

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Баймағанбетова Ақсауле Жұмағалиқызы

Сорғы станциясына басқару жүйе өңдеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 – Автоматтандыру және басқару



Дипломдық жобаға дайындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы Баймағанбетова Аксауле Жумағалийқызы

Жұмыстың тақырыбы: «Сорғыш станциясына басқару жүйе өндеу»

Университеттің «14» Мағариф 2019 жылғы ғылыми кеңесінің №
4421 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «14» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы
жиналған мәліметтер.

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

- а) кіріспе;
- б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;
- в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар
көрсетілген): автоматтық сұлбасы, принципиалдық сұлбасы, құрылымдық
сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

- [1] Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов.
– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 320б.
- [2] Лобачев П. В. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат. 1990. – 191б.
- [3] Справочник электроэнергетика предприятий цветной металлургии /Под
ред. М. Я. Басалыгина, В. С. Копырина. М.: Металлургия 1991. – 384б.
- [4] Бородацкий Е. Г. Разработка системы управления взаимосвязанным
электроприводом центробежных турбомеханизмов станции перекачки
жидкости. Автореф. дис... канд. техн. наук. Омск. 1999. – 184б.

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

2019 ж.



«Сорғыш станциясына басқару жүйе өндеу» тақырыбына

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған

Баймағанбетова А.Ж.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. кандидаты,

ассистент профессор

Орынбет М.М.

« 04 » 05 2019 ж.




- Үсынылатын әдебиеттер
- [1] Карданов Б. А., Манжаев А. В. Писосы и пастосыые станциял. Учеб. для вузов. – 2-е сиз., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 120б.
 - [2] Лобанев Л. В. Писосы и пастосыые станция. М.: Стройиздат, 1990. – 191б.
 - [3] Справочник электротехника предприятий цветной металлургии. Под ред. М. Я. Басалыгина, В. С. Кошарина. М.: Металлургия, 1991. – 344б.
 - [4] Боролдакбай Е. Г. Разработка системы управления движением электроприводов центральных трубопроводных станций. Автореф. дис. канд. техн. наук. Омск, 1999. – 184б.

Дипломдық жобаны даярлау


КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім		орындалған
Арнайы бөлім		орындалған

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

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	М.М. Орынбет техн. ғыл. кандидаты, ассистент профессор	06.05.2019	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	М.М. Орынбет техн. ғыл. кандидаты, ассистент профессор	06.05.2019	
Нормалық бақылаушы	Н.С. Сарсенбаев техн. ғыл. кандидаты, ассистент профессор	02.05.2019 м.	

Ғылыми жетекшісі  Орынбет М.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Баймағанбетова А.Ж.
Күні «04» мамыр 2019 ж.



«Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар» институты

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығының 4 курс студенті Баймағанбетова Аксауле «Сорғы станциясының басқару жүйесін өндеу» атты дипломдық жұмысына

ПІКІР

Бұл дипломдық жобада Талдықорған қаласының жылу желісіндегі сорғы станциясының басқару жүйесін жасап шығаруға арналған.

1 бөлім. Сорғы станциясы технологиялық үрдіс және басқару нысаны ретінде қарастырған. Сорғы станциясының қысқаша сипаттамасы және оның ерекшеліктері келтырылген. Сорғы қондырғылары мен магистралды жылу желісі келтырылген.

2 бөлімінде сорғы станциясының математикалық үлгісін құру және басқару жүйесін синтезделген. Сонымен қатар сорғы станциясының математикалық үлгісі және сорғы станцияның жұмыс режимдерінің тиімді басқаруының автоматтандырылған жүйесі қарастырылған.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде келесі шарттар қарастырылған. Сорғы станциясының еңбек шарты. Шу мен дірілден қорғану шаралары. Қорғаныстық жерге қосу құрылғысы.

Жылдық экономияны есептеу кезінде сорғы станциясында ЖРТ-ның эксплуатациядан кейінгі шығындары келтырылген: амортизациялық шығын, жөндеуге кеткен шығын, энергияға кеткен шығын. Өз құнын өтеу уақыты есептелген. Дипломдық жобаны 5(өте жақсы) деген бағамен бағалаймын. Баймағанбетова Аксауле Автоматтандыру және басқару бакалавр квалификацияланған маманы атағына сай.

Ғылыми жетекші: «Автоматтандыру және басқару»
кафедарасының техн. ғыл. кандидат,
профессор

М.М. Орынбет

Raport podobieństwa



Uczelnia: Satbayev University
Tytuł: Насосты қондырғыларды басқару жүйесін жасау
Autor: Баймағамбетова А.
Promotor: Марат Орынбет
Data Raportu Podobieństwa: 2019-05-06 07:56:16
Współczynnik podobieństwa 1: **0,5%**
Współczynnik podobieństwa 2: **0,0%**
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: 25
8 830

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: Баймағанбетова А.Ж.

Название: «Насосты қондырғыларды басқару жүйесін жасау»

Координатор: Орынбет М.М.

Коэффициент подобия 1: 0,5

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

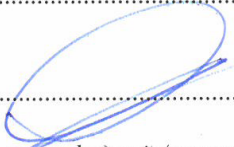
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой/начальник структурного подразделения констатирует следующее:

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

Обоснование:

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

Дата


Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допущен к защите ДН



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: Баймаганбетова Аксауле Жұмағалиқызы

Название: «Насосты кодырғыларды басқару жүйесін жасау»

Координатор: Орынбет М.М.

Коэффициент подобия 1: 0,5

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 11

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:

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

04.05.19

Дата
руководителя


.....
Подпись Научного

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	7
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	8
1.1 Сорғы станциясының қысқаша сипаттамасы және оның ерекшеліктері	8
1.1.1 Сорғы қондырғылары	9
1.1.2 Магистралды жылу желісінің сорғы станциясы	12
1.2 Нысанның автоматтандырылған жүйесі	14
1.3 Жылу желісі және сорғы станциясының басқару нысаны ретіндегі ерекшеліктері	14
1.4 Сорғы станциясын басқарудың құрылғылары мен әдістері	18
1.5 Басқару әдісін таңдау. Есептердің қойылымын зерттеу	24
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	25
2.1 Сорғы станциясының математикалық үлгісі	25
2.2 Басқару жүйесін ситездеу	31
2.2.1 Құрылымдық сұлбасын құру	31
2.2.2 Нысанды талдау	32
2.2.3 Асинхронды қозғалтқыштың үлгісі. Жиілікті түрлендіргіштің үлгісі (динамикалық)	34
2.2.4 Сорғы қондырғысының басқару жүйесіндегі қозғалысын Matlab бағдарламасында зерттеу. Динамикалық режимін талдау	44
3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ	50
3.1 SCADA – жүйесін таңдау	50
3.2 Жиілікті түрлендіргішті таңдау	54
3.3 Функциялық басқару сұлбасын сипаттау	54
4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ	58
4.1 Сорғы станциясының еңбек шарты	58
4.2 Шу мен дірілден қорғану шаралары	59
4.3 Қорғаныстық жерге қосу құрылғысы	63
5 ТЕХНИКА-ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ	66
5.1 Еңбек жағдайының сараптамасы	66
5.2 Сорғы станциясын қайта құруға кететін шығындарды есептеу	66
5.2.1 Құрастырушылардың жалақысы	67
5.2.2 Сорғы станциясында ЖРТ орнату үшін қажетті құралдар шығындары	67
5.3 Жылдық экономияны есептеу	68
ҚОРЫТЫНДЫ	
ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ	
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	
А қосымшасы	

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада Талдықорған қаласының жылу желісіндегі сорғы станциясының басқару жүйесін жасап шығаруға арналған. Жиілікті түрлендіргіш арқылы сорғы станциясын басқарудың энерго тиімділігін арттыруға негізделген. Жұмысты орындау барысында әдебиеттер көздеріне талдау жасалынып, реттеу нысанының математикалық үлгісі құрылып, Genesis32 жүйесінде визуалдау жасалынды. Сонымен бірге экономикалық бөлімінде жиілікті түрлендіргіштің эксплуатациялық шығындары есептелінді және өміртіршілік қауіпсіздігі шаралары қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект посвящен разработке системы управления насосной станцией тепловой сети в г. Талдыкорган, которая с помощью частотного преобразователя разрабатывается энергоэффективная система управления насосной станцией. В процессе выполнения данной работы проведен литературный обзор, разработана математическая модель объекта регулирования, и в системе Genesis32 разработана визуализация. Кроме того, в экономической части сделан расчет эксплуатационного расхода частотного преобразователя и были рассмотрены меры по безопасности жизнедеятельности.

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта алға қойылған мақсаттың бірі Қазақстан қалаларында жылумен қамтамасыз ету басқару жүйесінің оңтайлы болуын жасап шығару. Осыған байланысты жылумен қамтамасыз етуді энерготімділік арқылы басқаруға, сонымен қатар ресурстарды көбірек ұтымды пайдалануға, электрлік және жылу энергиясын үнемдеуге болады.

Әртүрлі технологиялық үрдістермен оңтайлы басқару жүйесін іске асыру әлемге XX ғасырдың 60-70 жылдарында келді, соның қатарында сорғы станциясын басқару жүйесіде болды. Сорғы станциясы ерекшеліктері мен сипаттамасы бар күрделі нысан болып табылады. Бұл жұмыстың негізгі мәні жиілікті – реттегіш желісін сорғы станциясына енгізу болып табылады, осының есебінде энерготімділікте, сенімділікте және өнімділікте көптеген міндеттер шешіледі. Әлемде ЖРТ жүйесінің енгізулері болса да, әрқайсысына жүйе нысаны әртүрлі құрылады.

