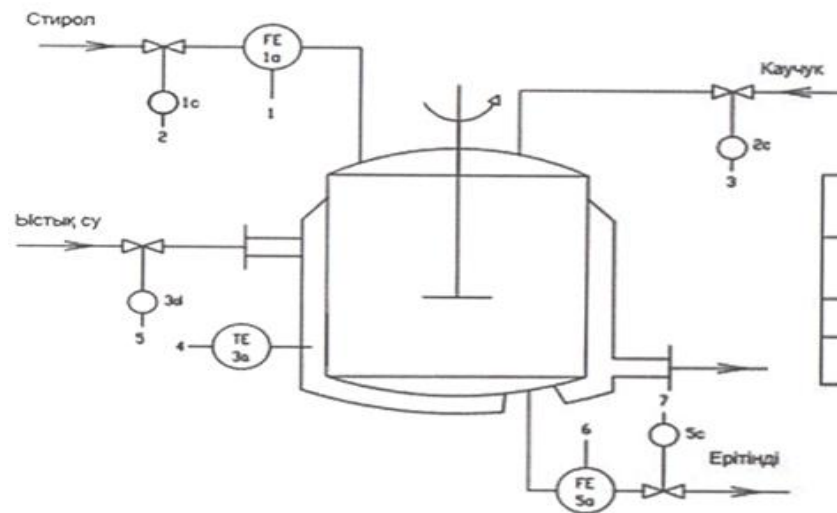
2.13 Сурет – Matlab ортасында ПИ-реттегішпен тұйықталған құрылымы



2.14 Сурет – Басқару объектісінің және ПИ-реттегішті басқару объектісінің уақыт сипаттамалары.

2.3 Басқару жүйесінің құрылымдық схемасын таңдау және сипаттау

Автоматтандыру жүйесі негізгі басқару тапсырмасын орындауды жеңілдетуі керек. Бұл ретте біз реакторды автоматтандырудың функционалдық сұлбасын қарастырамыз. Сонымен қатар реактордағы процесстер үшін бақылау өлшеу аспаптарын, бағдарламаланатын логикалық контроллерді таңдайтын боламыз. Реакторды автоматтандыру функционалдық сұлбасы 2.14 суретте көрсетілген.



2.14 Сурет – Реактордың автоматтандыру сұлбасы

Процестерді басқарудың негізгі міндеттеріне сүйене отырып, көп деңгейлі бөлінген басқару жүйесін пайдалану ұсынылады. Ұсынылған технологиялық процесті автоматты басқару жүйесінің мынадай негізгі функциялары бар:

- 1) бақыланатын технологиялық процесс туралы деректер жинау;
- 2) технологиялық процестің ең жоғары тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жиналған деректер мен ережелер негізінде іске асырылатын технологиялық процесті басқару;

- 3) оператор интерфейсін қамтамасыз ету.

Ұсынылып отырған басқару жүйесінің құрылымдық схемасын 3 кезеңге бөлеміз:

1. Датчиктер мен атқарушы механизмдер. Бұл кезеңде келесі функциялар орындалады:

- 1) технологиялық параметрлерді үздіксіз өлшеу;
- 2) бастапқы ақпаратты өңдеу;
- 3) технологиялық объект туралы алынған ақпаратты келесі кезеңге цифрлық және аналогты түрде жіберу.

Бастапқы өңдеу мынадай операцияларды қамтиды:

1) датчиктің сызықты емес немесе нашар сызықтық шығыс сигналдарын сызықтандыру;

2) шығыс сигналдарын сигналды бұрмалайтын жоғары жиілікті шудан фильтрлеу;

3) ақпаратты сенімділікке тексеріп, өлшеу нәтижелерін түзеу;

4) өлшеу шарттары есептік мәндерден ауытқып кеткен кезде датчиктердің көрсеткіштерін түзету.

2. Контроллер. Бұл нақты уақыт режимінде өндірістік процестерді автоматтандырылған бақылауға негізделген және келесі функцияларды орындайтын микропроцессорлық контроллерлердің мамандандырылған желісі:

1) төменгі деңгейден ақпаратты жинау;

2) параметрлердің нақты мәндерін есептеу және түзетулерді енгізу.

Контроллерді программалау жоғарғы деңгейлі ЭЕМ немесе арнайы программалау жабдықтарымен орындалады.

3. ЭЕМ. ЭЕМ ретінде өндірістік ЭЕМ немесе талапқа сай дербес компьютерлер де қолданылуы мүмкін. ЭЕМ-ның негізгі қызметтері:

1) контроллерден ақпаратты жинау;

2) параметрлердің нақты мәндерін есептеу;

3) өлшенбейтін мәндерді және жалпылама көрсеткіштерді есептеу;

4) ақпараттық мәліметтер қорын жүргізу;

5) өңделген ақпаратты тұтынушыға ыңғайлы түрде ұсыну;

6) технологиялық процесті жүргізу режимін бақылау.

Технологиялық процесті АБЖ-нің 1-ші және 2-ші кезеңдеріндегі компоненттер арасындағы байланыс кодтық, аналогты және дискретті сигналдар арқылы жүзеге асырылады.

Ал 2-ші және 3-ші деңгейдегі компоненттер арасындағы байланыс бір секунд ішінде компоненттер арасындағы деректер алмасудың толық циклін қамтамасыз ететін мамандандырылған компьютерлік желілер арқылы кодтық әдіспен жүзеге асырылуы тиіс.

Технологиялық процестерді автоматты басқару жүйесінің 3-ші деңгейі Ethernet протоколы негізінде ұйымдастырылған зауыттың ақпараттық және басқару жүйесіне қосылу үшін бағдарламалық және аппараттық құралдармен жабдықталуы керек.

Контроллерді таңдау. Микроконтроллерді таңдағанда келесі талаптар ескерілуге тиіс:

- жүйенің жоғары сенімділігі, яғни ұзақ уақыт бойы қажетті сипаттамаларды сақтай отырып, тағайындалған функцияларды орындау қабілеті;

- уақытылы басқару үшін қажетті ақпаратты өңдеу мен берудің жоғары жылдамдығы;

- басқару сұлбасын әзірлеудегі икемділік, яғни басқару схемасына оңай бейімделу мүмкіндігі;

- процесті сапалы басқару (алынған ақпаратты өңдеудің дұрыстығы, басқарудың кешенді заңдарын енгізу мүмкіндігі және басқарудың критерийлері

бойынша үдерісті оңтайлы басқаруды енгізу, бақылауды енгізудегі төмен инерция);

- қашықтан объектілерді басқару мүмкіндігі;
- жүйенің шағын өлшемдері;
- кіріс және шығыс модульдерінің кең ауқымына және байланыс хаттамаларына байланысты түрлі сенсорлармен, жетектермен және т.б. жұмыс істеу мүмкіндігі;
- жүйенің жабдықтарын орнату және техникалық құралдарды түзетудің ыңғайлылығы.

