

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Базарбаев Шохан Жангелдіұлы

Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін  
автоматтандыру

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

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

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



**БЕКІТЕМІН**

Кафедра менгерушісі

техн.ғыл.д-ры., профессор

Б.А. Сүлейменов

«04» 05 2019 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Базарбаев Шохан Жангелдіұлы

Жобаның тақырыбы: «Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру»

Университеттің «14» 11 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 442-П шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «15» 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, принципіалдық сұлбасы, құрылымдық сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

[1] Бердюк В.В., Бородавкин П.П., Галеев В.Б. және басқалар «Строительство и монтаж насосных и компрессорных станции магистральных трубопроводов». «Недра», 1998 ж.

[2] Озол П.Ж. «Автоматизация компрессорных станций с электроприводными газоперекачивающими агрегатами». – Л.: «Недра», 1981 ж.

[3] Дубинин М.М. «Компрессорные установки в нефтяной и газовой промышленности». «Недра», Москва 2000 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. докторы, профессор

Б.А. Сүлейменов

« 04 » 05 2019 ж.

«Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін  
автоматтандыру»  
тақырыбына

дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған

Базарбаев Ш.Ж.

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы

ҚазКЖКА лекторы, т.ғ.м.

А.Ж. Молдақалықова

« 20 » 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.магистрі лектор

Г.Е. Қуандықова

« 15 » 04 2019 ж.





Алматы 2019

Дипломдық жобаны даярлау  
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	9.01.2019 - 14.01.19	
Арнайы бөлім	25.02.2019 - 28.02.19	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға  
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық  
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Г.Е. Куандықова техн.ғыл.магистрі. лектор		22.04.2019
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	Г.Е. Куандықова техн.ғыл.магистрі. лектор		22.04.2019
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор		23.04.2019

Ғылыми жетекшісі  Г.Е. Куандықова

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Ш.Ж. Базарбаев

Күні « 04 » 05 \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Бакалаврлық диплом жобасына

## РЕЦЕНЗИЯ

Базарбаев Шохан Жангелдіұлы

5B070200 – Автоматтандыру және басқару

Тақырыбы: Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру

Орындалды:

а) графикалық бөлім 2 парақ

б) түсініктеме 98 бет

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада газ өнеркәсібі арқылы газды тасымалдаудың оперативті басқару сұрақтары қарастырылады.

Магистральды газ құбыры арқылы газ тасымалдаудың оперативті басқару оның сенімділігі және тиімді жақтары қарастырылған.

Жүргізілген жобаның нәтижесінде компрессорлық станцияның, газ құбыры аумағының компримирлеуші жабдықтың математикалық модельдері жасалады. Жобалау процесінде компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялаудың логика – комбинаторлық әдісі қолданылған. Бұл тәсіл өте эффективті болып табылады, бірақ сонымен қатар оптимизациялаудың басқа тәсілдеріне қараған қарапайым және ол тізбектей – параллель жалғанған газ тасымалдаушы агрегаттары бар компрессорлық станция үшін сәйкес келеді.

КС-дың аналитикалық қасиеттерінің берілісі, оптимизациялау есептерінің критерийлерін, сонымен қатар, ГӨА электржетегі бар компрессорлық станцияның алгоритмі қарастырылады.

Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде келесілер есептелген: бағдарламаны құруға, баптау мен енгізуге кеткен шығындар. Сонымен қатар, жылдық экономикалық эффектісі және өзін-өзі өтеу уақыты анықталады. Олар автоматты басқару жүйесіндегі компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялау бағдарламасын пайдалану мақсатқа сай екендігін көрсетті.

Сонымен қатар, дипломдық жобада электржетекті газ тасымалдаушы агрегаттары бар магистральды газ құбыры компрессорлық станцияларындағы еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасы бойынша сұрақтар қарастырылды.

Дипломдық жоба Қазақстан Республикасының жоғарғы оқу орындарына қойылатын талаптарды қанағаттандырады.

Дипломдық жобада әдебиеттерге сілтеме аз жасалған.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жобаны «Өте жақсы» (A-) және толық деп бағалап, оны орындаушы Базарбаев Шохан Жангелдіұлы 5B070200- «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қорғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

### СЫН ПІКІР БЕРУШІ

М.Тынышбаев атындағы ҚазКЖКА  
«Автоматтандыру және ақпараттық  
технологиялар» кафедрасының  
лекторы, т.ғ.м.

Молда А.Ж. Молдақалықова  
«20» 04 2019 ж.



5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Базарбаев Шохан Жангелдіұлының

бакалаврлық диплом жобасына

**ғылыми жетекшінің пікірі**

**Тақырыбы: Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру**

Берілген дипломдық жобада газ өнеркәсібі арқылы газды тасымалдаудың оперативті басқару сұрақтары қарастырылады.

Магистральды газ құбыры арқылы газ тасымалдаудың оперативті басқару оның сенімділігі және тиімді жақтары қарастырылған.

Технологиялық бөлімде магистральды газ құбыры арқылы газ тасымалдаудың оперативті түрде жұмыс жасайтын құрылғылардың, тәртіптерінің барлық түрі қарастырылған және бұрынғы басқару және бақылау практикасы қарастырылған.

Арнайы бөлімде магистральды газ құбырының сызықты бөлігінің ерекшеліктері мен қасиеттері, оның объект ретінде басқарылуы, негізгі технологиялық операциялар, бұл жүйенің структурасы мен мәні. Қазіргі кезде газ құбыры арқылы газды тасымалдауды оперативті түрде басқарудың тиімділігі жөнінде ақпараттар қарастырылады.

Экономикалық бөлім басқару жүйесінің экономикалық тиімділігі мен өтеу мерзімін енгізеді.

Жобада еңбек қорғаумен байланысты ұйымдастыру шараларымен жұмысты атқарушы адамдарды және жұмыс орнын қауіпсіздендіру шаралары қарастырылды.

Дипломдық жоба Қазақстан Республикасының жоғарғы оқу орындарына қойылатын талаптарды қанағаттандырады.

Базарбаев Ш.Ж. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, ұқыптылығын көрсете білді.

Студент Базарбаев Ш.Ж. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап, оларды шеше білді.

Жалпы дипломдық жобаны толық деп бағалап, оны орындаушы Базарбаев Шохан Жангелдіұлы 5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қорғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

**Ғылыми жетекші:**

«Автоматтандыру және басқару»

кафедрасының лекторы,

техн. ғыл. магистрі

 Г.Е. Куандықова

«22» 04 20 ж.

## 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:** Базарбаев Ш.Ж.

**Название:** «Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру»

**Координатор:** Куандыкова Г.Е

**Коэффициент подобия 1:** 33,8

**Коэффициент подобия 2:** 17,3

**Тревога:** 60

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

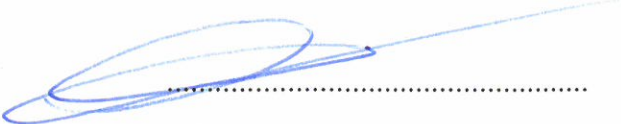
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы 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:

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

04.05.2019

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:** Базарбаев Ш.Ж.

**Название:** «Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру»

**Координатор:** Куандыкова Г.Е

**Коэффициент подобия 1:** 33,8

**Коэффициент подобия 2:** 17,3

**Тревога:** 60

### 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:

Таланттыра сүйлес

04.05.2019

Дата

Куандыкова

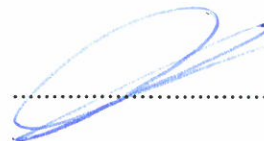
Подпись Научного руководителя

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

К защите допускается

04.05.2019

Дата



Подпись заведующего кафедрой / начальника  
структурного подразделения

## Raport podobieństwa



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық цехтің басқару жүйесін автоматтандыру
Autor:	Базарбаев Шохан
Promotor:	Гульбагила Куандикова
Data Raportu Podobieństwa:	2019-04-29 11:02:16
Współczynnik podobieństwa 1: ?	<b>33,8%</b>
Współczynnik podobieństwa 2: ?	<b>17,3%</b>
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: ?	25
Liczba słów:	15 122
Liczba znaków:	122 349
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej: ?	2



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 60

>>

Najdłuższe fragmenty zidentyfikowane jako podobne

Dokumenty, w których odnaleziono fragmenty podobne: z RefBooks i

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.

---

Na zielono oznaczone są fragmenty odnalezione w tekstach z zasobów Internetu.

Na czerwono oznaczone są fragmenty odnalezione w dokumentach z Bazy danych Uczelni.

Na pomarańczowo oznaczone są fragmenty odnalezione w tekstach z bazy RefBooks.

Niebieskim kolorem tła oznaczone są fragmenty odnalezione w dokumentach z Bazy Aktów Prawnych.

---

## КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасында газды табу, тасымалдау, компримирлеу технологиялық процестерін басқару жүйелерінің және құралдарының қажеттілігін айқын және әрдайым қажетті фактор болып табылады. Жаңа технологиялардың пайда болуына бәсекелік күрестен басқа даму және жетілдіру әдістері мен құралдары, оларды нәтижелі басқару рыноқтық экономика талабына сай өндірісті автоматтандырудың өткір сұрағына айналады.

Газ өнеркәсібі – Қазақстанның энергетика шаруашылығының ең нәтижелі отын салаларының бірі болып табылады. Өнеркәсіп аудандарындағы отынмен жабдықтау экономикасына және өндірістің дамуына әсерін тигізеді.

Газ өнеркәсібінің негізі болып кен орны комплексінен, газ қоймаларынан, тұтыну объектілерінен, күрделі желімменен біріктірілген газ құбырынан тұратын Газбен жабдықтау жүйесі (ГЖЖ) болып табылады. ГЖЖ-нің ең капитал сыймды бөлігі, ол-газдың магистральды транспорт жүйесі. Бұл жүйе күшті газ құбыры жүйесінен, жерасты қоймаларынан, газ тарату пункттерінен, компрессорлық станциялардың жиынтығынан тұрады. Газдың магистральды транспорт жүйесі және ГЖЖ көбіне энергетиканың басқа үлкен жүйелеріне ұқсамайды және өз бетімен үйрену мен зерттеу объектісі болып табылады. ГЖЖ ортақ және спецификалық қасиеттерге ие, оларды оқып үйрену тек қана қазіргі заманғы тиімді басқару теориясын қолдану негізінде ғана мүмкін. ГЖЖ тұтастығы және оның негізгі бөлімдері газдың магистральды транспорт жүйесінің жасанды ішкі жүйелерге бөлінуіне қайшылық етпейді. Мұндай бөлінулер тиімділеу проблемаларын шешуді жеңілдетеді, бұндай жағдайда деңгейлік және объектілік шешімдерді құру принципін қолдануға болады. Бірақ ішкі жүйелерді ерекшелеу мүмкін емес, бұл жағдайда бөлек ішкі жүйелер бойынша бөлек табылған тиімді шешімдерді қоса отырып, барлық жүйе бойынша глобалды тиімді шешім алуға болады.

ГЖЖ және үлкен басқару жүйелері үшін энергетикада ішкі жүйелерге технологиялық, территориялық және декомпозицияның уақытша қасиеті сәйкес келеді.

Технологиялық принципке сүйене отырып ГЖЖ газды олжалау, транспорттау, сақтау және қолдану деген ішкі жүйелерге бөлінеді. ГЖЖ-нің ішкі жүйелерге бөлінуі аналогты бөлінуден біршама ерекшеленеді, өйткені оның салалар жүйесі (электрэнергетикалық, газбен қамтамасыздандыру, көмірмен қамтамасыздандыру және т.б.) технология бойынша мүлдем ұқсамайды. ГЖЖ өз алдына иерархиялық деңгейде соғылған, бірақ бөлек жұмыс істейтін ішкі жүйелерден тұратын бірыңғай комплекс.

## АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобада газ өнеркәсібі арқылы газды тасымалдаудың оперативті басқару сұрақтары қарастырылады.

Магистральды газ құбыры арқылы газ тасымалдаудың оперативті басқару оның сенімділігі және тиімді жақтары қарастырылған.

Технологиялық бөлімде магистральды газ құбыры арқылы газ тасымалдаудың оперативті түрде жұмыс жасайтын құрылғылардың, тәртіптерінің барлық түрі қарастырылған және бұрынғы басқару және бақылау практикасы қарастырылған.

Арнайы бөлімде магистральды газ құбырының сызықты бөлігінің ерекшеліктері мен қасиеттері, оның объект ретінде басқарылуы, негізгі технологиялық операциялар, бұл жүйенің структурасы мен мәні. Қазіргі кезде газ құбыры арқылы газды тасымалдауды оперативті түрде басқарудың тиімділігі жөнінде ақпараттар қарастырылады.

Экономикалық бөлім басқару жүйесінің экономикалық тиімділігі мен өтеу мерзімін енгізеді.

Жобада еңбек қорғаумен байланысты ұйымдастыру шараларымен жұмысты атқарушы адамдарды және жұмыс орнын қауіпсіздендіру шаралары қарастырылды.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы оперативного управления транспортировки газа по трубопроводу.

Рассматриваются все его возможности и оптимальные стороны применения линейной частью магистральных газопроводов в промышленности.

В технологической части рассмотрены работа вспомогательных средств автоматизации в автоматизированном режиме работы и рассмотрена ранее существующая практика контроля и управления транспортировки газа по трубопроводу.

Специальная часть содержит разделы: особенности линейной части магистральных газопроводов и как объект управления, основные технологические операции, структуру и значение системы. В данное время транспортировка газа по трубопроводу работает в автоматическом режиме, рассматривается его оптимальное управление и обеспечение информацией.

Экономическая часть дипломного проекта содержит расчеты экономической эффективности и сроки окупаемости системы управления.

В проекте приведены организационные мероприятия и рассмотрены безопасность рабочего состава и рабочего места.

## ANNOTATION

The basic tasks of tank farm automatic control in conditions of are shown in this project.

All potentialities and optimal application of the tank farm in industry are described in it.

Automatic working mode operation of auxiliary automation means and existing practice of control and tank farm management are described in the technological part.

The special part consists of the sections: the tank farm asan object of control, the general process operations, system structure and sense. The tank farm operates in automatic mode at this time and it is optimal controlling and information provision are shown in it.

Economic part consists of economic efficiency calculation and control system pay – back period.

Organization arrangement and working personal and place safety regulation are shown in the project.

## МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	10
1	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	12
1.1	Магистральды газ құбырларының жалпы сипаттамасы	12
1.2	Компрессорлық станцияның мақсаты	12
1.3	ГӨА-ның электржетектерімен компрессорлық станцияларды құрастыру	14
1.4	Магистральды газ құбырындағы электржетекті компрессорлық станцияның технологиялық сұлбасы	14
1.5	ГӨА электржетектері	15
1.5.1	280-11-1 центрден тебетін электржетегі бар компрессорлық қондырғы	15
1.5.2	Электрқозғалтқыштың айналу санын реттейтін қондырғы	17
1.5.3	Центрден тебетін бастырмалатқыш	18
1.6	Бастырмалатқыштардың сипаттамалық қисықтары	19
1.7	Әр түрлі сору жағдайлары үшін бастырмалатқыш сипаттамасының өзгеруі	21
1.8	Бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі	25
1.9	Режимді-технологиялық көрсеткіштерді есептеу	28
2	АРНАЙЫ БӨЛІМ	35
2.1	Қарымталаушы станция автоматты реттеу объектісі ретінде	35
2.2	Математикалық модельдеу	38
2.2.1	Газды тасымалдаудың математикалық моделінің қазіргі жағдайы	39
2.2.2	Газ құбырының математикалық моделі оптималды басқару объектісі ретінде	39
2.2.3	Компримирлеуші қондырғының математикалық моделі	48
2.2.4	Компрессорлық станцияның математикалық моделі	49
2.3	Компрессорлық станцияның жұмыс режимдерінің тиімді басқаруының автоматтандырылған жүйесін жасау	51
2.3.1	Тиімділенген есептер критерилері	51
2.3.2	Есептер мен олардың өзара байланыстылығының анализі	53
2.3.3	Математикалық модельдеу теорияларын қолдану	54
2.3.4	Компрессорлық станцияның жұмыс режимдерінде оптимизациялау есебінің қойылуы (құрылуы)	58
2.3.5	Компрессорлық станция қасиеттерінің аналитикалық берілуі	60
2.4	Газды тасымалдаудағы оптимизациялау есебін логика – комбинаторлық әдіспен шешу	62
2.5	Электржетекті компрессорлық станция режимдерінің оптимизациялау бағдарламасының блок – схемасы	65
2.6	Имитациялы модельдеу	68
2.7	КС-ны автоматизациялау сұлбасының сипаттамасы	67
2.8	Автоматизацияның техникалық құралдарын таңдау	70



2.8.1	Жүйенің функционалды мүмкіндіктері	72
2.8.2	Жүйенің құрылу деңгейлері	72
2.8.3	Аналогты сигналдардың енгізу модульдерін таңдау	75
2.8.4	Дискретті сигналдардың енгізу/шығару модульдерін таңдау	76
3	<b>ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ</b>	78
3.1	Магистральды газ құбырларының компрессорлық станцияларында автоматтандырылған басқару жүйесін енгізудің экономикалық негізделуі	78
3.2	Автоматты басқару жүйесін құру мен енгізуге кеткен шығындарды есептеу	78
3.3	Қосымша эксплуатациялық шығындар	80
3.4	ТП АБЖ экономикалық эффектілігін есептеу	81
4	<b>ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ</b>	83
4.1	Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың анализі	83
4.2	Ұйымдастыру шаралары	84
4.3	Техникалық шаралар	85
4.3.1	Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	85
4.3.2	Қорғаушы жерлендіруді есептеу	86
4.3.3	Механикалық жарақаттанулардан қорғау	87
4.4	Санитариялық – гигиеналық шаралар	88
4.4.1	Арнайы киіммен, арнайы аяқ – киіммен қамтамасыздандыру	88
4.4.2	Жеке қорғану құралдары	93
4.4.3	Микроклиматтық шарттармен қамтамасыз ету	89
4.4.4	Жасанды жарықтандыру ұйымдастыру	90
4.4.5	Жасанды жарықтандыруды есептеу	90
4.4.6	Шуылдардан қорғану	91
4.4.7	Дірілден қорғану	92
4.5	Өртке қарсы шаралар	92
4.5.1	Жарылыстарды болдырмау бойынша шаралар	93
	<b>ҚОРЫТЫНДЫ</b>	
	<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b>	
	<b>ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР</b>	

## КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасында газды табу, тасымалдау, компремирлеу технологиялық процестерін басқару жүйелерінің және құралдарының қажеттілігін айқын және әрдайым қажетті фактор болып табылады. Жаңа технологиялардың пайда болуына бәсекелік күрестен басқа даму және жетілдіру әдістері мен құралдары, оларды нәтижелі басқару рыноктық экономика талабына сай өндірісті автоматтандырудың өткір сұрағына айналады.

Газ өнеркәсібі – Қазақстанның энергетика шаруашылығының ең нәтижелі отын салаларының бірі болып табылады. Өнеркәсіп аудандарындағы отынмен жабдықтау экономикасына және өндірістің дамуына әсерін тигізеді.

Газ өнеркәсібінің негізі болып кен орны комплексінен, газ қоймаларынан, тұтыну объектілерінен, күрделі желімменен біріктірілген газ құбырынан тұратын Газбен жабдықтау жүйесі (ГЖЖ) болып табылады. ГЖЖ-нің ең капитал сыймды бөлігі, ол-газдың магистральды транспорт жүйесі. Бұл жүйе күшті газ құбыры жүйесінен, жерасты қоймаларынан, газ тарату пункттернен, компрессорлық станциялардың жиынтығынан тұрады. Газдың магистральды транспорт жүйесі және ГЖЖ көбіне энергетиканың басқа үлкен жүйелеріне ұқсамайды және өз бетімен үйрену мен зерттеу объектісі болып табылады. ГЖЖ ортақ және спецификалық қасиеттерге ие, оларды оқып үйрену тек қана қазіргі заманғы тиімді басқару теориясын қолдану негізінде ғана мүмкін.

ГЖЖ тұтастығы және оның негізгі бөлімдері газдың магистральды транспорт жүйесінің жасанды ішкі жүйелерге бөлінуіне қайшылық етпейді. Мұндай бөлінулер тиімділеу проблемаларын шешуді жеңілдетеді, бұндай жағдайда деңгейлік және объектілік шешімдерді құру принципін қолдануға болады. Бірақ ішкі жүйелерді ерекшелеу мүмкін емес, бұл жағдайда бөлек ішкі жүйелер бойынша бөлек табылған тиімді шешімдерді қоса отырып, барлық жүйе бойынша глобальды тиімді шешім алуға болады.

ГЖЖ және үлкен басқару жүйелері үшін энергетикада ішкі жүйелерге технологиялық, территориалдық және декомпозицияның уақытша қасиеті сәйкес келеді.

Технологиялық принципке сүйене отырып ГЖЖ газды олжалау, транспорттау, сақтау және қолдану деген ішкі жүйелерге бөлінеді. ГЖЖ-нің ішкі жүйелерге бөлінуі аналогты бөлінуден біршама ерекшеленеді, өйткені оның салалар жүйесі (электроэнергетикалық, газбен қамтамасыздандыру, көмірмен қамтамасыздандыру және т.б.) технология бойынша мүлдем ұқсамайды. ГЖЖ өз алдына иерархиялық деңгейде соғылған, бірақ бөлек жұмыс істейтін ішкі жүйелерден тұратын бірыңғай комплекс.

Қазіргі заманда автоматты басқару жүйесінің мұнай, газ шығару өндірісінде техникалық базасының өсу ерекшелігі иерархиялық деңгейлерге таратылған біртекті техникалық құралдардың бірыңғай комплекске бірігуі. Бұл технологиялық процестермен басқару жүйесінің жұмыс істеуін және ЭЕМ-нің таратылған жүйелерін ұйымдастыруды қамтамасыз етеді.

Осы фактілерге сүйене отырып, ТП автоматтандыру облысында, еңбекті басқаруда және бүгінгі күндегі газ құбыры транспортын автоматтандыру құралдарына талап қойылуына байланысты қайта құру және Біріктірілген автоматты басқару жүйесін құру (БАБЖ) проблемалары туындайды.

БАБЖ-сін құру келесі объективті себептерге байланысты:

- рынокты экономиканың механизмдерін енгізу, сонымен қатар газ транспорты төлемінің тарифті жүйеге өтуі, магистральды газ құбырларының өзін-өзі қаржыландыруын және өз шығынын өзі өтеуін қамтамасыздандыру;

- моральды және физикалық ескірген АБЖ жабдықтарын, телемеханика жүйелерін және жергілікті автоматиканы ауыстырумен келісілген осы күнгі АБЖ-нің дамуының проблемалары;

- қайта құру мен автоматтандыру құралдарының дамуына қаржы жұмсау тиімділігінің төмендігінен, АБЖ-нің техникалық және бағдарламалық құралдарының даму проблемаларының типті шешімінің болмауына әкеп соғады;

- құбырлардың ескіруі, құбырлы транспорттың қауіпсіздігі мен сенімділігіне қойылған талаптар деңгейінің қайта-қайта өсуі.

Газды транспорттау кәсіпорынның Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) бөлімдерінің бірі болып компрессорлық цехтердің (КЦ) жұмыс істеу режимдерінің Автоматты реттеу жүйесі (АРЖ) болып табылады. Ол АБЖ-ін ендірудің бірінші этабында берілген параметрлерді қолдап және газды өңдеу процесінің сапалылығын қамтамасыз етуде автономды түрде жұмыс істейді.

Бұндай жүйені құру қажеттілігі газды өңдеудің технологиялық процесінің ерекшелігімен анықталады:

- компрессорлық цехтердің жұмыс істеу режимінің өзгеруі, тәуліктік және сезондық газды тұтынудың бірыңғай емес болуы, газды өңдеу параметрлерінің өзгеруі (құрамы, калориясының температурасы және т.б.), көрші компрессорлық станциялардағы (КС) газды өңдеу агрегаттарының (ГӨА) жіберілуі және тоқтауы, т.б.;

- берілген параметрлерді реттеу дәлдікті қолдауға жоғары талаптар қояды, дәлдіктің өзгеруі газ құбырының учаскесінде өнімділіктің айтарлықтай өзгеруіне әкеп соғады;

- белгілі бір агрегаттың жұмыс істеу режимінің белгілі арақатынасын қолдау қажеттілігі энергияны минималды пайдалану критерийін есепке алады.

КЦ-тің жұмыс істеу режиміне АРЖ-ін ендіру КЦ-тің режимдік параметрлерін тұрақты бақылауға және жылдам ақпараттардың көлемін төмендетуге мүмкіндік береді.

Газбен жабдықтау жүйесі міндеттерінің бірі болып тиімділеу міндеттерінің құрылымы, параметрлері, басқарушы әсерлері есептеледі.

# 1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

## 1.1 Магистральды газ құбырларының жалпы сипаттамасы

Газ шығарудың тұрақты артуына байланысты өнімді жүргізу желісі өседі.

Құбыр көлігінің негізгі тиімді нәтижелі қолдану факторлары болып газ құбырын түгел автоматтандыру мүмкіндігі есептеледі.

Қазіргі таңда әлемдегі барлық елдерде континентаралық газ көлігінің негізгі түрі болып құбырлық есептеледі. Газ құбыры көлігінің тез дамуының себебі көліктің басқа түрімен (теміржолдық, өзендік, автомобильдік) жеткізуге қарағанда, құбыр бойымен өңдеу тиімді. Осыған орай, газ құбыры көлігі кейін де негізгі болып қалады деп есептеуге болады.

Шығару (газ кен орны) және өндіру (газ өңдейтін зауыт) ауданынан тұтыну ауданына (қала, ауыл, өнеркәсіпті кәсіпорын, электр станциялары) жеткізетін құбыр магистральды газ құбыры деп аталады. Магистральды газ құбыры жыл бойы күні-түні жұмыс істеп, біршама диаметрі мен ұзындығы болады. Магистральды газ құбырының диаметрі 150 ден 1420 мм-ге дейін, ал ұзындығы ондаған мыңнан бірнеше мың километрге дейін өзгереді. Магистральды газ құбырының жіберу қабілеттілігі 80млн.м<sup>3</sup>/тәу дейін жетуі мүмкін.

Магистральды газ құбыры жұмыс қысымына байланысты екі класка бөлінеді:

1 класс-жұмыс қысымы 2,5 тен 10МПа;

2 класс-жұмыс қысымы 1,2 ден 2,5МПа;

Қазіргі заманғы магистральды газ құбыры инженерлік құрылысты ұсынады, ол газды транспорттауға, компримирлеуге және құбыр бойымен өңдеуге дайындайтын негізгі технологиялық процесті қамтамасыз етеді.

Негізгі технологиялық процестерді орындайтын жабдықтардан басқа магистральды газ құбырларында қосалқы құрылғылар бар, олар газ құбырын коррозиядан, электр жабықтаудан және су жабықтауынан сақтайды. Магистральды газ құбырының құрамы оның ұзындығымен, транспортталушы газдың фракционды құрамымен, газда СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>С және ылғалдың сақталуымен, газды қолданатын тұтынушылардың талаптарымен анықталады.

## 1.2 Компрессорлық станцияның мақсаты

Газ құбыр бойымен қозғалғанда газ кәсіпшілігінен тұтынушыға дейінгі жолынла құбырдың кедергісін және қысымын жоғалтады. Қысымды шамадан тыс жоғалту құбырды тиімсіз қолдану мен жіберу қабілетін төмендетеді. Газды үлкен қашықтықта тиімді өңдеу үшін компрессорлық станциялар соғылады. Олардың құбыр трассасының бойымен орналасуын есеп айыру жолымен анықтайды. Осыны қорыта келе, берілген құбырдың өнімділігі мен кәсіпшіліктен газды тұтынушылардың қашықтығын анықтау үшін құбырдың

диаметрін алады, жұмысшы қысымды, құбыр қабырғасының қалыңдығын, компрессорлық станцияның санын және орналасқан жерін анықтайды.

Компрессорлық станциялардың арасындағы қысым құламасы компрессорлардағы қысу дәрежесін анықтайды. Учаскенің аяғындағы қысым компрессордың басындағы қысымға тең, ал учаскенің басындағы қысым компрессордың аяғындағы қысымға тең. Қысу дәрежесінің таңдауы компрессордағы газ қысуы энергиясының шығынын анықтайды.

Газ құбырының максималды жіберу қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін оны орнату мен қанауына кететін минималды шығындарды есептегенде барлық факторлардың жиынтығы есепке алынады. Компрессорлық станция газ құбыры трассасының бойында орналасуына байланысты басты және аралық болып бөлінеді.

Газ кәсіпшілігінің жанында орналасқан станция басты (БКС), ал қалғандары газ құбырында аралық (КС) деп аталады. БКС газ құбырындағы газды шығару қайнарына немесе өндіріске беріледі. Мұндай кен орындарында газ мұнайдың серігі болып табылады және оның ішінде ерітілген күйінде болады. Мұнай скважинадан шыққанда газ олардан арнаулы сепараторларда бөлініп шығады. Бұл жағдайда газ қысымы үлкен болмайды. Мұнай кәсіпшілігінде бағытталған газды жинау үшін кәсіпшілік құрама КС орнатылады. Олар мұнай скважиналарының тоқуларына қосылады. Бұл станциялардан газды фракциондағанда құнды компоненттер бөліну (бутан, пропан және т.б.) үшін газ-бензин зауытына жөнелтіледі, содан соң газ газ құбырының қабылдағышына келіп түседі.

Газ өндіретін зауыттардың (тақта тас өңдейтін, кокс-газ және т.б.) жанында БКС орналасқан. Магистральды газ құбырының КС-ына келесі негізгі технологиялық процестер қарастырылады: газды шаңнан тазарту, компремирлеу-газды қысу және оны салқындату. Одан басқа БКС-да газды кептіру жүргізіледі, егер ол күкіртті сутектен тұратын болса, онда газды күкірттен тазарту жүргізіледі. Кептірудің мақсаты-газдан ылғалды тартып алу. Скважинадан 10-20<sup>0</sup>С температурада шығатын газ суға қанық болады. Егер газдан ылғалды тартып алмаса, онда салқын газ құбырында салқындату кезінде су бөлінеді. Қыста газ құбыры тоңған жерлерде судың мұз болуы және мұзды тығын болуы мүмкін.

Күкірттісутек-газдағы зиян қоспа. Ылғал болған жерде ол құбыр және жабдықтар коррозиясына әкеп соғады. Магистральды газ құбырында транспортталатын газда күкіртті сутектің болуы 100м<sup>3</sup>-қа 2 г. газдан аспауы керек. Газды қойылған шарт бойынша күкірт тазалау БКС-ның қондырғысына әкеледі. Газды шаңнан тазалау КС жабдықтарының мезгілсіз тозуынан сақтайды және олар арнайы аппараттарда жасалынады. Аппараттарда газ өзінің бағытын күрт өзгертеді және өлшенген қатты өөспалар маймен жұтылып түсіп қалады. Көрсетілген негізгі технологиялық процестерден басқа КС-да көмекші процестер орындалады, ол үшін келесі жүйелер қарастырылады:

- компрессорлар мен қозғалтқыштардың салқындауына арналған айналып жүрулер;

- машинаға майды құю үшін;
- өрт сөндіруші жылу және су жабдықтаушыларының желдетушілері.

### **1.3 ГӨА-ның электржетектерімен компрессорлық станцияларды құрастыру**

Магистральды газ құбырының компрессорлық станциясы бір-бірімен байланысқан көп технологиялық объектілерден тұрады. КС-ның негізгі құрылысы болып компрессорлық цехтің басты ғимараты болып табылады. Оған ГӨА орнатылады. Бір цехті КС барлық территориясы 3-4 га болады. Газ құбырының трассасы өтетін КС территориясынан тыс түйінді қосу крандары орналасқан. Бұл КС крандары арқылы газ құбырына қосылады. КС-ға кіретін газ шаңұстағыш арқылы өтеді, ал шығатын газ газсуытқыш арқылы өтеді.

Компрессорлық цехтың басты корпусымен бойлай орналасқан ГӨА бастырмалатқыш кранымен бірге орап байлау құбыры оларды қосу үшін қажет болады. Басты корпусының арғы жағында жоғарғы вольтты жабық бөлшеп тұратын құрылғы (ЖБТҚ) орналасқан. Одан кабельдер мен эстакадалар бойымен ГӨА-нан электр қозғалтқыш жетегіне қорек келеді. КЦ басты корпусының жанында тағы да ауадағы салқындату аппараттары (АСА) орналасқан. Олардың көмегімен ГӨА-нан келіп түсетін қыздырылған майлар мен суларды салқындатуға болады (егер де ол жерде суды салқындатқыш болса). КС-ның шетінде әкімшілік және шаруашылық мұқтаждықтардың ғимараты және гараждар орналасқан. Осы жерде өрт сөндіретін қажетті құрал-саймандар да орналасқан.