Бұл жұмыста зерттеу нысаны болып, Талдықорған қаласының жылу жүйесінің сорғы станциясы болып табылады. Жұмыстың өзектілігі - жиілікті түрлендіргіш арқылы, сорғы станциясын басқарудың энергия тиімділігін арттыру болып табылады.

Мұнда сорғы станциясының басқару әдістері, сонымен бірге сорғы станциясының реттеу режим әдісінің жұмысы көрсетіледі. Сонымен қатар, нысанның үлгісі жасалып, жиілікті түрлендіргіштің және визуалдау жүйесі іске асырылады. Жұмыстың мақсаты – Талдықорған қаласының жылу желі-сіндегі сорғы станциясының басқару жүйесін жасап шығару.

Бұл дипломдық жобада келесідей есептер қойылымы қарастырылады:

- әдебиеттер көздеріне талдау жасау;
- сорғы станция қондырғыларын талдау;
- басқарылатын және реттелетін параметрлерді талдау;
- жиілікті түрлендіргішті таңдау;
- сорғы станциясының АБЖ-ның математикалық үлгісін құру;
- сорғы станциясының басқару алгоритімін құру;
- сорғы станциясын визуалдау жүйесін таңдау;
- автоматтандырылған жүйенің бақылау және басқарудың визуалды жүйесін жасау;
- matlab бағдарламасы мен Genesis32 ортасын байланыстыру;
- өміртіршілік қауіпсіздігін қарастыру;
- экономикалық тиімділігін есептеу.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Сорғы станциясының қысқаша сипаттамасы мен оның ерекшеліктері

Сорғы станциясы (СС) өте тиімді, әмбебап және кең таралған сұйық тасымалдау әдісі отандық, сонымен қатар шетел кәсіпорындарының әртүрлі өнеркәсіптің салаларында қолданылады.

Сорғы станциясы ғимараттардың және жабдықтардың күрделі электрогидравликалық техникалық кешені ретінде сипатталады, соның ішінде сұйық ағынының электрлік энергиясы механикалық энергияға өзгеруі және сәйкесінше тасымалданатын сұйықтық параметрлерімен басқару үрдісі іске асады.

Сорғы станциялары тұрғын-үй-коммуналдық шаруашылықта көлемді қолданыс табады. Олар функцияның талай әртүрлілігімен, бірлескен жұмыс кезінде сорғылардың қосылу сұлбасын, реттелетін параметрлерді, сенімділік топтарын және басқа да көрсеткіштерді сипаттайды.

Жылумен қамтамасыз ету жүйесінде сорғы станциялардың орнату жылутасғыш тасымалын жылулық энергияға тұтынушыға көзден және керісінше болып табылады [1,2,3].

Сорғыларды қосу әдісі бойынша СС сорғылардың жеке жұмыспен және СС сорғылардың бірлескен жұмысымен көрсетіледі. Бірінші әдіс СС үшін аздаған сорғының қуатымен және жұмыстың сенімділігіне төмен талаптармен сипатталады, мысалы дренажды сорғы үшін.

Ал сорғылар, бірге жұмыс жасайтын, СС барлық түрлері үшін кең пайдалануы болып табылады. Сонымен қатар қажетті технологиялық көрсеткіштерді қамтамасыз ету үшін құрылғылардың параллелді, тізбектей және аралас жалғануы қолданылады. Әсіресе сорғылардың параллелді жалғануы көптеген жылумен қамтамасыз ету СС қолданылады.

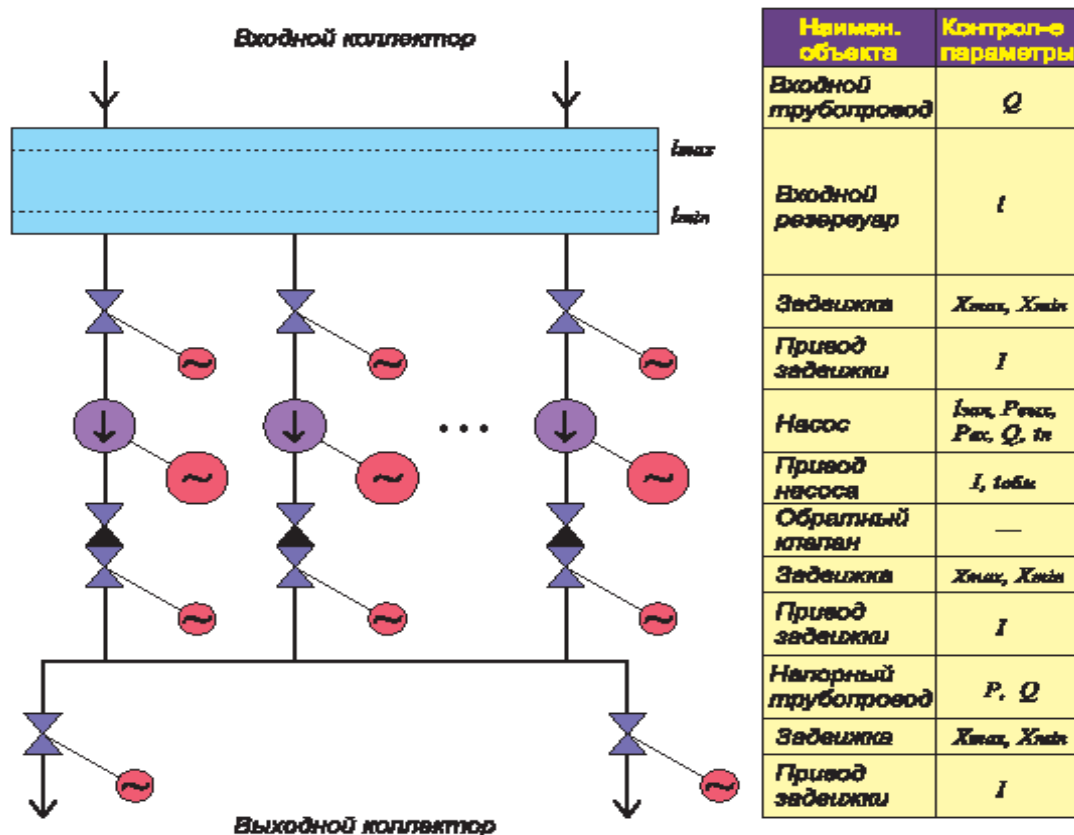
Тізбектей жалғану тек жоғарғы қысым қажет болған жағдайда ғана жасалады. СС реттелетін параметрлері негізінде қысымды реттеу станциясы және берілісті реттеу станциясы ретінде бөлуге болады.

СС басымды қолданыс алған сорғылардың параллелді жалғануы, сондай-ақ сумен қамтамасыз ету жүйесінде және адамдар орналасқан аймақтарды судан қорғау, өнеркәсіптік кәсіпорындарда, өндірістік нысандарды технологиялық кешендердің сырт суымен қамтамасыз ету жүйелері, соның ішінде түсті металлургия кәсіпорындарында және мұнай өңдейтін зауыттарда пайдаланылады [2-5].

1.1.1 Сорғы қондырғылары

Сорғы станциясының маңызды энергетикалық элементі болып сорғы қондырғысы, бір немесе бірнеше сорғылары бар, құбырларды сору және айдау жүйесі, жапқыш құралы, қоғалтқыш желісі, сонымен қатар басқада

қондырғылардың өлшегіш технологиялық параметрлері болып табылады және 1.1 суретте көрсетілген.



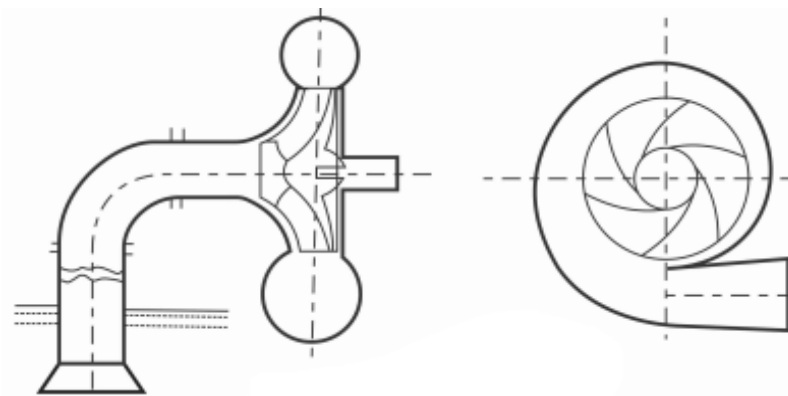
1.1 Сурет - Сорғы станциясының технологиялық схемасы

Сорғы станциясында негізгі күштеуіш жабдық ретінде көлемдік немесе динамикалық сорғылар пайдаланады.

Көлемдік сорғылар ығыстыру қағидасы бойынша жасайды, яғни сығылу нәтижесінде қозғалатын сұйықтық қысымы төмендейді. Оларға қайтарымды – ілгерлемелі (дифрагменді, піспектік) және айналғылы (аксиалды сығымдағыш, жапқыш, бұрандалы) сорғылар жатады. Динамикалық сорғылар қозғалатын ортаға әсер етуші күші бойынша жасайды. Оған қалақшалы қысымдағыш (орта тепкіш, өстік) және үйкеліс қысымдағыштары (құйынды, ағыншалы) жатады.

Солардың ішінде кең қолданысқа енген орта тепкіш сорғысы болып табылады.