DCS(Бөлінген бақылау жүйесі) және ESD(апатқа қарсы қорғаныс) жүйесін таңдау және құру келесі талаптарға негізделеді:

1. DCS және ESD жүйелерінің сенімділігі мен әрекет ету уақытын жобаның технологиялық бөлігінің талаптарын ескере отырып, құрастырушы белгілейді. Сонымен қатар, бұл қондырғыға кіретін технологиялық блоктардың жарылыс қаупінің категориясы және мүмкін болатын авариялық жағдайдың даму уақыты ескеріледі. DCS және ESD жүйелерінің іске қосылу және талдау уақыты алда болатын қауіпті жағдайлардың алдын алу керек.

2. Технологиялық қондырғылар мен оның элементтеріне DCS және ESD жүйелерін таңдау объектіні күрделі жөндеу кезінде, техникалық қызмет көрсету және жөндеуге қойылатын талаптарды орындау кезінде оның жұмыс істеуін қамтамасыз ететін жағдайларға негізделген. Бақылау жүйесінің бұзылуы ESD жүйесінің жұмысына әсер етпеуі керек.

3. Апатқа қарсы қорғаныс және технологиялық процестерді басқару жүйесі кездейсоқ және технологиялық процестің қалыпты жұмысының бұзылуының қысқа мерзімді сигналдарына әсер етпеуін қамтамасыз ету қажет.

DCS және ESD жүйелерінің негізі ретінде «Текон» компаниясының МФК3000 контроллері таңдалды.

Контроллерді қысқаша сипаттау. МФК3000 орта және ірі технологиялық процестерді автоматтандыру үшін бақылау және ақпараттық жүйелерді, сондай-ақ авариялық-құтқару жүйелерін жобалауға арналған. Контроллер ақпарат жинау, өңдеу және автономды басқару схемаларында немесе бөлінген басқару жүйесінің бөлігі ретінде объектілерді басқару үшін қолданылады. Модульдік дизайн, ішінара және толық резервтеу мүмкіндігімен бірге, сенімділікті және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін әртүрлі талаптарға сай автоматтандырылған жүйелерді пайдалануға мүмкіндік береді. МФК3000-ның айрықша ерекшеліктері ретінде үш диаграммадан контроллерді конфигурациялауға мүмкіндік беретін кеңейтілген диагностикалық құралдар мен таратылған архитектураны айтуға болады.

Контроллердің негізгі сипаттамалары. МФК3000 көп функциялы бағдарламалаушы контроллер орта және күрделі деңгейлі технологиялық процестерді автоматтандыру үшін бақылау және ақпараттық жүйелерді құруға, сондай-ақ құлыптау жүйелерін және төтенше жағдайды қорғауды қамтамасыз етуге арналған. Контроллер ақпараттарды жинауға, өңдеуге және объектілерді

дербес және бөлінген бақылау жүйесінің бір бөлігі ретінде басқаруға қолданылады.

Контроллер конструкциясы арнайы автоматтандыру объектісі үшін түрлі енгізу/шығару модульдерінің комбинацияларын таңдауға мүмкіндік береді. Бұл функция бағдарламаны құрастырушылар үшін шексіз мүмкіндіктер ашады. МФК3000 энергетикалық қондырғылар, қазандар және басқа да маңызды нысандар үшін автоматтандырылған технологиялық басқару жүйелерін құруда кеңінен қолданылады. МФК3000 әртүрлі конфигурацияларда энергетика, химия, мұнай және газ өңдеу, машина жасау, металлургия, құрылыс материалдары және т.б. сияқты жоғары және орта деңгейдегі процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің негізі болып табылады. МФК3000 тиімді құлыптау жүйелерін және төтенше жағдайда қорғауды жасауға мүмкіндік береді.



2.15 Сурет – МФК3000 контроллері

Контроллер құрамы. Контроллер бір, екі немесе үш крейттен тұрады. Барлық крейттер бірдей. Контроллердегі крейт нөмірі контроллердің артқы жағында орналасқан арнайы қосқышпен орнатылады. Әрбір крейт ені 20 мм Е3 форматты 21 модульді қоспаға арналған. Кіріс шығыс модульдерінің ені 20 мм, ал сандық түрлендіргіштердің модулінің ені 40 мм. Жалпы алғанда контроллерге екі сандық түрлендіргіш модуль мен 61 кіріс шығыс модуль орнатуға болады. Бір контроллердің крейттерін орналастыруға болатын максималды арақашықтық - 30 м. Бір кабель істен шықса, контроллер қалыпты режимде жұмысын жалғастырады. Контроллерде екі шина және екі қоректендіру көзі арқылы қамтамасыз етілген қос энергетикалық жүйе бар. Бұл қорек көздер 93-тен 240 В-қа дейінгі ауыспалы ток кернеуінен және 100-ден 240 В-қа дейінгі тұрақты ток кернеуінен қоректенуі мүмкін. Осылайша контроллерді тұрақты және айнымалы ток қуат бергіштерінен қуаттауға болады. Контроллер пайдаланатын қуат модульдердің құрамына және аналогты сенсорлардың қуат беру тізбегіне байланысты. Жергілікті оператор интерфейсінің құралы ретінде V04М графикалық интеллектуалды оператор пайдаланылады. МФК3000 құрылғысын жарылыс салаларын автоматтандыру үшін пайдалану кезінде ТСС Ех сериялары өздігінен қауіпсіз кедергілерді пайдаланады.

Сокқыға төзімді полистиролды алу процесінде қолданылған кіріс шығыс модульдері:

1) АІ16 – аналогты кіріс модулі, 16 канал 0(4)...20 мА, 0...5мА, 0...10В, рұқсат етілген қателік шегі 0,05...0,1%, байланыс желісінің үзілуін датчик арқылы бақылау (4-20 мА аралығы үшін), кез-келген каналдың белгілі бір диапазонмен жұмыс істеуіне жеке реттеу, реттелетін фильтрлер, ескерту және төтенше жағдайлар;

2) АОС8 – аналогты шығыс модулі, 8 канал 0(4)...20 мА, 0...5мА, рұқсат етілген қателік шегі 0,05...0,1%, жүктеме қосылуының үзілуін бақылау, кез-келген каналдың белгілі бір диапазонмен жұмыс істеуіне жеке реттеу.