Компрессорлық цех ғимараты ұзындығы бойынша екі бөлікке бөлінген: машиналы зал, онда ГӨА-да электр құрылғылары орналасқан, және бастырмалатқыштардың галереясы-В-1а класының жарылуға қауіпті бөлігі.

### **1.4 Магистральды газ құбырындағы электржетекті компрессорлық станцияның технологиялық сұлбасы**

1-ші қосымшада электржетегі бар центрден тебетін бастырмалатқышпен жабдықталған аралық КС-ның технологиялық сұлбасы көрсетілген. Бұл станцияда газды салқындату көрсетілмеген. Компрессорлық цех Э-1 электрқозғалтқышынан 5 жетегі бар центрден тебетін бастырмалатқыштан (ЦТБ) тұрады. Төрт бастырмалатқыш әрқайсысында екі-екі бастырмалатқышы бар жеке топтар құрады. №3 бастырмалатқыш резервті болып табылады; оның орап байлануы бірінші және екінші топтарға қызмет көрсете алатындай болып жасалынған. Центрден тебетін бастырмалатқыштың артықшылығы бір агрегаттың өнімділігі болып табылады. Осы жағдайда оны газ құбырларында үлкен тәуліктік өнімділікпен қолдануға мүмкіндік береді (13млн.м<sup>3</sup> және одан да көп). Магистральды газ құбырындағы бөлектенген жіптері (шлейфтері) бар

газ шаң ұстағыштардың коллекторының кірісіне беріледі. Шаңұстағыштардың құрылуы тұндырғыштан, аккумулятордан және насосан тұратын май жүйесінен тұрады. Шаңұстағыштардан кейін шығыс коллектор арқылы газ бөлектенген жіптермен ЦТБ-тың бірінші және екінші топтарының қабылдағышына келіп түседі.

Бастырмалатқыштардағы жүйелі қысудан кейін газ бөлектенген лақтырғыш жіптермен газ құбырына келіп түседі. Шаңұстағыштарға дейінгі тракттағы қабылдағыш жіп пен бастырмалатқыштан кейінгі лақтырғыш жіптің арасында ұстатқыш қарастырылған. Ол ұстатқыш А-2 дистанциялық және автоматты басқарылатын крандар мен А-3 дроссельді крандар орналасқан. Бастырмалатқыштардың біреуі істен шығатын болса, онда екінші бастырмалатқыш А-2 кранының автоматты түрде ашылуымен шығаратын нұсқаға өтеді. Ол оның тұрақсыз жұмыс режиміне (помпаж режимі) өтуден сақтайды.

А-3 дроссельді краны нұсқадағы қысымның айқын құламасын және жұмыс режимін сақтауға арналған.

## **1.5 ГӨА электржетектері**

ТМД-да ГӨА электржетектерінің екі түрі қолданылады. Олар центрден тебетін компрессорлар және поршеньді компрессорлар.

ЦТБ-шы бар ГӨА электржетегі кранды орап байлаудан тұратын бастырмалатқыштан, редукторы бар жетекті турбоэлектрқозғалтқыштан, нығыздау және майлау жүйесінен, және де бақылау, басқару және қорғаныс жүйесінен тұрады.

Магистральды газ құбырының компрессорлық станцияларында әдетте бастырмалатқышы бар ГӨА электржетектері қолданылады. Поршеньді электржетекті компрессорлар магистральды газ құбырындағы ең кіші бастапқы қысымы бар бағытас мұнайды шайқау үшін қолданылады. Конструкциясы бойынша бастырмалатқыштар бір адамдық болады, ал оның КС-да қолданылуы бойынша газдың қажетті қысу дәрежесін қамтамасыз ету үшін олар толық тегеурінді және толық емес тегеурінді болып бөлінеді. Толық тегеурінді бастырмалатқыш өзі жалғыз КС-ға газдың керекті қысу дәрежесін қамтамасыз ете алады.

### **1.5.1 280-11-1 центрден тебетін электржетегі бар компрессорлық қондырғы**

Қондырғыда жетекті қозғалтқыштың орнына валының айналу жылдамдығы 1480 айн/мин, қуаты 4500 кВт асинхронды фазалық қозғалтқыш АФҚ-4500-1500 қолданылған.

Қондырғы валдың тұрақты айналу жылдамдығы режимінде жұмыс істей алады және айналу санының реттелуі 70-100% номиналды шегінде болады.

АФҚ-4500-1500 электр қозғалтқышының техникалық сипаттамасы

Қуат, кВт.....	4500
Статордың кернеуі, В.....	6000
Статордың тогы, А.....	522
Бос жүрістің номиналды тогы, А.....	160
Ротордың сызықты тогы, А.....	1825
Валдың номиналды айналу жылдамдығы, айн/мин.....	1480
Номиналды сырғанау.....	0,0133
Тұтынылатын қуат, кВт.....	4684,75
ПӘК, %.....	96,2
Сos φ қуатының коэффициенті.....	0,88

Бастырмалатқыштар бөлмеге шығарылған. Ол машиналы залдан металлды қалқамен қоршалған.

Қондырғы екі немесе үш бастырмалатқыштың параллельді және тізбектей жалғанған кезінде де жұмыс істей алады.

1.1- кестеде компрессорлық қондырғының жұмыс істеу режимі әр түрлі жалғанған сұлбалар үшін келтірілген.

Қондырғы 280-11-1 бастырмалатқыштан, көлденең типті бір сатылы көтермелеуші редуктордан, электрқозғалтқыштан және көмекші құралдардан тұрады. Көмекші құралдардың комплектісіне кіреді:

1) майлау жүйесі ауыспалы токты электрқозғалтқышы бар пускілі май насосынан, тұрақты токты электрқозғалтқышы бар резервті май насосынан, фильтрден және майды салқындатқыштан тұратын май бағынан тұрады;

2) майды нығыздау жүйесі жұмысшы және резервті нығыздау насосынан, май аккумуляторынан, қалтықтық камерадан, екі құлама регулятордан және газ бөлгіштен тұрады;

3) бақылау-өлшеу құралдарының комплектісі және агрегаттың апаттан қорғау датчигі;

4) агрегатпен басқарылатын жергілікті қалқан.

Қондырғының газ құбырында жұмыс істеу режиміне байланысты қондырғыны валдың айналу санын реттеу үшін аппаратурамен жинау керек.

Қондырғының жеке элементтерінің салмағы, т:

Бастырмалатқыштың (бәсеңдеткішсіз, электрқозғалтқышсыз, көмекші құралдарсыз).....	8
Бастырмалатқыш корпусының.....	4,5
Бәсеңдеткіштің.....	6
АФҚ-4500-1500 электрқозғалтқышының жиналуының.....	30
Электрқозғалтқыш статорының.....	14,5
Ротордың.....	8,0



1.1 Кесте - 280-11-1 электр жетегі бар компрессорлық қондырғының жұмыс істеу режимі

Көрсеткіштер	Жұмыс істейтін бастырмалатқыштар саны		
	Үш(тізбектей)	Екі(тізбектей)	Бір
Газдың бастапқы абсолютті қысымы (сорғыш патрубканың кірісінде), кг/см <sup>2</sup>	315	37,0	45
Газдың бастапқы температурасы (бірінші бастырмалатқыштың сорғыш патрубканың кірісінде), С <sup>0</sup>	15	15	15
Газдың салыстырмалы салмағы, 20 <sup>0</sup> С және 760мм рт.ст апарылған, кг/м <sup>3</sup>	0,672	0,672	0,672
Валдың айналу жылдамдығы, айн/мин	7900	7900	7900
Өнімділік, млн.м <sup>3</sup> /тәулік	13	13	13
Бастапқы қысым мен бастапқы температурасының көлемді өнімділігі, м <sup>3</sup> /мин	292	248	203
Газдың ақырғы абсолютті қысымы (соңғы бастырмалатқыштың патрубканың кірісінде), кг/см <sup>2</sup>	56	56	56
Бастырмалатқышпен тұтыну қуаты, кВт			
Бірінші	3500	3850	4100
Екінші	3800	4200	-----
Үшінші	4100	-----	-----

### 1.5.2 Электрқозғалтқыштың айналу санын реттейтін қондырғы

Реттеу вентильді каскадтың асинхронды сұлбасы арқылы қабылданған. Оның негізгі идеяларының бірі сырғанау энергиясын қолдана отырып реттеудің үнімділігін көтеру. Синхронды вентильдік каскадтың принципіалды сұлбасы қосымша 2 мыналардан тұрады: фазалық ротордан тұратын асинхронды электрқозғалтқышы, сынапты түзеткіш топтары (ротордың тогын түзету үшін істейді), сынапты түзеткіш топтары (ротордың түзетілген тогын ауыспалы токқа жүйе жиілігін өзгерту).

Вал электрқозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеу ротор шынжырына қосымша ЭҚК-ін енгізуге негізделген. Ротор шынжырына енгізілген ауыспалы токтың қосымша ЭҚК-і, ротор тогының жиілігіне сай ауыспалы жиілігі болуы керек.

Ротордың ауыспалы тогының энергиясы роторлық вентильдерден энергияға өзгереді. Ол одан соң инвертормен 50 Гц жиілікпен ауыспалы токтың энергиясына өзгереді және трансформатор арқылы жүйеге қайтып келеді.

### 1.5.3 Центрден тебетін бастырмалатқыш

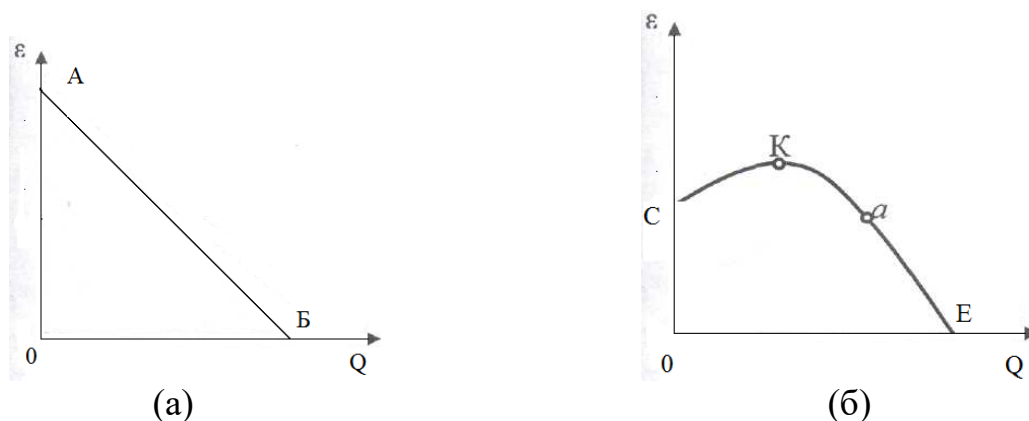
280-11-1(2) ЦТБ “Конструкционды сызбада” тілік ретінде ұсынылған. Сызбада консольды орнатылған жұмысшы дөңгелек және газды осьпен жеткізу бір сатылы центрден тебетін машинада көрсетілген. Бастырмалатқыш корпусы ұлу симметриясымен жазықтықта дәнекерленген екі массивті болатты бөліктен жасалған. Бастырмалатқыш корпусының тік қойылған қабырғасына қартер бекітіледі. Қатерде тіректі-қажырлы және тіректі мойынтірек орнатылған.

Тіректі мойынтірек тағы қатайтқыш та бола алады. Ол газдың бастырмалатқыш қуысынан машиналы залға енуіне тойтарыс береді. Валдың қайтарылуы алдыңғы (қатайтқыш) мойынтірекке үлкен қысыммен берілетін маймен қамтамасыз етіледі. Жұмысшы дөңгелек жаққа ағатын май арнайы деңгейді реттеуіші бар қалтқылы камераға. одан газбөлгішке, ол одан соң май бағына келіп түседі.

Бастырмалайтын патрубка-диффузор ұлуға төменгі бөлігінде дәнекерленген. Бастырмалатқыш роторында жабық типті шегеленген конструкциялы бір жұмысшы дөңгелек бар. Жауып тұрған сақина жауырын денесі арқылы өтетін тойтарып шегеленген ротор дигіне жалғанған. Ротордың жұмысшы дөңгелегі валдың цилиндрлік аяғына отырғызылған. Ротордың валындағы қажырлы дискілер валмен бірдей орындалған; ротордың валында тағы білікті жылжытылған реле үшін бурт бар. Бастырмалатқыш роторының валы редуктор тісті дөңгелегінің валымен, жалғанылатын валдардың соңына отырғызылған, екі тісті төлкеден тұратын муфтамен, тісті төлкеге орналастырылатын сыртқы тісті құрсаумен жалғанған және екі жағынан қажырлы сақиналармен қатайтылады. Майлау тіректі-қажырлы мойынтірекке және жалғанылатын муфтаға жетекті қозғалтқыштың майлау жүйесінің май құбырынан беріледі. Тіректі- қатайтқыш мойынтірекке май жоғарғы қысымды ( $60 \text{ кг/см}^2$  дейін) бұрандалық насоспен беріледі. Бұрандалық насостарға жетекті қозғалтқыштың майлау жүйесінің май құбырынан тоңазытқышта суытылатын май  $0,4 \text{ кг/см}^2$  қысыммен беріледі. Бастырмалатқыштың майлау жүйесі параллель өсылған және ауыспалы токтың қуаты  $20 \text{ кВ}$ , кернеу  $380 \text{ В}$ ,  $1450 \text{ айн/мин}$  болатын электрқозғалтқыштан жұмыс істейтін екі бұрандалық насоспен жабдықталған. Насостың біреуі жұмыс істейді, ал екіншісі резервте тұрады. Әр насос  $64 \text{ кг/см}^2$  қысымда жүйеге  $60-80 \text{ л/мин}$  май береді. Майдың аккумуляторы бастырмалатқыштан  $4 \text{ м}$  жоғарыда орналасқан жоғарғы қысым ыдысы бола алады. Аккумулятордың жоғарғы жағында қақпақпен жабылған қылта бар. Қақпаққа штуцер бұрап кіргізілген. Штуцерге аккумуляторды ұлудағы бастырмалатқыштың қуысымен жалғайтын құбыр жалғанған. Аккумулятордың төменгі жағына фланецтен тұратын бұру дәнекерленген. Аккумулятор сиймдылығы  $0,3 \text{ м}^3$ .

## 1.6 Бастырмалатқыштардың сипаттамалық қисықтары

Бастырмалатқыштардың сипаттамалық қисықтары оның жұмысының негізгі параметрлері арасындағы байланысын графикалық түрде көрсетеді: көлемді өнімділікті, қуатты тұтынатын қысу дәрежесі және политропиялық ПӘК. Бастырмалатқыш сипаттамасы сынақтың берілгенінен және көбінесе дұрыс болмайтын есептелетін берілгендер негізінен құралады.



1.1 Сурет - Бастырмалатқыш үшін (а) санамағандағы және (б) шығын мен кедергіні санағандағы қысу дәрежесі  $\varepsilon$  және көлемді өнімділіктің  $Q$  арасындағы тәуелділік сипаттамасы

Жауырынды жұмысшы дөңгелегі бар бастырмалатқыштар мен көлемді орналастыратын газ және ығысу деңгейінің арасындағы АБ түзуі графикалық түрде көрсетілген (1.1 (а) - сурет). Шын мәнінде үйкеліске, газдың соғылуына кететін шығындар СКЕ қисығы түрінде көрсетілген (1.1 (б) - сурет). Ол бастырмалатқыштың сипаттамасы деп аталады.

Бастырмалатқыштың жауырыны арқылы берілетін жұмыс газды қысуға кетеді. Жұмысшы дөңгелектің каналдарындағы шығындар бұрыштарға байланысты. Газ шығынының кемуіне байланысты жұмысшы дөңгелектің кірісіндегі  $c_1$  жылдамдығының шамасы кемиді. Осының салдарынан  $u_1$  жұмысшы жылдамдықтың өзгермеуіне байланысты ағын кіріс жиектеріне соғылады. Тағы жұмысшы дөңгелектің жауырынынан газ шығысының бұрышы да өзгереді. Бұның кесірінен ағын олқылығы, құйындау болуы мүмкін, олар қосымша энергияның жоғалуына себеп болады. Осыған байланысты газ шығынын көбейткенде немесе азайтқанда, оны есептік шамамен салыстырсақ қосымша энергия шығындары туындайды.

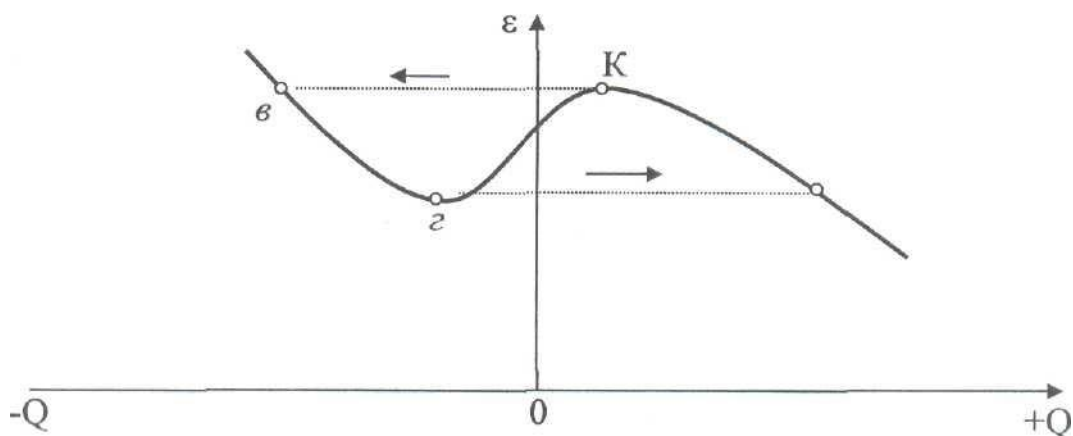
Осы себептерге байланысты пайдалы тегеурін тәуелділігі мен қысымды көтеру деңгейі СКЕ қисығы түрінде көрсетілген. Салыстырмалы түрде шығынға байланысты компрессордың ПӘК-ті өзгереді.

$\varepsilon - Q$  (қысу дәрежесі- өнімділік) бастырмалатқыштың сипаттамасы айналым санының өзгермеуіне байланысты екі учаскеден тұрады: К жеке нүктелерінің кіруі және құлауы (1.1 - сурет (б)).

Жұмысшы нүкте сипаттаманың құлау учаскесінде болса ғана бастырмалатқыш тұрақты жұмыс істейді. Жұмысшы нүкте кіру учаскесінде болса, онда бастырмалатқыш тұрақсыз жұмыс істейді. Ол кезде мынадай ауытқулар болады: өнімділіктің өткір тербелісі, ротордың соққысы және бастырмалатқыш дірілі. Бұл жағдайларды болдыруға болмайды. Жұмыстың тұрақсыз режимін помпаж деп атайды, ал өнімділік кезіндегі помпажды критикалық өнімділік дейді.

Бастырмалатқышты таңдағанда және есептеген кезде  $\alpha$  (өнімділік-қысу дәрежесі) нүктесі ПӘК-тің мәніне сәйкес алынады. Ол тұрақсыз жұмыс зонасына алыс орналасуы керек.

Желі кедергісінің өзгеруіне байланысты жұмысшы нүкте бір жақтан екінші жаққа ауысуы мүмкін. Қысым қарсылығын өсіргенде бастырмалатқыштың өнімділігі кему бастайды. Графикалық түрде оған бастырмалатқыш сипаттамасы бойымен жұмысшы нүктенің солға қарай орналасуы сәйкес келеді,  $\alpha$  нүктесінен К нүктесіне қарай (1.2 - сурет).

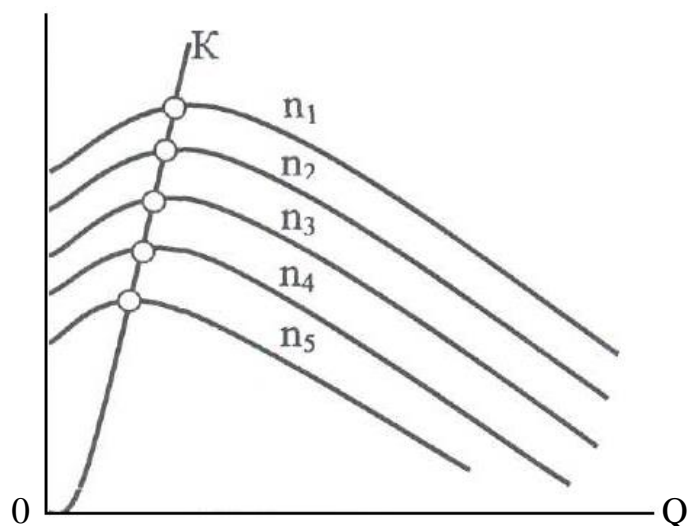


1.2 Сурет – «Помпаждың» графикалық түсінігі

Жұмысшы нүкте сипаттамада К нүктесіне жеткеннен кейін солға қарай жылжыса, желінің қысым қарсылығы қысымнан асып кетеді. Графикалық түрде оған жұмысшы нүкте сипаттаманың бірінші квадратынан екіншісіне секіруі (К нүктесінен в нүктесіне) сәйкес келеді. Бастырмалатқыш арқылы газдың кері шығынының туындауы желідегі қысым қарсылығының төмендеуіне әкеліп соғады. Содан соң жұмысшы нүкте z нүктесіне қарай жылжиды.

Жұмысшы нүкте жылжып бара жатқанда қысымның ең аз шегіне жетсе (z нүктесі), бастырмалатқыш қысымы аудың қысым қарсылығынан асады. Содан соң газ желіге қарай кері қайтады. Графикалық түрде оған жұмысшы нүкте сипаттаманың екінші квадратынан біріншісіне секіруі сәйкес келеді (z нүктесінен a нүктесіне).

Әр белгілі бастырмалатқыш валының айналу жылдамдығына белгілі сипаттама сәйкес келеді. 1.3-суретте вал айналуының әр түрлі жылдамдығы үшін  $n_1$ - $n_5$  бастырмалатқыштың жанұялық сипаттамасы көрсетілген.



1.3 Сурет - Тұрақты жұмыстың шекаралық қисығы

Бастырмалатқыш сипаттамасының К критикалық нүктелерін қосатын түзу “помпаждың” шекаралық қисығы деп аталады. 1.4 - суретте 280-11-1 және 280-11-2 бастырмалатқыштары үшін сипаттамалар келтірілген.

### 1.7 Әр түрлі сору жағдайлары үшін бастырмалатқыш сипаттамасының өзгеруі

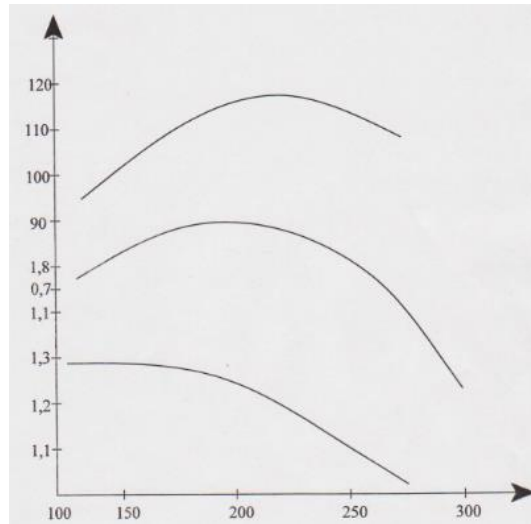
Валдың айналу санының тұрақты болуы кезінде өзгеріссіз температура және газ құрамы кезінде ЦТБ белгілі көлемдегі өнімділікті және қысу дәрежесін  $\varepsilon = P_1 / P_2$  береді.

Сондықтан бастырмалатқыштың кірісінде  $p_1$  газ қысымы кемісе шығысында да газ қысымы кемиді

$$p_2 = \varepsilon \cdot p_1 \quad (1.1)$$

Егер кірісінде температура мен газ қысымы өзгерсе, онда бастырмалатқышта газдың салыстырмалы салмағы мен қысу дәрежесі де өзгереді. Бастапқы салмақтың тығыздығын газ мына формуламен анықтайды:

$$\gamma_H = \frac{p_1 \cdot 10^4}{\beta R T_H} = \text{кг} / \text{м}^3 \quad (1.2)$$



#### 1.4 Сурет - Бастырмалатқыштың газды-динамикалық сипаттамасы

280-11-1 және 280-11-2 мына жағдайларда:  $t_H = 15^{\circ}\text{C}$ ,  $R = 52,5 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $n = 7950$  айн/мин,  $\beta = 0,87$  және жұмысшы дөңгелек үшін диаметрі 600 мм. Мұндағы  $p_1$ -шығыстағы газдың абсолютті қысымы,  $\text{кг} / \text{см}^2$ ;  $R$ -газ тұрақтысы,  $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;  $\beta$ -газдың сығылуын ескеретін коэффициент;  $T_H$  - газдың бастапқы температурасы,  $^{\circ}\text{K}$ ,  $T_H = 273 + t_H$ ;  $t_H$  -  $^{\circ}\text{C}$ -дағы бастапқы температура.

Онда стандартты қалыпты жағдайда газдың салмақты тығыздығы келесідей болады:

$$\gamma_{\partial} = \frac{1,033 \cdot 10^4}{52,5 \cdot 293} = 0,672 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (1.3)$$

мұндағы:  $p_1 = 766 \text{ мм рт. ст.} = 1,033 \text{ кг} / \text{см}^2 = 103,3 \text{ КПа}$ ;

$t_H = 20^{\circ}\text{C} = 273 + 20 = 293^{\circ}\text{K}$ ;

$R = 52,5 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ .

$p_1 = 33 \text{ кг} / \text{см}^2 = 330 \text{ КПа}$ ;  $T_1 = 288^{\circ}\text{K} (+15^{\circ}\text{C})$ ;

$$\gamma_H = \frac{33 \cdot 10^4}{0,87 \cdot 52,5 \cdot 288} = 24,1 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (1.4)$$

мұндағы: 0,87  $\beta$  коэффициентінің мәні.

$p_1 = 33 \text{ кг} / \text{см}^2 = 330 \text{ КПа}$ ;  $p_2 = 39,6 \text{ кг} / \text{см}^2 = 396 \text{ КПа}$ ;  $t_1 = +2^{\circ}\text{C}$ ;  $T_1 = 275^{\circ}\text{K}$ ;  
 $\varepsilon_1 = 1,2$ .

Егер газды қабылдау кезінде температура ( $+15^{\circ}\text{C}$  дейін) өзгерсе, онда жаңа қысым деңгейін мына формуламен анықтайды

$$\varepsilon_2 = 1 + \frac{T_1}{T_2}(\varepsilon_1 - 1) = 1 + \frac{275}{288} \cdot 0,2 = 1,191 \quad (1.5)$$

Бастырмалатқыштың сипаттамасы газдың белгілі құрамы үшін құрылады. Онда біліктің номиналды айналу саны ( $n$  айн/мин) және температурасы  $+15^\circ\text{C}$ .

Электржетекті бастырмалатқыш мынадай шарттарда жұмыс істейді:

шығыстағы қысым  $p_1 = 37 \text{ кг/см}^2 = 370 \text{ КПа}$ ; шығыстағы қысым  $p_2 = 45,5 \text{ кг/см}^2 = 455 \text{ КПа}$ ; газдың шығыстағы температурасы  $T_1 = 283^\circ\text{K}$  ( $10^\circ\text{C}$ ); біліктің айналу жылдамдығы  $n_1 = 7200 \text{ айн/мин}$ ;  $\varepsilon_1 = 1,23$ .

Параметрлер үшін бастырмалатқыштың нақты параметрлерін келтіреміз, ол үшін сипаттама құрылған, яғни температура  $T = 288^\circ\text{K}$  және  $n_2 = 7950 \text{ айн/мин}$ :

$$\varepsilon_2 = 1 + \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{T_1}{T_2}(\varepsilon_1 - 1) = 1 + \left(\frac{7200}{7950}\right)^2 \cdot \frac{283}{288} \cdot (1,23 - 1) = 1,186 \quad (1.6)$$

$$\gamma_n = \frac{37 \cdot 10^4}{0,87 \cdot 52,5 \cdot 283} = 28,7 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (1.7)$$

Сипаттамадан  $\varepsilon = 1,186$   $Q = 223 \text{ м}^3/\text{мин}$  екенін анықтаймыз. Табылған көлемді қолдана отырып өнімділіктің өнімділікке қатынасын есептейміз:

$$\frac{N_{i_0}}{\gamma_n} = 107,5 \text{ кВт} / \text{кг} / \text{м}^3 \quad (1.8)$$

Бастырмалатқыштың ішкі қуаты:

$$N_{i_0} = 107,5 \cdot \gamma_n = 107,5 \cdot 28,7 = 3080 \text{ кВт} \quad (1.9)$$

мұндағы:

$N_{\text{мех}}$  - бастырмалатқыштың мойынтірегіндегі және бәсеңдеткішіндегі механикалық шығындар. Электржетегі үшін  $N_{\text{мех}} = 150 \text{ кВт}$ .

Электржетегі үшін

$$N = 3080 + 150 = 3230 \text{ кВт} \quad (1.10)$$

Электрқозғалтқыштың ПӘК-і  $0,96$  тең екенін ескеріп отырып, жүйедегі тұтынылатын қуат келесідей болады

$$\frac{N}{\eta} = \frac{3230}{0,96} = 3370 \text{ кВт} \quad (1.11)$$

Сипаттамадан  $Q$  бастырмалатқыштың көлемді өнімділігін анықтап алып, қалыпты шарттағы (қысымы 760 мм рт. ст., температурасы  $20^{\circ}\text{C}$ ) бастырмалатқыштың тәуліктік сатылымдылық өнімділігін есептеуге болады. Бұл көлемді өнімділіктің келесі қатынаспен байланысты:

$$Q_{\circ} = \frac{\gamma_n \cdot 1440}{\gamma_{\circ} \cdot 10^6} \cdot Q \text{ млн.м}^3/\text{тәулік} \quad (1.12)$$

мұндағы

$Q_{\circ}$  - бастырмалатқыштың тәуліктік сатылымдылық өнімділігі;

$\gamma_n$  - газдың бастапқы салмақты тығыздығы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\gamma_{\circ}$  - стандартты қалыпты шарттағы газдың салмақты тығыздығы;  $1440 = 60 \cdot 24$  – тәуліктегі минут саны;

$Q$  - графиктен табылған және сору шартына келтірілген көлемді өнімділігі,  $\text{м}^3/\text{мин}$ .

Бастырмалатқыштың жұмыс істеуі кезінде газдың бастапқы параметрлері (қысым және температура) өте үлкен арақашықтықта өзгере отырып, бастырмалатқыштың орнықсыз аймақта жұмыс істейтініндей шарт тудыруы мүмкін.

Бастырмалатқыштың орнықты жұмыс істеу аймағын тез анықтау үшін Гунбин номограммасы қолданылады және бастырмалатқышқа газды беру кезінде және де диафрагмадағы қысымның түсуімен немесе басқа аспаптағы (келтекұбырдағы сору конфузоры) параметрлерге тәуелді  $Q_d$  сатылымдық және  $Q$  көлемді өнімділіктерді анықтау үшін қолданылады. Номограмма интервалы  $15^{\circ}\text{C}$  болатын,  $0^{\circ}\text{C}$ -дан  $30^{\circ}\text{C}$ -ға дейін болатын газдың температурасна құрылады. Номограмманың төменгі шегі “помпаж” аймағымен анықталады, бұл біліктің үнемі айналып отыруы кезінде тек көлемді шығыннан тәуелді болады. Яғни, орнықты жұмыс істеу аймағы астынан бірнеше сызықтармен шектелетін болады. Сәйкесінше “помпаждық” шектері болып минутына біліктің әр түрлі айналу саны болып табылады. Номограмманың жоғарғы шегі болып бастырмалатқыштың көлемді өнімділігінің максималды сызығы болып табылады. Жоғарғы қысым кезіндегі өнімділіктің шектелуі болып бастапқы салмақты тығыздықтан және көлемді өнімділіктен тәуелді болатын тұтынылатын қуатты айтады.

Екі бастырмалатқыштың тізбектей жұмыс істеуі кезінде олардың екіншісінің көлемді өнімділігі біріншісіне қарағанда аз болады, сәйкесінше, екінші бастырмалатқыш “помпаж” шегіне жақын жұмыс істейтін болады. Екінші бастырмалатқыштың жұмыс істеу режимі біріншісінің жұмыс істеу режимінің жұмыс істеуі бойынша анықталады, ол бастырмалатқыш екеуінің де сатылымдық өнімділігінің теңдігіне негізделген.