Орта тепкіш сорғысының құрылымы 1.2 суретте көрсетілген. Сорғы сыртында (1) шиыршық пішіні бар, жұмыс доңғалағы (3) білікке (2) бекітілген. Ол алдыңғы және артқы табақшалардан тұрады және арасында қалақтар (4) болады, өзінің қалыпты бағытынан қарама қарсы бағытқа, яғни жұмыс доңғалақтары айналатын бағытқа жазылады. Құбырша (5) және сырты (6) арқылы сору және тегеуріндік құбырлармен жалғанады.



1.2 Сурет - Орта тепкіш сорғы схемасы

Егер сұйыққа толы сырты және сору құбырында жұмыс доңғалағы айналса, онда сұйықтық жұмыс доңғалақ арнасында (қалақ арасындағы) орналасқан, орта тепкіш күш нәтижесінде орта доңғалағынан шеткі аймаққа лақтырылады. Нәтижесінде доңғалақ ортасында сиретілу, ал шеткі аймақта жоғары қысым пайда болады. Осы қысымның арқасында сорғыдағы сұйықтық тегеуріндік құбырға келеді, бір уақытта сору құбыры арқылы сиретілу нәтижесінде сұйықтық сорғыға келіп түседі. Демек, орта тепкіш сорғысының көмегімен сұйықтық тұрақты беріліп тұрады.

Орта тепкіш сорғылар (ОТС) бірнеше жұмыс доңғалақтарымен болуы мүмкін, яғни көп сатылы. Бірақ олардың жұмыс істеу тәртібі әрқашанда бірдей болады, яғни сұйықтықтың қозғалуы орта тепкіш күштің әсерінен жүзеге асады.

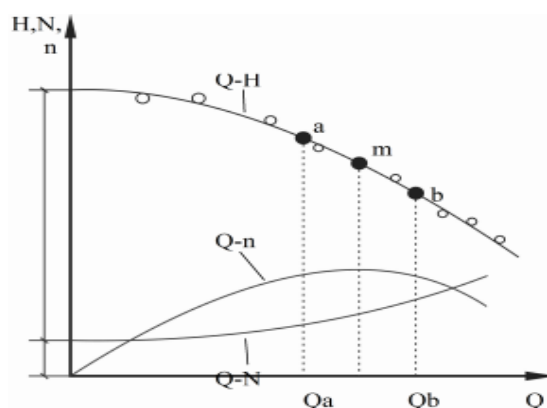
Өстік сорғыда жұмыс доңғалағы төлке болып табылады, оған бірнеше сүйірленген қалақшалар бекітілген. Өстік қалақшаның маңындағы доңғалақтардың айналуы сұйық ағынына көтергіш күші пайда болатындай әсер етеді, яғни сұйықтық төлкенің маңында осы әсердің нәтижесінде араласады. Өстік сорғының жұмыс доңғалағы түтік құтысында айналады және доңғалақ айналасындағы ағынның негізгі салмағы өс бағытында қозғалады. Бір уақытта айдалатын сұйықтық кішкене жұмыс доңғалағымен бұралады. Құтыдағы қозғалыстың айналу кедергісін жою үшін, жұмыс доңғалағынан белгілі бір қашықтықта түзетуші құралын орнатады, яғни сұйықтық буынды сорғыға әрі қарай тегеуріндік құбырға әкелінеді.

Тегеуріннің тәуелділік сызбасы, ПӘК-і, қуаты, жұмыс доңғалақтарының айналу жиілігінің тұрақты мәндерінде берілетін сіңіруге жіберілетін биіктігі, сорғыға келеін сұйықтықтың тұтқырлығы және тығыздығы сорғы сипаттамасы деп аталады. Ол сорғының түрінен, құрылымынан және түйіндердің мөлшеріне байланысты. Сорғы сипаттамасының екі түрі бар: теориялық және тәжірбиелік жүзіндегі.

Теориялық сипаттаманы орта тепкіш сорғылардың негізгі теңдеулер сипаттамсын пайдалану арқылы алады. ОТС жұмысына есепке алуға қиын түсетін көптеген факторлар әсер етеді. Сондықтан да сорғының теориялық сипаттамасы дәл емес және тәжірбибеде оларды қолданбайды. Орта тепкіш сорғының параметрлер арасындағы жұмыстың шын тәуелділігін тәжірбие

жүзінде анықтайды. Сорғыларды ГОСТ 6134-71 сынаудан өткізу үшін арнайы қойылған әдістеме бар. Сынауды жасау үшін алдымен сорғы арнайы құралданған және өлшейтін аспабы бар стендке орнатылады. Сорғыны қосқаннан кейін беріліс тегеурінді құбыр жолындағы ысырманың ашылу деңгейі арқылы реттеледі. Осылай берілудің бірнеше мәні орнатылады, осы мәнге сәйкес тегурін мөлшері және тұтынатын қуаты өлшенеді.

Тәжірбие нәтижесінде алынған мәндер беріліс мәні Q , тегеурін мәні H және қуаты N , сонымен қатар осы шамаларды есептеу арқылы алынған ПӘК-тің мәнін сызбаға саламыз және қисық сызықпен қосамыз. Үш қисық сызықта әртүрлі масштабта ордината өсі бойынша бір сызбаға салынады және 1.3 суретте көрсетілген.



1.3 Сурет – ОТС сипаттамасы

Сорғы сипаттамасының бірнеше ерекше нүктелері болады. Бастапқы нүкте сорғы жұмысының тегурін жолындағы ысырманың жабық күйін сипаттайды ($Q=0$). Бұл жағдайда тегурін H таралады және қуат N тұтынылады.

Тұтынылатын қуат сорғыдағы судың қызуына және мехнаикалық жоғалуына шығындалады. Сорғы ысырманың жабық кезінде тек 2-3 минут қана жұмыс жасай алады.

n сипаттамасының оңтайлы нүктесі ПӘК-тің максималды мәніне сәйкес келеді. Өйткені $Q-n$ қисығы бұл аймақта көлбеулі сипат алады, онда іс жүзінде сорғы сипаттамасының (1.3 суретіндегі a және b нүктелер арасындағы аймақ) пайдалануға болатын жұмыс бөлігі қолданылады. Жұмыс бөлігінің сипаттамасы әдетте ПӘК-тің төмендеуге жіберілетін мәніне тәуелді, 2-3% мәнінен аспау керек.

$Q-H$ қисығының соңғы нүктесі берілістің мәніне сәйкес келіп, яғни сорғы кавитацинды режимге түсу мүмкіндігін болуы керек.

Сорғының жұмысын сипаттайтын негізгі қисығы $Q-N$ қисығы. $Q-N$ қисығының пішіні сорғының құрылымына байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Әртүрлі сорғы үшін үздіксіз төменделетін қисықтар (тұрақты сипаттама) және максимум қисықтары (тұрақсыз, орнықсыз сипаттамалар) болады. Бірақ екі қисықтың түрі қалыпты, орнықты бола алады.

1.1.2 Магистралды жылу желісінің сорғы станциясы

Талдықорған қаласының жылумен қамтамасыз ету кешенінің негізгі элементі болып, диаметрі 500 және 700 мм жылуөткізгіштен тұратын, магистралды айналмалы жылуөткізгіш болып табылады. магистралды айналмалы жылуөткізгіші «Басқуат» қазандығымен және 1, 2, 4, 5 орамды қазандықтармен қоректендіріледі.

Магистралды жылуөткізгіш Ф700 мм жылыту және ыстық сумен қамдау бойынша негізгі жылулық жүктемені орындайды. Жылуөткізгіште №1 және №2 сорғы станциялары жұмыс жасайды. магистралдың қашықтығы Ф700 мм 17790 м болады. Бұл жылуөткізгіштен әртүрлі сандағы тұтынушылары бар 52 (елу екі) кварталды жылу желісі өз бастауын алады.