2.4 Автоматтандырудың техникалық жабдығын сипаттау және таңдауды негіздеу

Автоматтандырудың техникалық құралдарын өндірушіні таңдаған кезде, келесі негізгі принциптерді басшылыққа алу керек:

- автоматтандыру құралдарының сенімділігі;
- жеңіл техникалық қызмет көрсету;
- деректер берудің әр түрлі хаттамаларын қолдау;
- орындалатын функциялар жиынтығы.

Температура датчигін таңдау және оның негіздемесі.

Өлшеуіш түрлендіргіштерді және полиформальдегидті өндіруге арналған өлшеуіш жабдықтарды таңдағанда процестің ерекшелігін, атап айтқанда, температура режимі сияқты технологиялық процестің жарылыс қаупін жоғарылату ерекшеліктерін ескеру қажет. Осыған байланысты, процесс параметрлерінің датчиктері келесі талаптарға сай болу қажет:

- 1) ішкі қауіпсіздік құралдарымен қамтамасыз етілуі тиіс;
- 2) аналогтық 4-20мА және сандық шығыстары бар интеллектуалды түрде болуы керек;
- 3) жоғары сенімділікке ие болу;
- 4) қажетті шарттарда жұмыс істеу (температуралдық режим, жұмыстық қысым);
- 5) өлшеудің жоғары дәлдігі және алынған ақпараттың сенімділігі.

Дайындалатын реттеу жүйесі үшін температура датчигін таңдау кезінде аспаптың келесі сипаттамаларын ескеру керек: өлшеу ауқымы, негізгі келтірілген қателігі, жарылысқа қауіпті ортада жұмыс істеуі, жөндеу және қызмет көрсету ыңғайлылығы және бағасы. Бұл жұмыста Метран-253 және ТПК 135 температура түрлендіргіштері салыстырылады. Бұл датчиктердің сипаттамасы 2.1 кестеде келтірілген.

Температура датчигі ретінде Метран-253 температура түрлендіргіші таңдалды, себебі ол барлық қажетті талаптарға жауап береді, сондай-ақ ол салыстырмалы түрде қымбат емес 2.16 суретте көрсетілген.



2.16 Сурет – Метран-253 температура датчигі

2.4 Кесте – Температура датчиктерінің техникалық сипаттамасы

Құрылғының атауы	Метран-253	ТПК 135
Өлшеу ауқымы, °C	-50...+150	-20...+200
Негізгі келтірілген қателігі, %	±0,5	±1
Шығыстық сигнал ақпарат ұсыну түрі, мА	0...5; 4...20	0...5; 4...20
Жарылыстан қорғаныстық орындалуы	Exia, Exd	Ex

Бұл дипломдық жұмыста температура өлшеу құрылғысы ретінде Метран-253 таңдалды. Номиналды температурасы 70 °C болатын полибутадиенді каучуктың стиролдағы ерітіндісінің температурасын анықтайтын өлшеу құралының өлшеу қателігін анықтау қажет.

Таңдалынған өлшеу құралының техникалық сипаттамалары.

2.5 Кесте – Температура датчигінің техникалық сипаттамасы

Атауы	Метран - 253
Номиналды стат. сип. Мәні	50М
Өлшеу диапазоны	-50 + 150°C
0°C кезіндегі кедергінің номиналды мәнінен рұқсат етілген қателік (R_0)	±0,1%
Δ_t , °C	±(0,25+0,0035t)
Номиналды температура, °C	70

Реттеуші органды таңдау және оның негіздемесі. Реттеуші орган ретінде LDM фирмасының RV103 сериялы қақпақшасы таңдалынды 2.17 суретте көрсетілген.

RV103 сериялы реттеуші клапан – ернемекті байланысқан екі жүрісті немесе үш жүрісті қақпақшалар. Қақпақша корпусының материалы – сұр шойын.

RV103 вентильдері үшін материалдармен және қақпақша корпусының тығыздалуларымен, ауа, су, бу, май және басқа сұйықтықтар және газдар негізгі жұмыс ортасы болып табылады. Орташа қышқылдық және ортаның сілтілігі 4,5-тен 9,5-ке дейін рН шамасы диапазонынан көп болмауы керек.

Қақпақшаның негізгі жұмыстық жағдайы – корпус реттеуші бастиектерден төмен орналасқан кезде. Бұл қалып 80 °С жоғары температура кезінде міндетті түрде сақталуы керек. Төмен температураға ие, сұйықтықтар мен газдар үшін, қақпақша кез келген қалыпта орнатыла алады. Жұмыс ортасы ағынының бағыты қақпақшаның корпусында көрсетілген. Екі жүрісті қақпақша үшін кіріс пен шығыс А және В әріптерімен, және үш жүрісті үшін шығысы АВ әріпімен көрсетілген. Қақпақшаны жөндеуді, жетектің шұра астында орналасуын ескермеген кезде, еркін жағдайда жқндеу бойынша нұсқамаларға сәйкес жүзеге асыру керек.

RV103 сериялы реттеуші қақпақтың техникалық сипаттамалары 2.17 кестеде келтірілген.



2.17 сурет - RV103 сериялы реттеуші қақпақ

2.3 Кесте – RV103 сериялы реттеуші қақпақтың техникалық сипаттамалары

Құрылғының атауы	LDM RV103
Қақпақтың орындалуы	Үш жүрісті реттеуші қақпақ
Номиналды диаметрлері	DN 15 тен 50 дейінPN 16
Номиналды қысымы	EN-JL 1040 (GG 25) сұр шойын
Корпус материалы	Латунь 42 3234
Конус типі	Цилиндрлік, ойықпен
Тығыздалуы	O - ring EPDM

3 ПОЛИСТИРОЛ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН ДИСПЕЧЕРИЗАЦИЯЛАУ

3.1 ACS ТП және диспетчерлік басқару

Технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйесін дамытудың уақыттық көрінісі сапалы жаңа ғылыми идеялар мен техникалық құралдардың пайда болуына байланысты үш кезеңге бөлінеді. Жұмыс барысында объектілердің сипаты мен бақылау әдістері, автоматтандыру құралдары және заманауи басқару жүйесінің мазмұнын құрайтын басқа компоненттер өзгереді.

Бірінші кезең автоматтандырылған басқару жүйесін енгізуді көрсетеді. Бұл кезеңдегі бақылау объектілері жеке параметрлер, қондырғылар, агрегаттар; тұрақтандыру проблемаларын шешу, бағдарламаны бақылау, қадағалауды адамнан АТС-ға дейін жеткізу. Адамдарда жұмысты есептеу функциясы және контроллер параметрлері болады.