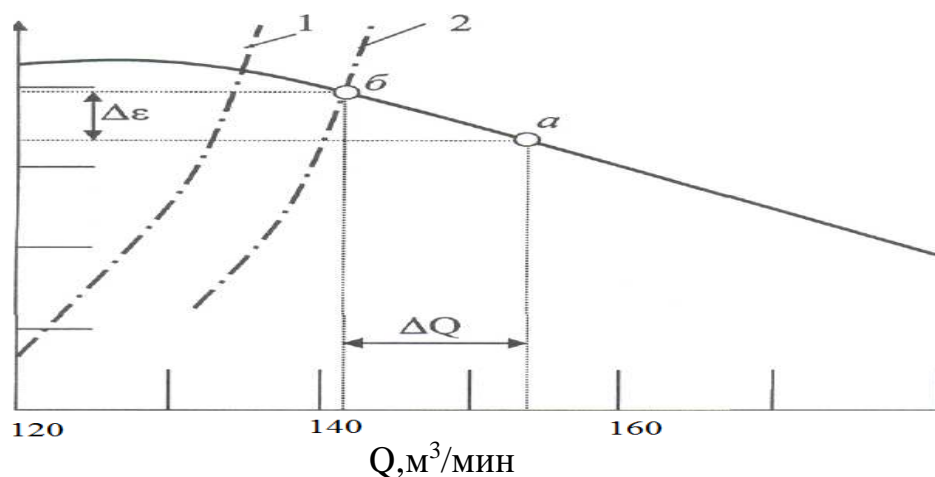


## 1.8 Бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі

Экономикалық және ГӨӘ, КС, МГҚ режимдік көрсеткіштерін анықтайтын негізгі параметр өнімділік (шығын) болып табылады. Газдың шығынын анықтау үшін бастапқы параметр ретінде көлемді өнімділік алынады. Көлемді өнімділік бойынша бастырмалатқыштың жұмыс істеу режимдері анықталады. ГӨА-ын автоматтандыру негізінде көлемді өнімділік бойынша антипомпажды реттеу және помпаждан қорғау жүргізіледі.

Негізгі бастырмалатқыштың жұмыс режимін басқаруды қысу дәрежесі  $\varepsilon$  бойынша да жүргізуге болады, ол газ қысымы бастырмалатқыштың шығысында  $p_2$  және бастырмалатқыштың алдындағы газ қысымы  $p_1$  болып бөлінуден өзіндік болып анықталады. Бірақ басқаруды көлемді өнімділік бойынша жүргізуді қолайлы деп есептейді, өйткені ол бойынша бастырмалатқыш сипаттамасының жұмысшы нүктесін нақтырақ анықтауға болады. Оны біз 1.5-суреттен көре аламыз. 280-11-1(2) типтегі ЦТБ-тың сипаттамасын  $Q = f(\varepsilon)$  қарастырайық. Помпажға жақын аймағында  $a$  жұмысшы нүктесінен  $b$  жұмысшы нүктесіне ауысқан кезде бастырмалатқыштың көлемді өнімділігінің  $\Delta Q = 13 \text{ м}^3/\text{мин}$  (10%-ға) өзгеруіне қысу дәрежесі  $\Delta \varepsilon = 0,005$  (4%-ға) ғана өзгеруі сәйкес келеді.

Бастырмалатқыш жұмыс режимінің мұндай өзгерістерін байқау үшін қателігі 0,5% аспайтын қысу дәрежесін өлшеу қажет. Бұл жерде қателік болуы мүмкін емес. Сонымен қатар, алғашқы нәтижелерді алу үшін көлемді өнімділікті 10%-ға дейінгі қателікпен өлшеп табуға болады. Мұнда метеорологиялық қиындықтарды ескере отырып, нақтылығы жоғары емес өлшеумен қамтамасыз ету өте оңай.



1-бастырмалатқыштың көлемді өнімділігінің минималды шегі (помпажды шектің аймағы); 2-бастырмалатқыштың жұмыс аймағының ұсынылатын шегі

1.5 Сурет - 280-11-1 типтегі ЦТБ-тың помпажға жақын аймағындағы жұмыстың сипаттамасы:

Көлемді өнімділік  $Q$  бастырмалатқыш құрылғысының кішірею шығысындағы қысымның түсуімен анықталады, м<sup>3</sup>/мин

$$Q = A\sqrt{\Delta p / \rho} \quad (1.13)$$

мұндағы  $\Delta p$ -бастырмалатқыш құрылғысының кішірейетін кірісіндегі қысымның түсуі;  $A$ -кішірею құрылғысының өлшемдеу нәтижесінде анықталатын газ шығынының коэффициенті;  $\rho$ - бастырмалатқыш алдындағы газдың тығыздығы.

Газдың тығыздығы газдың температурасы мен қысымына тәуелді, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho = \rho_0 \cdot p \cdot T_0 / (p_0 T) \quad (1.14)$$

мұндағы  $\rho_0$ -қалыпты жағдай, яғни қысымы  $p_0 = 0,1$  МПа және температурасы  $T_0 = 293$  К кезіндегі газдың тығыздығы (газдың құрамына тәуелді  $\rho_0 = 0,68-0,78$ кг/м<sup>3</sup>);  $p$  және  $T$ -бастырмалатқыштың кішіреюі кіріс құрылғысының алдындағы абсолютті қысым мен температура.

Нақты қысым мен температураның мәндерін ескере отырып (1.13) формула келесі түрге ие болады

$$Q = A\sqrt{\Delta p p_0 T / (\rho_0 p T_0)} \quad (1.15)$$

Осылайша, бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі  $\Delta p$ ,  $p$  және  $T$  өлшенгеннен кейін (1.15) формула бойынша анықталады.

1.2 - кестеде 6-10кВ (БТҚ), КЦ, КС ДП бөліп тұратын құрылғыларындағы қолданылатын және олар туралы түсетін ақпараттарда болатын тек қана негізгі басқарылатын параметрлер келтірілген. Басқарылатын параметрлер жөніндегі ақпараттар көрсеткіштер ретінде қолданылады (шкалалы аспаптар және сандық индикациясы бар аспаптар), тіркеулер (контроллер және компьютерлер) және сигнал түрінде болады.

1.2 Кесте - ГӨА электржетегінің бақыланатын параметрлері

Бақыланатын параметрлер	Басқару нүктелер саны	Ақпаратты қолдану орны		
Бастырмалатқыштың шығысы мен кірісіндегі газдың қысымы	2	---	КЦ, ДП	---
Бастырмалатқыштың қысуындағы газдың қысымы	1	КЦ	КЦ	---
Қысымның құрамасы “газ-газ”	1	КЦ	---	---
Бастырмалатқыштың шығысы мен кірісіндегі газ температурасы	2	---	КЦ	---
Бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі	1	КЦ	КЦ, ДП	КЦ

## 1.2 кесте жалғасы

1	2	3	4	5
Бастырмалатқыш роторының осьті жылжуы	1	КЦ	КЦ	---
ГӨА мойынтірегінің дірілі	3	КЦ	КЦ	---
ГӨА мойынтірегінің температурасы	10	КЦ	КЦ	---
Жағу майының қысымы	2	КЦ	КЦ	---
Нығыздалу майының қысымы	1	---	КЦ	---
Салқындататын ауаның температурасы	1	---	КЦ	---
Жетекті электрқозғалтқышы қаптамасының астындағы ауа қысымы	5	КЦ	---	---
Жетекті электрқозғалтқыш статорындағы мыс пен темір температурасы	6	---	КЦ	---
Жетекті электрқозғалтқыш статорының тогы	1	КЦ	ДП	---
Жетекті электрқозғалтқышының активті қуаты	1	---	КЦ	---
Жетекті электрқозғалтқыштың қоздыру тогы	1	КЦ	КЦ	---
Жетекті электрқозғалтқыштың қоздыру кернеуі	1	---	КЦ	---
ГӨА-ның бөлек механизмдерінің күйі	---	КЦ	---	---

Бұл кезде «сигнал» ретінде тек қана жарықтық және дыбыстық сигналдар деп түсінуге болмайды, сонымен қатар техникалық қорғаудың және автоматты басқарудың жұмыс істеуін қамтамасыз ететін басқару құрылғысының дискретті(релелі) әсерінде айтады. Жоғарыда 1.2 - кестеде қабылданған басқарудың түрлері мен көлемдеріне түсініктеме береді.

ГӨА кірісі мен шығысындағы газдың қысымы мен температурасы әр ГӨА бойынша бөлек басқарылады және негізгі режимді параметрлер болып табылады (1.2 - кесте, 1-3 б.).

Газдың және майдың қысым сигналдары (қысымның түсуі) ГӨА-ын қорғау және автоматты басқару үшін қолданылады (1.2 - кесте, 2,3,9,10,12 б.). Жетекті электрқозғалтқыштың статорындағы токтың өсуі туралы сигнал (1.2 - кесте, 14 б.) аса жоғары токтар және асқын жүктелу кезінде релелік қорғаныста, және де қоздыруды автоматты реттеу құрылғыларында қолданылады. Жетекті синхронды электрқозғалтқышын қоздыру тогы бойынша сигнал көмегімен (1.2-кесте, 16 б.) электрқозғалтқышты іске қосу процесін автоматты басқаруға болады.

Жетекті электрқозғалтқыш қаптамасының астындағы ауа қысымының сигналы үрлеу клапанын автоматты басқару үшін және жарылуға қарсы үрлемелі жетекті электрқозғалтқыштың үстеме үрлеу ауасының қысымын төмендеуінен қорғау үшін қажетті.

Бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі (1.2 - кесте, 5 б.) КЦ-те автоматты помпажға қарсы реттеу үшін және бастырмалатқыштың көлемді өнімділігі төмендеген кезде помпаждан қорғау үшін бақыланады.

Температураның және дірілдің жоғарылауы жөніндегі сигнал ГӨА-ының мойынтірегін қорғау үшін қолданылады, ал көрсеткіштер мойынтіректердің күйін, орталандыру сапасын және ГӨА-ның айналмалы бөліктерінің теңгерілуін анықтау үшін осы параметрлердің визуалды басқаруын жүргізуге көмек береді.

## 1.9 Режимді-технологиялық көрсеткіштерді есептеу

Газ транспортының технологиялық процесін дұрыс жүргізу үшін КС-ның оперативті ұйымы басқару объектісінің күйі туралы, процестің күйін сипаттайтын режимді-технологиялық параметрлер туралы дұрыс мәліметпен қамтамасыз етілуі керек. Бұл мәліметтер параметрлерді нақты өлшеу және есептеу барысында алынады. ТП АБЖ КС-да микропроцессорлық техниканы қолдану ГӨА, КЦ және КС бойынша режимді-технологиялық параметрлердің есептеу санын жоғарылатады.

Есептелінетін параметрлердің лездік мәндерін есептеу кезінде үш мәнді орташалаандыру жеткілікті болып табылады, ал орташа тәуліктік есептеу кезінде тәулік бойы алынған нәтижелерді қолданып есептеу қажет.

Электржетекті КС үшін параметрлердің лездік, тәуліктік және интегралдық мәндеріне есептеу жүргізеді.

Сақинада (С) және магистральда (М) жұмыс істеу кезінде ГӨА параметрлерінің лездік есептік мәндері келесідей: қысу дәрежесі (М үшін), газдың көлемдік шығыны (М үшін); помпаж аумағынан алыстауы, % (М үшін); әсерлі қуаты, МВт (С және М үшін), энергия шығыны кВт/сағ.

Бастапқы мәндерін тәулікке орташалау кезінде ГӨА параметрлерінің тәуліктік мәні мынадай: толық ұуат, МВт (С және М үшін); әсерлі қуат, кВт (С және М үшін); белгілі қуат, МВт (С және М үшін); қуат қоры, МВт (С және М үшін); бастырмалатқыштың политропикалық ПӘК –ті (М үшін); газдың сатылымдық шығыны, млн.н.м<sup>3</sup>/тәулік (М үшін).

КЦ бойынша қысу дәрежесінің лездік мәні және сатылымдық шығыны анықталады, млн.н.м<sup>3</sup>/тәулік.

Бастапқы мәндерін тәулікке орташалау кезіндегі КЦ параметрлерінің тәуліктік мәні келесідей: қысу дәрежесі, КЦ кірісіндегі газ ұысымы, МПа; КЦ шығысындағы газ қысымы, МПа; КЦ кірісіндегі газ температурасы, °С; КЦ шығысындағы газ температурасы, °С.

КЦ параметрлерінің тәуліктік интегралдық мәні айдалатын газ шығыны, млн.н.м<sup>3</sup>/тәулік; өзіндік қажеттіліктерге кететін газ шығыны т/тәу.

КС бойынша айдалатын газдың интегралдық шығыны, млн.н.м<sup>3</sup>/тәулік; өзіндік қажеттіліктерге кеткен газ мөлшерін, т/тәу есептейді.

ГӨА параметрлерін есептеу қорытындысына технологиялық шектеулер: қысу дәрежесі  $1 \leq \varepsilon \leq 1,5$ ; берілген көлемдік шығын  $300 \text{ м}^3/\text{мин} \leq Q_{\text{пр}} \leq 600 \text{ м}^3/\text{мин}$ ; помпаж аумағынан алшақтануы  $0\% \leq k \leq 50\%$ ; политропикалық ПӘК  $0,6 \leq \eta \leq 0,9$ .

Есептеуге арналған бастапқы мәліметтер төменгі 1.3 - кестеде берілген.

### 1.3 Кесте - Бастапқы мәліметтер

Параметр	Белгіленуі
Бастырмалатқыш роторының айналу жиілігі, айн/мин	$n_H$
Бастырмалатқышқа дейінгі газ температурасы, °С	$t_{1H}$
Бастырмалатқыштан кейінгі газ температурасы, °С	$t_{2H}$
Бастырмалатқышқа дейінгі газ қысымы, МПа	$p_{1H}$
Бастырмалатқыштан кейінгі газ қысымы, МПа	$p_{2H}$
Бастырмалатқыш конфузoridaғы қысымның түсуі, КПа	$\Delta p_{KH}$
Сыртқы ауаның температурасы, °С	$t_a$
Барометрлік қысым, КПа	$P_0$
Газ тығыздығы, кг/н.м <sup>3</sup>	$\gamma_0$

Негізгі режимдік-технологиялық параметрлердің есептелуі төменде көрсетілген.

Газ температурасы, К

$$T_{1H} = t_{1H} + 273,$$

$$T_{2H} = t_{2H} + 273,$$

$$T_{mz} = t_{mz} + 273, \quad (1.16)$$

$$T_a = t_a + 273,$$

$$T_H = 0,5 (T_{1H} + T_{2H}).$$

Абсолютті қысым, МПа

$$P_{1H} = P_{1H}^n + P_a \cdot 10^{-3},$$

$$P_{2H} = P_{2H}^n + P_a \cdot 10^{-3}, \quad (1.17)$$

$$P_H = 0,5(P_{1H} + P_{2H}).$$

Газ сипаттамасы, кДж (кг·К)

$$\Delta b = 0,83 \gamma_0,$$

$$R = 0,287 / \Delta b$$

$P_H$ ;  $T_H$  кірісіндегі және  $z_H$ ;  $x_H$ ;  $(\Delta C_p / R)_H$ ;  $(C_p / R)_H$  есетеу моделінің шығысындағы газдың орташа параметрі

$$\eta = \frac{T_H}{163,8 \cdot (0,613 + \Delta b)} \quad (1.18)$$

$$\pi = \frac{10,19 \cdot P_H}{47,9 - \Delta b} \quad (1.19)$$

$$Z_H = 1 - \frac{\pi_H}{\eta_H} \left( \frac{0,41 + 0,04\pi_H}{\eta_H^2} - 0,061 \right) \quad (1.20)$$

$$X_H = 3(1 - z_H) + 0,122 \frac{\pi_H}{\eta_H} \quad (1.21)$$

$$\left( \frac{\Delta C_p}{R} \right)_H = \frac{6\pi_H}{\eta_H^3} (0,41 + 0,02\pi_H) \quad (1.22)$$

$$\left( \frac{C_p}{R} \right)_H = \frac{k_0}{k_0 + 1} + \left( \frac{\Delta C_p}{R} \right)_H \quad (1.23)$$

мұндағы  $k_0 / k_0 + 1 = 2,811 + (0,3506 + 0,0078T_H)\Delta b$

$P_{1H}$ ;  $T_{1H}$ ;  $\Delta b$  кірісіндегі және  $z_{1H}$  есептегіш модулінің шығысындағы газ параметрі

$$\eta_{1H} = \frac{T_{1H}}{162,8(0,613 + \Delta b)} \quad (1.24)$$

$$\pi_{1H} = \frac{10,19 \cdot P_{1H}}{47,9 - \Delta b} \quad (1.25)$$

$$Z_{1H} = 1 - \frac{\pi_{1H}}{\eta_{1H}} \left( \frac{0,41 + 0,04\pi_{1H}}{\eta_{1H}^2} - 0,061 \right) \quad (1.26)$$

Қысу дәрежесі

$$\varepsilon_H = P_{2H} / P_{1H} \quad (1.27)$$

Политроп көрсеткіші

$$\frac{n_T}{n_T - 1} = \frac{\lg \varepsilon_H}{\lg\left(\frac{T_{2H}}{T_{1H}}\right)} \quad (1.28)$$

Бастырмалатқыш арқылы газдың (м<sup>3</sup>/мин) көлемдік шығыны

$$Q_H = 60 \cdot 7,396 \sqrt{\frac{\Delta P_{KH}}{T_{1H}}} \quad (1.29)$$

мұндағы  $\gamma_{1H} = \frac{P_{1H} \cdot 10^3}{z_{1H} RT_{1H}}$ .

Бастырмалатқыш арқылы газдың (кг/сағ) салмақтық шығыны

$$G_H = 60 Q_H \gamma_{1H}. \quad (1.30)$$

Помпаж аумағынан алшақтау (%)

$$k_H = \frac{\frac{Q_H}{n_H} - \bar{Q}_{мин}}{\bar{Q}_{мин}} 100\%, \quad (1.31)$$

мұндағы  $\bar{Q}_{мин} = 6.33 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ .

Бастырмалатқыштың политроптық ПӘК-і

$$\eta_{пол} = H_{пол} / H_T \quad (1.32)$$

мұндағы  $H_{пол}$  – бастырмалатқыштың политроптық тегеуріні;  $H_T$  – бастырмалатқыштың толық тегеуріні

$$H_{пол} = \frac{n_T}{n_T - 1} A \left( \varepsilon^{\frac{n_T - 1}{n}} - 1 \right); \quad (1.33)$$

$$H_T = \frac{k}{k - 1} A \left( \frac{T_{2H}}{T_{1H}} - 1 \right) \quad (1.34)$$

ГӨА қосындылайтын шығын және орташалаңдыратын түтік көмегімен КЦ айдалатын (н.м<sup>3</sup>/мин) газдың шығыны

$$Q_{КЦ} = \sum_{i=1}^m Q_{H_i} \frac{10^6}{1440} \quad (1.35)$$

Орташаландыратын түтік көмегімен өлшенетін орта минуттық шығын мен құламаның тізбекті түсуі шығын өлшегіш қатынасымен анықталады, ол РД-213-80 ережесімен регламентталады:

$$Q_{КЦ} = \frac{0,2109}{60} \varphi_{mp} D_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_{КЦ} P_{КЦ}}{\gamma_{ном} T_{КЦ} k}} \quad (1.36)$$

мұнда  $\varphi_{mp} = 1$ - құрылымдық шешімнің (түтік диаметрі, тесіктің диаметрі және орналасуы, түтік ұабырғасының қалыңдығы) орташаландыру түтігінің шығын коэффициенті;  $D_{20}$ -түтік орналасатын газ өткізгіштің ішкі диаметрі, мм;  $\Delta P_{КЦ}$ -түтіктегі қысымның түсуі, МПа;  $\gamma_H = 0,68$  кг/м<sup>3</sup>-газ тығыздығы;  $P_{КЦ}$  – кірістегі газ температурасы, К,  $k = 0,92$ .

Орташаландыру арынды түтік көмегімен газдың шығындалуын есептеу, арын көмегімен ағымның кинетикалық энергеиясының (ағымының орташа динамикалық қысымы) потенциалдыққа өту (динамикалық қысым) нәтижесінде тәуелділігімен негізделген.

Динамикалық қысым газ құбырының қиылысынан (көбі – ағын ортасында, төменгісі - периферияда) жылдамдықтың теңгерілмеген күйімен тарауына байланысты.

Ағынның ортасына жақын орналасқан орташаландыру түтігінің саңылауынан газ кіреді, ал перифериядан – ағынға қарсы шығады. Бұның нәтижесінде импульстік түтікте  $P_d$  орташа динамикалық қысым пайда болады.

$P_{ст}$  қабырғасындағы  $\Delta P$  және  $P_d$  арасындағы статистикалық қысымның әр түрлігі арынның жылдамдығына сәйкес келеді және ол ағынның орташа жылдамдығымен есептелген.

Тәжірибелі – өндірістегі түтіктің орын ауыстыруы, олардың жұмыс тұрақтылығын бақылауы мен мақсатты оперативті басқаруда жеткілікті екенін көрсетті.

$Q_{с.нКЦ}$  өзіндік қажеттіліктерге кететін газ шығыны (т / ч) БПТПГ цехтік бекітудің кірісінде газдың өлшенген және есептелген параметрлерінің негізімен есептеледі.

$$Q_{с.нКЦ} = 7,6514 \sqrt{\frac{P_{с.н} \Delta P_{с.н}}{z_{с.н} R T_{с.н}}} \quad (1.37)$$

ГӨА тәуліктегі толық қуаттың орташа (МВт)

$$\bar{N}_p = \min \{1.15 N_H \quad (1.38)$$

$$\bar{N}_p = N_H k_H k_{об} k_{ym} \left(1 - \frac{T_g - T_g^H}{T_g + 1}\right) \frac{P_1}{0,101} \quad (1.39)$$



мұнда  $N_H=16$ ;  $k_H=1$ ;  $k_{ym}=0,995$ ;  $T_B^H=283K$ ;  $T_B$ - ауаның орташа температурасы, К;  $P_1$ -бастырмалатқышқа кірер кезіндегі қысым, МПа. ГӨА-ның бір тәуліктегі эффектілігі орташасы (МВт)

$$N_e = (N_e^{n-1} + N_e^n) \frac{1}{2} \quad (1.40)$$

ГМА-ның бір тәуліктегі бар қуатының орташасы

$$N_e^{расп} = (N_e^{n-1расп} + N_e^{nрасп}) \frac{1}{2} \quad (1.41)$$

Тәулік бойынша қуат қорының орташасы (МВт)

$$N_3 = N_e^{расп} - N_e \quad (1.42)$$

Тәулік бойынша ГӨА-ның ПӘК-ің политропиялық орташасы (МВт)

$$\bar{\eta}_{пол} = (\bar{\eta}_{пол}^{n-1} - \eta_{пол}^n) \frac{1}{2} \quad (1.43)$$

ГӨА компримирленген газдың тәулік бойынша көлемдік шығынының (млн.м<sup>3</sup>/тәу) орташасы

$$\bar{Q}_{ГГА} = (\bar{Q}_{ГГА}^{n-1} - Q_{ГГА}^n) \frac{1}{2} \quad (1.44)$$

Коммерциялық шығын (млн.м<sup>3</sup>/тәу)

$$Q_{к.гга} = \frac{1440 \cdot 10^{-6}}{2,45} Q_{ГГА} \frac{P_{1H}}{z_{1H} T_{1H}} \quad (1.45)$$

КЦ – тің бір тәуліктегі қысу дәрежесінің орташасы

$$\varepsilon = (\varepsilon^{n-1} + \varepsilon^n) \frac{1}{2} \quad (1.46)$$

КЦ газының коммерциялық шығын (млн.м<sup>3</sup>/тәу)

$$Q_{ккц} = \frac{1440 \cdot 10^6}{2,45} Q_{КЦ} \frac{P_{кір}}{z_{кір} T_{кір}} \quad (1.47)$$

КЦ кірер алдындағы газдың бір тәуліктегі қысым орташасы (МПа)

$$P_{kir} = (P_{kir}^{n-1} - P_{kir}^n) \frac{1}{2} \quad (1.48)$$

КЦ - тен шығар алдындағы бір тәуліктен газ температурасының ( $^{\circ}\text{C}$ ) орташасы

$$P_{шы} = (P_{шы}^{n-1} - P_{шы}^n) \frac{1}{2} \quad (1.49)$$

КЦ-ке кірер алдындағы бір тәуліктегі газ температурасының ( $^{\circ}\text{C}$ ) орташасы

$$T_{kir} = (T_{kir}^{n-1} - T_{kir}^n) \frac{1}{2} \quad (1.50)$$

КЦ-тен шығар алдындағы бір тәуліктегі газ температурасының ( $^{\circ}\text{C}$ ) орташасы

$$T_{шы} = (T_{шы}^{n-1} - T_{шы}^n) \frac{1}{2} \quad (1.51)$$

КЦ –пен айдалатын газдың интегралды шығыны (млн.м<sup>3</sup>/тәу)

$$Q_{КЦ}^И = \sum_{i=1}^k Q_{iКК} \quad (1.52)$$

КЦ –да өңделетін газдың интегралды шығыны (млн.м<sup>3</sup>/тәу)

$$Q_{КС}^И = \sum_{i=1}^k Q_{iКК} \quad (1.53)$$

## **2 АРНАЙЫ БӨЛІМ**

### **2.1 Қарымталаушы станция автоматты реттеу объектісі ретінде**

Газ өндірісінің дамуының негізгі көрсеткіштері ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерінің негізіндегі саланың техникалық қайта қарулануымен байланысты; құрылғылардың блокты – комплексті жеткізуге көшуімен, үлкен бірлікті қуаттылығы бар блокты автоматтандырылған подвалсыз агрегаттарды және электрқозғалтқыштар негізінде газ өңдеу агрегаттарын (ГӨА) құру және қолданумен байланысты.

Газбен қамтамасыз етудің БАБЖ (Біркелкі автоматтандырылған жүйені басқару) құру бойынша жұмвстардың дамуы – маңызды газотранспорттық жүйелерге ТП АБЖ-ін ендіре отырып комплексті автоматтандыру бойынша үлкен бағдарламаны орындаумен қарастырылады. Энерго – технологиялық КС қондырғыларға тәкелді жүзеге асырылады. Бұл бағдарламадағы маңызды орындардың бірі газды компромирлейтін ТП АБЖ-ін құру болып табылады.

КС-ның автоматтандыру объектісі ГӨА болып табылады. Ол КС сызықтық бөлігін және көмекші қызметін құруға арналған. Станцияның басқару жүйесі иерархиялы құрылымда болады: жергілікті бақылау жүйесі, өлшеу, басқару (бұл агрегаттық деңгей), КЦ – тен (цехтік деңгей) басқару және көп цехтік станцияларға орталықтандыру деңгейі. Техникалық қамтамасыздандыру қойылымы бойынша орталықтандыру бақылау мен басқару жүйесінде локальды құрылғылар мен басты түрленгіштерге бөлуге болады.

ГӨА өндіруші заыттармен жіберу жүйесі, аялдамалар, бұзылуға қарсы қорғаныс, газ шығынын бастырмалатқыш немесе басқа әдістермен реттеу.

КС магистральды газ құбыры бір немесе бірнеше әртүрлі агрегаттар саны бар компрессорлы цехтерден құрылады.

КС-да қолданылатын ГӨА жетек түрі бойынша электржетекті турбиналық және газомоторлық (берілген дипломдық жобада электржетек ГӨА қарастырылады) деп бөледі. Агрегаттар қуаттылығымен, құрылымымен және таңғыш сұлбасымен ерекшелендіріледі. Қолданылатын құрылғылар әртүрлілігі және оның топтастыру нұсқалары әртүрлі автоматтандыру жүйесінің қолданылуын анықтайды.

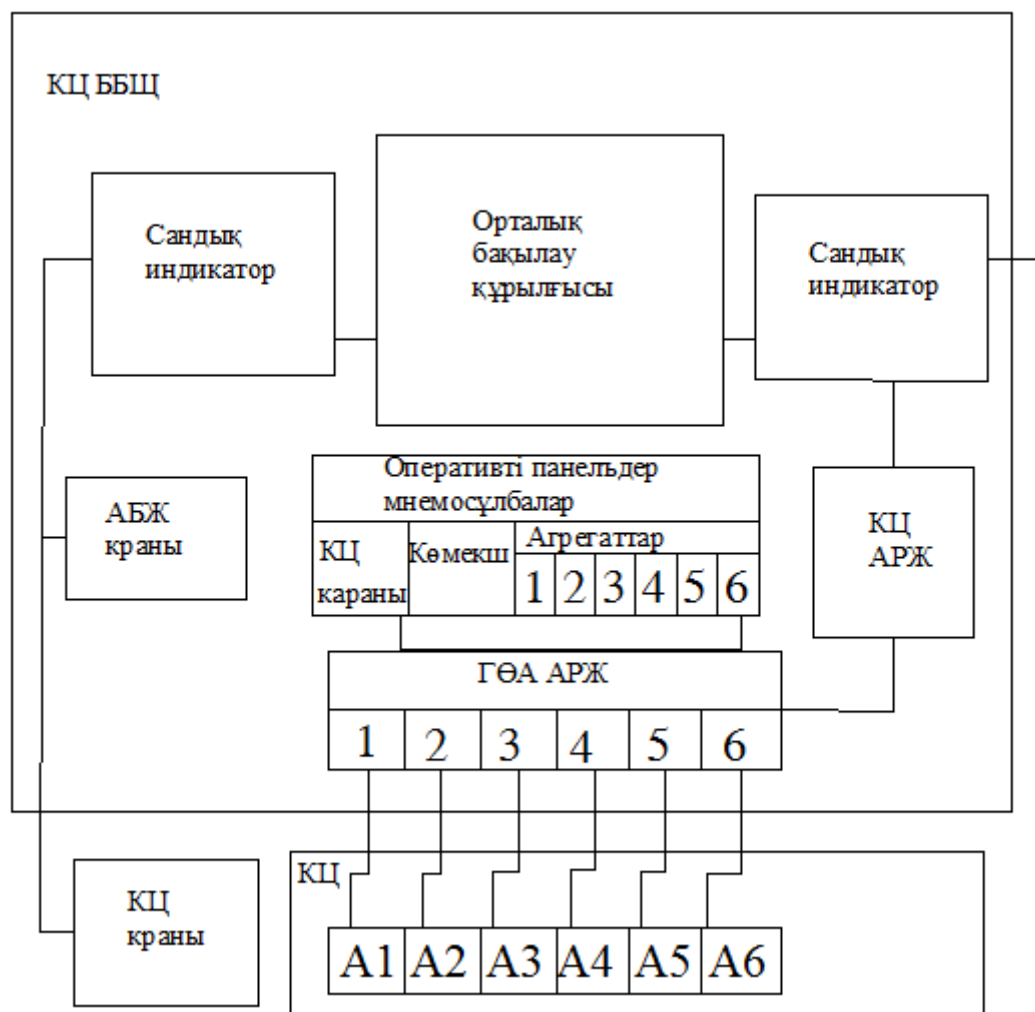
КС басқармасында келесі объектілер үшін автоматтандыру жүйесін құруды ұсынады:

- газ өңдейтін аппарат;

- компрессорлық цехтегі, цех аумағындағы газдалу деңгейін бақылау, өрт қауіпсіздігін ескеру, цехтің шығысы мен кірісінде газ шығына мен температурасын өлшеу, ортақ цехтік желдеткіш құрылғыларын басқару, май және сумен қамтамасыздандыруды жүйе құрылысы аппараттық агрегаттық автоматикамен бірге цехті басқару щитін (ББЩ) құрайды;

- КС-ғы көмекші объектілермен. Бұл түрдің құрамы КС-ның қосымша құрылымдық құрамымен анықталады;

- КС-ның ортақтандыруын бақылау және басқару жүйесімен.