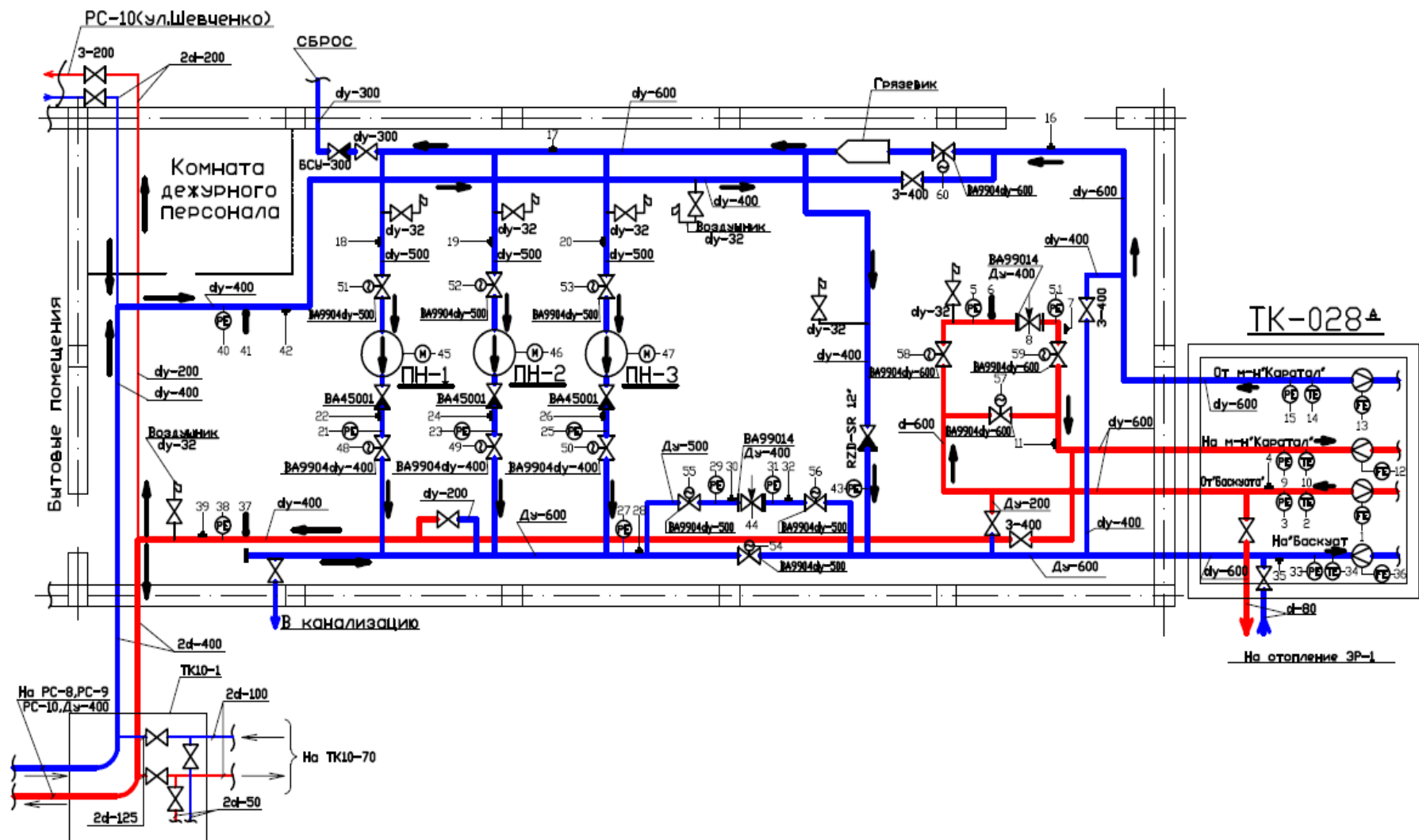
Магистралды жылуөткізгіш Ф500 мм жылыту және ыстық сумен қамдау бойынша қалған кварталды жылу желісін қамтамасыз етеді. Жылуөткізгіште №4 және №5 сорғы станциялары жұмыс жасайды. магистралдың қашықтығы Ф500 мм – 11913 м. жылуөткізуден он кварталдық жылу желісі беріліп жатыр.

Жылумен қамтамасыз ету кешені бес сорғы станциясымен (СС) қамдалған, сипаттамасы 1.1 кестесінде көрсетілген.

Сорғы станциясы 1978 ж. пайдалануға берілген және 2009 жылы қайта құрастырылған. СС жұмыс тәртібі – жыл бойы. Жергілікті рельефтің ерекшелігіне байланысты СС кешені тек негізгі «Басқуат» қазандық қондырғысын кері берілетін желілік сумен жұмыс жасап тұр. Жылға барлық СС бойынша электр энергиясының жиынтық шығысы 135 890 мың кВт/сағ немесе 0,3 мВт/тәу құрайды. Станцияның толық технологиялық схемасы 1.4 суретінде көрсетілген[7].

1.1 Кесте – Сорғы станция негізгі қондырғыларының сипаттамасы

№	Орналасу орны	Сорғы саны	Сорғы маркасы	Қозғалтқыш түрі	Айнал у Саны	Электр қорек-те	СС жұмыс тәртібі	
							Жазғы	Қысқы
1	к. Желтоқсан	5	1-Д 1250-63				жұмыста – 1	жұмыста – 3
							резерв – 4	резерв – 2
2	к. Төлебаева, 87/89	3		Асинхронды қозғалтқыш	1470 айн/мин	380, В	-	жұмыста – 2
								резерв – 1
4	к.Абылайхан	3	1-Д 800-56				-	жұмыста 2
								резерв – 1
5	Қараталы/а, 56	3					жұмыста – 1	жұмыста – 2
							резерв – 2	резерв – 1
3		3	Резервті сорғы станциялар					



1.4 Сурет - Сорғы станциясының технологиялық схемасы

1.2 Нысанның автоматтандырылған жүйесі

Сорғы станциялары. Кешеннің 3 сорғы станцияларында негізгі және қосымша қондырғының жанартуы жүргізілді. Осы сорғы станцияларындағы жылу энергиясының есебі «Элметро-ВиЭр» бейнеграфикалық тіркеуіші арқылы жүргізіледі. Негізгі гидравликалық параметрлерді реттеу «минитрм 450» реттегіш микропроцессоры арқылы және «Овен ТРм 138» әмбебап өлшеу реттегіші арқылы жүргізіледі. Сонымен қатар сорғы станцияларындағы орталықтандырылған басқаруға мС8 және мС10 өлшегіш контроллері пайдаланылады.

магистралды және кварталды желілер. Шығыс көзіндегі және сорғы станцияларындағы магистралды және кварталды желілерді гидравликалық тәртіпті басқару әмбебап өлшеу реттегіші арқылы жүргізіледі, және де ысырма мен қалпақшаға қол әректімен іске асады. магистральды және кварталды жылу желісінде орталықтандырылған алыстан басқаруға болмайды. Негізгі параметрлерді өлшеу қаралатын құдықтың орны бойынша жылу желісінің барлық ауданы бойынша іске асырылады.

1.3 Жылу желісі және сорғы станциясының басқару нысаны ретіндегі ерекшеліктері

Сорғы станциялары жылумен қамтамасыз етуде басқару нысаны ретінде. Су жылу желілерінде сорғылар берілген қысымды және тұтынушыларға керекті шамада берілетін суды ұстап тұру үшін пайдаланылады. Желілік сорғылар жылумен қамдау жүйесінде судың айналмасын жүргізсе, ал толықтыратын сорғылар судың кемуін және статикалық, динамикалық тәртіптеріндегі пьезометрлік сызығының керекті деңгейін ұстап тұрады.

Жылумен қамдау жүйесіндегі сорғы құралдар жұмысының ерекшелігі күн, апта, жыл мезгіліне тәуелді суды тұтынудағы графиктің бірқалыпсыз-дығына байланысты. Судың берілуін тұрақты көлемде ұстап тұру часпик кезінде құбырдағы тегуріннің едәуір төмендеуіне, тұтынушылардың суды талдауының жоғарлауы және магистралды құбырдағы қысымның көтерілуіне әкеледі, ал су шығыны төмендесе, онда тұтынушы жолында судың жоғалуы және құбырдың жарылуы мүмкін, яғни гидравликалық соққының пайда болуы. Жылу желі құбырында бұл үрдіс сорғы желілерінің немесе сорғы стансасындағы сорғылардың кенеттен өшіп қалуынан пайда болады, ал сорғы судың кірісі мен шығысындағы ысырманың толығымен қосылуы, және жергілікті қысымның аяқ астынан көтерілуі мен төмендеуі, құбырдың жарылуына әкеліп соқтырады [6].

Осы себептерге байланысты сорғы станциясын автоматтандыру саласында көптеген жасалымдар пайда болуда. Осыған байланысты сорғы станция жұмысна белгілі талаптар бар және олардың негізіболып келесі факторлар табылады: жылумен қамдау жүйесіндегі берілген қысымның жоғарғы нақтылығын ұстап тұру; стансаның қоректенетін кернуінің диагностикасы және қоректің әртүрлі жаңылуынан кейін сорғы стансасының жұмысын қалыпқа келтіру; жүйенің барлық

сезгілерінің диагностикасы және сезгілердің түзетілмеген жағдайында стансаның жұмыс істеу қабілетін ұстап тұру; басқару пультінен датчиктерді калибрлеу; сорғыларды құрғақ жүрістен қорғау; сорғылар жұмысының функционалдық диагностикасы; бөлінген байланыс каналы бойынша станция жұмысының параметрлерінің беру мүмкіндігі; басқару пультінен станса жұмысының параметрлерінің баптауы; станса жұмысын өртке қарсы тәртіпті қамтамасыз ету; станция жұмысының техникалық қызмет көрсету кезінде қол тәртібімен қамтамасыз ету; сорғы қондырғыларының бірқалыпты ресурстарды өндіру үшін сорғыларды ауыстыру.

Жылу желілері басқару нысаны ретінде. Кешеннің жылу желісі басқару нысаны ретінде кеңістік-тарату элементтері бар күрделі динамикалық жүйені көрсетеді, олардың әртүрлі жылу гидравликалық қасиеттері бар, көбісінің ерекшеліктері – энергетиканың басқа да үлкен жүйелерінде кездеседі [7].

Жылумен қамдау кешенінің ерекшеліктерінің жалпы санына келесілерді атап өтуге болады:

- өндіріс, көлік, жылу энергиясын үлестіру және тұтыну үрдістерінің уақыт бойынша үздіксіздігі;

- жылыту, ыстық сумен қамдау және желдету үрдістерінің ішкі өзара байланысының қиындығы;

- жылумен қамдау жылу үрдістерінің инерттілігі;

- жылу энергиясы және ыстық сумен қамдау, гидравликалық және жылулық тәртібінің жылумен қамдау үрдістерінің тұтынуының стационарлы еместігі;

- ауытқу сипатының стохастикасы;

- жергілікті белгілер бойынша геодезиялық кешен элементтерінің кеңістікті таралуы;

- жылу желісінің телімдері мен түйіндеріндегі жылутасымалдағыштың жоғары сезімталдылығы;

- желілік суды айдау үшін және тұтынушылардың қыздыру элементтерін толықтыру үшін қысым тудыратын қосымша электр энергия шығынын қажет ететін жылутасымалдағыштың жоғары тығыздығы;

- қазіргі мәндерін бағалау кезіндегі техника-экономикалық көрсеткіштер үрдістерін жүргізуінің сапа мәселесінің болуы;

- басқару сұлбасына субъектінің тікелей қатысуының басқару құрылымының иерархиялығы;

- жылумен қамдау кешенінің орталықтандырылған біруақытта орталықсыздандырылған жедел басқару үрдісінің жоғарғы деңгейі;

- кешеннің тәртіптері мен параметрлері туралы ақпараттың жеткіліксіздігі және толықсыздылығы.