Екінші кезең - технологиялық процестерді автоматтандыру. Басқару объектісі кеңістікте шашыраған жүйе болады; Автоматты басқару жүйелерінің көмегімен (ACS), күрделі бақылау заңдары енгізіледі, оңтайлы және бейімделгіш басқару мәселелері шешіледі, нысан және жүйе күйлері анықталады. Бұл кезеңге тән ерекшелігі технологиялық процесте қашықтан басқару жүйелерін енгізу болып табылады. Адам бақылау объектісінен барған сайын алыстап келеді, объект пен диспетчердің арасында бірқатар өлшеу жүйелері құрылады, олар: орындаушы механизмдері, телемеханика құралдары, мнемосхемалар және ақпаратты бейнелеудің басқа да құралдары.

Үшінші кезең - технологиялық үдерістерді автоматтандырылған басқару жүйелері технологиялық процестерді басқаруға компьютерлік технологияларды енгізу арқылы сипатталады. Бастапқыда микропроцессорларды пайдалану, есептеу жүйелерін жекелеген бақылау фазаларында қолдану; автоматтандырылған деректерді жинау жүйелерін және қазіргі заманғы есептеу жүйелерін пайдалану негізінде адам-машина басқару жүйелерін, инженерлік психологияны, операцияларды зерттеу әдістерін, модельдерін және ақырында, диспетчерлік басқаруды белсенді дамыту болып табылады.

Технологиялық үдерістің регламенттік жұмыс істеуін қамтамасыз етуге арналған адам (оператор/диспетчер) функциялары да кезең-кезеңмен өзгерді. Басқару деңгейінде шешілетін міндеттер шеңбері кеңейтілуде; бұрын қосалқы сипаты бар технологиялық процесті басқарудың тікелей қажеттілігімен шектелген міндеттер жиыны сонымен қатар басқарудың басқа деңгейіне жататын жаңа сапалы міндеттермен толықтырылуда.

Технологиялық процестерді басқарудың көп деңгейлі автоматтандырылған жүйесінде Диспетчер ЭЕМ монитормен немесе ақпаратты бейнелеудің электрондық жүйесінен ақпарат алады және телекоммуникациялық жүйелердің, контроллерлердің, зияткерлік атқарушы механизмдердің көмегімен одан едәуір қашықтықта орналасқан объектілерге әсер етеді.

Ақпаратты жинау, беру, өңдеу, көрсету, ұсыну процестері айқын көрінетін динамикалық сипаты бар диспетчерлік басқаруды тиімді іске асырудың негізі, қажетті шарты болып табылады.

Диспетчерден технологиялық процесті, оны басқару негіздерін кәсіби білу ғана емес, сонымен қатар ақпараттық жүйелерде жұмыс тәжірибесі, штаттан тыс және апаттық жағдайларда шешім қабылдай білу (ЭЕМ диалогында) және тағы басқалар талап етіледі. Диспетчер технологиялық процесті басқарудағы басты тұлға болады.

Диспетчерлік басқару туралы айтатын болсақ, технологиялық қауіпсіздік мәселесін қозғамауға болмайды. Энергетикадағы, мұнай-газ және өнеркәсіптің басқа да бірқатар салаларындағы технологиялық процестер әлеуетті қауіпті болып табылады және авариялар туындаған кезде адам құрбандарына, сондай-ақ елеулі материалдық және экологиялық залалға әкеп соқтырады.

Статистика отыз жыл ішінде есепке алынған авариялар саны шамамен он жыл сайын екі еселенетінін айтады. Табиғи апаттан басқа кез келген апаттың негізінде адамның қатесі жатыр.

Көліктің барлық түрлерінде, өнеркәсіпте және энергетикада көптеген апаттар мен оқиғаларды талдау нәтижесінде қызықты деректер алынды. 60-шы жылдары адам қатесі авариялардың тек 20% - ға ғана бастапқы себебі болды, ал 80-ші жылдардың соңында "адам факторының" үлесі 80% - ға жақындай бастады.

Бұл үрдістің себептерінің бірі-басқарудың күрделі жүйелерін құрудағы ескі дәстүрлі тәсіл, яғни жаңа техникалық және технологиялық жетістіктерді қолдануға бағдарлау және адамға бағдарланған тиімді адам-машина интерфейсі құру қажеттілігін жете бағаламау.

Осылайша, диспетчерлік басқару жүйелерінің сенімділігін арттыру талабы осындай жүйелерді әзірлеу кезінде жаңа тәсілдің пайда болу алғышарттарының бірі болып табылады: операторға/диспетчерге бағдарлау және оның міндеттері.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерлік басқару және деректерді жинау) тұжырымдамасы басқару жүйелерінің барлық даму барысымен және ғылыми-техникалық прогресс нәтижелерімен алдын ала анықталған. Қолдану SCADA-технологиялар мүмкіндік береді жоғары деңгейіне қол жеткізуге автоматтандыру міндеттерді шешуде басқару жүйелерін әзірлеу, жинау, өңдеу, беру, ақпаратты сақтау және көрсету. SCADA жүйелерімен қамтамасыз етілетін адам-машина интерфейсі (HMI / MMI), экранда ұсынылатын ақпараттың толықтығы мен көрнекілігі, басқарудың "рычагтарының" қолжетімділігі, кеңестерді және анықтамалық жүйені пайдалану ыңғайлылығы және т.б. - диспетчердің жүйемен өзара іс - қимылының тиімділігін арттырады және басқару кезінде оның сыни қателіктерін нөлге жеткізеді.

Басқару жүйелерінің автоматтандырылған дамуына негізделген SCADA тұжырымдамасы бізге ұзақ уақыт бойы қаралған көптеген міндеттерді шешуге