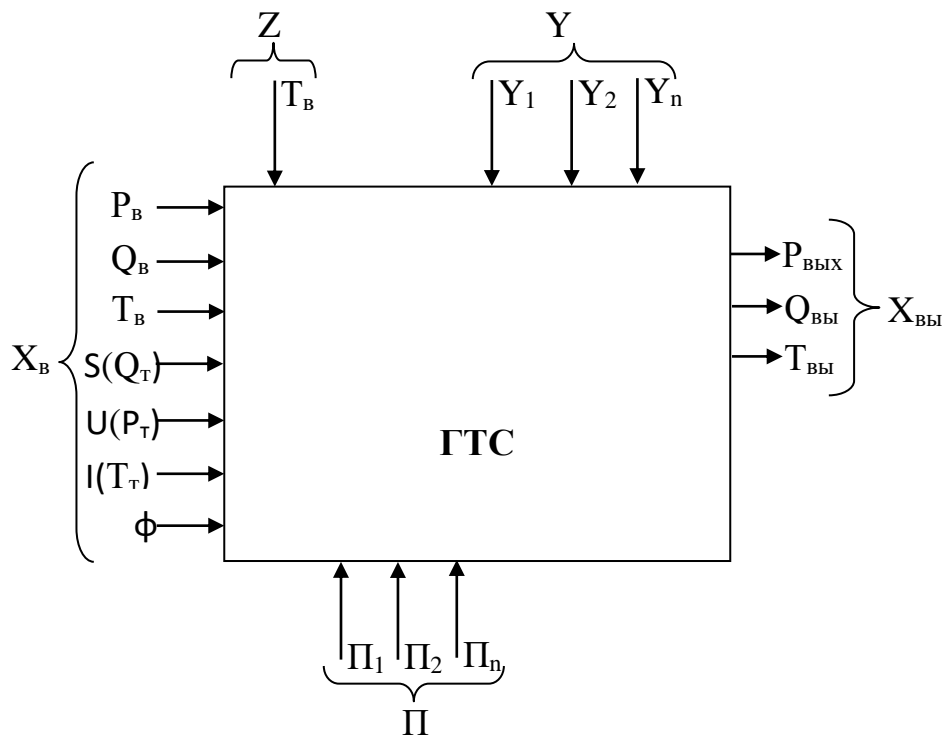
2.1 Сурет - КС автоматтандырудың құрылымдық сұлбасы

КС ереже бойынша аудандық газ құбырының орталығы болып табылады. Сондықтан КС басқару және ортақтандыру жүйесін бақылауды есептеумен бірге объектіні басқару және КС алаңында құрылғыларды орналастырудан басқа КС-ға кіретін газ құбыры аумағын басқару және бақылау кіреді. Аудан шекарасы 50 км арақашықтықта және КС-ның әрбір жағында өтуі мүмкін газ құбырының трассасы бойынша бақылау және басқару үшін газ құбыры бойымен өтетін байланыс желісімен сигналдың өтуін қамтамасыз ететін телемеханика құрылысы қолданылады. Газ құбырының диспетчерлік қызметіне енетін аудандық диспетчерлік бөлім (АДБ), жиналған ақпараттық бір бөлігін газ құбырының орталық диспетчерлік (ОДБ) жіберк керек. Бұл ОДБ телемеханика құрылымы мен КС (АДБ басқару және бақылау жүйесі) орталықтанду жүйесіне кірісті қамтамсыз етуге талап қояды. Бақылау мен басқаруды орталықтандыру КС қиын объектісі үшін, бір пунктке агрегатты басқару және бақылау аппаратураларымен жеңіл қосу арқылы, қосымша объектілер немесе бақылайтын щиттерді қоюмен панель мен аппаратуралар арқылы, КС объектісі мен басқа да тізбектер арқылы оңай орындалуы мүмкін емес. Мұндай қойылым щиттер мен панельдер үшін үлкен аумақты талап етер

еді, операторлардың көптеген приборлар мен сигнал құрылғыларының сұраныс жіберуші және станцияның басқарудағы шешімді қабылдау мен ақпаратты жинау уақыты тәжірибелі түрде мүмкін емес болар еді.

Бұл арнайы жүйелер мен құрылғыларды құруға мүмкіндік тудырды, басқарылатын бірнеше мыңдаған нүктелердегі мәліметтерді жинау жинақы автоматтандырылған аппаратура көмегімен орындалады.

Ақпарат операторға анализдеуге және шешім қабылдауға мүмкін болатын түрде жіберіледі.



2.2 Сурет - КС-ның орталықтандырылған ақпараттық моделі

$X_{\text{кір}}$  - материалды және энергетикалық ағындардың кіріс параметрлері;

$X_{\text{шығ}}$  – негізгі материалдық ағынның шығыс параметрі;

$\Pi$  – құрылғы күйінің параметрі;

$Z$  – сыртқы әсердің параметрі;

$Y$  – басқарушы әсерлер.

КС-ны автоматтандыру жүйелерінің негізгі мәні ол:

- КС жұмысының берілген сұлбасын жүзеге асыру;

- Компрессорлық цехтер мен ГӨА топтарымен және әрбір берілген КС-дағы суммалық жіктемелер агрегаттардағы жіктеменің дұрыс реттелуі кезінде КС шығысындағы ағын мен шлейфтерде газ қысымын берілген шамада ұстап тұру;

- Технологиялық басқару объектісі құрылысының фактілі режиміне оперативті анализ және диспетчерлік бақылау;

- Құрылғының техникалық құрамына анализдеу және алдын – ала болжау;

- Жоғарғы басқару деңгейіне объектілі оперативті – диспетчерлік және статистикалық ақпаратты дайындау.

Газды транспорттау кәсіпорын автоматты басқару жүйесінің түйіні ретінде компрессорлық цехтер жұмыстарын автоматтандыру реттеу жүйесі (АРЖ) болып табылады, ол бірінші автоматты басқару жүйесін ендіру кезеңінде газды айдау процесінің тиімділігін және берілген параметрлерді ұстап тұрып, автономды жұмыс істеуі мүмкін.

2.2-суретте КС-ның ақпараттық моделі көрсетілген. Кіріс негізгі материалдары мен энергетикалық ағындары  $X_{\text{кір}}$  және  $X_{\text{шығ}}$  параметрлерімен сипатталады. Сонымен қатар, шығыс параметрлері негізгі П құрылғысының күйі және орналасуымен анықталады (КС коммуникациялық сұлбасы және компрессорлық агрегаттардың сипаттамасы), Z сыртқы әсерлердің параметрлері (сыртқы ортаның температурасы), Y басқару әсерлерінің параметрлері (агрегаттар мүшесін реттейтін қойылым шамасы, басқару параметрлері).

КС ішіндегі негізгі ағын – табиғи газ – агрегаттарға және параллельді – тізбекті қосылады.

## 2.2 Математикалық моделдеу

Қазіргі заманғы магистральды газ құбырының компрессорлық станциялары ауыр басқару объектілері болып табылады және бірнеше (5-ке дейін) компрессорлық цехтерден тұрады, олар ұстатқыштармен жалғанған газды транспорттық жүйелердегі бірнеше құбыр өткізгіштерден (жіптермен) өтетін және бірлік газ ағынын немесе автономды құбыр жолы жұмысын қамтамасыздандырады.

Тасымалдау жүйесінде тораптар санының көбеюімен және іске асырылмалы станциялардағы компрессорлық цехтер санының көбеюімен және де жұмыс істейтін машиналардың түрімен кейде келіспейтін қосымша агрегаттар орнатылған цехтердің кеңеюімен газ тасымалдау өндірісі.

Агрегаттар екі сатылы қысу жұмысы үшін параллельді түрде және сол сияқты параллельді – тізбектей қосылуы мүмкін. Жерасты газ қоймаларының қайта қысу, басты, сонымен қатар компрессорлық станцияларда газдың көп сатылы қысылуын қамтамсыз ететін агрегаттар қосылуының технологиялық сұлбалар қолданылады.

Газ тасымалдаушы агрегаттар жанама газ жүйесімен бірге технологиялық сұлбамен байланыстырылып реттеу объектісін құрады, оның динамикалық қасиеттері газ құбырының жанама аумақтарында өтпелі процестер негізінде анықталады. Сондықтан компрессорлық цехтер жұмыстары режимдерінің автоматты реттелу жүйелерінің анализі мен синтезі үшін компрессорлық станциялардың математикалық моделі қолданылады, оның құрамында газ желісінің жанама аумақтарының және компримирлеуші қондырғысының моделі

болады. Төменде мысал ретінде компрессорлық цехтің моделі реттеу объектісі ретінде қарастырылған.

### **2.2.1 Газды тасымалдаудың математикалық моделінің қазіргі жағдайы**

Іске асырылмалы газ құбырларында компрессорлық станциялармен басқару мен автоматты реттеу синтезі үшін және жобалы автоматтандырылған газ құбырларының есептері үшін қолданылатын математикалық модельдерге спецификалық талаптар қойылады. Олар қарапайым болуы қажет және стационарлы емес процестердің сипаты, ол бастапқы мәнімен есептелген параметрлерін өзгерту (қысым мен шығын) үшін жоғары дәрежелі дәлдікті беру керек. Бұл дәлдік өтпелі процесс уақытының барлық интервалында сақталуы қажет.

Параметрлердің өзгерістері үшін стационарлық емес процестер сипаттамасының дәлдігінен газ айдаушы агрегаттар санының анықталу дұрыстығы және олардың реттелу диапазоны тәуелді болады. Автоматты реттелу жүйесінің тұрақтылығын зерттеу кезінде нақты дәл нәтиже алу үшін процесс уақытының барлық интервалындағы жоғары дәрежелі дәл сипаттамасы қажет. Белгілі модельдердің бөлшекті-рационалды беріліс функциялары түрінде берілуі үшін қатарды төмендету жолымен олардың қарапайымдау тәсілі жиі қолданылады.

Әдебиет тұрғысынан белгілі, қарапайымдатылған модельдер орташа және үлкен уақыт мәні кезінде процестерді жақсы сипаттайды, ал кіші мәндері кезінде – нашар. Тұрақтылықты зерттеу кезінде мұндай модельдерді қолдану қателіктерге әкелуі мүмкін, ол әдетте параметрлері белгіленген қарастырылған жүйе үшін, сонымен қатар трансцендентті беріліс функцияларын қарапайымдау кезінде болады. Компрессорлық станциялардың қысымдау қысымының автоматты реттелу жүйесін есептеу тәжірибесі келесіні көрсетеді, өндіріс агрегатының немесе регуляторының қосылуымен (сөндірілуімен) негізделген өтпелі процестің бастапқы мәнінің сипаты реттелу қасиеттерін жеке алғанда, реттелу процесінің уақыт бірлігіндегі агрегаттардың қосылу (сөндірілу) санын анықтайды.

Анализ көрсеткендей, қазіргі уақытта газ тасымалдау процесінің толық және қарапайым математикалық сипаты жоқ. Газ құбыры аумағының, компримирлеуші қондырғысының, КС - ның математикалық модельдеуі бойынша зерттелулердің нәтижелері төменде көрсетілген.

### **2.2.2 Газ құбырының математикалық моделі оптималды басқару объектісі ретінде**

Стационарлы емес изометриялық газ қозғалысы кезіндегі режимдердің математикалық моделі магистральды газ құбырының математикалық моделін

стационарлы емес изометриялық газ тасымалдары үшін әйгілі теңдеулер мен катынастар негізінде аламыз.

Газ құбырының аумағының математикалық сипатталуынан бастаймыз. Массаның сақталу заңынан келесіні аламыз

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial \xi v}{\partial x} = 0 \quad (2.1)$$

мұнда  $\xi$  - құбыр қимасы бойынша орташа газ тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>,  $v$  - құбыр қимасы бойынша орташа газ жылдамдығы, м/сек;  $x$  - құбыр осі бойынша бастапқы ретінде қабылданған, шығыс нүктесінен белгіленген қашықтық, м;  $t$  - уақыт, сек.

Қозғалыс көлемінің сақталу заңы бойынша Кориолистің түзетуі және көлденең жазықтыққа қатысты құбырдың иілу бұрышы есебімен келесіні аламыз

$$\frac{\partial \xi v}{\partial t} + \frac{\partial \tilde{p}}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} [(1 + \alpha) \xi v^2] + \gamma \sin \beta + \frac{\lambda \xi v^2}{2d} = 0; \quad (2.2)$$

мұнда  $\tilde{p}$  - құбырдың қимасы бойынша орташа газ қысымы, кгс/м<sup>2</sup>;  $\alpha$  - жылдамдықтың бірқалыпсыз бөлінуіне Кориолис түзетуі;  $\gamma$  - газ тығыздығы;  $\beta$  - көлденең жазықтыққа қатысты құбырдың иілу бұрышы, град;  $\lambda$  - гидравликалық кедергі коэффициенті;  $d$  - құбырдың диаметрі, м.

Газ жағдайының теңдеуін келесі түрде жазамыз

$$\tilde{p} = z g \xi R T; \quad (2.3)$$

мұнда  $z$  - қысылу коэффициенті;  $R$  - газ тұрақты, кгс·м/(кг·К);  $g$  - ауырлық күшінің үдеуі, м / сек<sup>2</sup>;  $T$  - абсолюттік температура, К.

$z$  көлемі температурадан, қысымнан және газ тығыздығынан тәуелді болады. Бірақ біздің жағдайда бұл тәуелділік ретінде белгіленген  $z$  көлемін алуға болады, газ құбыры режимінің тұрақтандырылуы кезінде реалды жағдайларда ол шамалы ғана өзгереді.

(2.1) және (2.2) теңдеулерін айнымалылардың көлемсіз түріне келтіріп түрлендіреміз. Алдын-ала көлемді шығынның өрнегін енгіземіз

$$q = \frac{\xi s}{\xi_0}; \quad (2.4)$$

мұнда  $s$  - газ құбырының қиғаш қимасының ауданы, м<sup>2</sup>;  $\xi_0$  - масштабты көбейткіш (стандартты стационарлы жағдайлар кезіндегі тығыздық мәні).

Басқа айнымалылары үшін аналогты масштабты көбейткіштерді енгіземіз:  $p_0, q_0, \gamma_0, t_0, l_0$ . Демек, көлемсіз айнымалылар келесі түрде болады



$$Q = \frac{q}{q_0}; \quad P = \frac{p}{p_0}; \quad \theta = \frac{\xi}{\xi_0},$$

$$W = \frac{v}{v_0}; \quad \gamma = \frac{\tilde{\gamma}}{\gamma_0}; \quad \tau = \frac{t}{t_0}; \quad X = \frac{\tilde{x}}{l_0}. \quad (2.5)$$

Қалып-күй теңдеуінен (2.3) изотермиялық процестер есебімен келесі қатынасты жаза аламыз

$$\frac{\tilde{p}}{p_0} = \frac{\xi}{\xi_0}. \quad (2.6)$$

$\frac{\partial}{\partial t}(\xi v)$  теңдеуін (2.2) салыстырмалы аз конвективті мүше екендігін дәлелдейтін И.А.Черновтың жұмыстары нәтижелерін қолдана отырып, қозғалыстың сақталу теңдеуін қарапайымдатамыз. Сонымен қатар, газ құбырының көлденең жатқандағы жағдайын ғана қарастырамыз, яғни  $\beta=0$  деп қабылдаймыз. Екі есе жылдам тегеурінді өрнектейтін  $\frac{\partial}{\partial x}[(1+\alpha)\xi v^2]$  мүшесінің оның кіші түрін сақтауға болады. (2.1) теңдеуінің бірінші мүшесіне (2.6) теңдеуінен  $\xi$  және (2.4) теңдеуінен  $\xi v$  қоя отырып және  $q = q_0 Q$ ;  $\tilde{p} = p p_0$ ;  $t = \tau t_0$ ;  $\tilde{x} = x l_0$  тең деп келесіні аламыз

$$\frac{\partial p}{\partial \tau} + \frac{t_0 q_0}{s l} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x} = 0. \quad (2.7)$$

(2.2) теңдеуі үшін де  $\xi v^2$  орнына (2.4) теңдеуіне сәйкес  $q$  енгіземіз және (2.5) теңдеуі үшін  $q$ ,  $p$ ,  $x$  табамыз

$$\frac{p_0 \partial p}{l_0 \partial x} + \frac{\lambda q_0^2 \xi_0^2 Q^2}{2 ds^2 \xi} = 0 \quad (2.7 \text{ а})$$

Енді (2.5)  $\xi = \frac{\xi_0 \tilde{p}}{p_0} = \xi_0 p$  есебімен (2.6) теңдеуінен және (2.3) теңдеуінен

$\xi_0 = \frac{p_0}{z g R T}$  қоя отырып келесіні аламыз

$$\frac{\partial p^2}{\partial x} + \frac{\lambda q_0^2 l_0}{ds^2 z g R T} Q^2 = 0 \quad (2.7б)$$

Содан соң ескі мәнге келтіреміз  $\tau = t$ . Егер келесі шартты енгізетін болсақ

$$\frac{t_0 q_0}{ls} = 1 \tag{2.8}$$

$$\frac{\lambda q_0^2 l_0}{ds^2 z g RT} = 1$$

онда (2.8) түрлендіруден кейін уақыттың масштабты коэффициенттерін және көлемді шығынды анықтайтын өрнекті аламыз

$$t_0 = \frac{1}{\sqrt{\frac{dzgRT}{\lambda l_0}}}; \tag{2.9}$$

$$q_0 = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{dzgRT}{\lambda l_0}}.$$

(2.7) және (2.7б) теңдеулерінен, (2.8) және (2.9) теңдеулерін ескере отырып жеке туынды түрінде келесі теңдеулер жүйесін аламыз

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{dQ}{dx} = 0 \tag{2.10}$$

$$\frac{dp^2}{dx} + Q^2 = 0$$

Газ қозғалысы бағытына қатынасы бойынша теңдеудің инварианттығын ескере отырып (2.1) теңдеулер жүйесінің екінші теңдеуінен алынған Q мәнін келесі түрде алатын болсақ

$$Q = -sign \frac{\partial p}{dx} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \sqrt{\left| \frac{\partial p^2}{\partial x} \right|} \tag{2.11}$$

жеке туындыларда келесідей дифференциалдық теңдеуді аламыз

$$\frac{\partial p}{\partial t} = (sign \frac{\partial p}{dx}) \cdot \frac{\partial}{\partial x} \sqrt{\left| \frac{\partial p^2}{\partial x} \right|} \tag{2.12}$$

(2.10) немесе (2.11) және (2.12) теңдеулер жүйелерінің шешімі – жанама есеп шешімі. Демек, бастапқы және шектеуші шарттарды қою қажет.

Бастапқы шарт – бұл уақыттың бастапқы моментіндегі қысымның кез келген үлестірімі.

$$p(x,0) = p_0(x) \quad (2.13)$$

Шектеуші шарттар – бұл газ құбырының соңғы аумақтарындағы қысымның немесе шығынның уақытында енгізілген өзгерістері. Олар келесі теңдіктерді қабылдай алады:

1) қысымның уақытындағы енгізілген өзгерістер

$$p(0,t) = p_0(t), \quad p(1,t) = p_1(t); \quad (2.14)$$

2) шығын уақытындағы берілген өзгерістер

$$Q(0,t) = Q_0(t), \quad Q(1,t) = Q_1(t); \quad (2.15)$$

3) газ құбырының бір ұшында қысымның (шығынның), ал екінші ұшында шығынның (қысымның) уақытындағы енгізілген өзгерісі

$$p(0,t) = p_0(t), \quad Q(0,t) = Q_1(t); \quad (2.16)$$

немесе

$$Q(0,t) = Q_0(t), \quad p(1,t) = p_1(t).$$

Кейін көбінесе электронды есептеуіш машиналарының жақын тәсілдерін қолдана отырып (2.11) және (2.12) теңдеулерін соңғы түрлі формасына келтіреміз.

Өзгеру диапазондарын  $x \in [0,1]$  және  $t \in [0,T]$ ,  $r$  және  $s$  интервалдарына сәйкесінше бөлеміз. Элементтері  $[0,1]$   $x_i = ih (h = x_i - x_{i-1} = const), i = 0,1,2...r$  болады. Соған ұқсас  $[0,T]$  элементтері  $t_j = j\tau (t_j - t_{j-1} = const), j = 0,1,2...s$  болады.

Соңғы түрлендірілген жазбаны (2.12) теңдеуінде қолдана отырып, оның келесі түрдегі жақын эквивалентін аламыз:

$$p_{ij+1} = p_{ij} + \text{sign}(p_{i+1j} - p_{i-1j}) \frac{\tau}{h^{3/2}} (|p_{i+1j}^2 - p_{ij}^2|^{1/2} - |p_{ij}^2 - p_{i-1j}^2|^{1/2}) + \tau \cdot 0(\tau + h^2) \quad (2.17)$$

мұнда  $0(\tau + h^2)$  - соңғы түрленудегі (2.12) теңдеуінің жеке туындыларындағы теңдеу аппроксимациясының қателігі. Оны кіші мәнінің екінші ретті көлемі ретінде алып тастаймыз.

Сол сияқты (2.11) теңдеуін аппроксимациялаймыз.

$$Q_{ij+1} = -\text{sign}(p_{i+1,j} - p_{i-1,j+1}) \frac{1}{h^{1/2}} \sqrt{|p_{i+1,j}^2 - p_{i-1,j+1}^2|} \quad (2.18)$$

Сонымен қатар, бастапқы және шекті шарттар (2.13) – (2.16 б) келесі түрде беріледі: бастапқы  $p_0(ih) = p_{i0}$ , шекті қысым бойынша  $p_0[(j+1)\tau] = p_{0,j+1}$  және  $p_1[(j+1)\tau] = p_{1,j+1}$ , шекті шығын бойынша  $Q_0[(j+1)\tau] = Q_{0,j+1}$  және  $Q_1[(j+1)\tau] = Q_{1,j+1}$ , комбинирленген шекті шарттар (2.16) теңдеуімен сәйкесінше жазылады.

Осы тәсілмен газдың құбыр бойымен стационарлы емес изотермиялық қозғалыс заңдарының математикалық сипаттамасы үшін қажетті қатынастар алынады. Қарастырылған шарттар газ құбырының бір аумағының математикалық моделі болып табылады. Газды алыс қабаттан тасымалдауға кететін, трасса бойымен шығындалатын энергия, әдетте жеткіліксіз болады, қосымша энергия қажет болады. Оның көзі компрессорлық станциялар болып табылады. КС – ның жұмысы жалпы жағдайда келесі қатынастармен жазылуы мүмкін

$$p_{k+1}(0,t) = \varepsilon(p,Q,T,\bar{u}) p_k(1,t), \quad (2.19)$$

$$Q_{k+1}(0,t) = Q_k(1,t) + \Delta Q(t) \quad (2.20)$$

мұнда  $\varepsilon(p,Q,T,\bar{u})$  – басқару векторының, режимді параметрлерінің функциясы болып табылатын КС қысуының жалпы дәрежесі, оның компоненттері реттеуші органдардың тағайыншама мәні, машиналар көлемі, қосу сұлбалары және т.б.;  $p_{k+1}(0,t)$  - кірістегі қысым k-гі КС;  $p_k(1,t)$  – кірістегі қысым k-гі КС;  $\Delta Q(t)$  – өз қажеттіліктеріне кететін шығын.

(2.20) теңдігі КС арқылы өтетін газ ағымының үзілмеу шарттарын білдіреді, яғни КС-ға дейінгі шығын КС-дан кейінгі шығынға тең.

Жалпы алғанда объект жұмысына із қалдыратын тұтынушылар ролін анықтау қажет. Тұтыну тұрақтылығынан магистральды газ құбыры жұмысының тұрақтылығы тәуелді болады. Реалды жүйелерде тұтытудағы өзгерістер стохастикалық болып табылады.

Оптималды басқару есептерінің анализі мен синтезі кезінде маңызды роль атқаратын осы ерекшеліктерден басқа қарастырылатын объектінің басқа да сипатталатын қасиеттері болады. Мұнда басқа көптеген объектілер сияқты шектеулер маңызды роль атқарады. Олар басқару есебінің құрылуына және оның шешілу тәсілдерінің таңдауына әсер етеді.

Технологиялық шектеулер:

1) құбыр тығыздығынан бөлінетін шектелген қысым

$$p(x,t) \leq \hat{p}(x,t); \quad (2.21)$$

2) КС-ғы жеке агрегаттар –бұл центрден тебетін бастырмалатқыштағы помпаждау құбылысы бойынша шекті мәндегі шектеулер

$$\left. \begin{aligned} p_k(1,t) \leq p_k(1,t) \leq \bar{p}_k(1,t); \\ Q_k(1,t) \leq Q_k(1,t) \leq \bar{Q}_k(1,t); \end{aligned} \right\} \quad (2.22)$$

3) КС-ғы жалпы орнатылған қуаты және агрегаттармен тұтынылатын қуаты бойынша шектеулер

$$\left. \begin{aligned} N_k(1,t) \leq \hat{N}_k(1,t); \\ \sum N_k(1,t) \leq \sum \hat{N}_k(1,t); \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

4) ЦТБ-тағы температура бойынша шектеулер

$$T_k(1,t) \leq \hat{T}_k(1,t); \quad (2.24)$$

5) басқару әсерлеріне шектеулер

$$\bar{u} \leq u \leq \hat{u} \quad (2.25)$$

Бұл сәйкес басқару векторларын үстіңгі жағынан да, төменгі жағынан да шектелінгенін білдіреді.

Жоспарлы-экономикалық шектеулер:

1) жобалы тұтыну берілген

$$\sum Q(x,t) = Q_n \quad (2.26)$$

2) эксплуатациялық шығындар үстіңгі жағынан шектелген

$$\sum V \leq \hat{V} \quad (2.27)$$

мұнда  $\sum Q(x,t)$  - тұтынушылар арасындағы газдың жиынтық сұрыптауы;  $\sum V$  - газ тасымалдауға кететін шығындар.

Басты мәселенің тиімді басқару мәселесіне жақындау көзқарасы бойынша (2.26) және (2.27) шектеулерін басты деп айтуға болады. Бір жағынан, жоғарыда айтылғандай, объект тұтытуда бірқалыпсыздығымен сипатталады, басқа жағынан, (2.26) теңдеуінің қатаң түрде орындалуын қажет етеді. Кейін эксплуатациялық шығындарды (2.27) теңдеуінде минималдау керек, бірақ бұл жағдайда (2.26) шарты орындалуы тиіс. Мәні бойынша бұл басқару идеясын құрайды.

Жеке түрлендірулер бойынша қажетті барлық қатынастарды орнатып, магистральды газ құбыры моделінің соңғы математикалық жазбасын келесі түрде жазуға болады

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{p}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{Q}}{\partial \bar{x}} &= 0; \\ \frac{\partial \bar{p}^2}{\partial \bar{x}} + \bar{Q}^2 &= 0; \\ \bar{p}(0,t) &= \bar{\varepsilon}(\bar{p}, \bar{Q}, \bar{T}, \bar{u}) \bar{p}(1,t); \\ \bar{Q}(0,t) &= \bar{Q}(1,t) \end{aligned} \right\} \quad (2.28)$$

келесі бастапқы және шекті шарттар кезінде:

$$\bar{p}(\bar{x}, 0) = \bar{p}_0(x),$$

$$\bar{Q}(0,t) = \bar{Q}_0(t), \quad \bar{Q}(1,t) = \bar{Q}_1(t) \quad (2.29)$$

Мұндағы  $\bar{p} = [p_1(x_1, t), p_2(x_2, t), \dots, p_k(x_k, t), \dots, p_n(x_n, t)]$  - қысым функциясының векторы, оның компоненттері  $p_k \in A \subset D$  режимдерінің кеңістігіндегі газ құбырының жеке аумақтары бойынша қысымды тарату мәні жоғарыда аталған шығындардың қалып – күй координатасындағы жалпы жазбасы ;  $\bar{Q} = [Q_1(x_1, t), Q_2(x_2, t), \dots, Q_k(x_k, t); \dots, Q_n(x_{n1}, t)]$  -  $Q_k \in B \subset D$  ескере, тәртіп кеңістігіндегі шығынның вектор-функциясы;  $\bar{x}$  - компоненттері көбейткіш элементтері  $[0, 1]$  болып келетін вектор, демек,  $x_k \in [0, 1]$ .

Соған ұқсас жазбасы КС қатынастары бойынша жеке бастапқы мен шектеуші шарттар бойынша жүргізіледі.

Ұзын газ құбырындағы тұтынушылар әсерінен болатын қозулар салыстырмалы түрде тез сөнеді, сондықтан оларда стационарлық режим болады.

Газ құбырларындағы стационарлы изометриялық емес газ қозғалысының математикалық моделін қарастырамыз. Құбырдағы орнатылмаған нақты газдар ағымының қозғалысы Бернулли теңдеуімен жазылады

$$\frac{dp}{\xi} + v dv + \frac{\lambda v^2}{2d} dx = 0 \quad (2.30)$$

мұндағы  $p$  – қысым кгс/м<sup>2</sup>;  $v$  – газ қозғалысының жылдамдығы, м/сек;  $\lambda$  – гидравликалық кедергі;  $d$  – құбыр диаметрі, м;  $\xi$  – газ тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;  $x$  – құбыр ұзындығы, м.

$Vdv$  мүшесінің болмашы болғандығынан алып тастаймыз, Бернули теңдеуін қарап көреміз

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{\lambda \xi v^2}{2d} \quad (2.31)$$

Теңдеудің жағдайына сәйкес  $\xi$ -ды  $p/gzRT$  ауыстырамыз және қалыпты жағдай кезіндегі шығынды  $Q$  енгізе келесі теңдеуді аламыз

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{16\lambda z T p_0^2 Q^2}{\pi^2 d^5 g R T_0^2} \quad (2.32)$$

мұндағы  $Q = \frac{q p T_0}{z p_0 T}$ , [м<sup>3</sup>/сек];  $g$  – еркін құлаудың үдеуі, [м/сек<sup>2</sup>];  $q$  –  $p$  қысымы және  $T$  – температура кезіндегі көлемді шығын.  
Белгілеулерді енгізе отырып

$$k = \frac{16 p_0^2}{\pi^2 g R_B T_0^2} \quad (2.33)$$

мұндағы  $R_B$  – ауа үшін газ тұрақтысы;  
Алатынымыз

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{k \lambda \Delta T z}{d^5} Q^2 \quad (2.34)$$

мұндағы  $k$  – мөлшерлік коэффициенті, тұрақтылардың мәндерімен анықталады.

Осылайша, тиімділеу алгоритміндегі айтылған тәсілдер шешім негізінде құрылады, сонымен қатар изотермиялық еместігі ескеріледі, (2.33) шешімі соңғы түрлендірілген сұлба бойынша анықталады.

Газдың температурасының газ құбырының ұзындығы бойынша өзгеруі Шухов формуласы бойынша анықталады:

$$T_2 = (T_1 - T_{zp}) e^{\frac{c_0 a_0 x d}{\Delta c_p Q}} + T_{zp} \quad (2.35)$$

Мұндағы:

$T_{zp}$  – топырақ температурасы, К;

$C_p$  – газдың жылу сыйымдылығы, ккал/(кгс·К);  
 $a_0$  – жылу беру коэффициенті, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·К);  
 $c_0$  – жағымсыз коэффициент.

Гидраттардың жиналу орнын біршама күн бұрын білу үшін гидрат түзу температурасының келесі эмпириялық формуласын қолданылады:

$$t_2 = a \ln p - b; a=7,99; b=22,48 \quad (2.36)$$

Гидравликалық кедергі тәжірибеде анықталмаса, келесі есептелінген тәуелділікті қолданады:

$$\lambda = c_1 \left( \frac{158}{Re} + \frac{2k_0}{d} \right) 0,2 \quad (2.37)$$

Мұндағы:

Re – Рейнольдс саны, 10<sup>4</sup>-тен 10<sup>7</sup> дейін өзгереді;

$k_0$  – кедір-бұдырлылық коэффициенті (0,02-0,06 мм);

$c_1$  – мөлшердің өлшемін ескеретін тұрақтылық.

### 2.2.3 Компримирлеуші қондырғының математикалық моделі

Бұл модель жабдықтың (қондырғының) инерциясыздығы туралы ұйғарым қабылданған кезде құрылады, бірақ бұл кезде технологиялық қосу басылғанда агрегаттың қосылуы кешігуімен, ал сөндірілуі кешігусіз болады.

КС-ның өнімділігін өлшеу үшін линеаризацияланған қатынас L-жазықтығында келесідей түрде болады:

$$Y_{KC}(S) = \left\{ (K_{1cp} P_{кір.ср} - K_{2cp} P_{шы.ср}) l - 1 + \sin(\Delta N) / 2\pi S \times \right. \\ \times \Delta N(S) + (P_{кір.ср} \Delta K_1 - P_{шы.ср} \Delta K_2) \Delta h(S) + N_0 K_{10} Z_{кір}(S) \cdot \\ \left. \cdot N_0 K_{20} Z_{шы}(S) \right\} \quad (2.38)$$

мұнда  $Z_{кір}, Z_{шы}$  -компрессорлық станцияның кірісі мен шығысындағы қысымның сәйкесінше өзгеруі;  $N_0$ -агрегаттардың бастапқы саны;  $\Delta N$ -агрегаттар санының өзгеруі;  $\Delta h$ - «қалталар» санының өзгеруі;  $\Delta K_{1,2}$  – бір «қалтаның» қосылуы кезіндегі қысымның өзгеруін сипаттайтын коэффициенттің өзгеруі;  $\Delta K_i = \text{const}$ ;  $\tau$ -кешігу уақыты;  $P_{кір.орта}, P_{шы.орта}$  –кіріс және шығыс процесі уақытына сәйкес орташа қысымдар;  $K_{1орт}, K_{2орт}$  - келесі формула бойынша анықталатын орташа коэффициенттер:



$$K_{icc} = (nK_{i0} + mK'_{i0}) / (n + m) \quad (2.39)$$

#### 2.2.4 Компрессорлық станцияның математикалық моделі

Мысал ретінде жанама аумақтары бар, қайтарулары жоқ КС-ның моделін келтірейік:

$$\begin{aligned} Z_{вых}(S) = & 1/f(S) \{ (K_{10}P_{вх.ср} - K_{20}P_{вых.ср})l - 1 + \sin(\Delta N)/2\tau \times \\ & \times \Delta N(S) + (P_{вых.ср} \Delta K_1 - P_{вых.ср} \Delta K_2) \Delta h(S) + 1/P_{вх.0} N_0 K_{10} P_{10} \times \\ & \times W_{21}(S) Z_1(S) + P_{20}/P_{вых.0} A^2 (B_2^2 S + 1) \cdot [1 + N_0 K_{10} (P_{10})/P_{вх.0} \times \\ & \times W_{11}(S)] S W_{22}(S) W_{12}(S) \cdot Z_2(S) \} \end{aligned} \quad (2.40)$$

$f(S)$  функциясы келесі түрде болады:

$$f(S) = 1/W_{12}(S) [1 + N_0 K_{10} P_{10} / P_{вх.0} W_{11}(S)] + N_0 K_{20} \quad (2.41)$$

Қысым құлауының беріліс функциясы формуламен анықталады:

$$W_{12}(S) = A_2 \varphi_2(S) / 5cth[D_2 \varphi_2(S)] \quad (2.42)$$

Бұл теңдеулерде қысымның 0 индексті мәні уақыттың бастапқы кезеңіндегі қысымына сәйкес келеді, А, В мен Д кезіндегі индекстер және беріліс функцияларындағы индекстер – аумақ нөміріне сәйкес келеді.