Жылумен қамдау кешенінің келесі ерекшелігі анықталмағандығымен сипатталады:

- басқару нысанының үлгісі нысан параметрлерінің стационарлы еместігімен байланысты;

- құбырлардың гидравликалық сипаттамасы қызмет ету мерзіміне тәуелді;

- құбырдың жылу оқшаулау күйі – дымқылдылығынан, ғимараттың жылу

жоғалтуы – климат мәндерінен және есік пен терезе ойықтары арқылы сүзілмеуі, сонмен қатар қала аумағы бойынша тұтынушылардың бытыраңқы орналасуы;

- сыртқы ауытқуларының стохастикалық сипаттамасы бар климаттық фактор және тұтынатын жүктеме құрылымы тәулік уақытынан, апта күндерінен тәуелді.

- өндіруші және тұтынушы арасындағы қайшылықпен сабақтасқан басқарулар белгілері.

Өндіруші максимум жылуды төменгі шығынмен жіберуге мүдделі, ал тұтынушы өзінің қажеттілігін қанағаттандыруға мүдделі. Оның мақсаты – өзінің қажеттілігін қанағаттандыру, яғни жүйе үшін:

- жылыту – ғимараттағы температура 22-24 °C ;

- желдету - ауа алмастырғыш және температура 18-20 °C;

- ыстық сумен қамдау – температура 55-60 °C және керекті шығын. Жылу өндірісін орталықтандыру өндіруші үшін тиімді.

Жылумен қамдау кешенінің негізгі өзгешелік ерекшеліктеріне келесілер жатады [7]: үлкен сыйымды және көліктік кешігулері ауытқу берілетін каналы және басқарылатын әсері бойынша кешеннің динамикалық қасиетін сипаттайды.

Жылумен қамдау кешенінің жұмыс жасау тәртібі әртүрлі параметрлер физикалық мәні бойынша сипатталады:

- қысым (шығынды өлшеу) және температурасының динамикалық сипаттамасының берілу жолы бойынша бір біріне ұқсамайды. Желідегі судың шығыны екпінсіз өзгереді. Жылутасымалдағыш қозғалыс жылдамдығы бойынша анықталатын тармақталған жылу желісі температура толқынының өту үрдісі сағатқа созылуы мүмкін [8];

- жылу желісінде судың қайнауы. Егер реттелетін арматура немесе $T_{vl} = 130$ °C болатын (орталық көзден берілу) аса қызған су автоматтық қалпақша арқылы өтетін болса, онда осы суды тасымалдайтын құбырдың қысымы төмендейді де, судың жартысы қайнап кетеді және құбырда су буы пайда болады. Бұл құбырдағы су сорғалауының үзілуіне (бу тығындарының пайда болуы) және айналымның қосылуы кезіндегі гидравликалық соққының әсерінен құбырдың, ғимараттағы арматура және қыздыру құрылғыларының қиратуына әкеліп соқтыруы мүмкін. Сондықтан аса қыздырылған су тасымалданатын судың температурасымен және құбырдағы қысымның буға айналдыратын қысымнан жоғары болып тасымалдануы керек. Пайдалану кезінде апатты жағдай болмас үшін осы қажетті ережелерді сақтау керек [7];

- жылыту жүйесінде жылутасымалдағышты жоғарғы жылусыйым-дылығы, салмақ тығыздығы және судың жақсы гигиеналық сапасы (жеткілікті шамада) айрықша ерекше етеді. Бірақ судың негізгі кемшілігі болып 0 °C температура кезінде құбырда қатып қалуы, яғни құбырдың үзілуіне және қирауына, сонымен қатар жылумен қамдау жүйесіндегі жоғарғы гидростатикалық қысымның пайда болуына әкеліп соқтыруы мүмкін [10];

- жеке параллель орналасқан буындардың инерционды қасиеттерінің бір бірінен айырмашылығы бар. Сыртқы ауа температурасының тербелісі қызулы оқшаулар (қабырға) арқылы өтетін жылу толқындары кішкене болсын өше бастайды, фаза бойынша қалады және ақырын жылу жоғалтуын сипаттауы мүмкін

[8]. Жылу толқындарының қызулы емес сыртқы оқшаулар (терезе) арқылы енуі, сыртқы температураның синхронны өзгеруіне және тез жылу жоғалту болып сипатталады. 1961 ж. С.А. Чистовичтің зерттеулері бойынша [9], жылу жіберудің оңтайлы автоматты басқаруы үшін жай және тез жылу жоғалтудың қажетті дифференциеленген тіркеуін қарастыру керек.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты ОЖЖ басқару кезінде тек қазіргі уақыттағы метеофактор кешінін емес, сонымен бірге өткен уақыттағы метриологиялық шарттарды, және де болашақтағы өзгерістер мүмкіндігін есекеру керек.

Сонымен жалпы және айрықша ерекшеліктерінен басқа ОЖЖ келесідей түрлері бар [7]:

- жылу көзінің жоғары деңгейде автоматтандырылуы және жылу желі қондырғыларының, тұтынушыларды жылулық пунктін автоматтандырылған құралдарының толықтай дерлік болмауы;

- жылу желісі бойынша, басқа құбыр жүйесінен айырмашылығы, өнімнің өзі емес, ал оның параметрлері (жылу, температура, қысым) тасымал-данады, яғни жылыту, желдету және ыстық сумен қамдау әртүрлі тұтынушы жүйесі талаптарын қанағаттандыру үшін;

- тұтынушылардың негізгі жүктемесі – жылыту, параметрлерінің өзгеруіндегі төменгі сезімталдығымен сипатталады;

- жылуды тұтынушылар әртүрлі жағдайлардан тұрады, яғни тұтынушыға «жаманырақ» немесе «алыстық» бойынша басқаруға тиісілі, бұл кезде тұтынушылар қажет емес жылуды алады, яғни «басып кету» тәртібінде болады.

ОЖЖ құрылымдық ерекшлегінен келесіні атап өтуге болады, ОЖЖ жергіліктендіру қала аймағында.

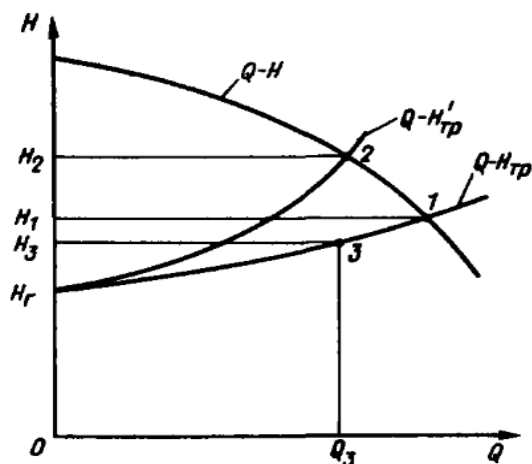
Жылумен қамдау ҚМКК «Талдықорғантжылусервис» кешенінің басқалардан ерекшелігі, орамды жылу желісі әртүрлі сандағы жеке жылу пунктерімен жалғануы, абонеттің желіге тізбектей, параллелді тізбектей қосылуы. Соңында әр орамды желі өзінің оқшауланған жылумен қамдаудың технологиялық тәртібі бар, осыған байланысты әрбір желі жекеленген сәйкес басқару алгоритмін құру қажеттілігіне себепші.

1.4 Сорғы станциясын басқарудың құрылғылары мен әдістері

Сорғы қондырғыларының жұмыс тәртібін реттеу әдісі. Орта тепкіш сорғыларға берілетін сұйықтық пен қысымды реттеу үшін келесі әдістер қолданылады.

- дросселді реттеу;
- сорғы құбырша шығысындағы кіріске сұйықтық ағынының бөлігін қайта жіберу;
- сатылы реттеу;
- сорғы жұмыс доңғалағының айналу жиілігінің өзгеруі.

Дросселдік реттеудің жасалуы тегеурін құбыры жүйесіне қосалқы кедергіні енгізуі, $Q - H$ желі сипаттамасы арқасында $Q - H'_{тр}$ (сур 1.5) тіке көтеріледі және Q_3 керекті берілісіне сәйкесінше 2 нүкте режимінде сорғы сипаттамасын кесіп өтеді. Бұл кезде жүйедегі қажетті тегеурін H_3 тең, ал сорғы H_2 тегеурінін таратды. Демек энергия $N = Q_3 p$ болады, $p = H_2 - H$ болғанда ысырмадағы жергілікті кедергінің жоғарлауы жоғалады. Жұмыспен қамтамасыз ету үшін сорғының пайдалы қуаты 3 нүктеде орналасқан.



1.5 Сурет – Дросселдеу жұмысымен реттеу кезіндегі «сорғы—желі» жүйесінің сипаттамасы

Бұл жағдайда сорғы қондырғы қуатының жойылуы:

$$N = \eta g Q_3 H_2 / 102 \eta_3 \quad (1.1)$$

Онда сорғы қондырғы ПӘК-і келесідей болады:

$$\eta = N/N = \eta_3 H_3 / H_2 \quad (1.2)$$

Осыдан көрінеді, желіге қажетті, сорғымен таратылатын, тегеурін арасындағы өзгерістің жоғарласа сорғы қондырғысының ПӘК-і төмендейді. Кедергілік реттеу әдісінің елеулі кемшілік бірқалыпты сипаттамасы бар, қысқа реттеу уақыты талап етілетін, тек аздаған сорғы қондырғыларына пайдалануға болады.