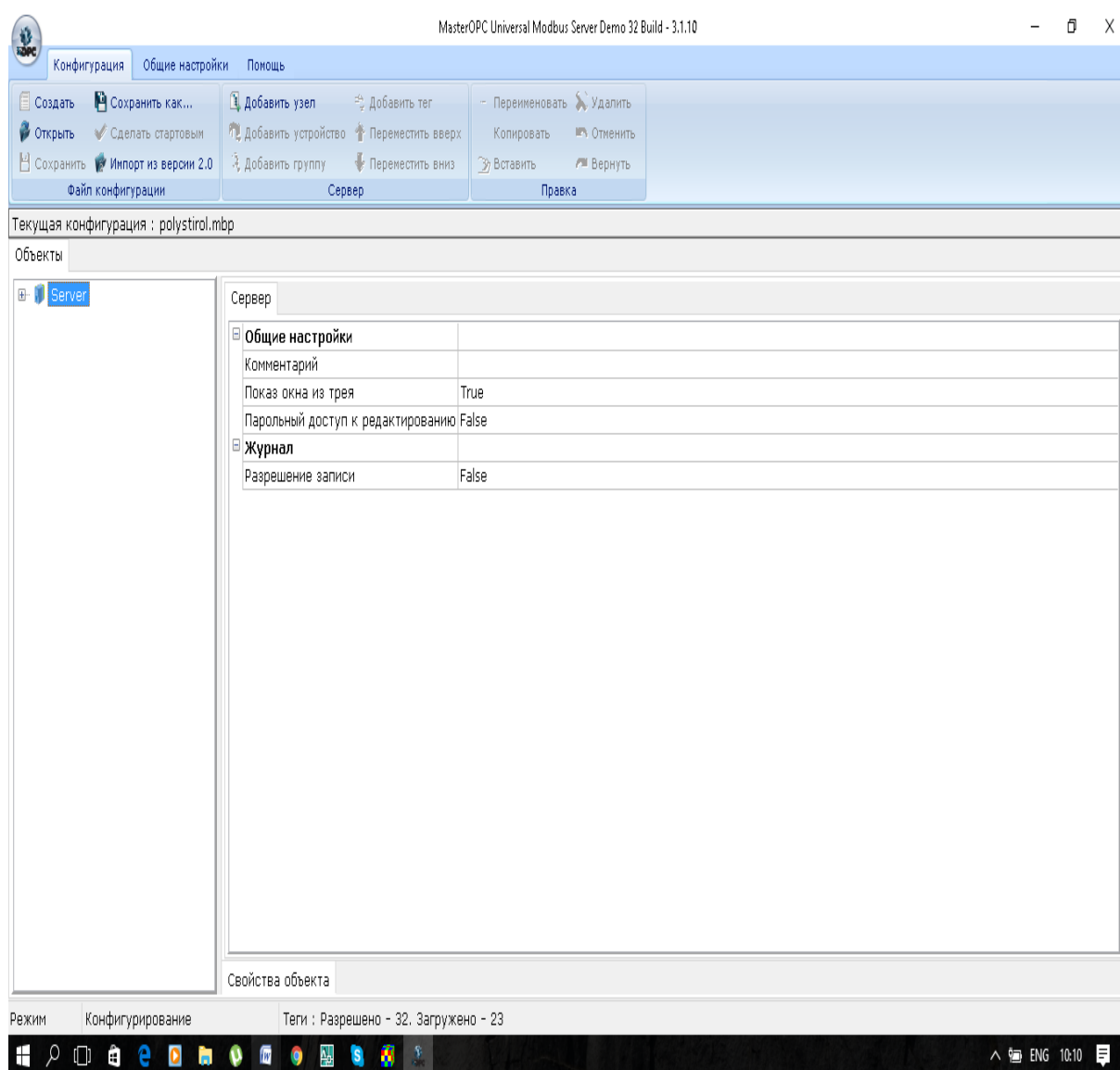
мүмкіндік береді: жобаларды автоматтандыру уақытын қысқарту және оларды дамытудың тікелей қаржылық шығындарын азайту.

Қазіргі уақытта SCADA күрделі динамикалық жүйелерді (үдерістерді) автоматтандырылған басқарудың негізгі және неғұрлым перспективалы әдісі болып табылады.

SCADA жүйесі негізінде технологиялық процестерді басқару 80-ші жылдары алдыңғы қатарлы батыс елдерінде жүзеге асырыла бастады. Қолдану саласы электр және сумен жабдықтаудың күрделі объектілерін, химиялық, мұнай - химия және мұнай өңдеу өндірістерін, темір жол көлігін, мұнай және газ көлігін және т. б. қамтиды.

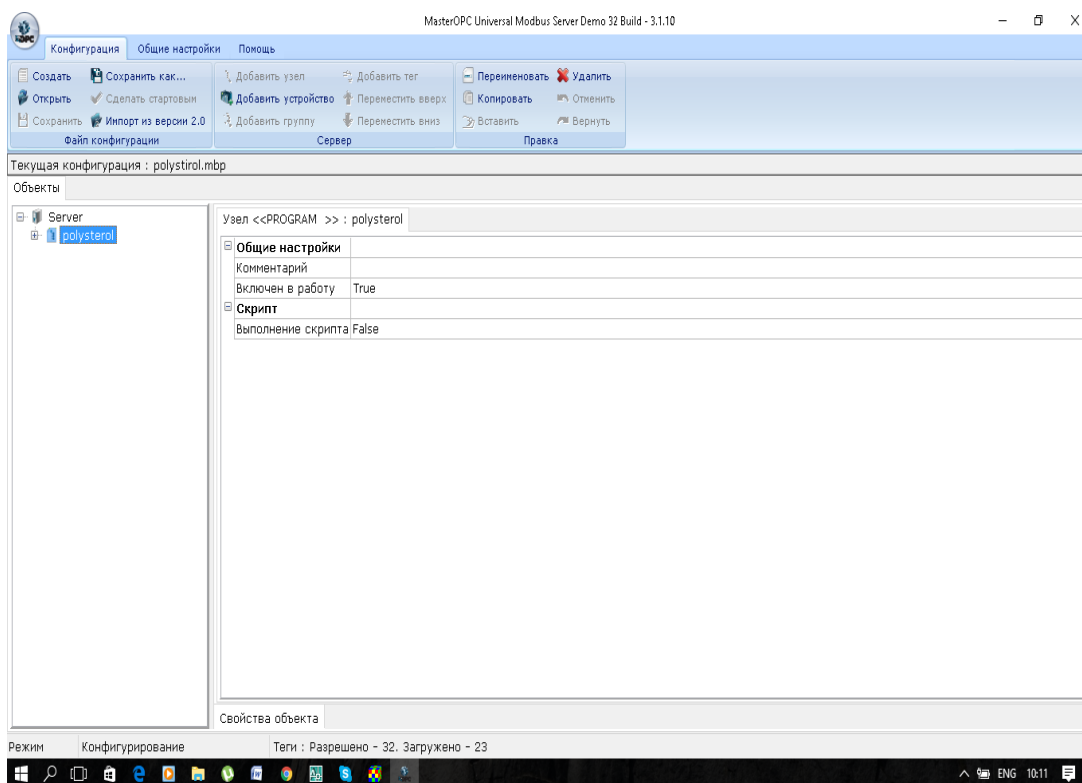
Дипломдық жұмыс бойынша стиролды полимеризациялау процесі SCADA жүйесінде құрылды.