Жанама аумақтары бар газ құбырлары қайтарымсыз КС сияқты қарапайым жүйенің де стационарлық емес процестерін сипаттайды. Алынған функцияның түрі өте күрделі болады. Классикалық тәсілдердің көмегімен және бөліну теоремасын қолданумен оригиналдар кеңістігіне өту, сонымен қатар Лапласстың дискретті түрлендірілуін бұл кезде қолдану күрделі болады. Берілген жағдайда оригиналдар кеңістігіне өту үшін Лаплас түрлендіруінің соңғы аралықта ортогональды көпмүшелер көмегімен сандық айналымдар тәсілдерінің бірі қолданылған.

Бұл тәсіл оригинал үшін  $F(t)$  өрнегін береді, оны анықтау үшін нүктелердегі өрнек мәні қажет:

$$S = (2n + 1)\delta \quad (2.43)$$

Мұндағы  $\delta$  – туындының үлкен саны, ( $\delta > 0$ ), ал  $n = 1, 2, 3, \dots$

Берілген уақыт кезінде  $t_1$   $F(t_1)$  мәні қатар саны түрінде шығады:

$$F(t_1) = \sum_{\nu=0}^{\infty} C_{\nu} \sin[(2\nu+1)\theta_1] \quad (2.44)$$

мұндағы:  $\theta_1 = \arccos \cdot e^{-\pi} \quad (2.45)$

ал  $C_{\nu}$  коэффициенті тізбекті ауыстыруында  $n=0,1,2,\dots$  кезіндегі рекурентті қатынастардан теңдік алынады

$$\begin{aligned} & \left[ \binom{2n}{n} - \binom{2n}{n-1} \right] C_0 \dots + \left[ \binom{2n}{K} - \binom{2n}{K-1} \right] C_{n-k} + \dots + C_n = \\ & = 4/\pi \delta^{n+1} f[(2n+1)\delta] \end{aligned} \quad (2.46)$$

Элементтерді анықтау үшін  $C$  кезіндегі коэффициенттердің матрицасы қажететілгенде, келесі қатынас алынады

$$\begin{aligned} K_{n,1} &= 2K_{n-1,i} + K_{n-1,i-1} + K_{n-1,i+1} \\ K_{n,0} &= K_{n-1,0} + K_{n-1,1} (K_{0,0} = 1) \end{aligned} \quad (2.47)$$

мұндағы:

$n$  – қатар нөмірі;

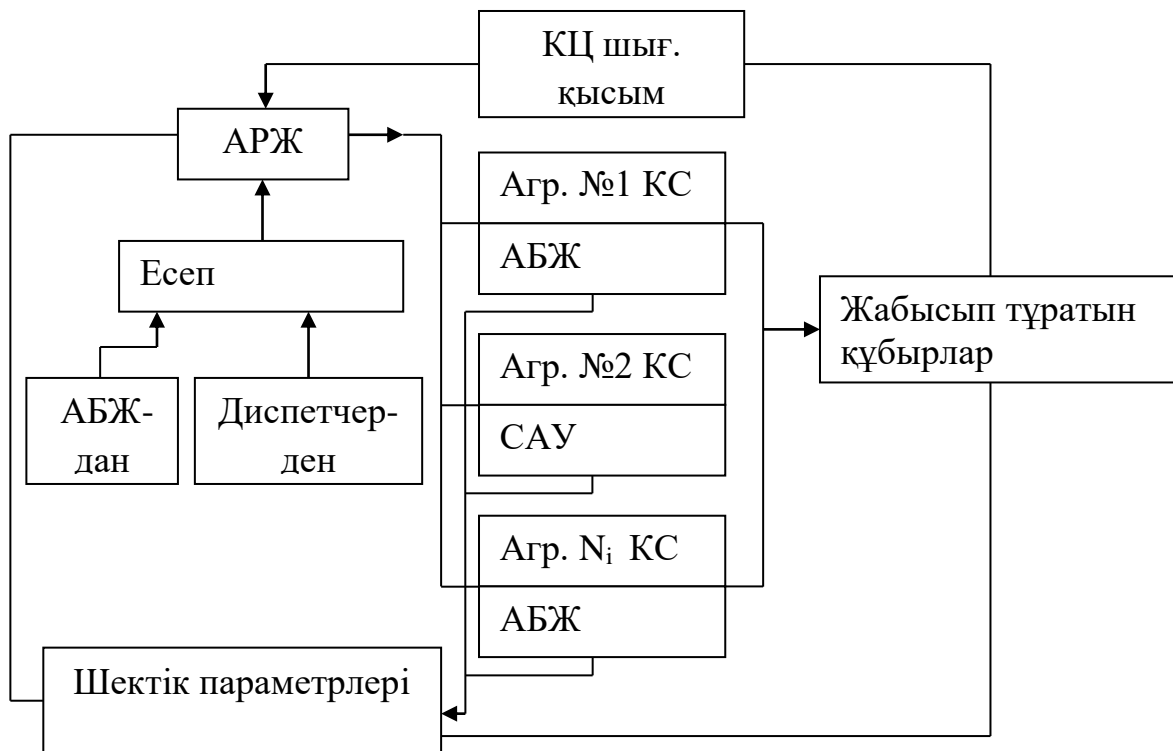
$i$  – бағана нөмірі.

Модельден көрініп тұрғандай, КЦ-тің негізі режимдік параметрлері – кіріс пен шығыстағы қысым, сонымен қатар газ шығыны (өнімділігі). Осы параметрлердің қарым – қатынасын және олардың өлшеу сипаттамасын есепке ала отырып, автоматты реттеу жүйесін құру тәжірибесінде негізгі реттелетін параметр ретінде КЦ-тің кірісіндегі қысымды қабылдайды (2.3-сурет).

Келіспеушілік туындаған жағдайда автоматты реттеу жүйесінде (АРЖ) реттеу заңдылығымен сәйкес қабылданған оның шығыс құрылғысы газ тасымалдаушы агрегаттардың өнімділігінің өзгеруіне әсер етеді.

Бастырмалатқыш түрлілігіне қарамастан электр желісі бар компрессорлық станция (КС) реттелу режимінің көзқарасы жағынан маңызды жалпы қасиетке тән – оларда редукторға тікелей немесе редуктор арқылы қосылған бастырмалытқышы бар біліктің айналыс жиілігінің кең шегінде өзгеру мүмкіншілігі қарастырылған. Жылдамдықтың реттелу диапазоны жылдамдықтың номинал мәнінен 25-35% құрайды. Агрегаттың жұмыс білігінің айналыс жиілігі 5% статизмі бар жергілікті машина құрамына кіретін гидравликалық немесе пневмогидравликалық АРЖ көмегімен сақталады. Жергілікті регулятордың айналыс жиілігінің (жылдамдықтың) негізгі мақсаты – отынның жылулық қасиетінің өзгеруімен, кедергінің кездейсоқ өзгеруімен байланысты режимнің динамикалық қозуларын қамтамасыз етуден құралады.

Центрден тебетін бастырмалатқыштың режимін реттеу жетек жағдайымен байланысты шектеулер қатары есебімен жүргізіледі. Типтік шектеулерге электроқозғалтқыш орамасының максималды температурасы, жоғары қысымды біліктің минималды айналыс жиілігі, төменгі қысымды бастырмалатқыштың максималды айналыс жиілігі, осьтік компрессордың помпасы, мойынтірек температуралары, дірілдері жатады.



2.3 Сурет - Автоматты реттеу жүйесінің жалпы сұлбасы

Шектеулер қатарындағы негізгі орынды ЦТБ-тың помпасы бойынша шектеу алады, себебі бұл режимнің туындағандағы нәтижелері қатаң авариялық жағдайларды туғыздырады. Оны жөндеу – қалпына келтіруде ұзақ жұмыстар атқарылады. Бұл кезде келесіні ескру қажет – помпаждау зонасына жұмыстар жақын жүргізіліп жатқан кезде бастырмалатқыштың максималды ПӘК-і болады.

## 2.3 Компрессорлық станцияның жұмыс режимдерінің тиімді басқаруының автоматтандырылған жүйесін жасау

### 2.3.1 Тиімділенген есептер критерийлері

Максималды газ тасымалдау және ГЖЖ-н күрделі жүйесін тиімділеу үшін жүйенің жұмыс жасауының және дамуының мақсатқа бағыттылығын қамтамасыз ететін критерийді құру өте маңызды, жалпы алғанда, халық

шаруашылығы үшін, жалпы энергетикалық жүйе үшін де, сонымен қатар, ГЖЖ үшін көп критерийлер тән. критерийлер экономикалық (максимум пайда, минимум шығындар қосындысы, максимум еңбек өнімділігі және т.б.) және техникалық (максимум сенімділік, максимум жылдамдығы, минимум орта квадраттық ауытқуы) болуы мүмкін.

Бұл критерийлердің салыстырмалы маңыздылығы қарастырылатын есептердің типінен айтарлықтай тәуелді. Принципиалды маңызды, біріншіден, сапаның түрлі критерийлері түрлі бағыттарында жүзеге асырылмайды; олар басты критерийдің ісіне бағынбауы тиіс және екіншіден, жалпы жағдайда жалғыз шешім табуға болмайды. Бірақ кейбір жеке және жеткілікті мөлшерде тривиалды жағдайларда сапаның векторлық критерийінің экстремумына сәйкес келетін қолайлы шешімді табуға болады.

Векторлық критерий үшін формальды түрде екі жағдайды бөлуге болады: шешімдердің қарастырылатын аумағында векторлық критерийдің барлық компоненттері бойынша экстремумын қамтамасыз ететін нүкте болады; шешімдердің қарастырылатын аумағында экстремум нүктелері түрлі бағыттағы нүктелерге сәйкес келеді, бағытталған функциялар айнымалылар көлемімен ерекшеленеді.

Есеп қызықты болуы үшін көп бағытта критерийдің минималды нүктесін табуға болады. Бірақ бұл жағдайда да тиімділеу процедурасының өзі жалғыз бағытталған функция бойынша іске асырылады.

Екінші жағдайда, бағытталған функциялар түрлілігі айтарлықтай болса, сапа векторының жеке компоненттері бойынша алынған шешімдер бір-бірінен өте қатты ерекшеленеді және бір-біріне ұқсамайтын болады. Бірақ бұл жағдайда сапа критерийінің көптігіне реттеу жүйесін немесе сәйкес салмақты коэффициенттер функциясының жеке бағыттары үшін енгізуге болады және солардың негізінде шешімді ұқсастыруға болады.

Бірақ бұл жағдайда синтездеуші бағытталған функцияны уақытылы енгізу ыңғайлылау болады

$$W = \sum_{i=1}^k \alpha_i W_i \quad (2.48)$$

мұнда  $\alpha_i$  – салмақты коэффициенттер ( $\alpha_i \geq 0$  және  $\sum \alpha_i = 1$ );  $W_i$  – сапа критерийінің компоненттері (бағытталған функциялары). Салмақты коэффициенттер уақыт бойынша өзгере алады.

Егер мысалы, бағытталған функциялар ретінде жұмыс мүмкіншілігін, жылдамдығын және бағасын алсақ, онда динамикада салмақты коэффициенттер келесідей өзгеруі мүмкін: жүйенің бастапқы қосылуы кезінде жұмыс мүмкіншілігі мен жылдамдығының коэффициенттері үлкен, ал бағасы бойынша кіші болуы мүмкін. Іске асырылу тұрақтылығы бойынша жұмыс мүмкіншілігіне қойылатын талаптар азаюы мүмкін, сол уақытта бағаның жүйеге әсері өсуі мүмкін.

Кейде (2.37) критерийін адаптивті пайдалылық критерийі деп атайды және ол бір критерийдің сапасының жоғалуын, екіншінің сапасының жоғарылуымен қамтамасыз ету мүмкіншілігі әр уақытта болмайды. Бірақ критерий жағдайына оптимизациялау процедурасы бір критерий бойынша жүргізіледі.

Осылайша, оптималдылықтың бірнеше критерийі бойынша есептердің шешімі, оптималдылықтың бір критерийіне сәйкес, яғни оның скалярлық көлеміне сәйкес ұқсастырылады.

ГЖЖ-ін тиімділеу кезінде сапаның экономикалық критерийлері бірінші сатыда тұрады. Оларға газбен жабдықтаудың іске асырылмалы жүйесі үшін минимум эксплуатациялық шығындар, сонымен қатар сатылған газдың максимум критерийі, өз құндылығының минимум критерийі, иабыстың максимум критерийі және басқалар жатады.

Сапаның экономикалық критерийлерімен қатар кейбір нақты жағдайларда жүйенің бір күйден екіншіге өтуі кезінде орта квадраттық ауытқу критерийі, сонымен қатар, минималды ауытқу және максималды жылдам жасау критерийі жиі қолданылады. Сапаның бұл критерийлері негізінен газбен жабдықтаушы жүйелер режимдерінің оперативті басқару есептер үшін тән.

### **2.3.2 Есептер мен олардың өзара байланыстылығының анализі**

ГЖЖ дамуын басқарудың түрлі иерархиялық деңгейлерінде және уақытша бөлімдерінде технологиялық объектілер санының көп қатар есептерінің шешімдерін қажет етеді. Энергетиканың үлкен жүйесі ретінде ГЖЖ басқару есептерінің жіктелу кезінде есептер шешімінің өзара сәйкестілігі және логикалық тізбектілігі қатаң түрде маңызды. Тек бұл жағдайда ғана басқару процестерінің ішкі сәйкестілігі қамтамасыз етіледі және шешімдер қабылдануының маңызды реттелуі болады.

Көпжылдық уақытта есептердің шешілуінің тізбектелу сәйкестігінің маңызды факторы – глобальды мәселесі түрлі есептер кластары үшін әсерлерді басқаратын параметрлері тиімді құрылымды анықтауда болып табылады: жүйенің іске асырылмалы бір бөлігі және ауылшаруашылық ісін оперативті басқару, ГЖЖ дамуының қысқа – ұзақ басқару мәселелері жатады. Локальдық мәселелер аудандық газбен жабдықтаушы жүйелердің, тораптық газбен жабдықтандыру жүйелердің, өндіріс орталықтарының, қалалардың, ауылшаруашылық комплекстерінің, жеке өндірістердің, магистральды газ құбырларының, компрессорлық станциялардың дамуын қарастырады.

Құрылымдық есептермен қатар (сызықты, сызықты емес, динамикалық) бастапқы ақпаратты анықталмаған стохастикалық сипатты есептер шешіледі.

Сызықты құрылымдық есептер ағындардың, өндіріс көлемінің, тұтынушылар құрамының және т.б. рационалдық құрылымын анықтауға мүмкіндік береді.

Сызықтық емес құрылымдық есептер транспорт, өндіріс және барлау бойынша экономикалық көрсеткіштердің сызықты еместігін ескереді. Мұнда транспортқа белгіленген төлемдері бар есептер маңызды орын алады. Бұл

тиімділеу периоды үшін динамикалық, құрылымдық есептер маңызды. Олар болашақ периодтар мен өткен периодтардың шешімдерімен тиімді қарым - қатынасын шешеді, оның нәтижесін ГЖЖ дамуының тиімді стратегиялары табылады.

Газ көлемін тұтынушыларға жобалық жіберу кезінде технологиялық объектілердің жұмыс істеуінің экономикалық мақсатқа сай режимдерінанықтау үшін арналған газды магистральды тасымалдау жүйелерінің оперативті басқаруының есептерін келесі түрде бөлуге болады:

- стационарлы режимдердің тиімділеу есептері, олар арқылы газды жіберудің стационарлы шарттары кезінде рационалды режимдерін анықтайды. Оларға шығындалатын шығындардың минимум шектеулі орнатылған қуаты кезіндегі өндірудің максимум есептері, біріктірілген минимакс есептері және басқалар жатады;

- стационарлы емес режимдердің тиімділеу есептері, олар газ жіберудің стационарлы емес шарттары кезінде, технологиялық объектілермен оперативті басқаруы кезінде шешіледі;

- газдағы кейбір өзгеретін параметрлерді, қасиеттерді және қажеттіліктерді жобалау есептері.

### **2.3.3 Математикалық модельдеу теорияларын қолдану**

Магистральды газ тасымалдау және ГЖЖ күрделі жүйелері құрылымдарының иерархиялық құрылуы тиімділеу есептерінің шешімдерін қарапайымдатады, бірақ оны практикалы іске асырылмалы етпейді. ГЖЖ дамуының және жұмыс істеуінің көптеген варианттарын зерттеу шарттары математикалық модельдеу теориясын қолдану қажеттілігіне алып келеді.

ГЖЖ-ң математикалық сипаттамасының толық жоқ болуы кезінде тек шартты тиімді басқару, яғни жүйенің қасиеттері мен байланысының математикалық моделінде белгіленетін шектерде тиімді шарттар туралы айтуға болады. Ескерілмеген қасиеттер мен байланыстар әсерінің белгісіздік шарттарымен соңғы шешімді анықтауға болады.

ГЖЖ дамуын басқа жүйелермен толық байланыстырылып тиімді басқарылуы үшін басқару есебінің құрылуы тиіс. Бірақ есептің құрылуы нақты құрылған есептердің келесі математикалық интерпретациясы негізінде болуы мүмкін.

ГЖЖ - ң математикалық модельдерінің тізімдеуінің бірінші этабы негізгі және қосымша факторларды анықтау процессі болып табылады. Осы факторларды жіктеу кезінде ГЖЖ жалпы моделінің модельдер қатарына бөлінуін көруге болады, демек, декомпозициялау принциптерін қолдану. Декомпозициялау тәсілдері дамыған модельдер құруға ғана емес, газбен жабдықтандыру жүйесінің құрылымын анықтау кезінде пайдалы болуы мүмкін. Энергетикада екі сатылы декомпозиция қолданылады, ол төменгі сатылы жүйе астының соңғы санына бөлінуінен тұрады, олардың әрқайсысы математикалық модельмен сипатталады. Ұқсас тәсілді ГЖЖ-ң үлкен жүйесі үшін қолдану

ұсынылады, онда композициялық тәсіл қолдағылады, демек критерийдің негізгі параметрлері мен оған сәйкес мәндері арқылы локальдық объектілердің тиімділеуі негізінде локальдық шешімдерінің төменгі сатысынан иерархиялық басқарудың жоғарғы сатыға өтуі болады.

Сапаның глобальды критерийі бар тиімділеу есебін рационалды композициялау немесе декомпозициялау көмегімен локальды критерийі бар есептер қатарымен байланыстыруға болады, ол математикалық модельдердің қарапайымдалуына және ГЖЖ-ң көпкритерийлік фактісі кейбір мөлшерде ескерілуіне мүмкіндігін береді.

Математикалық модельдердің қарапайымдалу процесі эквиваленттеу деп аталады, ол бір модельді басқаға түрлендіреді.

ГЖЖ-ін эквиваленттеу кезінде бірінші сатыда эквивалентті математикалық модельдің рационалды құрылымы анықталады. Екінші сатыда бастапқы математикалық модель эквиваленттік түрге түрленеді. Көп жағдайларда эквиваленттеу процесі интеративтік процедура болып табылады. Мысалы, айталық, мемлекеттен газбен жабдықтандыру жүйесін жобалаудың кез келген периодын жүйе асты қатарына бөлуге болады, ал жүйе астылардың өздері түйіндер түрінде, ал түйіндер элементтер түрінде берілуі мүмкін. Жүйе астыларына бөлу бағытталған принцип бойынша жүзеге асырылады, ол толығымен иерархиялық бөлуге ұқсас және де объектілерді технологиялық белгісі бойынша бір иерархиялық сатыға бөлу кезінде құрылымдық принцип бойынша жүзеге асырылады. Көпсатылы шешу кезінде эквиваленттеуші қасиеттері негізінде композициялық әдіспен байланыстырылу ұсынылады. Алынған тиімділенген эквиваленттеуші қасиеттер бойынша жоғары сатыға өтеді, ол жерде жаңа эквиваленттеуші қасиеттерді құрады, демек, ең жоғары сатыға дейінгі мұндай тәсілді жақсы жақтары келесідей:

- түрлі иерархиялық сатылар арасындағы шешімдердің итерациялық байланыс қажеттілігінің жоқтығы. Бұл шешімдер қабылдау процесінің қайта орталандыруымен жеткізіледі;

- айналмалы ақпараттың саны қысқарады, себебі, төменгі деңгейден жоғарғыға өту кезінде ол жалпыланады;

- шешілетін есептердің көлемі қысқарады, оларды орташа класты есептеуіш машиналарында шешуге болатындай көлемге дейін.

Бұл тәсілдің кейбір шамада қиын шешілетін сұрақтары ретінде эквиваленттеуші параметрлердің өзгеру аумағын анықтау сұрағы және басты мен қосымша параметрлердің белгілену сұрағы болады. Технологиялық процестер және жабдықтар, параметрлер қатарымен сипатталады, олар технологиялық жабдықтың жұмысын және энергия тасымалдаушылардың тасымалдау процесін анықтайды және белгілі көрсеткіштерге жетуін қамтамасыз етеді. Мұндай параметрлер ретінде қысым, температура, шығын, тасымалдаушы құрамы болуы мүмкін. Берілген параметрлердің мәні ТП жолында түрлі шектерде және белгісіз түрде өзгеруі мүмкін. Басты параметрлердің шығу сұрағы ұзақ уақытқа жобалау кезінде анықталады. Бірақ егер нүктелі шешімдердің «төмен - жоғары» байланыс тәсілімен салыстырсақ,

онда ұсынылатын әдісте кейбір аумақта бір нүктені анықтаудан гөрі жұмыс аумағын табу оңайға түседі.

Әйгілі декомпозиция әдістерін немесе топтық релаксация әдістерін сатылы байланыстыру әдісімен салыстыратын болсақ, сапалық айырымды байқауға болады. Топтық релаксация кезінде жүйе астыға сәйкес тек карапайым параметрлер тобы, содан соң жұмыс істейтін программа көмегімен шешімдердің өзара қатынасы болады, сонымен қатар сол уақытта бұл әдісте топтаудан басқа басты параметрлердің ізделуі жүзеге асырылады, ол иерархияның ең жоғарғы деңгейінде болады. Сонымен, төменгі деңгейден жоғарғыға өту кезінде параметрлер құрамының сапалық өзгерісі болады, яғни эквиваленттік түрлену, мысалы, басқару кеңістігі қалып-күй (жағдайлар) кеңістігіне, қалып-күй кеңістігі жалпыланған қалып – күй кеңістігіне өтеді.

Бір деңгейден екіншіге өту кезінде сапа критерийінің адаптивті функциясының тиімді принципі сақталады.

Ұсынылатын әдістің математикалық берілуін қарастырайық. Айталық, жүйе адаптивті функционалды болсын

$$f = \sum_{i=1}^m \varphi_i(x, u) \quad (2.49)$$

R күйінің көпмүшелерінен және U басқарулардан көпмүшеліктерді шығару қажет, олардың өзара әсері кіші болуы тиіс. Ұсынылатын әдістегі өзара қатынастар екі түрлі: біріншіден, жеке топтар параметрлерінің бір иерархиялық деңгейдегі өзара қатынасы; екіншіден, деңгейлер арасындағы өзара қатынас. Бірінші жағдайда параметрлердің топтастырылуы негізінен территориялық және технологиялық белгілері бойынша жүзеге асырылады. Бұл – құрылымдық декомпозиция.

Ұсынылатын әдіс үшін мақсатқа сай декомпозиция қажет. Бірақ бұл үшін мақсаттық функцияға қатты әсер ететін параметрлерді табу керек. Мұны басқарушы және фазалық айнымалылардың функционалға әсер ету коэффициентін енгізу арқылы алуға болады.

Айталық, тиімді нүктесі аумағындағы мақсаттық функция үздіксіз делік, әсер ету коэффициенттері келесідей:

фазалық айнымалылар үшін

$$\lambda_{j,x} = \frac{\left| \frac{df}{dx_j} \cdot dx_j \right|}{\sum_{j=1}^r \left| \frac{df}{dx_j} \cdot dx_j \right|}, j = 1, 2, \dots, r \quad (2.50)$$

басқарушы параметрлер үшін



$$\lambda_{j,u} = \frac{\left| \frac{df}{du_f} \cdot du_j \right|}{\sum_{j=1}^r \left| \frac{df}{du_j} \cdot du_j \right|}, j = 1, 2, \dots, s \quad (2.51)$$

шарттың орындалуы кезінде

$$\sum_{j=1}^{r+s} \lambda_j = 1 \quad (2.52)$$

кейін келесі шартты қоя отырып

$$1 - h = \lambda_j \quad (2.53)$$

мұнда  $h$  – ақпарат қателігінен туындаған энтропия және барлық жолардың көлеміне қоя отырып, келесі көпмүшеліні аламыз:

$$\alpha = \{ \alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_{r+s-d} \} \quad (2.54)$$

(2.58) көпмүшесіне фазалық және басқарушы айнымалылары  $R[x, u]$  квазиу бойынша тізбектелген көпмүше сәйкес келеді.

Мақсаттық функцияға әсер ету сатысы бойынша алынған айнымалылардың кейбір белгіленген мәндері кезінде иерархиялық деңгейдің  $(K-1)$  жүйе асты тобының  $i_{k-1}$  үшін тиімді шешімін рекурентті қатынасқа сәйкес табамыз

$$\begin{aligned} & F_{jk-1}^{(k-1)i_{k-1}} \left( X_{jk-1}^{(k-1)i_{k-1}}, U_{jk-1}^{(k-1)j_{k-1}} \right) = \\ & = U_{jk-1}^{(k-1)j_{k-1}} \min_{D(U)} \left\{ f_{jk-1}^{(k-1)i_{k-1}} \left( X_{jk-1}^{(k-1)i_{k-1}}, U_{jk-1}^{(k-1)i_{k-1}} \right) + \right. \quad (2.55) \\ & \left. + F_{jk-1}^{(k-1)j_{k-1}} \left[ T \left( X_{jk-1}^{(k-1)j_{k-1}}, U_{jk-1}^{(k-1)j_{k-1}} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

мұндағы  $D(u)$  – басқарулардың мүмкін болатын көпмүшесі;  $D(x)$  – қалып - күйлердің мүмкін болатын көпмүшесі;  $T_{-j_{k-1}}$  –дің 1–ші қадамы үшін түрлендіру операторы.

Жүйеасты тобының бір иерархиялық деңгейдегі оптимизациясы үшін динамикалық бағдарламалауды қолдануды қажет етпейді.

Байланыстардың күрделі жүйесі кезінде оптимизациялаудың басқа да кез келген әдістерін қолдануға болады.

Кез келген деңгейде алынған шешімдер келесі қатардағы иерархиялық деңгейге қатынасы бойынша, шартты оптималды болып табылады. Сондықтан деңгейлер бойынша оптимизациялау үшін оптималдылық принципіне сәйкес келесідей рекурентті қатынасты жазамыз

$$\Phi_{jk}^{(k)i_k}(X_{jk}^{(k)i_k}) = \min \left\{ F_{jk}^{(k)i_k}(X_{jk}^{(k)i_k}, U_{jk}^{(k)i_k}) + \right. \\ \left. + \Phi_{jk}^{(k)i_k} \left[ T(X_{jk}^{(k)i_k}, U_{jk}^{(k)i_k}) \right] \right\} \quad (2.56)$$

(2.56) теңдеуі оптималдылық шартынан басқа фазалық және басқарушы айнымалылар бойынша оптимизациялаудан тек фазалық айнымалылар бойынша оптимизациялауға деңгейлерінде мұндай өту болмайды және сондықтан алдын ала белгіленген қалып – күй параметрінің масштабын кеңейту сұрағы шығады.

Осылайша, (2.30) сәйкес немесе басқа математикалық әдістер көмегімен жеке деңгейлерде оптимизациялауды жүргізе отырып және деңгейлер арасындағы алынған шешімдерді байланыстара отырып, жүйе бойынша толық оптималды шешімді анықтаймыз.

### **2.3.4 Компрессорлық станцияның жұмыс режимдерінде оптимизациялау есебінің қойылуы (құрылуы)**

Компрессорлық станциялардың математикалық модельдерінің құрылуы негізінде технологиялық процестердің және реалды объектілердің қасиеттерінің және байланыстарының сипаттамасы беріледі. Компрессорлық станция режимдерімен оптималды басқару есептерін тек келесі жағдайда шешу мүмкін болады. Егер математикалық модель толығымен дәл объектінің күйін сипаттайтын болса және толық мөлшерде реттеу мүмкіндіктерін ескеретін болса ғана болады.

Компрессорлық станция жұмысының технологиялық режимінің реттелу есебінің басты мәселесі – агрегат арасындағы кедергілердің оптималды тарауы (бөлінуі) кезінде берілген деңгейдегі айдау жағында қысымды сақтау. Демек, тиімді бөлу деп сору мен айдау жағынан сәйкес шектеулердің орындалуы

кезінде берілген газ көлемін компрессорлауға кететін энергия шығыны минимум болатын агрегаттарды жүктеуді айтамыз.

Компрессорлық станция реттеу объектісі ретінде агрегаттардың күрделі комплексінен тұрады, оларды жұмыс режимдерін магистральды газ құбырының трассасы бойымен газ іріктелуінің ауытқуы кезінде өзгерту қажет.

Бұл мақсаттарды орындау үшін КС-ң технологиялық сұлбаларында машиналар саны, машиналардың түрлі жұмыс істеу нұсқаларында (топтар саны және топтағы агрегаттар саны) түрлі диаметрлі дөңгелектерді орнату; кран жағдайы («ашық - жабық») сияқты қалып – күйдің тек дискретті көпмүшесін қабылдайтын басқару параметрлері қарастырылған. Үздіксіз реттелуші параметрлерге, біріншіден, айдаушы ротордың айналу санының өзгеру жиілігі (реттелетін жетектегі) жатады, жағдайлар қатарында агрегаттар тобының шығысынан кірісіне газ өткізілуі және айдау мен сору кезіндегі дроссельденуі мүмкін болады. Бірақ айналу жиілігінің өзгеруімен өндіргіштікті реттеу ең тиімді әдіс болып табылады. Бұл кезде техникалық шарттармен белгіленген диапазондағы бірқалыпты өзгеруімен өндіргіштікті реттеу ең тиімді әдіс болып табылады. Бұл кезде техникалық шарттармен белгіленген диапазондағы бірқалыпты өзгеріс қажет. КС-дағы негізгі технологиялық шектеуі ретінде айдаушы кірісіндегі көлемді шығынның мүмкін болатын мәндерінің ең кіші диапазоны болады: төменгі шегі помпаждау зонасымен анықталады және әрбір айдаушы типі үшін газодинамикалық қасиеттері бойынша орналасады, жоғары шегі – зауыттың техникалық шарттары бойынша айдаушы кірісіндегі газдың қысымы мен температурасының функциясы түрінде анықталады.

ГӨА жұмысының номиналды режимі сыртқы ауаның белгілі температурасына (+15<sup>0</sup>С) және қысымына (760 мм рт.ст) сәйкес келетіні белгілі.

Компрессорлық станцияның математикалық моделінің құрылуы кезінде сыртқы ауаның температурасы мен қысымының өзгеруінен тәуелділікте қуаттың өзгертілмелі коэффициенттері анықталуы тиіс. Сыртқы ауаның 1,033 кгс/см<sup>2</sup> қысымы үшін өзгертілмелі коэффициенттері сыртқы ауаның температурасынан сыртқы функция түрінде берілуі мүмкін. Бірақ бұл кезде қондырғының мүмкін болатын максималды кедергісі үстіңгі жақтан шектеледі.