Тегеурінді қайта жіберуін реттеу сорғының шығысындағы сұйықтық ағынының бөлігін ысырма көмегімен оның кірісіне бұру арқылы болып табылады. Ал бос дөңгелек бойынша сұйықтық айналымына жойылатын энергия пайдалы жұмыс тудырмайды, яғни жүйедегі ПӘК-тің төмендеуіне әкеледі. СС берісі тек азаю жағына қарай реттелеі. Сору құбырына сұйықтың қайта жіберілуі сорғының кавитациондық сапасын жақсартады, бірақ айналымның бар болуы жүйенің ПӘК-ін төмендетеді, айналым құбырының құрылғысын және қосымша арматуа орнауын талап етеді, яғни сорғы станса ғимаратындағы құбыр желісін қиындатады.

Сондықтан бұл әдіс қаланы іс жүзінде сумен қамдауда таралмады.

Сорғы станциясы сатылы реттеу берісі сорғының қосылуы мен өшірілу арқылы жүзеге асады. Бұл әдіс басқаруда қарапайым болып табылады, себебі қосымша реттейтін қондырғыларды қажет етпейді. Бірақ бұл әдіс тұтыну кезінде өзгеретін параметрлердің үздіксіз және сапалы ұстап тұруына, жиі жіберілуінің шақырылуын және қондырғыштардың тоқтауын қамтамасыз ете алмайды, яғни қондырғылар жұмысының уақытын азайтады және сорғы станса беріліс тербелісінің тегістелуі үшін аралық жинау қойма құрылысын талап етеді. Осы ерекшеліктер сорғы стансалардың қысқаруына себепші болады.

Сорғы қондырғы жұмыс доңғалағының айналу жиілігі аздаған электроэнергия шығындары бар СС өнімділігінің үздіксіз реттелуін қамтамасыз етеді, басқа нұсқаларға қарағанда [2-5]. Бірақ ол реттелетін жабдыққа көп шығынды талап етеді, әсіресе жоғарғы қуатты қондырғылар үшін, және қоректенетін желімен электромагниттік үйлесімділіктің нашарлануына әкеліп соқтырады. Бірақ та реттелетін электрлік жетектің төменделетін бағасы бұл әдісті келешегі бар етіп қарастырады.

Сорғы стансасында сорғы түрлерімен басқару әдісі [14]. Дара реттеу. Басқару әдісі кезінде барлық қозғалғыштар өздерінің жеке жиілік түрлендіргішімен (ЖТ) қамдалған. Бұл әдіс – әмбебап. Реттеудің өте кең аралығындағы ең жоғарғы дәлдігін қамтамасыз ете алады. Функционалды мүмкіндіктері энергетикалық параметрлерімен ғана шектелінеді. Барлық қорғаныс функциясын қамтамасыз етеді (максималды токты және уақытша токты қорғаныс; жүктемені жоғалуының, фаза арасындағы ҚТ, қоректелінетін желінің кернеуінің ауытқуы, фазаның үзілуі, фазаның тізбектілігін басқару қорғанысы және т.б). Сипаттамасы бойынша әртүрлі сорғы қондырғыларын пайдалануға болады. Жиілік түрлендіргішінің тоқтап қалған кезіндегі жұмыс қабілетін сақтап қалады, бұл кезде АҚ желіден айналма түйістіргісі арқылы қоректендіріледі. Бұл әдістің жоғарғы энергиялық тиімділігі параметрлер дәлдігі үшін энергетикалық есебінің орындалуын қамтамасыз етеді. Яғни жұмыс жасайтын сорғылардың қатарының жөнді өзгеруі. Негізгі кемшілігі – жоғары бағалы. ЖТ алуға шектелген жағдайға байланысты бұл әдіс кең қолданыс таппады.

Топталған реттеу. Бір түрлендіргішті бір уақытта бірнеше АҚ параметрлерімен басқару үшін пайдалану өте сирек кездеседі. Реттеу дәлдігі және аралығы жинақталған техникалық құралдарымен және бағдарламалық қамдаумен анықталады. Әртүрлі сорғылардың сорғы қондырғыларын пайдалану мүмкіндігі шығарылған. Энерготиімділіктің төмендеуі себебі аз су тұтыну кезінде барлық сорғы қондырғылары төмен ПЭК режимінде жұмыс істейді. Үлкен қуаты бар ЖТ жоғарғы бағаға ие.

Аралас реттеу. Бір жиілікті реттелетін сорғы қондырғы және бірнеше реттелмейтін СҚ жүйесі – бұл каскадты реттеу жүйесі, бірақ реттеудің жоғарлаған дәлдігімен, ЖТ қолдануымен және басқару алгоритмімен күрделендірілген. Негізгі кемшіліктері қондырғы ресурсының қысқаруы және қозғалтқыштың жіберілу кезіндегі өтпелі үрдіске байланысты желіде кернеудің тасталуыны пайда болады. Басқа шешімі, желідегі токтың тасталуын төмендететуін ғана емес, СҚ

элементтерінің тозуын азайтуын және гидро соққыны алдын алуға мүмкіндік беретін, сорғы қондырғысының жиілікті түрлендіргішпен каскадты қосылуын бірге жай жіберілетін қондырғымен қолдану болып табылады. ЖЖҚ қолдану жүйенің пайдалну бағасын көтереді.

Каскадты жиілікті реттеу. Техника экономикалық көрсеткіш бойынша каскадты жиілікті реттеу оңтайлы болып келеді. Бұл әдіс реттеудің жоғары сапасын, сорғы стансасының жоғары энерготиімділігін және жетілдіру шамасымен қамтамасыз етеді. Жұмыс алгоритмі (Қосымша А, сурет А.1):

- негізгі жиілікті реттеу СА жүктеме аралығындағы технологиялық параметрді тұрақтандырады, бір агрегатты, номиналды айналу жиілігіне біртіндеп үдеу арқылы қамтамасыздандырады;

- жиілікті реттелетін жиілік айналуының номиналды жұмыс кезіндегі жүктеменің ары қарай жоғарлауындағы электроқозғауыш сорғы агрегаты қоректенетін желімен үйлестіріледі, ал түрлендіргіш негізгі болатын басқа СА басқаруға ауысады;

- осылай жүктеменің ары қарай жоғарлауында келесі қосымша агрегат қосылады;

- жүктеменің төмендеу кезінде кері бағытта біртіндеп орындалады.

Сорғы станциясында бар басқару құрылғысы [11]. Отандық және шетелдік замануи реттеу жүйесіндегі сорғы қондырғыларының жұмыс тәртібі автоматтандырылған реттелетін электрлік жетегі арқылы жүзеге асады. мұндай жүйеде реттелетін параметр болып сұйықтық тегеуріні болып табылады. Техниканың замануи дамуы үлкен дәлдікпен берілген тегеурінді ұстап тұруын қолдайды. Бірақ жоғары жоғары дәлдік сорғы агрегаттарының электроқозғалтқыш айналу жиілігінің үздіксіз өзгеруіне және осының нәтижесінде сорғы агрегаттарының жеке элементтеріне қарсы таңбалы жүктемесінің пайда болуына себеп болады (иілгіш жалғастырғыштар, сорғыны қозғалтқышпен жалғайтын және т.б), оларды алдын ала тозуына әкеліп соқтыратын. Сондықтан кейбір жағдайлар қатарында реттеу жүйесінің жоғары сезімсіздік аймағын орналастыру қажет болады, яғни тегеуріннің тұрақтылығын төмендетеді.

Ыстық сумен қамдау жүйесінде сорғы қондырғысының реттелетін электрлік жетегі ретінде электрлік жетектің бір түрін пайдалану қарастырылады, соның ішінде: индукторлы жалғастырғыш жылжуы ББ-3509 (басқару блогы) тристорлы блогынан қыздыру көзімен және осыған ұқсас; ТЖТ (тоқтың жиілігін түрлендіргіш) сериясының жиілікті түрлендіргіштері, ТЖТ-2 SAMI (Stromberg фирмасы) және басқа түрлері.

Сұйықтық тегеурінің тұрақтандаруы су бөлінуі төмендеген кезде желідегі тегеуріннің көтерілуінен қалыптасып, ал реттеу жүйесінің қозғалыс нәтижесінде сорғының электрлік қозғалтқышының айналу жиілігі төменейді. Сутұтынуының жоғарлауы кезінде керісінше желідегі сұйықтық тегеуріні түсіп, ал айналу жиілігі жоғарлайды. Құбыр жүйесіндегі сұйықтық тегеурінің тұрақтандыру жүйесінің негізгі мақсаты болып тегеурінді берілген мәнде ұстап тұру.

Желіде тегеурінді тұрақтандыру жүйесінде қосымша реттелмейтін сорғылардың қосылуын қарастыру керек.

Реттелетін жетекпен өте еңістелген сипаттамасы бар ең үлкен сорғы агрегаттары жабдықталуы керек. Біртектес сорғыны пайдалану кезінде көмескі аймағы пайда болмас үшін реттелмейтін сорғылардың жұмыс доңғалағында аз реттелетін диаметр болуы қажет. Айналу жиілігі жоғары болатын максималды беріліс режиміндегі реттелетін сорғының диаметрі мен жұмысы тең болған жағдайда ұсынымға сай жоғары қуатты қозғалтқышпен жабықталған болуы керек.