1. MasterOPC бағдарламасында сервер құрамыз.



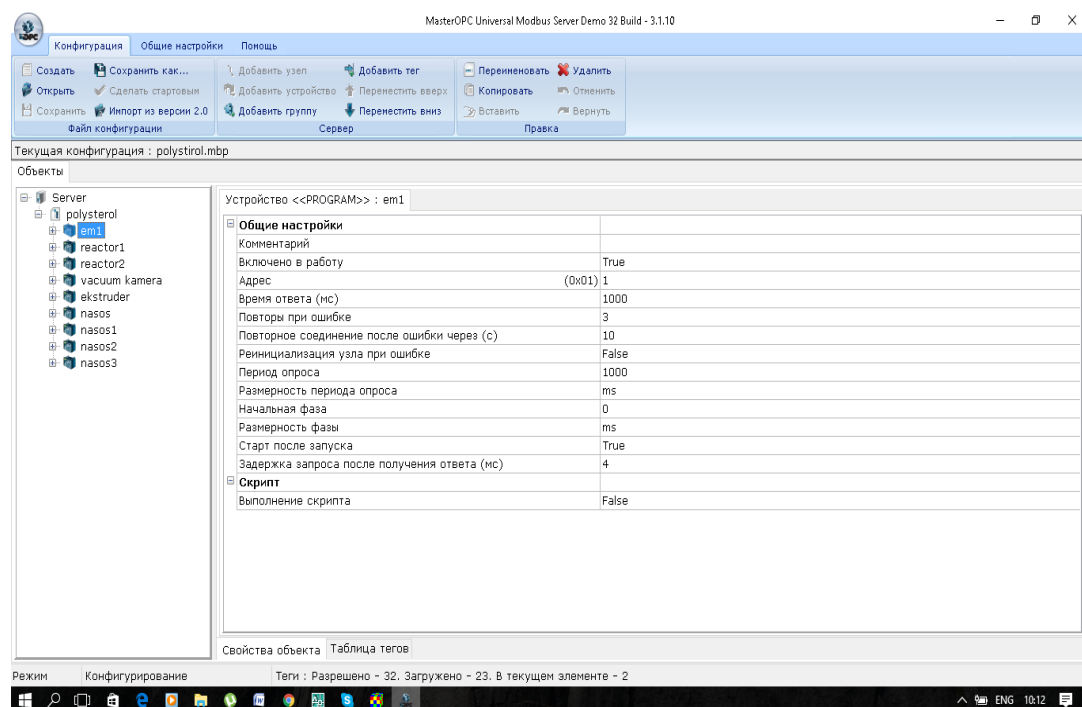
3.1 Сурет – MasterOPC бағдарламасында сервер құру

2. Серверден кейін “polysterol” буынын қосамыз.



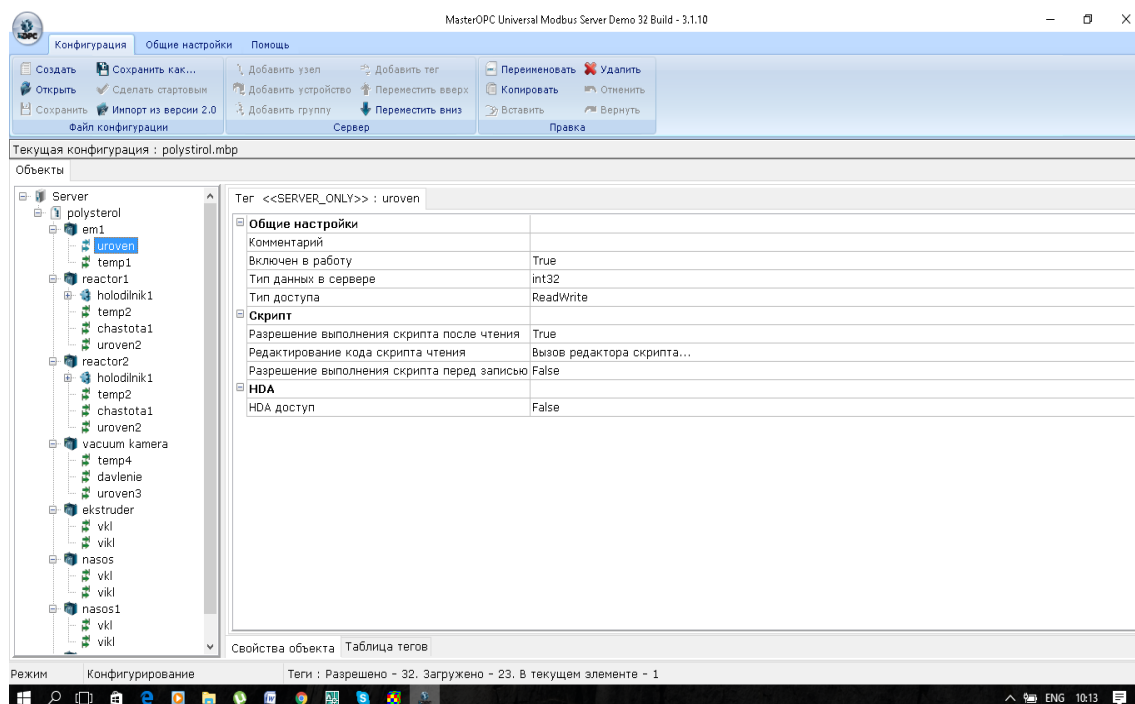
3.2 Сурет – “Polysterol” буынын қосу

3. Керекті құрылғыларды енгіземіз.