Компрессорлық станциядағы газдың қысылу режимдерінің толық сипаттамалары бар болса, компрессорлық станцияның жұмыс режимдерінің оптимизациялану есебін құруға болады:

берілген шектеулі шарттар кезінде берілген газ көлемінің Q сығымдалуы үшін кірістегі қысым  $p_h^*$  және шығысындағы  $p_k^*$ , кірістегі газ температурасы  $T^*$  - бастырмалатқыштың жұмысы дөңгелектерінің диаметрлері саты бойынша (реттелетін жетектің) айналымдар санының реттелетін жағдайы шамалар қалпының компрессорлық станция бойынша энергетикалық шығындары минимум болатындай қатынасты анықтау керек

$$F = \min \sum_{ij} N_{ij} \quad (2.57)$$

мұнда  $j$ -топ нөмірі және технологиялық шектеулер орындалуы тиіс

$$P_{k \max} \leq \hat{P}_k, \quad n_{\min} \leq n \leq n_{\max},$$

$$N_{ni} \leq N_{\max}, \quad T_{\text{шығ}} \leq \hat{T}, \quad \Delta q \leq \Delta q_{\max}. \quad (2.58)$$

Компрессорлық станцияның басқару есебі, жалпы түрде вариациялық түрінде қойылады, келесі байланыс теңдеуін қанағаттандыратын басқару векторын  $u$  анықтаймыз

$$f = f(\bar{P}, \bar{Q}, T, u) \quad (2.59)$$

шектеулері

$$\bar{P}_{\min} \leq \bar{P} \leq \bar{P}_{\max}, \quad \bar{Q} = Q^*$$

$$T \leq T_{\max}, \quad u \leq \bar{u} \leq \bar{u}. \quad (2.60)$$

және минимум функционалды жазамыз

$$F(\bar{P}, \bar{Q}, u) \quad (2.61)$$

Сызықты емес қасиеттері және дискретті басқарушы әсері бар мұндай есепті тізбекті іріктеу әдісі көмегімен шешуге болады.

### 2.3.5 Компрессорлық станция қасиеттерінің аналитикалық берілуі

Қазіргі компрессорлық станциялар – қуатты агрегаттардың күрделі қосылысы – магистральды газ құбыры жүйесіндегі негізгі энергетикалық объектісі болып табылады.

КС-ғы машиналар қосылысының сипатын, сонымен қатар агрегаттардың жеке қасиеттерін ескіріп отырып негізгі тәуелділіктерді келесі түрде жазамыз:

1) КС бойынша жалпы қысу дәрежесі топтағы тізбектей жұмыс істеуші агрегаттардың қысу дәрежелерінің туындыларынан анықталады

$$\varepsilon = \prod_{i=1}^n \left[ \frac{k_1 \Delta d_i^2 \theta_i^2}{z_i T_i} (Y_i(q) - 1) \right] + 1 \quad (2.62)$$

мұндағы  $Y_i(q) = \sum_{l=1}^k a_i^{(l)} q_i^{(l)}$ ,  $i, 1$  – полином дәрежесі мен индексі;  $a_i^{(l)}$  –

полином коэффициенті;  $\theta_i = \frac{n_i}{n_0}$  –  $i$ -ші бастырмалатқыш айналымдарының

номинал мәндеріне қатынасы;  $q$  – 100 (масштабты коэффициентке) бөлінетін көлемді шығын ( $\text{м}^3/\text{мин}$ );  $d_i$  – дөңгелектер диаметрлерінің қатынасы;  $T_i$  –  $i$ -ші бастырмалатқыш кірісіндегі газ температурасы;  $\Delta$  – ауа бойынша салыстырмалы меншікті салмақ;  $k_i$  – константа (тұрақты).

2) Газдың сығымдалуына кететін энергия әрбір агрегат бойынша олардың топтағы саны  $n$  және  $m$  есебімен энергия шығындарына қосылады. Сонымен қатап агрегат бойынша толық қуатқа редуктор мен мойынтіректегі механикалық шығындар  $N_{\text{mex}}$  және пайдалы қуат кіреді

$$N_n = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\eta_i} [N_{\text{mex}} + k_i \cdot \Theta^3 \cdot P_{\text{HI}} \cdot d_i^5 \cdot N_i(q)] \quad (2.63)$$

мұнда

$$k_i = \frac{10^4 \cdot \Delta}{29,28 \cdot z_i T_{\text{HI}}}$$

$$N_i(q) = B_i^{(0)} + \sum_{l=1}^m B_i^{(l)} \cdot q_i^l, \quad \eta_i = \sum_{l=0}^v \sum_{j=0}^v C_i^{(l)} \left[ \frac{N_i}{N_0} \right]^l \theta_i^j;$$

$m_i$  – параллель қосылған агрегаттар саны;  $N_{\text{mex}}$  – номинал режимдегі энергияның механикалық шығындары;  $\eta_i$  – жүктеу коэффициенттерінің ( $k_3 = N_i/N_0$ ) және салыстырмалы айналымдардың функциясы ретінде жетектің ПЭК-і;  $B_i^{(l)}$ ,  $C_i^{(l)}$  – полиномдар коэффициенттері;

3) Пайдалы әсердің политропиялық коэффициентін, бастырмалатқыштың шығысындағы газ температурасын және қысу коэффициентін келесі әдіспен анықтауға болады

$$\eta_{\text{пол}}^i = e_i^{(0)} + \sum_{l=1}^{\mu} e_i^{(l)} q_i^l \quad (2.64)$$

$$T_{ki} = T_{\text{HI}} \left( \frac{Y_i(q)}{\sigma} + 1 \right) \quad (2.65)$$

$$Z_i = (\beta_1 \Delta + \beta_2) (p_{\text{HI}} - \beta_4) \Big|_{T_{\text{HI}}^*} \quad (2.66)$$

$$q_i = \frac{k_3 Q_{z_i} T_{HI}}{P_{HI}} \quad (2.67)$$

мұнда  $\sigma = \frac{k}{k-1} \cdot \eta_{пол}^i$ ;  $k$  – политроп коэффициенті;  $q$ -қалыпты жағдайдағы шығын;

$e_i^{(i)}$  - өрнек коэффициент;

$T_{HI}^*$  - белгісі кейбір белгіленген диапазондардағы коэффициенттердің квазитұрақтылығын білдіреді.

Модельденетін газ құбырының КС-ы ЦТБ-тың түрлі типтерімен жабдықталғандықтан, қысу дәрежесінің  $\varepsilon$ , политропиялық коэффициенттің  $\eta$ , келтірілген қуаттың  $N_i/\varepsilon_H$  өндіргіштіктен тәуелділігі сияқты жобалық газодинамикалық қасиеттердің аппроксимациясын жүргізуді қажет етеді.

Есепті шешу кезінде КС қасиеттерінің келтірілген аналитикалық тәуелділіктерінен басқа температура, қуат, қысым, аялымды реттеу диапазондары бойынша шенеуліктерді ескеру қажет.

## 2.4 Газды тасымалдаудағы тиімділеу есебін логика – комбинаторлық әдіспен шешу

Компрессорлық станцияның пайдаланылатын режимдерінің машиналық оптимизациясы үшін бірқатар әдістер белгілі. Бұл әдістер динамикалық бағдарламалау немесе кейбір аспектілерінің базасында негізделеді.

Берілген жұмыста компрессорлық станцияның оптималды жұмыс режимдерін анықтауға логика – комбинаторлық әдіс ұсынылған. Бұл әдіс жадының үлкен көлемін қажет етпейді, есептеуде қарапайым етілетін дәлдікті қамтамасыз етеді.

Логика – комбинаторлық әдіс келесідей екі жағдайлар есебімен құрылады:

а)  $n$  агрегаттардың бірдей шекті шарттары негізінде әрқашанда нашар пайдаланылатын энергетикалық шығын да  $n-1$  агрегатына қарағанда. Егер басқарылатын әсерге қойылатын шектеулерді ескрмесек, берілген шарты бұзылуы мүмкін. Шектеулерді ескерген жағдайда ол әрқашанда орындалады;

б) барлық жағдайларда машинаның газ қозғалысының қадамы бойынша алғашқыларды қосу мақсатқа сай.

Машинаны жүктеуді бағалау кезінде көлемді өндіргіштіктен және айналымдармен пайдалану қажет. Бұл параметрлер екінші тұжырымның заңдылығын толығымен дәлелдейді. Бірақ реалды шарттарда  $s$  агрегаттарындағы барлық термодинамикалық режимдер жұмыс жасағанда әрбір жеке сатылар арасында жүктеменің бірқалыпты бөлінуін орнату мақсатына сай болады, себебі бастырмалатқыштардың біріншілерін жүктеу максимациясы есебінен алынған үнемдеу 2% аспайды, ал құрамдары реттеудің техникалық іске асырылуы кезінде бірқалыпты жүктеу жеңіл болады.

Жоғарыда жазылған тұжырымдардың заңдылығын ескере отырып стандартты емес, бірақ бірқатар артықшылықтары бар КС режимдерінің оптимизациялау әдісін құруға болады, ол логика – комбинаторлық әдіс деп аталады. Алгоритм түрінде өрнектелген логика – комбинаторлық әдісті келесідей жазуға болады:

1. Параллельді машина топтарының саны келесі формуламен анықталады

$$m_0 = \frac{q_{vnn}}{q_{v \max np}} \quad (2.68)$$

Егер қатынас бөлшектің бөлігінен тұрса, онда топтар саны  $m_0+1$  тең деп алынады, ал агрегаттардың өндіріштігі келесі формуламен түзетіледі

$$q_{vnn} = \frac{Q_{np}}{m_0 + 1} \quad (2.69)$$

Шартты тексеру

$$q_{vnn} > q_{np \min} \quad (2.70)$$

егер бұл шарт орындалса, келесі пунктке өтеміз. Теңсіздік орындалмаған жағдайда 5 пунктке өтеміз.

2. Шартты тексереміз

$$p_{kj}(\theta) \geq p_{ka} \quad (2.71)$$

Мұнда:

$p_{kj}(\theta)$  – ең аз келтірілген айналымдар  $(\Theta)$  негізіндегі  $j$ -ші сатының қысымы;

$p_{ka}$  – КС-ның шығысындағы берілген қысым.

Егер шарт орындалса, 5 пунктке өтеміз, егер орындалмаса  $\inf(\Theta)$  қалып – күй векторының  $r\{p_{kj}, T_{kj}\}$  компонентін және  $\Phi_j$  функционал мәнін анықтау керек.

3. Теңсіздікті анализдейміз:

$$p_{kj}(\theta) \geq p_{k\theta} \quad (2.72)$$

мұнда  $p_{kj}(\theta)$  – максималды берілген айналымдар  $\theta$  кезіндегі қысым;  $p_{k\theta}$  – нүктесіндегі берілген қысым; егер шарт орындалса 6 пунктке өтеміз, егер орындалмаса -  $r\{p_{kj}, T_{kj}\}$  векторының компонентін және  $\Phi_j$  функционалының мәні  $\sup \theta$  кезінде анықтаймыз.

4. Сатылар санын бірге көбейтіп және  $j+1=J$  шартын тексереміз. Егер шарт орындалмаса, 1 пунктке өтеміз, егер орындалса, онда машиналардың орнатылған саны берілген шекті шарттарды (бұл жағдайда А және Ә нүктелеріндегі шекті қысым сәйкес келеді) орындай алмайды.

5. Кіріс кранындағы қысым ауытқуын келесі формуламен анықтаймыз

$$p_{k,j-1}(\theta) - p_{k,j-1}(\theta) = \Delta p_j \quad (2.73)$$

$$p_{k,j-1}(\theta) = \frac{P_{ka}^*}{\varepsilon_j} \quad (2.74)$$

келесідей теңсіздікке сәйкес функционалды бағалаймыз:

$$\sum \Phi_l^m - \sum_{27} \Phi_l^{m-1} \geq 0 \quad (2.75)$$

мұнда 1 индексі вариант (нұсқа) нөмірін көрсетеді. Функцияналдар мәндерін салыстыру кезінде оптималды басқарушы әсерлер таңдалады. Содан соң келесі шарт тексеріледі

$$m+1=J_2 \quad (2.76)$$

ол бастырмалатқыш дөңгелектері диаметрлерінің сәйкес іріктелуін сипаттайды. Егер сәйкестік коды  $J_2$  соңғы комбинацияға тең болмаса 2 пунктке өтеміз, егер тең болса нәтижелер беретін 1 пунктке өтеміз.

6.  $\inf \Theta$  кезіндегі қысу дәрежесін  $\varepsilon_{j+1}(\theta)$  анықтаймыз және баға береміз

$$p_j(\Theta) \geq p_{кв}^*(\theta) \quad (2.77)$$

егер теңсіздік орындалса, келесі пунктке өтеміз, егер орындалмаса басқарушы әсер берілген қадаммен өзгереді және 6 пункттің орындалуы жаңартылады. Есеп теңсіздіктің шарты орындалғанға дейін жүргізіледі.

7. Егер шығыс қысым келесідей болса

$$p_{кв}^* \leq p_{j+1}^*(\theta) \quad (2.78)$$

$p_{j+1}$ , сосын  $v = p_{j+1} / p_{кв}^*$  анықтау керек. N көлемін қолдана отырып,  $p_j = v p_{kj}(\theta)$  және солай  $T_{kj}$  қажет және  $T_{kj}$ ,  $p_{kj}$  келесі өрнекке сәйкес түзету керек:

$$p_{kj}(\theta) = p_{kj}(\theta) - p_j \quad (2.79)$$



$$T_{kj}(\theta) = T_{kj}(\theta) - T_j \quad (2.80)$$

8. Қадамның кері орындалуын тексереміз, осы кезде  $j-1=0$  шартын тексереміз. Егер қадамдар саны нөлге тең болмаса 6 пунктке өту керек, егер тең болса, онда 5 пунктке өту керек.

Есептің алгоритмі тізбекті іріктеу элементтерін логикалық операцияларға негізделген. Логика – комбинаторлық әдіс тең дәрежеде газдық турбиналарға қондырылған КС үшін сол сияқты электржетектік станциялар үшін де сәйкес келеді.

Бұл әдіс КС режимдерін оптимизациялаудың келесідей вариациялық есебін шешу үшін арналған: байланыс тендеулерін қанағаттандыратын басқару векторын анықтау

$$F = F(\bar{p}, \bar{Q}, \bar{T}, \bar{u}), \quad \bar{p} \leq p \leq \bar{p}, \quad \bar{Q} = Q^*,$$

$$\bar{u} \leq u \leq \bar{u}. \quad (2.81)$$

және функционал минимумды келтіретін  $F(Q, p, T, u)$ .

$\bar{Q} = Q^*$  шартты КС оптималды режимдерін анықтау шығынның белгіленген мәндері кезінде жүргізілетінін көрсетеді. Басқару векторының компоненттері ретінде кезекті кезеңдердің және параллель таралымдар саны, дроссельдеуші крандағы қысым ауытқулары ЦТБ дөңгелектерінің диаметрі болып табылады. Байланыс тендеулері ретінде компрессорлық қондырғының қасиеттерін сипаттайтын сәйкес қатынастар қабылданған.

## 2.5 Электржетекті компрессорлық станция режимдерінің оптимизациялау бағдарламасының блок – схемасы

Логика – комбинаторлық алгоритмі негізінде электрожетекті КС режимдерін оптимизациялаудың әмбебап бағдарламасы құрылған.

Бағдарламада агрегаттың тізбектей және параллель қосылысы болуы мүмкін. Сонымен қатар оптималды режимдерден мүмкін болатын көлемнен таңдаулысы қарастырылған, яғни орнатылған қуатқа, қысымға, шығынға шектеулер қойылады. АФҚ-тан және СТМ-дан жетегі бар ЦТБ-мен жабдықталған КС-ның режимдерін есептеу бағдарламада қарастырылған.

Сонымен қатар бастырмалатқыш дөңгелектерінің оптималды сәйкес қалпын табуға болады немесе дөңгелектер диаметрлерінің белгіленген қалпында режимдерді есептеуге болады.

Оптималды режимдерді есептеу үшін екі критерий қарастырылады – энергетикалық шығындардың минимум және құндылық шығындардың минимумы. Бірінші және екіншісі қабылданған критерийден тәуелділікте оптимизацияның келесі деңгейінде қолданылуы мүмкін, мысалы, магистральды

газ құбыры бойынша оптималды режимдерді анықтау есептерін шешу кезінде қолданылады.

Сонымен қатар бағдарламада жетектің ПӘК-ін екі нұсқа түрінде есептеу қарастырылған. Бірінші жағдайда агрегаттың жүктелу коэффициентінің кездейсоқ мәні көлемінен ПӘК-ң өзгеруі ескерілмейді, екінші жағдайда осы тәуелділікті беретін күрделі емес полиномальды өрнегі қолданылады.

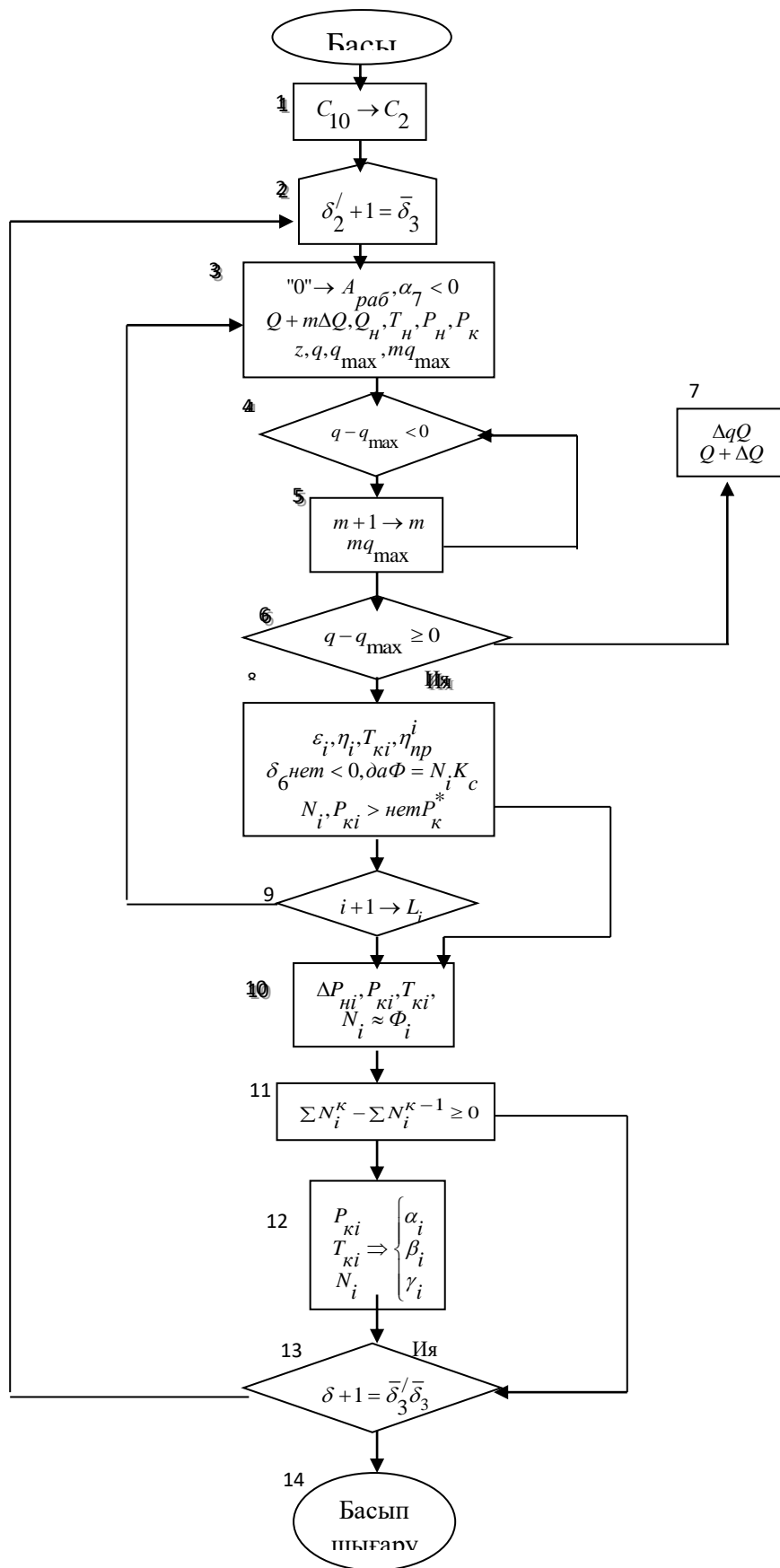
Блок - схемада келесідей блоктар бар 2.4 суретте берілген:

1 - машиналық кодта бастапқы ақпараттың берілуі;

2 - бастырмалатқыштың дөңгелектері кодының құрылуы; екілік код сатыдағы дөңгелектердің орналасуына сәйкес келеді;

3 - жұмыс ұяшықтарын нөлге келтіру,  $A_{жұм}$  – бейпасталу белгісін тексеру. Егер  $\alpha_7 > 0$  шарты орындалса, онда барлық параллельді тармақтарда бейпас арқылы өтетін шығынды ескерумен шығынды анықтау, ал егер орындалмаса, онда бастапқы берілгендерді жазып және содан соң  $Z, q, q_{max}$  көлемдерін анықтайды.

4.5 -  $q < q_{max}$  шартын тексеру. Егер ол орындалса, онда б блогына өтеміз, ал



2.4 Сурет - Электржетекті КС режимін тиімділеу бағдарламасының алгоритмі

егер орындалмаса 5 блогына өтеді, ол арқылы параллель тармақтардың максималды санын және тармақ бойындағы жүктемелерді анықтайды.

6.7 - помпаждау шартын тексеру. Егер  $q < q_{\min}$  болса, онда газды КС шығысынан кірісіне өткізеді, ал егер орындалмаса, онда 8 блогына өтеді. Блок-7 КС арқылы өтетін газ шығынын түзетуді қамтамасыз етеді.

8 - кейбір аралық және кейбір шығыс параметрлерін, сонымен қатар  $\delta_6$  белгісіне сәйкес ескерілетін критерий мәнін анықтау.

$r_{ki} > r_k^*$  шарты тексеріледі (ағынды шығыс қысым шектеулі белгіленген қысыммен салыстырылады). Егер шарт орындалса, онда 10 блогына өтеді, егер орындалмаса 9 блогына өтеді.

9 - екі сатылы қысу үшін жаңа саты қосылса блок – 3 өтеді.

10 - шығыс кранындағы кері есеппен қысымның ауытқу көлемін анықтау. Аралық қысымдардың, температурасының, сонымен қатар мақсаттық функция мәндерінің түзетілуі.

11 - k-1 салыстырғандағы k-ші нұсқаны бағалау. Егер k-ші нұсқа k-1 нұсқасына қарағанда кіші сомамен қамтамасыз етілсе, онда k-ші нұсқа басқару және қалып – күй параметрлерін есте сақтайды (блок 12), ал егер қамтамасыз етпесе, онда нұсқаны алып тастайды.

13 - нұсқалардың іріктелуінің аяқталуын тексеру;

14 - оптималды режимдердің есептелу нәтижелерін баспаға шығару;

Осылайша, машиналық бағдарлама негізінде КС бойынша жеткілікті толық ақпарат анықталады. Агрегаттардың жүктелу коэффициенттерінің кездейсоқ мәндері алдыда уақыттың факторын ескеретін олардың интегралды мәндеріне түрлендірілуі мүмкін және орнатылған қуаттардың іске асырылу эффективтілігін бағалау үшін қолданылуы мүмкін.

## 2.6 Имитациялы моделдеу

Модель – бұл нақты жүйені жеңілдетіп көрсету. Математикалық модель – бұл нақты объектіні сипаттайтын логикалық қатынастар жүйесі. Бірақ бұл физикалық жүйелердің дәл көшірмесі емес. Берілген жобада MATLAB бағдарламасын қолданумен газды тиімді таратудың моделі жасалған.

Қазіргі MATLAB – бұл инженерлі және ғылыми зерттеулердің жоғарғы тиімділікті тілі. Олар математикалық есептеулерді, ғылыми графиканы визуалдауды және оңай сипатталатын операциялық аймақты қолданумен бағдарламалауды ұстап тұру. MATLAB жүйесін қолданудың ең кең тараған аумақтары:

- математика және есептеу;
- алгоритмдерді жасау;
- имитациялық модельдеу, маркетингтеу есептеу сынағы;
- зерттеу және нәтижелері визуалдау деректерінің анализі;
- ғылыми және инженерлі графика;
- тұтынушының графикалық интерфейсін қоса, қосымшаларды жасау;

MATLAB – негізгі объектісі ретінде әркелкілікті ашық көрсету талап етілмейтін массив болатын интерактивті жүйе. Бұл C++ немесе Fortran скаляр тілдерінде бағдарламалау үшін векторлы – матрицалы формулировкалармен байланысты көптеген есептеу тапсырмаларын шешуге мүмкіндік береді. MATLAB жүйесі – бір уақытта операциялық орта және бағдарламалау тілі. Жүйенің ең күшті жақтарының бірі MATLAB тілінде көп ретті қолдану үшін бағдарламалардың жазылуы мүмкіндігінде. Тұтынушы M-файлдар түрінде толтырылатын арнайы функцияларды және бағдарламаларды өзі жаза алады. Жасалған бағдарламалардың санының ұлғаю шегі бойынша оларды топтау мәселелері туындайды және сонда ұқсас функцияларды арнайы бумаларға жинауға болады. Бұл қолданбалы бағдарламалар пакетінің (ҚБП) концепциясына әкеліп соғады, олар белгілі бір тапсырманы немесе мәселені шешу үшін M-файлдар жиынын көрсетеді.

Сондықтан MATLAB өнімдерінің тобына кіретін MATLAB Application Toolboxes қолданбалы бағдарламалардың пакеттері ең жаңа әлемдік жетістіктер деңгейінде болуға мүмкіндік береді.

## **2.7 КС-ны автоматизациялау сұлбасының сипаттамасы**

Автоматизациялау сұлбасы жобаның графикалық бөлімінде келтірілмеген.

1. Сығылатын газдың температурасын реттеу. Датчиктен келетін температураның реттелу сұлбасының сипаттамасын келтірейік. Метран кедергісінің термотүрлендіргішінен алынған сигнал ТП-9211 (17,18 позициялар) осы жабдықтың шығысынан унифицирленген сигнал контроллердің аналогты кірісіне беріледі, мұнда өңделіп мүмкін болатын мәндерімен салыстырылады және оператордың тақтасына шығарылады. Қалған температуралық параметрлердің реттелуі мен өлшенуі ұқсас түрде жүргізіледі.

2. ГӨА кірісі мен шығысындағы қысымды өлшеу артық қысым Метран-3051 (бағ. 22,23) датчигі көмегімен іске асырылады, унифицирленген сигнал 4-20 мА жабдықтың шығысынан контроллердің аналогты кірісіне беріледі, мұнда ол өңделіп оператордың тақтасына шығарылады. ГӨА-тын майлау үшін майдың қысымын өлшеу мен бақылау ұқсас түрде жүргізіледі.

3. Сығылатын газдың шығынын реттеу Micro Motion шығын өлшеуішін қолданумен іске асырылады, сигнал датчиктен контроллерге және оператор тақтасына беріледі.

4. Электрқозғалтқыш орамының температурасын өлшеу үшін Метран кедергісінің термотүрлендіргіші – ТМ-9207-01 қолданылады, сигнал контроллер кірісіне беріліп, онда ақпарат мүмкін болатын мәндермен тексеріледі.

5. Электрқозғалтқыш мойынтірегінің, редукторының және ЦТБ-тың температураларын өлшеу үшін Метран кедергісінің термотүрлендіргіші – ТП-8043 қолданылады, сигнал контроллер кірісіне беріліп, онда мүмкін болатын мәндермен салыстырылады.

6. Дірілді өлшеу. ВК-310 діріл датчигі көмегімен жүргізіледі, унифицирленген сигнал 4-20 мА контроллер кірісіне беріледі.

7. Бастырмалатқыш роторының орын ауыстыруын өлшеу SIEMENS3RG60 орын ауыстыру датчигі көмегімен жүргізіледі, сигнал контроллердің аналогты кірісіне беріліп, мүмкін болатын мәндермен салыстырылады.

8. Бастырмалатқыштың айналымдар санын өлшеу мен бақылау SIEMENS CRS-422 құралы көмегімен жүргізіледі. Өңделген сұлбада НЦУ және қолмен басқару қарастырылады.

Сонымен қатар өңделген автоматизациялау сұлбасында келесі көрсеткіштер басқарылады:

- ГӨА-ң қосылуы/сөндірілуі контроллер кірісінің сандық блогы көмегімен жүргізіледі;

- Электрқозғалтқышты салқындату үшін ауаның берілуі орындаушы механизм көмегімен болады, оған басқарушы сигнал контроллер блогының сандық кірісінен келеді.

ГӨА-ын қосу алдында және жұмыс уақытында температураның, дірілдің, бастырмалатқыш роторының орын ауыстыру көрсеткіштері контроллерде болатын мәндермен салыстырылады, егер алынатын параметрлер мүмкін болатын мәндерден үлкен болса, онда ГӨА тоқтатылады және оператор пультіне апаттық хабар беріледі.

Контроллерде оптимизацияланған математикалық модельдер бағдарламаланады, олардың негізінде берілген ақпарат пен жалпы басқару есебінің қосындысынан басқару сигналы пайда болады. Барлық қажет ақпарат оператордың пультіне визуализациялық жүйемен шығарылады.

## **2.8 Автоматизацияның техникалық құралдарын таңдау**

ТП АБЖ құру үшін жаңа есептеуіш комплекстерге қойылатын қажетті талаптар келесідей:

- қажетті сенімділікті қамтамасыз ету;
- бақылау мен басқарудың ең жаңа модульдерін қосу модульдігі мен мүмкіншілігі;

- келетін ақпаратты қабылдаудың және басқарушы сигналдардың таңдалуының қажетті дәлдігін қамтамасыз ету;

- тез қайта бағдарламалау мүмкіншілігі;
- түрлі кіріс ақпаратын өңдеу және түрлі басқару сигналдарын таңдау мүмкіншілігі;

- қызмет етуші персонал үшін лайықты тікелей ақпаратты енгізу жүйесінің бар болуы;

- локальды байланыс жүйесінің өзара жобалық қойылымының мүмкіншілігі.

Осы талаптарға сәйкес келетін Siemens фирмасының жабдығы техникалық құралдардың берілген комплексті құрамды бөлік, ал басқасын күрделі жүйе

ретінде интегралдауға мүмкіндік береді (мысалы, бірнеше цехтерді басқарудың бірыңғай жүйесі ретінде қосады).

Қарастырылатын жүйені өңдеуге «кірпіштік қойылым» түрінде келуге болады, мұнда «цемент» ретінде қолданылатын технологиялар қызмет етеді. Ал жүйе келесідей «кірпіштерден» құралады:

1. «Төменгі» деңгейде (енгізу/шығару) Siemens (Германия) фирмасының SIMATIC S7-300 контроллері қолданылған.

Негізгі қасиеттері: SIMATIC S7-300 контроллері модульдік конструкциядан тұрады және өзінің құрамына келесіні қосады:

Орталық процессорлардың модульдері (CPU). Шығарылатын есептің күрделілік дәрежесіне қарай контроллердің құрамында түрлі типті орталық процессорлар қолданылуы мүмкін. олар бір – бірінен өндіргіштігімен, жады көлемімен, енгізілген кірістер-шығыстар мен арнайы функциялардың бар болуы немесе жоқтығымен, коммуникациялық интерфейстердің бар немесе жоқ болуымен ерекшеленеді.

Дискретті және аналогты сигналдардың енгізу/шығару үшін сигналды модульдер (SM) қарастырылған. Жүйе қосылу үшін немесе «нүктеден нүктеге» интерфейсін құру үшін коммуникациялық процессорлар (CP) арналған.

Функционалдық модульдер (FM) сигналдардың автоматты басқарылу, позиционерлену, өңделу есептерін өздігінен шеше алады. Функционалдық модульдер интеллектуалдық модульдер болып табылады. Олар ішке енгізілетін микропроцессормен жабдықталған және орталық процессордың ПЛК істен шыққан жағдайда да оларға қойылған функцияларды орындай алады.

2. Барлық контроллерлер бағдарламалық пакет STEP 7 көмегімен бағдарламаланған.

3. Өндірістік жүйелер ретінде ProfiBus-DP (ең жақсы динамикалық дамушының бірі) жүйесі қолданылған.

4. Диспетчерлік «жоғары» деңгейде IBM - мен біріктірілген жеке компьютерлер WINDOWS жүйесінде жұмыс жасайтын Pentium орнатылған.

5. Диспетчердің (APM) автоматтандырылған жұмыс орнында қолданбалы бағдарламаны құру үшін ең қуатты және жұмсақ SCADA-пакеттерінің бірі – Wonderware фирмасының InTouch пакеті қолданылған.

6. АРМа ауыспалы инженердің (АРМа диспетчердің) тікелей өндірістік жүйеге ProfiBus-DP шығару үшін Siemens өндіріс фирмасының адаптері қолданылған.

7. Локальды есептеуіш жүйе ретінде Ethernet жүйесі таңдалған.