Айқын мүмкіншіліктеріне қарамасытан, сорғы қондырғысында реттелетін электрлік жетек кең таралым алмады. Қазіргі кезде оны кең қолдануы үшін талап етеілетін шарттар жасалған. Шалаөткізгіш техникасының қызу дамуы түрлендіргіштің статикалық негізінде сенімді және қымба емес реттелетін электрлік жетекті жасап шығаруға мүмкіндік берді. Сонымен бірге әлемдік энергетикалық дағдарыс энергетикалық қордың шынайы бағасын көрсетеді және олардың ұтымды шығындалуына себепші болды. Осының нәтижесінде автоматтандырылған реттелетін электрлік жетекпен жабдықталған сорғы қондырғыларын жасап шығару және зерттеу бойынша жұмыстары кеңейді. Төменде кейбір қондығыларының сипаттамасы келтірілген.

Индукторлы жалғастрғыш жылжуы негізінде реттелетін электрлік жетегі бар сорғы стансасын айдау. Сорғы стансаларында реттелетін электрлік жетегі бар АБЖ мақсаттылық пайдалануы, еліміздегі бағалар байланысын ескере жабдықтарға, электр энергияға және т.б факторларға ВНИИВОДГЕО жұмысына негізделген. Бұл болжаулардың тәжірбиелік тексерісі мәскеу қаласындағы Иванов сорғы станциясында жасалған. Бұл станцияда екі орнатылған сорғы агрегаты бар, оның алтауы ИЖЖ-мен жабдықталған. Агрегаттың номиналды параметрлері: берілісі $800 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ($0,22 \text{ м}^3/\text{с}$), тегеурін 33 м ($0,33$), қуаты 160 кВт, айналу жиілігі 960 айн/мин, айналу моменті ИКС $1,60 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ($160 \text{ кгс}\cdot\text{м}$). Қондырғының жұмыс режимін реттеу реттелетін электрлік жетексіз сорғы агрегатының қосу өшірілуі мерізімді жүреді. Қосылу саны тәулігіне 30-40 құрайды, ал жұмыс агрегатының саны кіріске байланысты 1-ден 6-ға дейін өзгерді. Автоматты реттеу жүйесі біреуінің немесе екеуінің реттеу агрегатының және барлық кірістің өзгерісіне байланысты жұмыс агрегат санының айналу жиілігін өзгертеді. Айналу жиілігі ауытқу дабылы бойынша өзгереді, яғни деңгей шығысындағы берілген шек бойынша қалыптасуы. Ауытқу дабылы, ПИ заңы бойынша өңделген, ИЖЖ тристорлы қоздырғышының импульсті фазалық басқару жүйесінің кірісіне келіп түседі. Сонымен оның тоқ қоздырғышы және сәйкесінше сорғының электр қоздырғышының айналу жиілігі реттеледі. Кірістің маңызды өзгерісінен, реттелетін сорғының айналу жиілігі өзгерсі сорғы қондырғысындағы берілісін талап ететін өзгерісін қаматасыз ете алмайды, станса агрегатындағы жұмыс жасайтын жалпы санының өзгерту қажеттілігі туындайды. Осы үшін реттелетін және реттелмейтін агрегаттардың әрекеттесу блогы қызмет етеді. Блок реттелмейтін агрегаттардан СПИН-ды өшіреді және ИЖЖ қоздырғышының сол уақыттағы токтың (5 А) максималды мәніне дейін жылдамдатады, реттелетін сорғының айналу жиілігі азая бастағанда, оның кері қақпасы жабылады және сорғы соруды тоқтады. Егер де реттелетін сорғының айналу жиілігі максималды мәнге жеткенде, ал кіріс өсе беруді жалғастырады және қондырғы резервуардағы ағынды

суды соруды атқара алмайды, блок реттелмейтін қосымша агрегаттың біреуін қосады және ИЖЖ қоздырғышын минимумға дейін төмендетеді. Деңгей тұрақтылығын 55 мм дәлдіктегі сорғы станса резервуарындағы және қосылу кезіндегі шамалы уақытқа ауытқуын (350 мм дейін) немесе реттелмейтін сорғы агрегатының өшуін жүйе қамтамасыз етеді. Жүйе агрегаттардың бірмезгілде бірнеше, қазіргі жағдайда екеу, айналу жиілігін реттей алады. мұндай жұмыс режимінің қажеттілігі бір сорғы берілісіне кірістің кішкене жоғарлауынан пайда болады. Осындай жағдайда реттелетін және реттелмейтін агрегаттың параллель жұмысы орнықсыз, себебі реттелетін агрегаттың жүктемесі тек 5-10 % номиналын құрайды. Осы кезде пайда болатын кішкене кірістің өзгерісінен реттелмейтін агрегаттың қосылу және өшірілуінің себебі болады. Осының нәтижесінде реттеу жүйесімен шешілмейтін қобалжыту әсері жасалынады. Екі реттелетін агрегаттың синхронды жұмысы, жоғары қуатты бір агрегаттың эквивалентті жұмысы, орнықсыз жұмыс режимінің пайда болуын алдын алады. Реттеу жүйесін енгізу электроэнергияны тұтыну шамамен 10% қысқатуға мүмкіндік берді, яғни жылына 170000 кВт, сонымен бірге сорғы агрегатының қосылу саны тәулігіне 30-дан 3-ке дейін.

Реттелетін электрлік жетегі бар сорғы стансасы асинхронды реттегіш каскады (АРК) сызбасы бойынша. мәскеу қаласында ұзақ уақыт бойы Кунцев сорғы стансасының сорғы қондырғы жүйесі (СҚЖ) жұмыс жасайды, онда қуаты 800 кВт болатын алты сорғы агрегаты орнатылған, соның ішінде 3-4 жұмыстық. Автоматты реттеу жүйесі бір фазалық роторлы қуаты 800 кВт және айналу жиілігі 740 айн/мин болатын асинхронды электр қозғалтқыштан, АВК түрлендіргіштен, функциясын ТДП230400-Т агрегаты орын-дайды, кері ауыстырғыштан және түзеткіштерден тұрады, ФРОС-800 кедер-гілігін тегістеу, ТС400 трансформаторымен келістірілетін, ПЗДУ90248А басқару стансасы және жіберілетін резистор, деңгейді түрлендіргіштен тұрады. Жүйе 7-10 см дәлдікпен резвуардағы сұйықтықты тұрақтандырады. Агрегаттың айналу жиілігін реттеу жүйесінің қозғалыс негізі жоғарыдағы сипаттамамен ұқсас. Сорғы агрегат станциясындағы жұмыстық саны қызметкермен анықталады. Сорғы қондырғысында бұл жүйені пайдалану жылына 600700 мың кВт/сағ электр энергиясын үнемдейді, осылай жалпы энергия тұтынудың 4-5%.

Жетек арқылы сорғы стансасы электр қозғалтқыш вентилі негізінде. мәскеу қ. Филев сорғы стансасында электр қозғалтқыш вентилі негізінде электр жетегін қолдану арқылы АРЖ енгізілген. Стансада орнатылған 30-ФВ-17 алты марканың ішінен тек біреуі ғана ПЧВН түрлендіргіші бар осындай электрлі жетекпен жабдықталған. Электрлі жетектің қуаты 1600 кВт, қозғалтқыш кернеуі 10 кВ. Түрлендіргіш қуаты 4000 кВА болатын төмендететін құрғақ трансформатор арқылы қоректенетін электр желісіне қосылған, ал қозғалтқыш осындай жоғарлатушы трансформатор арқылы түрлендіргішке қосылған. Түрлендіргіш құрамына тристорлы түрлендіргіш кіреді. Электрлі жетекпен басқару жүйесі жоғарыдағы сипаттамалармен ұқсас. Деңгей сезгісі ретінде ауалы қоңырау және 0-5 мА шығысы бар дифманометр қолданылған. Басқару жүйесінде Р-17 түріндегі ПИ- реттегіш пайдаланылған. Реттелетін электрлік жетегі бар АРЖ қолдану электр

энергия тұтынысын шамамен жылға 1200 мың кВт/сағ төмендеткен, сорғы жабдықтарының пайдалану жағдайы жақсарған, қызметкерлердің жұмыс жағдайын жеңілдетті. АРЖ жұмысын талдау және есептеуді жасау арқылы ұқсас екінші сорғы агрегатының электрлі жетек жабдығы электр энергияны үнемдеуінің екі есеге жоғарлауын мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Сорғы стансасы жиілікті электрлі жетегімен. московстрой сорғы стансасында (мәскеу қ.) қуаты 110 кВт/сағ болатын сорғының кәдімгі қысқы тұйықталған асинхронды электр қозғалтқышы ТЖТ түрлендіргіші арқылы қосылған. Электрлі жетекті басқару жүйесі бұрын сипатталған бойынша ұқсас құрастырылған, тек деңгей түрлендіргіш ретінде жүйеде ультрадыбыстық ЭХОЗ деңгейөлшегіш қолданылады. Бұл қондырғыда жиілікті электрлі жетегін пайдалану электр энергия тұтынысын жылына 60 мың кВт/сағ азайтады, шамамен 5%.

мәскеу қ. сорғы стансаларында сонымен бірге жиілікті түрлендіргіштің ТЖР-2 түрі және Stromberg финдық фирмасының өндірісі, осының негізінде жасалған және сорғы станса жұмыс режиміндегі АРЖ 10 аса агрегат қуаты 75-тен 160 кВт дейін жұмыс жасайды. Реттеу жүйесі Stromberg фирмасының SAMI түріндегі жиілікті түрлендіргішті қолдану арқылы Ново-Гагат станциясында көп уақыт бойы пайдаланды, яғни электр энергияның жалпы тұтынысынан 7-8% үнемдеу арқылы.