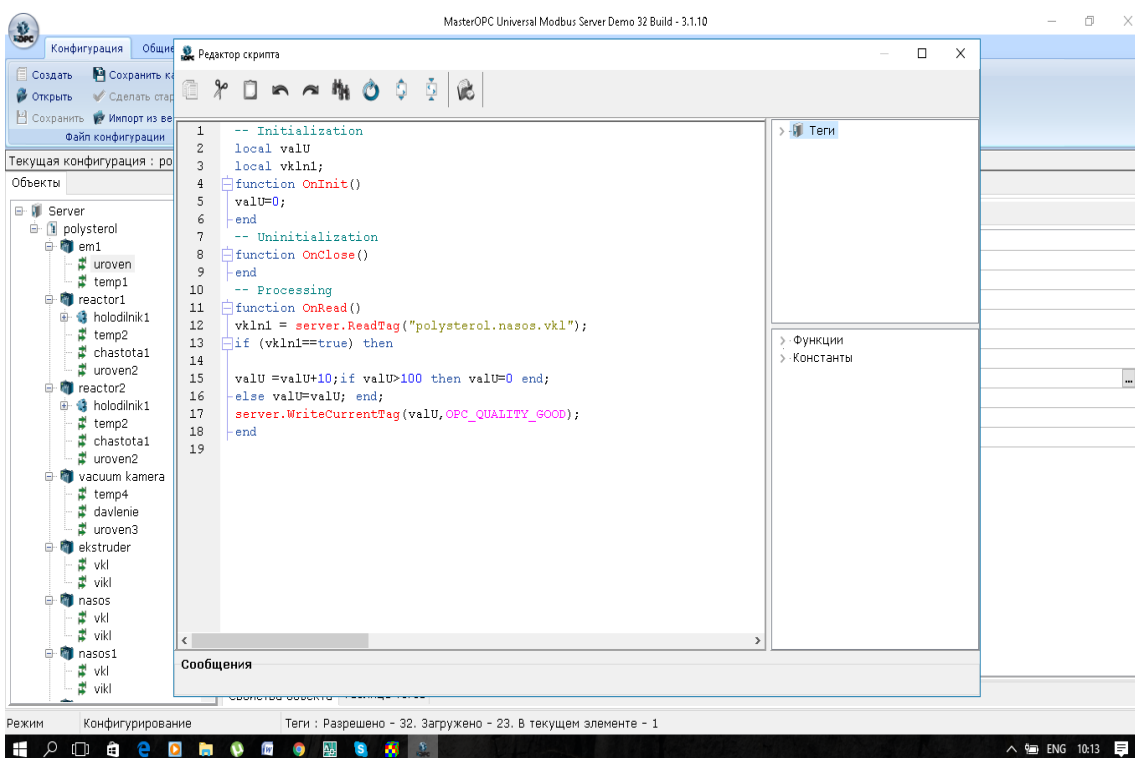
3.3 Сурет – Құрылғыларды енгізу

4. Әрбір құрылғы үшін тег құрамыз.



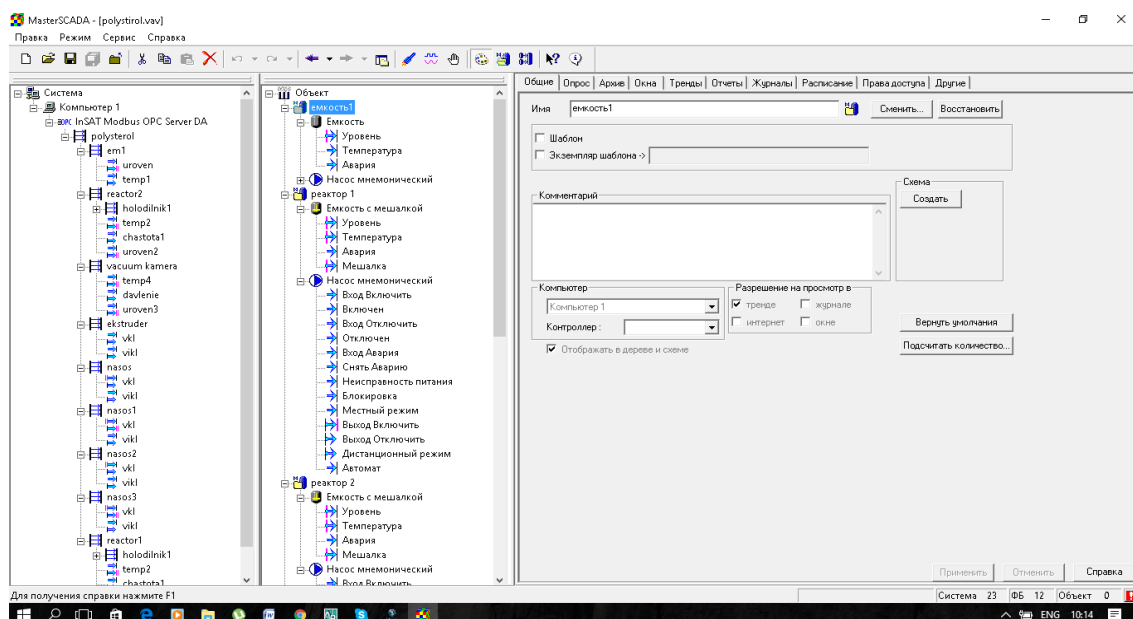
3.4 Сурет – Тег құру

5. 3.4 суретке сәйкес, әрбір тегке “редактор скрипта” бөлімінде бағдарлама жазамыз.



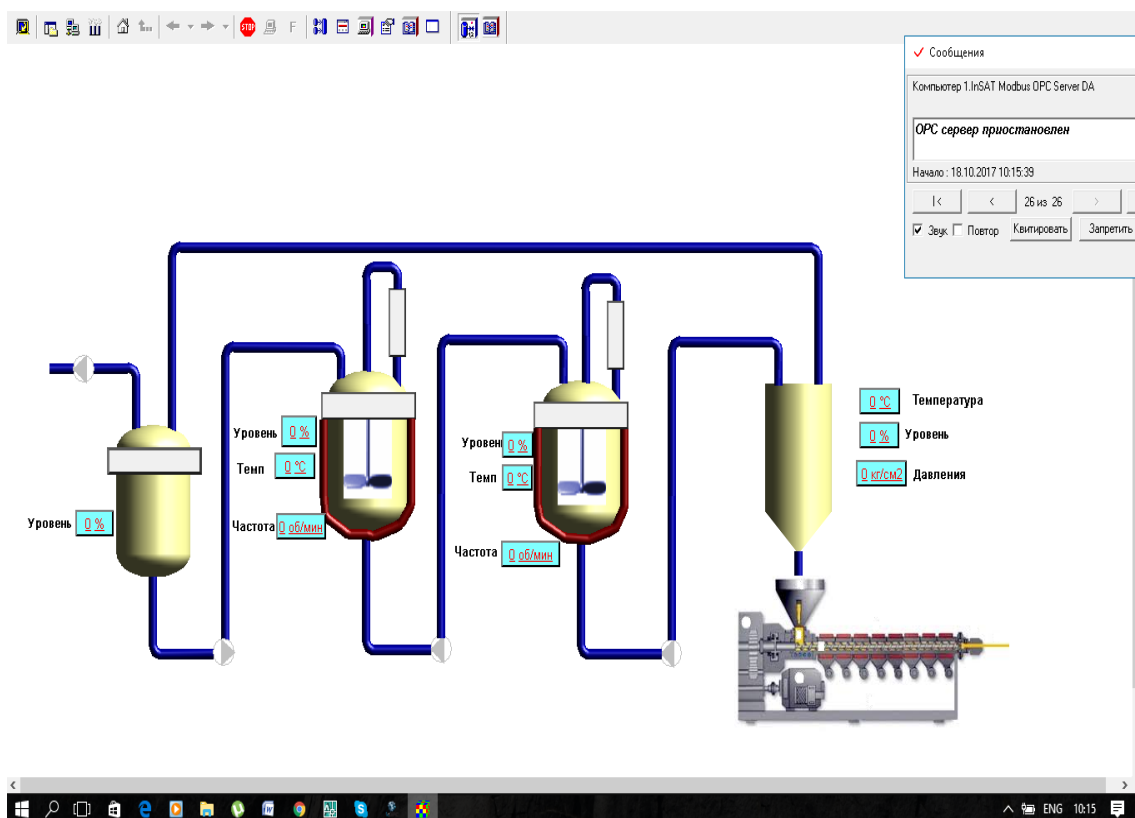
3.5 Сурет – “Редактор скрипта” бөлімінде бағдарлама жазу