8. Ethernet бойымен жүйенің цехтік түйіндері арасындағы берілгендермен ауысу қарым – қатынасы PCLink бағдарламалық пакеті көмегімен іске асырылады, ол OS-9 және WINDOWS операциялық жүйелері арасындағы DDE – интерфейсін жүзеге асырады.

## 2.8.1 Жүйенің функционалды мүмкіндіктері

Бұл жұмысының нәтижесі компрессорлық цехтің КЦ автоматтандырылған жүйесі АЖ болып табылады, ол жабдықпен эффективті (тиімді) басқару мен бақылауды қамтамасыз етер еді, қолмен жұмыс істеу шығындарын төмендетер еді, басқарудың жоғарғы деңгейімен (КС ДП) эффективті техникалық және ақпараттық қатынасты, басқарудың жоғарғы жүйелерін дәл және оперативтік ақпаратпен қамтамасыз етер еді.

Оның мүмкіншіліктері технологиялық процестердің кәдімгі мониторингінде барлық жабдықпен (крандар, задвижки және т.б.) басқаруды да жүзеге асыруға мүмкіндік береді, оның конструкциясында бұл қарастырылған. Жүйеде цехтік автоматты іске қосылу мен тоқтатылу алгоритмдері де жасалған.

Функцияларды терудің негізі аналогиялық жүйелері үшін қажетті мүмкіндіктер болады:

- адам – машиналық интерфейстің барлық есептерін шешу;
- архивтерді енгізу мен анализдеу;
- авариялық трендтерді енгізу мен анализдеу;
- жоғары деңгеймен (станция деңгейімен) ақпарат алмасу;
- пайдаланатын персоналға барлық қажетті есеп беруші құжаттарды дайындау;
- жүйедегі барлық авариялық және алдын алушы сигналдармен байланысты есептерді шешу;
- барлық қажетті есептеме есептерін шешу.

Жоғарыда айтылғандай, КЦ АЖ функциясының (бағыты) саласы үшін стандарттардың кеңеюі басқарудың түрлі алгоритмдерін іске асыру, оперативті режимдегі есептеме есептерінің орындалуы, цехтік контроллердің және АРМа ауыспалы инженердің функцияларының жеке резервтелу есебімен жүзеге асырылған.

## 2.8.2 Жүйенің құрылу деңгейлері

Жұмыстың логикасы бойынша жүйе екі деңгейге бөлінген – цехтік деңгей және технологиялық жабдық деңгейі, сонымен қатар екінші деңгей контроллерінің бірі агрегаттық автоматикаға тікелей шығысы бар.

### 1. Цехтық деңгей

Бұл деңгейде бақылау мен басқару функциялары оперативтік ақпараттың ЦПК және АРМ СИ цехтік концентратормен қамтамасыз етіледі. Олардың ақпараттық қарым – қатынасы көмегімен (протокол TCP/IP) Ethernet жүйесі жүзеге асырылады, оған сонымен қатар КС-ның диспетчерлік пункті (КС ДП) қосылуы мүмкін. Сонымен қатар бұл деңгейде диспетчерлік ғимаратта орналасатын басқарушы органдары бар цехтің кездейсоқ авариялық тоқтатуының арнайы блок пульті болады.



Жоғарыда айтылғандай, ЦПК – бұл модульді типті контроллер. Ол SIEMENS фирмасының 315-2DP процессорында негізделеді және оның құрамында ProfiBus- dp және Ethernet жүйелеріне шығу үшін және RS232 каналына шығу үшін барлық қажетті модульдер бар, жалпы цехтік технологиялық жабдықтың датчиктерімен және қызмет етуші механизмдерімен тікелей байланыстыру үшін аналогты енгізу мен дискретті енгізу/шығару модульдері бар. ЦПК конструктивті түрде агрегаттық автоматикамен байланыстыру үшін жауап беретін арнайы коммуникациялық контроллермен бірге орналастырылады.

АРМ СИ (АРМ) ауыспалы инженердің бұл IBM-PC – біріктірілген жеке компьютер Pentium-300 немесе жоғары, 128 Мбайт ОЗУ, қатты диск 10 Гбайт, монитор 17 дюйм, өндірісте жасалған жүйелік блок пен клавиатура. АРМ СИ пульттік секциясында БЭО пульті орнатылады.

## 2. Технологиялық жабдықпен басқару деңгейі

Бұл деңгей технологиялық жабдықпен, агрегаттық автоматикамен байланысты қамтамасыз ететін және ProfiBus жүйесіне кіретін локальды контроллерлерді өзіне қосады: АВО және УПТПИГ коммуникациялық контроллер қосу түйінінің контроллері. Сонымен қатар бұл деңгейге контроллерлер мен цехтік деңгей арасындағы толық ақпараттық ауысуды қамтамасыз ететін ProfiBus өндірістік жүйесін қосуға болады.

Басқарудың жоғарғы және төменгі деңгейінің қарым – қатынасы бойынша негізгі функциялар ЦПК-ға қойылған, ол ProfiBus-қа негізгі «мастер» функцияларды немесе АРМ СИ (резервті «мастер») орындайды. Бүкіл байланыс жүйесі нақты уақытта локальды контроллердің аппараттық – бағдарламалық құралдарымен, цехтік басқару деңгейлері арасындағы түйінді байланыстыратын және КС ДП деңгейімен нақты уақытта байланыстыратын коммуникациялық каналымен ProfiBus және цехтік концентратормен ЦПК қамтамасыз етеді.

Төменгі деңгейдің барлық контроллерлері қоректендіру блогы, кросстық құралдары, контакторы бар бағандарда орналастырылады. Коммуникациялық контроллер ModBus өндірістік жүйесі бойымен агрегаттарды байланыстыру үшін арналған, ал осы жүйенің «шебері» болып табылады. Ол 315-2DP процессорларында негізделеді және RS485 мен RS232 каналдарына шығыстары бар.

Бұл контроллердің ерекшелігі ретінде жылу берілмейтін, өзіндік вентиляциясы бар, қоршаған орта температурасы 0 ден +60<sup>0</sup>С немесе кеңейтілген температуралар диапазонымен -25 тен +60<sup>0</sup>С және сәйкес климаттық жағдайы бар жабық ғимаратта орналастырылады.

УПТПИГ пен АВО контроллері қосу түйінінің контроллері сияқты қызметте болады, бірақ температуралық диапазоны басқа (олар стандартты жабдықтың коммерциялық орындалу диапазонында 0 ден +60<sup>0</sup>С жұмыс істейді).

## 3. Жүйенің бағдарламалық қамсыздандырылуы

Жүйенің бағдарламалық қамсыздандырылуы (БҚ) жүйенің БҚ түйіндерінен және жүйелік БҚ тұрады. БҚ функциясының бөлінуін жүйенің құрылу деңгейлері бойынша қарастыратын болсақ, онда келесіні көреміз:

технологиялық жабдықтарды басқару деңгейінде:

- оперативті ақпаратты газ тарату жүйесінің АБЖ-ға/дан қабылдау/тарату;
- оперативті ақпаратты алғашқы өңдеу және жергілікті диспетчерлік

пунктке/пункттен (ЖДП) қабылдау/тарату;

- ProfiBus және ModBus желілерімен оперативті ақпаратты таратуды қамтамасыз ету;

цех деңгейінде (концентратор):

- жүйенің барлық автоматтандырылатын компоненттерінен оперативті ақпаратты жинау;

- оперативті ақпаратты өңдеу;

- апатты тренд файлдарын құру және сақтау;

- АРМ СИ тапсырылатын жүйенің параметрлерін орталау;

- ортақ газ жабдықтарына/жабдықтарынан оперативті ақпаратты қабылдау тарату;

- АРМ СИ функцияларын бөлшектеп резервтеу;

- ProfiBus-DP және Industrial Ethernet желілерімен оперативті ақпаратты таратуды қамтамасыз ету;

- цех деңгейінде (АРМ ауысатын инженердің):

- жүйенің барлық автоматтандырылатын компоненттерінен оперативті ақпаратты жинау;

- оперативті ақпаратты өңдеу;

- архивтерді құру және сақтау;

- цехты концентраторды бөлшектеп резервтеу;

- ProfiBus-DP және Industrial Ethernet желілерімен оперативті ақпаратты таратуды қамтамасыз ету;

- «Адам және машина» графикалық интерфейсін құру және қолдау;

- оперативті тәртіпте автоматты үрдістермен байланысты есептердің есептеулерін шешу.

«Төменгі» деңгейдегі контроллерлерді БҚ OS-9 нақты уақытының операциялық жүйесінен, ISaGRAF аспаптық бағдарлама пакетінің ядросынан, ISaGRAF қолданбалы бағдарламасынан, ProfiBus-DP желісі арқылы басқару объектісімен және автоматтандыру жүйесінің жоғарғы деңгейі арасындағы ақпарат алмасуды жүзеге асыратын, сондай-ақ, оның алғашқы өңдеуінен түзіледі.

Коммуникациялық контроллердің БҚ ISaGRAF қолданбалы есебінің функцияларына агрегатты контроллерлермен және автоматтандыру жүйесінің жоғарғы деңгейі арасындағы ақпарат алмасуды қамтамасыз етуден басқа тура жоғарғыдағы компоненттерге ие.

Концентратордың БҚ-да OS-9 нақты уақытының операциялық жүйесінен, ISaGRAF аспаптық бағдарлама пакетінің ядросынан, ISaGRAF қолданбалы бағдарламасынан және нақты уақытта барлық цехтық және агрегатты

параметрлерінің мәліметтерінің оперативті базасын басқару жүйесінің функциясын жүзеге асыратын қолданбалы бағдарламадан (С тілінде өңделінген) тұрады. Бұл бағдарламаның функциясына, сондай-ақ, апаттық тренд файлдарын құру мен енгізу және параметрлердің алынған мәндерін орталау кіреді. Industrial Ethernet желісінің БҚ, біріншіден, TCP/IP протоколдарын қолдауды және, екіншіден, OS-9 және Windows қолданбалы бағдарламалар арасындағы мәліметтермен алмасуды жүзеге асыратын Windows-қосымшаларға арналған интерфейс пен DDE арасындағы есептер үшін стандартты іске асырушы арнайы пакеттен тұрады.

АРМ СИ бағдарламалық қамтамасыздандыру Windows жүйесінде InTouch пакетінің SCADA қолданбалы бағдарламасы түрінде жұмыс істейді. АРМ СИ бағдарламалық қамтамасыздандыру оперативті және архивті берілгендердің визуализациясы, берілгендер мен хабарлардың (сонымен қатар дабылдардың) архивтелуі, берілгендерді өңдеу мен басқару, есептемелі құжаттаманы жүргізу, апаттық трендтер анализі, апаттық жағдайларды өңдеу, есептеу есептерін жүргізу сияқты функцияларды орындайды. Демек, АРМ СИ бағдарламалық қамтамасыздандыруы жүйенің мониторинг есептерін ғана емес, сол сияқты басқару есептерін де шешеді. Барлық берілгендер төменгі деңгейден АРМ СИ – ға екі каналмен келеді: ProfiBus-DP – арнайы драйверлердің теруімен болады және Ethernet – PCLink пакетімен болады.

Диспетчерлік пункт (ДП) арқылы берілгендерді алмастыру ModBus протоколы бойынша жүзеге асырылады. Цехтің автоматтандыру жүйесінде АРМ СИ мен концентратордың жеке өзіндік резервтелу функциясы қарастырылған. Концентратордың істен шығуы кезінде (немесе Ethernet ақпараттық каналының және АРМ СИ арасындағы) ProfiBus-DP жүйесі бойымен АРМ СИ жүйесінің барлық контроллерлерін бақылау мен басқару мүмкіндігін жоғалтпай, берілгендермен алмасуы жалғастырылады. Сонымен қатар АРМ СИ немесе Ethernet ақпараттық каналының істен шығуы кезінде концентратор өзінің функцияларын орындайды және АРМ СИ келесі берілісіне ақпарат жинайды.

### **2.8.3 Аналогты сигналдардың енгізу модульдерін таңдау**

Аналогты сигналдардың енгізу модульдері сыртқы аналогты сигналдарын контроллердің сандық сигналдарына аналогты санды түрлендіруі үшін арналған. Модульдерге унифицирленген кіріс электрлік сигналдары бар датчиктер, термопаралар, кедергі термометрлері қосылуы мүмкін.

Модульдер пластик тұрқысында жасалады. Олардың сыртқы панелінде апаттық жағдайларында индикациялау үшін арналған қызыл светодиодтары орналасқан.

Сыртқы тізбек ажыратылатын фронтальды қосылғыштарға қосылады, олар жабын қақпағымен жабылады. Қақпаның бетіне сыртқы тізбектер маркировкасы түсіріледі.

Модульдер DIN профильдік рейкасына жабыстырылып, көрші модульдермен шиналық қосылғыштар көмегімен қосылады. Кірістер адресациясы ажырама нөмірімен анықталады, оған модуль қосылады. Модульдің шешуші мүмкіндігі 9...14 бит шегінде қосу белгілік разряд. Бұл параметрден түрлендіру ауқыты да тәуелді болады. Кіріс сигналдарына картриждерді аппаратты жолмен орнату арқылы жүргізіледі. Модульдің дәл бапталуы STEP пакетінің аппараттық құралдарының конфигурациялау функцияларымен іске асырылады. Диагностикалық хабарлардың және кіріс сигналының шектелуі туралы хабарлардың берілісі үшін орталық процессордың үзіліне модульдер сұрауы құрылады. Қажет болған кезде модульден кеңейтілген диагностикалық ақпарат алынуы мүмкін.

Бұл жоба үшін 6ES7 331-7NF00-0AB0 модулі таңдалған:

Жалпы кірістер саны : 8

Кіріс сигналдарының параметрлері :

- кернеу 5В/2МОм, 1...5В/2МОм,  $\pm 10В/2МОм$ ;
- ток күші  $\pm 20$  мА/250 Ом, 0...20мА/250 Ом, 4...20 мА/250Ом;
- пайдаланылатын қуат 0,6 Вт;
- габариттері 40\*125\*120мм;
- массасы 0,27 кг.

Кіріс аналогты сигналдар 43 болғандықтан, онда модульдер 6 қажет болады.

Стандартты модульдер SM 331 қоршаған ауаның температурасы 0 ден +60<sup>0</sup>С дейін кезінде табиғи салқындатумен жұмыс істеуіне арналған. Стандартты модульдерден басқа температуралар диапазонында кеңейтілген модульдер шығарылуда, олар қоршаған ортаның температурасы -25 тен +60<sup>0</sup>С кезінде табиғи салқындатумен жұмыс істейді.

#### **2.8.4 Дискретті сигналдардың енгізу/шығару модульдерін таңдау**

Дискретті сигналдардың енгізу/шығару модульдері сыртқы кіріс дискретті сигналдарын контроллердің сандық сигналдарына, сонымен қатар крнтроллердің ішкі сандық сигналдарын қажетті параметрлермен дискретті шығыс сигналдарына түрлендіру үшін арналған. Модульдік пластикалық қорапта шығарылады. Олардың сыртқы панельдерінде жасыл светодиодтар орналасқан, олар модульдердің кіріс пен шығыс тізбектерінің жағдайын бақылау үшін арналған. Сыртқы тізбектер үшін ажыратылған фронтальды қосылғыштарға жалғанады, олар қорғаныс қақпағымен жабылады.

Бұл берілген жоба үшін 6ES7 323-1BH00-0AA0 модулі таңдалған:

Жалпы кірістер саны : 8

Модульдің қоректену кернеуі:

- номинал мәні: 24 В;
- мүмкін болатын өзгерістер диапазоны 20,4 ... 28,8В.

Кіріс кернеуі:

- номинал мәні: 24В;

- логикалық бірліктің 11 ... 30В, логикалық нөлдің -3 ... +5В.

Кабель ұзындығы:

- экрандалмағандікі: 600м; экрандалғандікі: 1000м.

Кірістердің топтық саны: 16

Шығыс саны : 8

L/L1 кедергісінің қоректену кернеуі:

- номинал мәні: 24В;

- мүмкін болатын өлшемдер диапазоны: 20,4 ... 28,8В.

Кірістердің топтық саны: 8

Пайдаланылатын ток:

- енгізу/шығару кеңейту шинасынан: 40мА;

- қоректену көзінен L/L1:20мА.

Пайдаланылатын қуат 4,5 Вт

Габариттері 40·125·120мм

Массасы 0,22 кг

Дискретті сигналдардың кірістері мен шығыстар саны 6 болса, онда берілген модуль 8 кіріс пен шығысқа біреу болады.

Стандартты модульдер SM 323 қоршаған ортаның температурасы 0 ден +60<sup>0</sup>С дейін кезінде табиғи салқындатумен жұмыс істеуіне арналған, стандартты модульдерден кеңейтілген температуралар диапазонымен басқа модульдер шығарылады, олар табиғи салқындатумен, қоршаған ауаның 25 тен +60<sup>0</sup>С дейін температурасы кезінде жұмыс істейді.

### 3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

#### 3.1 Магистральды газ құбырларының компрессорлық станцияларында автоматтандырылған басқару жүйесін енгізудің экономикалық негізделуі

Бұл жобада магистральды газ құбырының компрессорлық станциясындағы газ тасымалдаушы агрегаттың автоматтандырылған реттелу жүйесі құрастырылған. Үнемділікті анықтаушы факторлар ретінде капиталды шығындардың салыстырмалы мөлшерлері, КС газ шығындары, электр энергиясы, турбиналық май мен басқа материалдар шығындары, жабдықтың жөнделуі мен амортизациясымен байланысты, сонымен қатар КС қызметкерлерінің қолдануымен байланысты шығындар болады.

Бүгінгі күнде технологиялық процестің ең маңызды мәселесі жабдық пен дистанциондық басқару мен бақылау режимдері бар КС – ғы вахталық емес жұмыс істеуге өту болып табылады, сонымен қатар датчиктер мен автоматизациялау құралдарының жаңартылуы жұмыскерлердің жұмыс істеуінің төмендеуі есебімен маңызды экономикалық және социалды эффектiге жетуге мүмкіндік береді.

#### 3.2 Автоматты басқару жүйесін құру мен енгізуге кеткен шығындарды есептеу

Жүйені құрастырумен айналысқан инженер-жасаушы 6 ай бойы 60000 теңге жалақыға жұмыс істеді.

Оның жалақысы жұмыс істеу периодында бюджеттік емес фондтарға кеткен шығындарымен келесіні құрайды

$$60000 \cdot 6 = 360000 \text{ теңге}$$

$$(360000 - 360000) \cdot 0,11 + 360000 = 395640$$

Консультант 2 ай бойы жүйені жасауда 45000 теңге жалақымен жұмыс жасады.

Оның жалақысы жасау периодында бюджеттік емес фондтарға бөлінулермен келесіні құрайды

$$45000 \cdot 2 = 90000 \text{ теңге}$$

$$(90000 - 90000) \cdot 0,11 + 90000 = 98910$$

Сонымен жалақыға кететін шығындар

$$395640 + 98910 = 494550$$

Автоматтандырылған басқару жүйесі үшін автоматизация құралдары мен приборлары қолданылған, оларға кеткен шығындар 3.1 – кестесінде келтірілген.

3.1 Кесте - Автоматтандыру құрылғылары мен құралдарына кеткен шығындар

Аты	Саны, шт	Бір. кеткен сома, теңге	Барлығы, теңге
1	2	3	4
Кедергі термотүрлендіргіші Метран-ТП-8043	9	4560	41040
Кедергі термотүрлендіргіші Метран-ТП-9211	3	4560	13680
Кедергі термотүрлендіргіші Метран-ТМ-9206	2	2280	4560
Кедергі термотүрлендіргіші Метран-ТМ-9207-01	4	4106	16416
Артық қысым датчигі Метран-3051	7	27360	191520
Артық қысым датчигі Метран-55-ДИ-515	5	30400	152000
Шығын өлшеуіш MicroMotion	2	188480	376960
Кернеу датчигі SIEMENS	1	24320	24320
Орын ауыстыру датчигі SIEMENS 3RG60	1	15200	15200
Е-848 тоғының датчигі SIEMENS	1	24320	24320
Діріл датчигі ВК-310	4	27360	109440
Қалып-күй датчигі БСПТ-10	3	5320	15960
Жібергіш ПМЕ-112	3	1100	3300
Айналымдар датчигі SIEMENS CRS-422 (TTL)	1	19760	19760
Өнеркәсіптік компьютер	2	76000	152000
Бағдарламалық қамсыздандыру бар модульдік процестер SIMATIC S7-300	1	5529870	5529870
PROFIBUS-DP желісі	100 м	540	54000
Басқа да жабдықтар			93150
Барлығы:			6837496

Автоматтандыру құрылғылары мен құралдарын тасымалдауға кеткен шығын олардың құндылынан 5% құрайды

$$6837496 \cdot 0,05 = 341875 \text{ теңге}$$

Жабдықты монтаждауға кеткен шығынды монтаждаушы сағаттық тарифтік ставкасынан және монтаж жұмысының уақытынан бюджеттік емес фондтарға бөлінулермен есептеп табамыз

$$З = \Phi \cdot b_i \cdot N \quad (3.1)$$

мұнда  $Z$  – монтаждаушылар жалақысы, теңге;  $\Phi$  – фонд уақыты, сағ;  $b_i$  – сағаттық тарифтік ставка, теңге;  $N$  – монтаждаушылар саны, адам.

$$З = 44 \cdot 72,5 \cdot 6 = 19140 \text{ теңге}$$

Бюджеттік емес фондтарға бөлінулермен:

$$(19140 - 1914) \cdot 0,11 + 19140 = 21035 \text{ теңге}$$

Басқа шығындар жасаушылардың жалақысынан 5% құрайды

$$494550 \cdot 0,05 = 24727 \text{ теңге}$$

Магистральды газ құбырының компрессорлық станциясының газ тасымалдаушы агрегатымен реттеудің автоматтандырылған жүйесін құру мен енгізуге кеткен шығындар қосындысы келесідей

$$494550 + 6837496 + 341874 + 21035 + 24727 = 7719682 \text{ теңге}$$

### 3.3 Қосымша эксплуатациялық шығындар

Берілген жүйені енгізуді іске асыру қосымша эксплуатациялық шығындарға келесі тұжырымдар бойынша алып келеді:

Электрэнергияға кететін шығындар келесі формуламен есептеледі

$$P_{эл} = \sum W_i \cdot t \cdot k; \quad (3.2)$$

мұндағы  $W_i$  – енгізілетін қондырғының қосынды қуаты, кВт;  $t$  – бір тәуліктегі жұмыс сағатының көлемі, сағ;  $k$  – қуатты пайдалану коэффициенті.

$$P_{эл} = 1,5 \cdot 24 \cdot 0,91 = 32,76 \text{ кВт/сағ}$$

Бір жылдағы электрэнергияның жалпы шығыны

$$32,76 \cdot 365 = 11957 \text{ кВт/ сағ}$$

Бір жылдағы электрэнергияға кететін барлық шығын

$$11957 \cdot 9,6 = 114787 \text{ теңге}$$

мұндағы 9,6 – 1кВт/сағ бағасы, теңге.



Орта есепті жалақы кезіндегі қызмет етуші қызметкерлердің жалақысы бюджеттік емес фондтарға бөлінулермен 50000 теңгені құрайды

$$50000 \cdot 12 = 600000 \text{ теңге}$$

$$(600000 - 60000) \cdot 0,11 + 600000 = 659400 \text{ теңге}$$

Барлық қосымша эксплуатациялық шығындар келесіні құрайды

$$114787 + 659400 = 774187 \text{ теңге}$$

### 3.4 ТП АБЖ экономикалық эффектілігін есептеу

Магистральды газ құбырының газ тасымалдаушы агрегатымен автоматтандырылған реттеу жүйесін ендіру есебімен өндіріс көлемі 4% дейін ұлғаяды.

Газ тасымалдаушы агрегаттың өндіргіштігі ЦТБ-пен бір тәулікте 13 млн.м<sup>3</sup> құрайды. Өндірістің 4% жоғарылауы бір тәулікте 520 мың.м<sup>3</sup> газды құрайды, демек тасымалданатын газдың тәуліктік көлемі 13,5 млн.м<sup>3</sup> газды бір тәулікте құрайды.

Шартты – тұрақты шығындарға үнемдеу келесі формуламен есептеледі

$$\mathcal{E} = (S - (P / (1 + B))) \cdot Q_1 \quad (3.3)$$

мұндағы S- өнімнің өзіндік құндылығы, теңге/м<sup>3</sup>; P – шартты – тұрақты шығындардың бір бөлігі, теңге/м<sup>3</sup>; B – газ тасымалдаушы агрегаттың өндіргіштігінің ұлғаю коэффициенті; Q<sub>1</sub> – автоматтандырылған реттеу жүйесін ендіруден кейінгі өндірістің бір жылдық көлемі, м<sup>3</sup>.

S - 6 теңге/м<sup>3</sup>; P – 20%; B – 0,04; Q<sub>1</sub> – 13,5 млн.м<sup>3</sup>; N – 1 м<sup>3</sup>-та тұрақты шығындардың құрайтын көлемі;

$$N = 1224 / 520 = 2,35$$

$$\mathcal{E} = \frac{6 - \frac{2,35}{1 + 0,04} \cdot 13500000}{1} = 50490000 \text{ теңге}$$

Бір жылдық экономикалық әсер келесі формуламен анықталады

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E} - \mathcal{E}_p - E_n \cdot K_{\text{кос}}; \quad (3.4)$$

мұнда  $E_n$  – эффектіліктің нормативтік коэффициенті;  $\mathcal{E}_p$  – қосымша эксплуатациялық шығындар, теңге;  $K_{\text{кoc}}$  – берілген жасаудан туындалған қосымша капитал жинақтары, теңге.

$$\mathcal{E}_T = 5049000 - 774187 - 0,32 \cdot 7719682 = 1804515 \text{ теңге.}$$

Қосымша капиталды жинақтардың өзін өтеу уақыты келесі формуламен есептеледі

$$T = K_{\text{кoc}} / (\mathcal{E} - \mathcal{E}_p); \quad (3.5)$$

$$T = 7719682 / (5049000 - 774187) = 1,8 \text{ жыл.}$$

Осылайша, жаңа ТП АБЖ енгізу 1,8 жылда өзін – өзі өтейді. Бұл ТП АБЖ енгізудің рационалды мен эффектілігі туралы нәтижені жасауға мүмкіндік береді.

## 4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ

### 4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың анализі

Табиғи газ кен орындарынан немесе мұнаймен бірге (жанама газ) алынады және ол органикалық заттардың ауасыз шіруінен пайда болатын өнім болып табылады. Табиғи газ алынатын кен орнынан компрессорлық станциялар көмегімен, жоғары қысыммен магистральды газ құбырлары бойымен тұтынушыға тасымалданады.

Өндірістік жағдайларда оқиғалардың туындауын ескерту қажет, олар болған кезде технологияның бұзылуы нәтижесінде немесе процесті жүргізудің қажетті шарттары әсерлерінен қызмет етуші персоналдың денсаулығы үшін қауіптілік пайда болады.

КС-да ГӨА жұмыс істеуі кезінде адам денсаулығына зиянды әсер ететін негізгі қауіпті өндірістік факторлар келесідей болып табылады:

1) Ауаның зиянды заттармен ластануы, оның бірі айдалатын газ болып табылады. Газдардың басты құрамды бөлігі – метан. кен орнының орналасуынан тәуелділікте табиғи газ құрамында метан түрлі мөлшерде (85-98%) болуы мүмкін. Санитарлық нормалар бойынша жұмыс зонасының ауасындағы шекті мүмкін болатын концентрациясы (көмірқышқылына ауыстырып есептегенде) мг/м<sup>3</sup> 300. Ауада жарылу шектері 5-15%. КС-да және басқа өндірістік ғимараттарда ауа құрамындағы метанның көлемді мөлшері 0,7% - тен аспауы тиіс. Бастырмалатқыш тұрқысының бұзылуынан және газ құбыры арматурасының сынуы салдарынан ауаның ластануы борлуы мүмкін. Цехтегі ауаның шаңмен ластануы жүйеден газды шығару кезінде туындайды.

2) Электрлік ток. ГӨА жетегі 603 МВт қуатты электрқозғалтқышпен жабдықталған, ток (0 -1000А), кернеу 380В. Сонымен қатар цехте технологиялық процеспен автоматты басқару жүйесі жұмыс істейді, оған электрэнергиямен қоректенетін 220В кернеу мен 380В айнымалы ток жалғанады.

3) Діріл. Компрессор мен жетектің жұмыс істеуі кезінде адамға зиянды әсер ететін діріл туындайды.

4) Адам организміне зиянды әсер ететін шу газ тасымалдаушы агрегаттардың жұмыс істеуінен туындайды.

5) Жоғары қысым. Үлкен қысым астында жұмыс істейтін магистральды газ құбыры үлкен қауіптілікті келтіреді.

6) Процесс үздіксіз болғандықтан тәуліктің қараңғы уақытында оператор пульті жарықтандырылуы тиіс.

7) Технологиялық процестің үздіксіз болу салдары бойынша микроклиматтық шарттарды ұйымдастыру.

## 4.2 Ұйымдастыру шаралары

Өнеркәсіп администрациясы компрессорлық станцияның цех жүргізушісіне басты инженермен расталған келесідей тәсілнамаларды беруі тиіс: технологиялық, жұмысшының әрбір мамандығы үшін қауіпсіздік техника ережесі бойынша, өрттің қауіпсіздік шаралары бойынша, жабдықты жөндеу мен тазалау бойынша және ИТЖ үшін тәсілнамалар.

Еңбектің қауіпсіз шарттарын қамтамасыз ету үшін өнеркәсіп келесі тәсілмен ұйымдастырылған:

- еңбекті қорғау бойынша жауапкершілік директор мен басты инженерге тағайындалады;

- жұмыстың дұрыс жүргізілуіне, орнатылған стандарттардың сақталуына, еңбек қорғаудың гигиеналық және техникалық нормативтердің орындалуына, тәсілнама, қауіпсіздік ережелерінің жасалуы мен орындалуына тікелей жауапкершілікті цехтердің, аумақтардың, сменалардың, сонымен қатар, бригадирлердің әрбір бастығына тағайындалады.

Компрессорлық станцияда келесідей еңбек пен демалыс режимдері жұмыс істейді, ол еңбектің пайдалы эффективтілігін және адам денсаулығын қамтамасыз ететін жұмыс пен үзіліс периодтарының алмасуында болады:

- жұмыс күнінің ұзақтығы сегіз сағатты, ал түскі үзіліс уақыты алпыс минутты құрайды;

- сонымен қатар, әр апталық демалыс 24 сағатқа орнатылған; мейрам күндері демалыс берілмейді, себебі өндіріс үзіліссіз жұмыс жасайды, бірақ жұмыс бұл күндері қосымша төленеді;

- әр жылдық демалыс 24 жұмыс күнге орнатылған.

Типтік тәсілнама және жұмысшылар үшін тәсілнама келесідей бөлімдерден тұрады: жалпы қауіпсіздік талаптары; жұмыстың алдында, жұмыс біткенде қойылатын қауіпсіздік талаптары.

«Жалпы қауіпсіздік талаптары» бөлімінде келесілер сипатталады:

- адамдардың өзіндік жұмысқа мамандығы бойынша немесе өзіне сәйкес жұмысты орындауы (жасы, жынысы, денсаулық жағдайы, инструктажды өтуі және т.б.);

- ішкі тәртіптің ережелерін сақтау қажеттілігі туралы ескеру;

- жұмыс істеушіге әсер ететін қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың сипаттамасы;

- берілген мамандық нормалар бойынша қажетті арнайы киім, аяқ-киім және басқа да жекелік сақтандыратын құралдар тізімі, оларға мемлекеттік, салалық стандарттарының немесе техникалық шарттарының көрсетілуімен;

- өрт және жарылу қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша талаптар;

- жабдықтардың, құралдар мен инструменттердің істен шығуын табу және бұзылу жағдайлары туралы администрация ескертулерінің дұрыстығы;

- алғашқы көмекті көрсетуді білу (дәрігер келгенше) қажеттілігі туралы ережелер;

- өндірістік операцияны орындау кезінде жұмысшылар білу керек және орындауы тиіс;

- тәсілнама талаптарының бұзылуына жұмысшының жауапкершілігі.

КС – да келесі түрдегі нұсқауламалар жұмыс істейді:

1) Кіріспе нұсқауламасы, оны жұмысшыларды өндірістік санитарияның техникалық қауіпсіздігі бойынша жалпы ережелермен; ішкі жұмыстар ережелермен және негізгі заңдылықтармен таныстыру мақсатында жүргізіледі;

2) Жұмыс орнындағы нұсқаулама, нақты мамандар үшін еңбекті қорғау бойынша іске асырылмалы тәсілнамамен таныстыру мақсатында жүргізіледі. Шебер әрбір жұмысшымен жүргізіледі;

3) Ағынды нұсқаулама, жоғары дәрежелі қауіпті жұмыстарды бастау алдында жүргізіледі, оларға наряд – допуск құрылады;

4) Қайталама нұсқауламасы, барлық жұмысшылармен жарты жылдықтан бір реттен көп емес жүргізіледі;

5) Жобаланған нұсқаулама, қауіпсіздік техникасы бойынша тәсілнаманың өзгеруі кезінде, жабдықтың немесе технологиялық процестің ауыстырылуы кезінде, еңбекті ұйымдастыру мен шарттарының өзгеруі кезінде, жұмысшылар мен қауіпсіздік ережелерінің бұзылуы, жұмыстың екі айдан артық үзілісі кезінде жүргізіледі.

Еңбекті қорғау бойынша заңдылықтың сақталуы Мемқадағалаудың инспекторымен, Мемлекеттік санитариялық инспекциясымен және профсоюз комитетінің инспекторымен бақыланады.

### **4.3 Техникалық шаралар**

#### **4.3.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету**

Электр энергиясынан жарақаттану жағдайларын болдыртпау үшін келесідей негізгі шараларды орындау қажет:

- электр қондырғыларын, олардың кернеу астында болатын ток тасымалдаушы бөліктерін кенеттен қолмен тыю болмайтындай орнатылуы қажет, олардың қол жетпейтін жоғары биіктікке орналастырылуымен, айналасын қорғау жабумен арнайы жабық қабықшаға орналастырумен жеткізіледі;

- қорғаушы жерлендіруді орнату;

- қорғаушы сөндірудің (нөлденудің) арнайы сұлбаларын қолдану;

- жоғары кернеу тарабынан төменгі кернеу тарабына өтуден сақтау;

- адамның кернеу астында болатын аппаратуралар мен құрылғылар ішіне кенеттен кіруіне бөгеттейтін блоктаушы құрылғыларын қолдану, сонымен қатар, кернеу берілмейтін электрлік тізбектердің қате қосылуын немесе ауыстырылып қосылуын орнату;

- жұмыстың категориясынан және ерекше шарттарынан тәуелділікте электрлік аппаратураның төменгі кернеу қорегін қолдану;

- электр қондырғыларының жұмыс істеу кезінде қорғаушы құралдарын пайдалану;

- іске асырмалы электр жабдықтардың, аппараттардың және желілердің профилактикалық тексеруін және жобалы – ескеруші ремонтын жүргізу;

- ауыстырып қосуды жүргізу және ремонт жұмыстары кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету;

- электр қондырғыларымен жұмыс істеуші жұмыскерлерді арнайы оқыту.

Барлық электр жабдығы үшін ғимараттың периметрі бойынша 4 Омнан көп емес кедергімен жерге қосу контуры қарастырылған.

#### 4.3.2 Қорғаушы жерлендіруді есептеу

Цехтің барлық электрлік жабдықтарының металл корпустарын қорғаушы жерлендіру қорғаудың қосымша шарасы болып табылады. Қорғаныс жерлендіру үлкен өткізгіштік жүйесі болып табылады, оның көмегімен жанасу кернеуі қауіпсіз мөлшеріне дейін төмендейді. Қорғаушы жабдықтың конструктивті элементі жерлендірілген жабдықты жерлендірушілермен қосатын жерлендіргіштер – металл өткізгіштері болып табылады. Қорғаушы жерлендіру  $L=3$  ұзындықты және  $d=0,05$  м диаметрі вертикаль оқтауша жерлендіргіштіктермен жерге  $t_0=3$  м тереңдікте орнатылады. Жерге орнатылған жалғыз түтіктік жерлендіргіштің кедергісі келесі формуламен анықталады:

$$R_{mp} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left( \ln \frac{2 \cdot L}{d} + \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right) \quad (4.1)$$

мұнда:

$\rho$  – жердің салыстырмалы кедергісі;

$L$  – құбыр ұзындығы;

$t$  – орналастыру тереңдігі.

$$\rho_B = \rho \cdot \psi_B \quad (4.2)$$

мұнда:  $\psi_B$  – мезгіл коэффициенті, ол келесіге тең 1.1.  $\rho = 40 \dots 150$  Ом·м, оны  $\rho = 130$  Ом·м.  $\rho_B = 130 \cdot 1.1 = 143$  Ом·м деп қабылдаймыз;

$$t = t_0 + \frac{L}{2} = 1.5 + 1.5 = 3,$$

$$R_{mp} = \frac{143}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3 + 3}{4 \cdot 3 - 3} \right) = 7.6 \cdot (4.78 + 0.265) = 38.342 \text{ Ом}. \quad (4.3)$$

Көрші және вертикаль электродтары арасындағы арақашықтықты таңдаймыз  $a/L = 2$ ,  $a = 6$  м.

Вертикаль  $n$  электродтардың санын анықтаймыз.

Ол үшін вертикаль электродтарды пайдаланудың коэффициент туындысын аламыз.

$$(\eta_3 \cdot n) = R_3 \cdot R_{\text{ндоп}}; \quad R_{\text{ндоп}} = 4 \text{ Ом},$$

$$(\eta_3 \cdot n) = 38.342 / 4 = 9.58 \quad (4.4)$$

Кесте бойынша  $n = 15$ .

Түтіктік жерлендіргіштерді қосу үшін қолданылатын металл жолағының кедергісін анықтаймыз.

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_n}{b \cdot t}; \quad (4.5)$$

мұнда:  $L_n$  – жолақ ұзындығы;

$$L_n = n \cdot a = 15 \cdot 6 = 90 \text{ м}; \quad \rho_n = \rho \cdot \psi_n = 130 \cdot 1.4 = 182 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \psi_n = 1.4$$

$$R_n = \frac{182}{2 \cdot 3.14 \cdot 90} \cdot \ln \frac{2 \cdot 90^2}{0.04 \cdot 3} = 0.32 \cdot 11.81 = 3.77 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

15 жерлендіргіш оқтаушасынан және қосушы жолағынан тұратын жер жерлендіргішінің кедергісін келесі формула бойынша анықтаймыз

$$R_{ep} = \frac{R_{mp} \cdot R_n}{R_{mp} \cdot \eta_2 + R_n \cdot \eta_6 \cdot n}; \quad (4.7)$$

$a/L = 2$  және  $n = 15$  кезінде кестеден электродтар коэффициентін табамыз  $\eta_r = 0.7$  және  $\eta_b = 0.36$

$$R_{ep} = \frac{38.342 \cdot 3.77}{38.342 \cdot 0.36 + 3.77 \cdot 0.7 \cdot 15} = \frac{144.55}{53.38} = 2.70 \text{ Ом} \quad (4.8)$$

Талаптармен сәйкес жалпы жерлендіру кедергісі 4 Омнан аспауы тиіс. Осылайша, жерлендіру кедергісі  $R_{гр} \leq 4 \text{ Ом}$ , ал ПТЭ және ПУЭ талаптарына сәйкес келеді.

### 4.3.3 Механикалық жарақаттанулардан қорғау

Машинаның немесе механизмнің қозғалмалы әрбір бөлігі, бұл жағдайда ГӨА айналмалы бөлігі қауіпті тудырғандықтан, қорғанудың келесідей түрлері қолданылады:

- жұмыс операциялары қауіпті зонадан шығарылған;

- берілген түйін электроқозғалтқыштың пускісі мен тоқтатылуын дистанциондық басқару арқылы қолдану;
- қорғаныс қоршаулары орнатылады.

## **4.4 Санитариялық – гигиеналық шаралар**

### **4.4.1 Арнайы киіммен, арнайы аяқ – киіммен қамтамасыздандыру**

Арнайы жұмыс киім келесілерден қорғайды: механикалық зақымданудан; жалпы өндірістік ластанудан; төменгі және жоғарғы температуралардан; радиоактивті заттардан; электрлік өрістерден; токсикалық емес заттар мен шаңдардан; токсикалық заттардан; судан; қышқылдан; органикалық ерітінділерден; мұнайдан, мұнай өнімдерінен, майлардан, зиянды биологиялық факторлардан (микроорганизмдер мен жәндіктерден).

МЕСТ-қа сәйкес қорғаушы қасиеттерінен тәуелділікте топтарды белгілеу келесідей болады: М – механикалық жарақаттанулардан қорғау үшін, Т – төмен немесе жоғары температуралардан қорғау және т.с.с.

ВНИИГ-да жасалған және түрлі өндірістерде сәтті тексерілген арнайы киім жұмысшылардың әрбір жабынын газды конденсаттың, әсіресе құрамында көмірсутегі бар конденсаттың зиянды әсерлерінен сақтайды. Сонымен қатар, бұл киімді метанолдан, майдан, судан, тұздардың сулы ерітінділерінен, атмосфералық тұнбалардан қорғанысы үшін қолдануға болады. Арнайы киім түрлі нұсқауда жасалған: костюмнен, шлемнен және екі пар қолғаптан тұратын комплект түрінде. Бірінші комплект ашық алаңдарда жұмыстарды жүргізу кезінде келесідей түрлі мамандықтар үшін қолданылады: операторларда, сызықты құбыр өткізгіштерде, слесарь – жөндеушілерде және т.б. екінші комплект комбенезоннан тұратын тар көлемдерде жұмыстарды жүргізу үшін ыңғайлы, мысалы, аппараттардың ішінде, құдықтарда және негізінен слесарь – жөндеушілерге арналған.

Ыңғайлы аяқ киімді қолдану адам организміне қатты кері әсерін тигізеді. Жарақаттанулар кейінірек білінеді. Ауру көбінесе аяқта емес, дененің басқа бөліктерінде білінеді. Ол дұрыс диагнозды қоюды қиындатады. Егер аяқ киім қажетті тұрақтылықты қамтамасыз етпесе аяққа үздіксіз жүктеме түсіреді, ол аяқтағы ауруды тудырады және жұмысқа икемділігін төмендетеді.

Арнайы аяқ киім механикалық жарақаттанулардан; сырғанаудан; жоғары және төменгі температуралардан, радиоактивті заттардан, электростатикалық зарядтардан, шаңнан, судан, мұнайдан қорғану үшін арналған. Профилактикалық аяқ киім шаршаудың алдын алу үшін арналған. Аяқты қорғайтын заттарға сонымен қатар қорғаныс нәскилері, ұлтарак, чулки, гетры мен трико жатады.



#### **4.4.2 Жеке қорғаныс құралдары**

Газ шаруашылығын іске асыру кезінде туындайтын өндірістік зиянды заттардан жұмысшыларды қорғану үшін жеке қорғаныс құралдарын қолдану шаралардың бірі болып табылады, оларға арнайы киім, арнайы аяқ киім, өндірістің зиянды факторларынан адам мүшелерін қорғаушы құралдар және сақтандырушы жабдықтар жатады. Жеке қорғаныс құралдарының түрі жұмыстың орындалу сипаттамасымен және микроклиматтық шарттармен орындалады. Еңбектің зиянды жағдайлары бар жұмыстарда жұмысшылар мен қызметкерлерге орнатылған нормалар бойынша арнайы киім және басқа да жеке қорғаныс құралдары беріледі. Жеке қорғаныс құралдарын дұрыс таңдауынан және олардың техникалық қалып –күйінен газ қауіпті және апаттық жөндеу жұмыстарын жүргізудің сәттілігі мен қауіпсіздігі тәуелді болады.

Газ шаруашылығы апаттық жөндеу және газдан сақтандыру жұмыстарын жүргізу үшін қолданылатын газдан қорғану аппаратурасының негізгі бір түрі тыныс алуды окшаулаушы аппараттар болып табылады. Тыныс алуды окшаулаушы аппараттар түрін таңдау кезінде оларды қолдану шарттарының сипаттамасы қолданылады. Сонымен газдалған ортада ауыр жұмыстарды жүргізу үшін көп сағаттық жұмыс істейтін Р-12, «Урал -1м», РКК -2м модельді регенеративті оттекті респираторлар қолданылады.

Жоғары температурада (100-150<sup>0</sup>С дейін) болатын газдалған атмосфера мен ортада белгілі жұмыстарды орындау үшін «Гатескаф», ГТЗА-3 түріндегі жылудан, газдан қорғаушы тыныс алу аппараттары және жылудан қорғаушы костюмдер ТВК қолданылады.

КС-да кейбір жағдайларда көз мүшелері қатты денелердің ұшыраушы бөліктерінен, жеке алғанда, авариялық жөндеу және басқа да жұмыстарды жүргізу кезінде жоңқалардан, от қабықшалардан, металл кескіндерінен; құбыр жолдарын жылытатын ыстық газдармен үрлеу кезінде күйіктерден сақтандыру қажет. Ережеге сәйкес коллективтік қорғану әдісі қолданылады: сақтандырушы, окшаулаушы және қорғаныс құралдары тікелей қауіптілік көзі маңында орнатылады. Қатты денелерден ұшатын түйіршіктерден көзді қорғау үшін ашық түрдегі, көзді тек алдынан қорғайтын көзәйнектер қолданылады.

Шудан есту мүшелерінің жеке қорғанысы үшін ішпектер, құлаққаптар мен арнайы баскиімдер қолданылады.

#### **4.4.3 Микроклиматтық шарттармен қамтамасыз ету**

Қарапайым жағдайларда микроклиматтық шарттардың параметрлері келесідей:

- 1) Ғимараттағы ауа температурасы  $t = 18 - 20$  °С;
- 2) Ауаның салыстырмалы дымқылдылығы  $\varphi = 40 - 60$  %;
- 3) Ауа қозғалуы  $V = 0,1 - 0,2$  м/с;

Микроклиматтық қажетті шарттармен қамтамасыз етудің нәтижелі құралы аэрация арқылы жүзеге асатын вентиляция болып келеді. Дымқылдықты

ескеріп отыру үшін ауа тазартқышты қолданады. Қыста жылыту жүйесі қолданылады. Артықшылық ең нәтижелі санитарлы-гигиенаға сай сумен жылу беру жүйесіне беріледі.

#### 4.4.4 Жасанды жарықтандыру ұйымдастыру

Еңбектің қолайлы шарттарын жасау үшін рационалды жарықтандыру маңызды орын алады, құралдарды және басқару органдарын, сонымен қатар, жөндейтін, монтаж және басқа да жұмыстардың орындалуларын жақсы шолуды қамтамасыз етеді. Тиісті жарықтандырусыз түнгі уақытта жұмыс істеуге рұқсат етілмейді, өйткені кешен жұмысын визуалды бақылау азаяды.

КС-ның жұмысы тәулік бойы үздіксіз болғандықтан құрама жарықтандыру қондырғысы қарастырылады.

- 1) тәуліктің күндізгі уақытында жарықтандыруды – табиғи жарықпен;
- 2) тәуліктің түнгі уақытында жарықтандыруды – жасанды жарықпен;
- 3) авариялық жарықтандыру, ол технологиялық процестің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін өзгдік энергия көзінен қоректендіріледі.

#### 4.4.5 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Көлденең жұмыс кезінде жалпы жарықтандыруды есептеуде төбеден және қабырғадан шағылатын жарық селін ескеретін жарықты сел әдісі маңызды.

Люминесценттік шамдар кезінде шырақтың жарықты селі мынаған тең:

$$F_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta}; \quad (4.9)$$

мұндағы,  $E_{н}$  – нормаланатын ең аз жарықталу 150 лк;  $S$  – жарық түсірілетін ғимараттың ауданы 200 м<sup>2</sup>;  $z$  – жарықтанудың тегіс еместігінің коэффициенті, 1.1 – люминесценттік шамдар үшін;  $k$  – қор коэффициенті 1.5;  $N$  – шырақтардың саны;  $\eta$  – шамдардың жарық селін пайдалану коэффициенті,  $\eta = 0.44$ ;  $F_{л} = 3740$  Лм – ВЗГ-80 шамдар үшін;

$\eta$ -коэффициентінің маңыздылығын төбе мен қабырғаның жарық селінің шағылу коэффициенті және  $i$  жұту көрсеткішіне байланысты кесте бойынша анықтаймыз.  $i$ -жұту көрсеткіші мына формула бойынша анықталады:

$$i = A \cdot B / H_p \cdot (A + B) \quad (4.10)$$

мұндағы,  $A = 20$  м және  $B = 10$  м – ғимараттың мөлшерлері;  $H_p = 5$  м – жұмыс бетінің үстіндегі шырақтардың биіктігі;

$$i = 20 \cdot 10 / 5 \cdot (20 + 10) = 1,33$$

Ғимараттың қабырғалары мен төбелері ағартылған да, шағылысу коэффициенті мынадай  $\rho_{cm} = 70\%$  және  $\rho_n = 50\%$  ;

Шырақтар санын келесідей анықтаймыз:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{\Phi_l \cdot \eta},$$

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k}{F_l \cdot n \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 200 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{3740 \cdot 0.44} = \frac{49500}{1645.6} = 30 \quad (4.11)$$

Шырақтар санын  $N=30$  деп қабылдаймыз.

#### 4.4.6 Шуылдардан қорғану

Шуыл – бұл түрлі физикалық қасиеттерге ие және амплитуданың, жиіліктің және басқа факторлардың кенеттен өзгерулерімен сипатталатын бірқалыпсыз дыбыстық тербелістер. Газ тасымалдаушы өнеркәсіп жабдықтарының және құрылыс машиналарының көп бөлігі қарқынды шуды тудырады, ол ада организмне зиянды әсерін тигізеді. КС-да шумен күресу үшін келесіні қарастыратын комплекстік мақсаттық бағдарламасы жүргізіледі:

- газды тасымалдау кезінде өндірістік процестердің комплекстік автоматизациясы мен телемеханизациясы;

- шудың, оның тудындалу көзінен төмендетілуі, ол өндіруші зауыттың және ғылыми – зерттеуші институттардың мәселесі болып табылады;

- шудың, оның таралу жолында төмендетілуі;

- жобалық институттарымен жүргізілетін КС-ның рационалды жобаламасы;

- рационалды еңбек және демалыс режимдерін енгізу;

- еңбек қорғауды жүргізушілердің және ғылыми-зерттеу институты ұйымдарының қатысуымен өнеркәсіптердің жұмысшыларды қорғану құралдарымен қамтамасыз етуі.

КС-ғы шу көздерінің арасындағы ең қуаттыларының бірі газ турбиналық қондырғыларының сору трактісі болып табылады. мұндай шуды төмендету үшін шубасқыштар қолданылады. Активті шубасқыштарда шуды жұтатын арнайы материалдардан тұратын элементтер пайдаланылады. Дыбысты оқшаулаушы қаттама – КС-ғы шуды төмендетудің ең қарапайым және арзан тәсілі болып табылады. Басты басқару сандық та дыбыстық оқшаулағыш кабиналар орнатылады. КС машиналар залдарында тікелей бақылау кабиналарын орнатуға болады. Ондай ғимараттарда шуылды машиналардың техникалық жұмыс істеуімен байланыссыз дыбысты оқшаулағыш жабындарды орнату қажет. КС автоматизациясы бойынша жұмыс цехтен қызмет етуші персоналдың тұрақты жұмыс орындарын жоғары шу деңгейімен бөлшектеп

шығаруға мүмкіндік береді. Өндіріс процесін бақылайтын операторлар үшін дыбыстан оқшауланған кабиналар қолданылады.

#### **4.4.7 Дірілден қорғану**

Діріл механикалық тербеліс болып табылады. Оның қарапайым түрі гармоникалық тербелістер. Діріл теңестірілмеген және балансталмаған айналмалы мүшелері бар немесе қайтарылып – ораушы қозғалысты және соққыш сипатты мүшелері бар машиналар мен механизмдері бар жұмысы кезінде туындайды.

Шумен күресудің бірнеше жолдары бар:

1) Дірілдің төмендеуі, оның туындалуы кезінде жүйедегі айнымалы токтардың азаюы есебімен статикалыққа ауыстырылуы кезінде, айналмалы бөліктердің толық балансталуы кезінде мүмкін болады;

2) Дірілді өшіруші агрегат массасы ұлғайту немесе қаттылықты жоғарылату есебімен жеткізіледі. Массаны ұлғайту үшін агрегаттарды өзіндік фундаменттеріне жиі орнатады немесе массивті плиталдарды агрегат пен оның тіреуі арасына орналастырады.

3) Дірілді оқшаулау тербеліс жүйесіне қосымша қатты байланысты енгізумен болады, ол агрегаттан тіреуішіне, жанама конструкцияларына немесе адамға берілетін дірілді төмендетеді. Дірілді оқшаулау – бұл қолмен жұмыс істейтін механизмделген құралдан қолға берілетін дірілді төмендетуші жалғыз тәсіл болып табылады. Қолға берілетін төмендету үшін қатты элемент енгізіледі, мысалы, сызықты емес амортизатор, оның қаттылық коэффициентін басу күшінің ұлғаю шамасы бойынша төмендейді.

Діріл әсерлерінен жеке қорғану құралдарына дірілден қорғаушы ішпектері бар жең мен қолғаптар, діріл демпфирлеуші мата –төсеніш, пластмассадан, резинадан және киізден жасалатын дірілден қорғаушы төсеніші бар аяқ киім жатады.

#### **4.5 Өртке қарсы шаралар**

Газ өрттерін сөндіру кезіндегі басты қиыншылық –газдалғандылықпен және өртті сөндіруден кейінгі қайта тұтанумен күресу. Сөндірудің әйгілі құралдарының біреуі де газдалғандылықпен қайта тұтану қауіптілігін жоя алмайды. Газ өрттерімен күресудің негізгі мәселесі - өртті өршітпеу. Ол ағып жатқан газдың көлемін және ағу уақытын шектеу жолымен, сонымен қатар, технологиялық жабдықтың жылулық қорғау жолымен жүргізіледі. Бұл талаптарды орындау үшін апаттық аумақ қолғап газ құбырларынан және технологиялық жабдықтардан ысырылар және арнайы бөлуші құрылғылар көмегімен бөлінеді, ал ғимараттар, газ құбырлары, технологиялық жабдықтар автоматты стационарлы қондырғылардан берілетін сумен шашылады.

Жарылғыш қауіпті ғимараттарда өрттерді сөндіру үшін ұнтақпен сөндіру стационарлы жүйесі қарастырылған.

Объектілердегі газдардың тұтануын сөндірудің алғашқы құралдары ретінде газдың құрамды негізіндегі өрт сөндірушілерді қолдану қажет, мысалы, көмір қышқылды – бромэтилды өрт сөндіргіштер ОУБ – 3 және ОУБ – 7. Олармен бірге ұнтақты өрт сөндіргіштер қолданылуы мүмкін. Газ шаруашылығының объектілері үшін орнатылатын өрт сөндіру құралдарының типі мен саны «газ шаруашылығындағы қауіпсіздік ережелері» пособиясымен анықталады. Екіден кем емес насосты-компрессорлық бөлімдерде әрбір екі агрегатқа бір өрт сөндіргіш.

КЦ-гі өртті болдырмау үшін қызмет етуші персонал жүйелік түрде газ құбырларының қосылу орындарында, жабдық пен арматураның тығыздама қымтағыштарының герметикалығын тексеру отыру тиіс. ЦТБ-пен машиналық залдың ғимаратын бөліп тұратын өртке қарсы қабырға дұрыс қалпында сақталуы тиіс, ашық тесіктері, көру терезелері болмауы тиіс. Бұл ғимараттарды байланыстыратын есіктер өзі жабылу құралдарымен жабдықталуы тиіс. КЦ-де өрт электр жабдығындағы және электр жетегіндегі электр ұшқындарынан туындауы мүмкін, сондықтан оларды жөндеуді, сонымен қатар, шамдалылардың электр шамдарын ауыстыруды электротехникалық персонал тек кернеуді сөндіретін кезде жүргізуі тиіс. Барлық құрылыстағы және пайдаланбалы ғимараттарда бос подъездбен қамтамасыз етуді ескру қажет. Ғимараттың енім бойынша 18 м алшақта екі жақтан подъезд орнатылады, ал 100м үлкендікте барлық жағынан.

Өрт қауіпсіздігінен қамтамасыз ету үшін өрт қауіпсіздігі шаралары туралы техникалық минимумдар, инструктаждар жүргізіледі. Цехтердің ең жауапкершілікті орындарында өртке қарсы инвентарь және топырағы бар жәшіктер мен қалқандар орнатылады.

#### **4.5.1 Жарылыстарды болдырмау бойынша шаралар**

Табиғи газдың жарылғыш қауіпті концентрациясы құбыр жолдарының, резервуарлар мен аппараттардың сөндірілу уақытында толық шығарылмаған газ келіп түсетін ауамен араласқан кезде пайда болады. Осыған байланысты жұмыстың алдында газ жолдарын және резервуарларды сумен шаю керек, булау, инертті газбен үрлеу керек.

Жарылғыш қауіпті заттармен жұмыс істеу кезінде жарылыстарды болдырмау үшін қауіпсіздік техника ережелерін қатаң түрде сақтау қажет.

Сәйкес агрегаттарда орнатылған тығыздама және қосуды реттеуші арматураның техникалық күйіне қатаң бақылау жүргізіледі. Жарылғыш қауіпті заттармен тек ҚТ мен ПТЭ ережелері бойынша инструктажды өткен және өндіріс жұмыстарына допускі бар адамдарға рұқсат беріледі.

Пайдалану тәжірибесі мен статикасы көрсеткендей, компрессорлық станциялардағы өрттер негізіне КС-гі жай жетектердің үзілісі кезінде оның газ

тасымалдаушы агрегаттарының ыстық беттеріне түсуі кезінде майдың тұтануынан болады.

- КЦ – де байланысқан газ құбырларының үзілуінен газдың және басқа да жанғыш заттар мен материалдардың тұтануы;

- бастырмалатқыш құжына бөтен заттардың түсуі.

Артық жылуды шығару мен оны пайдаға асыру жүйелерінде будың жарылуын болдырмау үшін бу қысымы мен су шығынының тұрақты бақылауы жүргізіледі. Найзағайдан қорғау үшін СН 305-75 бойынша разрядты жерге бағыттаумен найзағай әкетуші құрылғылар қолданылады. Қысқа тұйықтауды өршітпеу үшін тез қосылушы релелі қорғаныс, автоматты сөндіргіштер қолданылады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Газ өнеркәсібі – Қазақстанның энергетика шаруашылығының ең нәтижелі отын салаларының бірі болып табылады. Өнеркәсіп аудандарындағы отынмен жабдықтау экономикасына және өндірістің дамуына әсерін тигізеді.

Газ өнеркәсібінің негізі болып кен орны комплексінен, газ қоймаларынан, тұтыну объектілерінен, күрделі желімменен біріктірілген газ құбырынан тұратын Газбен жабдықтау жүйесі (ГЖЖ) болып табылады. ГЖЖ-нің ең капитал сиымды бөлігі, ол-газдың магистральды транспорт жүйесі. Бұл жүйе күшті газ құбыры жүйесінен, жерасты қоймаларынан, газ тарату пункттерінен, компрессорлық станциялардың жиынтығынан тұрады. Газдың магистральды транспорт жүйесі және ГЖЖ көбіне энергетиканың басқа үлкен жүйелеріне ұқсамайды және өз бетімен үйрену мен зерттеу объектісі болып табылады. ГЖЖ ортақ және спецификалық қасиеттерге ие, оларды оқып үйрену тек қана қазіргі заманғы тиімді басқару теориясын қолдану негізінде ғана мүмкін.

Берілген дипломдық жобада КС-дың және магистральды газ құбырлары жұмыстарының оптималды режимдері жалпы түрде зерттеледі. Жүргізілген жобаның нәтижесінде компрессорлық станцияның, газ құбыры аумағының компримирлеуші жабдықтың математикалық модельдері жасалады. Жобалау процесінде компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялаудың логика – комбинаторлық әдісі қолданылған. Бұл тәсіл өте эффективті болып табылады, бірақ сонымен қатар оптимизациялаудың басқа тәсілдеріне қараған қарапайым және ол тізбектей – параллель жалғанған газ тасымалдаушы агрегаттары бар компрессорлық станция үшін сәйкес келеді.

КС-дың аналитикалық қасиеттерінің берілісі, оптимизациялау есептерінің критерийлерін, сонымен қатар, ГӨА электржетегі бар компрессорлық станцияның алгоритмі қарастырылады.

Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде келесілер есептелген: бағдарламаны құруға, баптау мен енгізуге кеткен шығындар. Сонымен қатар, жылдық экономикалық эффектісі және өзін-өзі өтеу уақыты анықталады. Олар автоматты басқару жүйесіндегі компрессорлық станция жұмысының режимдерін оптимизациялау бағдарламасын пайдалану мақсатқа сай екендігін көрсетті.

Сонымен қатар, дипломдық жобада электржетекті газ тасымалдаушы агрегаттары бар магистральды газ құбыры компрессорлық станцияларындағы еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасы бойынша сұрақтар қарастырылды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бородин И.Ф., «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления »,2006.-352 с.
- 2 Абдулханова М., Воробьев В.А., «Технологии производства материалов и изделий и автоматизация технологических процессов на предприятиях дорожного строительства»,2014.-564 с.
- 3 Иванова А.А., «Автоматизация технологияческих процессов и производств», 2012.-224 с.
- 4 Бердюк В.В., Бородавкин П.П., Галеев В.Б. және басқалар «Строительство и монтаж насосных и компрессорных станции магистральных трубопроводов». «Недра», 1968 г.- 283 с.
- 5 Дубинин М.М. «Компрессорные установки в нефтяной и газовой промышленности». «Недра», Москва 1970 г. -184 с.
- 6 Жакып Г.Б., Хавронская А.М., Дуйсемалиева М.У. «Оценка технико-экономической эффективности автоматизированных систем управления технологическими процессами». Дипломдық жобаның (жұмыстың) бөлімдерін орындау үшін нұсқаулық көрсетулер(3601, 3605, 3702, 3704, мамадықтары бойынша студенттер үшін) ҚазҰТУ Алматы 1997 ж.
- 7 Куцын П.В., Эстрин Р.Я. «Охрана труда и техника безопасности на газовом промысле». М.: «Недра», 1982 г.-246 с.
- 8 Клюев А.С. және басқалар «Проектирование систем автоматизации технологических процессов». Анықтамалық жәрдемші – М.: «Энергия», 1980 г. 512 с.
- 9 Меркулова В.П., Нуркеев С.С., Сесенбиев М.Ж. «Охрана труда и окружающей среды в дипломном проекте». Дипломдық жобаның (жұмыстың) бөлімдерін орындау үшін нұсқаулық көрсетулер. Ч. 1. Алматы: Қаз ҰТУ, 1997 ж. 1-31 беттер.
- 10 Озол П.Ж., «Автоматизация компрессорных станций с электроприводными газоперекачивающими агрегатами». – Л.: «Недра», 1981 г.-60 с.
- 11 Промтов А.И. «Технологическое оборудование компрессорных станций магистральных газопроводов и его эксплуатация» Москва 1962 г.
- 12 Сергованцев В.Т., Кучин Б.Л., Гарляускас А.И., Тихомиров Е.Н. «Централизованный контроль и оптимальное управление на магистральных газопроводах». Л.: «Недра», 1973 г. 328 с.
- 13 Храпач Г.К. «Эксплуатация компрессорных установок». М.: «Недра», 1972 г. 280 с.
- 14 Храпач Г.К. «Монтаж и ремонт компрессоров». 2-ші басылым, қосымша және қайта қарастырылған. М.: «Недра», 1983 г. 300 с.
- 15 Янович А.Н., Астватцатуров А.Ц., Бусурин А.А. «Охрана труда и техника безопасности в газовом хозяйстве». М.: «Недра», 1978 г. 316 с.
- 16 Янович А.Н., Бусурин А.А. «Охрана труда». Москва «Недра», 1990 с.



17 Грищенко А.З., Богаенко И.Н., Артемов Ю.И. және басқалар. «Автоматизация компрессорных станций магистральных газопроводов», К.: «Техника», 1990 г. 128 с.

18 Никитенко Е.А. баспасы бойынша «Дальний транспорт газа». Москва «Недра», 1970 г. 288 с.

## ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

ГЖЖ	газбен жабдықтау жүйесі
ТП	технологиялық процесс
БАБЖ	біріктірілген автоматты басқару жүйесін құру
ЭЕМ	электронды есептеуіш машина
АБЖ	автоматты басқару жүйесі
АРЖ	автоматты реттеу жүйесі
КЦ	компрессорлық цех
КС	компрессорлық станция
ГӨА	газды өңдеу агрегаты
ЖБТҚ	жабық бөлңп тұратын құрылғы
ЦТБ	центрден тебетін бастырмалатқыштан
АФҚ	асинхронды фазалық қозғалтқыш
ПӘК	пайдалы әсер коэффициенті
БАБЖб	біркелкі автоматтандырылған жүйені басқару
АДБ	аудандық диспетчерлік бөлім
ОДБ	орталық диспетчерлік бөлім
ГТС	газ тарату станциясы
ГЖЖ	газбен жабдықтаушы жүйелер
КС ДП	КС-ның диспетчерлік пункті
ЖДП	жергілікті диспетчерлік пункт