6. MasterSCADA бағдарламасын ашамыз және MasterOPC бағдарламасында құрастырған жүйені енгіземіз.



3.6 Сурет – MasterSCADA бағдарламасына жүйені енгізу

7. Ақыр соңында полистирол процесінің мынадай мнемосұлбасын құрастырамыз.



3.7 Сурет – Полистирол процесінің мнемосұлбасы.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорыта келе, жер астындағы қазба байлықтарының шектеулі екенін ескерсек, жасанды жолмен алынатын материалдарды өңдеу жолдарын дамыту маңызды. Бұл ретте полистирол өндірісін дамыту өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Полимерлерді, олардың физикалық, химиялық қасиеттерін зерттеу, сондай-ақ әр түрлі полимерлердің бір-бірімен өзара әрекеттесуі қажетті қасиеттерге сәйкес келетін жаңа қосылыстардың пайда болуына әкеледі. Мысалы, соққыға төзімді қосылыстар немесе бірнеше қажетті қасиеттерді біріктіруге болады, мысалы, соққыға төзімділігі, аязға төзімділігі, күн сәулесінің әсеріне төзімділігі.

Белгілі полимерлердің бірінің полистиролын зерттеу оны жаппай пайдалануға әкелді. Біз кейде бізді қоршаған қандай да бір заттың жасалғанын ойламаймыз. Табиғи материалдар, мысалы, ағаш, әлдеқайда арзан пластмассалармен алмастырылады және тозығы тұрақты.

Дипломдық жұмыста полистирол өндіру процесі қарастырылған. Полистирол жасау әдістері және қазіргі бар полистирол түрлері туралы ақпарат беріледі. Соның ішінде блокты стирол әдісі қарастырылып, соққыға төзімді стирол түрін алудың математикалық моделі қарастырылған.

Бірінші бөлім технологиялық мәселеге арналады. Бұл жерде полистирол өндірісіне толық түсінік беріледі. Полистирол өндірісінің маңызы, алу әдістері және түрлері туралы ақпарат келтіріледі.

Екінші бөлімде полистиролды алудың блокты әдісі қарастырылады. Блокты әдіс кезінде алынатын полистирол өнімі үлесіне математикалық модель құрылған. Сондай-ақ, соққыға төзімді стиролды алу кезіндегі керекті температураны ұстап тұрудың автоматты реттеу жүйесі есептелген.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДЭБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Малкин А.Я. Полистирол. Физ. хим. основы получения и переработки. – М.: Химия, 1975 – 263 с.
- 2 Пол Д., Ньюмен С., Полимерные смеси: Пер с англ./под редакцией Д.Пола, С.Ньюмена. 1-й том, – М.: Мир, 1981 – 541 с.
- 3 Дж.Робертс, М.Касерио. Основы органической химии. том 2-й. – М.: Мир, 1978 – 345 с.
- 4 Turkavkaz/ Полимер – Спектр; В. Симонов; ред. А. Маркин; Майкоп.: Адыгейский государственный университет, 2005. Режим доступа: <http://www.poli.turkavkaz.ru>, свободный. Туркавказ, Turkavkaz.
- 5 Mixport / Рефераты, Химия, Полимеры; А. Лебедев; ред. И. Водонов; М.: Российский химико-технологический университет (РХТУ) им. Д.И.Менделеева, 2008. Режим доступа: <http://www.mixport.ru>, свободный. Микспорт, Mixport.
- 6 Морид Асади Ширин. Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами и ее достоинства// Информационно-коммуникационные технологии в управлении. – 2010.- №12. – С.5-6.
- 7 Втюрин В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Учебное пособие. Электронная версия на сайте: <http://www.twirpx.com/file/338474/>
- 8 Способ определения последовательности обработки функциональных модулей системы автоматизации и система автоматизации. – 2010. Электронная версия на сайте: <http://elibrary.rU/item.asp?id=18521161>
- 9 Гарганеев Г.Г. Современные средства и системы автоматизации. – 2004.-Томск. Электронная версия на сайте: <http://elibrary.rU/item.asp?id=19583662>
- 10 А. Г. Гарганеев, О. А. Макарова, Т. В. Полехина Современные средства и системы автоматизации. – 2004. Электронная версия на сайте: <http://elibrary.rU/item.asp?id=19583662>
- 11 Automation and Software Expenditures for Discrete Industries. – 2015. Электронная версия на сайте: <http://www.arcweb.com/market-studies/pages/automation-expenditures-for-discrete-industries.aspx/>
- 12 Chemical Industry Automation and Software Expenditures. – 2015. Электронная версия на сайте: <http://www.arcweb.com/market-studies/pages/automation-expenditures-for-chemical.aspx/>
- 13 Electric Power Generation Industry Automation and Software Expenditures. – 2015. Электронная версия на сайте: <http://www.arcweb.com/market-studies/pages/automation-expenditures-electric-power-generation.aspx/>
- 14 G. Theodore Dangelmayr //ESD Program Management.//Automation. Электронная версия на сайте: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-1179-9_13/

15 Wei Deng.// Future Control and Automation. – 2012. Электронная версия на сайте: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-31006-5/>

16 Нелюбина А.Д., Молодич Л.И., Барбасова Т.А. Современные системы автоматизированного управления технологическим процессом для повышения эффективности производства // Приоритетные направления развития науки и образования. – 2014. - №3. – С.177-178.

17 Wei Deng.// Future Control and Automation. – 2012. Электронная версия на сайте: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-31003-4/>

18 Roman Szewczyk, Cezary Zieliński, Małgorzata Kaliczyńska//Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques. Электронная версия на сайте: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-15796-2/>

19 Мишта П.В., Бызов П.Г. // Известия Волгоградского государственного Технического университета. – 2010. -№ 3. Т.3. Электронная версия на сайте: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sistem-modelirovaniya-pri-razrabotke-asUtp/>

20 Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2009.- №3.Электронная версия на сайте: <http://pma-ntp.ru/>.