Stromberg фирмасының жиілікті түрлендіргіштері – жоғары сенімді және сорғы агрегатын реттеу үшін жеткілікті тығыз құралданған. Сорғы агрегаттарының бірқалыпты пайдалануын қамтамасыздандыру үшін, түрлендіргіштің біреуіне олар кезекпе кезек қосылуы үшін, құрылғы қарастырылады.

1.5 Басқару әдісін таңдау. Есептердің қойылымын зерттеу

Жылутасығышты тасымал үрдісін оңтайлы басқару сорғы станциясын пайдалану арқылы жылумен қамадау жүйесіндегі таңдауға және технологиялық режимдердің қабылданған критерия бойынша іске асыру.

Оңтайлы режимді таңдау мақсаты басқару нысанына немесе оның математикалық үлгісі негізінде тәжірбие жүргізу арқылы шешілуі мүмкін.

Басқару нысаны класына қатысты жылумен қамадау жүйесіндегі жылутасығышты тарату және тасымалдау үрдісі көп өлшемділігімен сипатталады. Осы ерекшеліктер нысан туралы жедел және сенімі ақпараттың жиналуын қиындатады, оңтайлы режимнің ағынын қиындатады және оператор-технологқа оңтайлы басқарудың тәжірбиелік әдісін пайдалануға рұқсат етпейді.

Осындай жағдайда оңтайлы басқарудың әдісі нысанның математикалық сипаттамасына арқа сүйелуі керек, есептің болжауын және өлшенбейтін айнымалыларының жанама бағасын формалдауға, анықталмаған және айнымалының басқару мен күйіне шектеу жағдайында басқаруды таңдауға мүмкіндік береді.

Осыған сәйкес сорғы және жылутасығыш сипаттамалары сияқты факторлардың кездейсоқ өзгеруі, жылу энергиясые тасымалдау процесіне негзгі

ықпал ететін, оның сипаттамасына орынды болып келетін және басқаратын әсерлерді анықтау үшін оңтайлы басқарудың есебін шешуге статикалық ыңғайы бар әдісті қолдану.

Жұмыста индетификация процесін пайдалануын және бейімделген жүйені басқаруды алдын алатын әдіс қарастырылған, басқару контурында идентификаторы бар. Осындай жүйе идентификаторлы бейімделген жүйе (ИБЖ) атауын алды.

Осы әдіс үрдістің технологиялық режимнің тиімді оңтайландыру есебін шешу арқылы анықтау болып табылады, математикалық үлгі үрдісі негізінде математикалық бағдарламалау есебі түрінде нысандандырылады, параметр бейімделу алгоритмін пайдалану арқылы үрдіс сипаттамасының бір орында тұру мүмкіндігінше анықталады және түзетіледі.

Басқарудың оңтайлы бейімделген жүйесінің қызмет көрсету алгоритмдер ішінде математикалық үлгінің балмалығын тексеру, үлгінің бейімделуі, оңтайлы технологиялық режимнің үлгісіне іздеуі және оңтайлы басқарудың нысанға берілуі. Осы әдістің негізгі бағалығына келесіні қарастыруға болады:

1) басқару нысаны туралы жеткіліксіз және дәлелсіз ақпарат болған жағдайда әдісті қолдану мүмкінгі;

2) үлгі параметрлерін түзету жолымен төмен жиілікті басқарылмайтын факторлар ықпалын ескеру мүмкіндігі;

3) сызықты үлгінің бейімделген сызықсыз сипаттамасы бар нысанды сипаттау мүмкіндігі;

4) математикалық үлгіні құруымен байланысты жадыда орын алатын және есептеу көлемін қысқарту.

Сорғы станциясы мен магистралды жылуөткізгіш сипаттамасының ерекшелігі, жиілікті реттелетін түрлендіргішті қолданатын осы автоматика жүйесін қызмет ету талдауын сорғы стансасын басқару үрдісіне, жылутасығыш тасымалына электр энергияны үнемдеу және максималды ПӘК-тің болуын қамтамасыз етуі ретінде осы негізгі талаптарды тұжырымдай алады. Бұл шарттар келесімен қамтылуы мүмкін:

1) сорғы станция жұмысының оңтайлы жұмыстық жағдайы;

2) магистралды жылуөткізгішінде гидравликалық соққының, апаттық режимнің болмауы;

3) кавитация үрдісінде және жылутасығыштағы қайнауы жою.

Жылу энергиясын тасымалдау үрдісінің жүргізу ерекшеліктерінің келесі басқару принциптерінің таңдауымен анықталады:

Оңтайландыру принципі. Сорғы станциясының оңтайлы басқару режимін табу математикалық үлгі жүйесінің түріне байланысты. математикалық бағдарламалау әдісімен математикалық есептің шешімін табуды талап етеді;

Өтемақы принципі. Бақыланатын (бірақ басқарылмайтын) ауытқу әсерінен сорғы стансасы жоғарғы жұмыс қысымында жұмыс жасағандықтан, ауытқу бойынша басқару қолдануын қажет етеді.

Сонымен, таңдалған принциптерін ескере сорғы стансасының басқару жүйесі ауытқу бойынша оңтайлы басқару жүйесінің тобына жатады. Осындай жүйенің

тиімді әдісімен зерртеу элементтеріне қиын байланысу түрлерін, үрдістің жоғары қозғалмалығын және кездейсоқ факторлар мен анықталмағандық әсерімен сипатталған, иммитациялық үлгілеу әдісімен болып табылады. Бұл кезде үрдістің физикалық қасиеті талдауының негізінде алынған тәжірбиелік аналитикалық үлгі иммитациялық үлгілеу кезінде нысан

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Сорғы станциясының математикалық үлгісі

Электр энергиясын энергия үнемдеу бойынша негізгі күш өндіру қажет ететін үлкен шығындар (шамамен 90% дейін) энергияны тұтынуға кететіні белгілі. Яғни, өндірілетін электр энергиясының 70 пайызға дейін электр жетекті пайдаланады, бірақ осы технологиялық құралды электр жетектерімен тиімді басқару біраз энергия үнемдеуді қамтамасыз етуі мүмкін. Себебі өндірісте энергия үнемдеу саласының негізгі бағыты сорғыш агрегаттардың басқару жүйесін модернизациялау, өндірісте тұтынылған электр энергиясының 20-35 %. Сыртқа тепкіш сорғыштардың, желдеткіштердің, жел айдағыштардың және т.б пайдасына болып табылады. Сорғы және компрессорлық стансалар, су тартқыш сорғылар, мұнай және газды айдап құю стансаларды, бірі желдеткіштер және т.б жұмыс режимі ұзақ жоғарғы қуатты жетектер үшін осы сұрақ маңызды болып табылады [12].

Өнімді айдап құю сорғы агрегаттардың жұмыс режимінің сипаттамасы болып табылады, мысалы су, берілген қысымы мен шығыны. Осы параметрлердің тұрақтығын сақтау үшін немесе оны өзгерту үшін технологиялық таппалар мен сыртқы факторлардың өзгеруіне сәйкес сорғы агрегаттың жұмыс режимін реттеу қажет. мұндай реттеуді сорғының немесе құбыр жолының сипаттамасы өзгерту арқылы жүзеге асыруға болады. Бірінші жағдайда кең таралған кедергілеу әдісін қолданады. Яғни, гидравликалық реттеуішті біршама шығын келтіретін қозғалтқышының тұрақты жылдамдықты сақталған кезде, реттеуші және тиісті арматураның көмегімен сорғының жұмыс режимін басқаруға болады.

Сорғы агрегаттарды реттеуде реттелетін электрлі жетек арқылы сорғының жұмыс дөңгелек айналу жиілігін өзгерту жолымен қамтамасыз етуге болады. Бұл әдісте құбырдың ысырмасын реттеу жолымен ашық қалады және сорғының барлық гидравликалық қуаты құбыр бойымен сұйықты орын ауыстыруға қолданылады, себебі ысырманьң гидравликалық кедергісінде қосымша шығындар болмайды.

Көретілген сорғының шығыны мен қысымын басқару әдістерінің қайсысы тиімді екенін қарастырайық.

Зерттеу нәтижесі «Электр жетек – сорғы – құбыр» жүйесінің теңгерім қуатын құратын бағасын жүргіземіз.

Құбырдың гидравликалық сипаттамасы мын теңдеумен сипатталады:

$$H = H_c + ZQ^2, \quad (2.1)$$

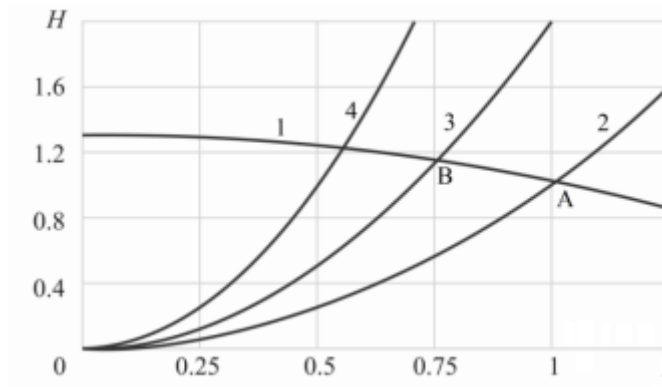
мұндағы H_c – статикалық күш (қысым), құбырдың басы және соңғы деңгейінің айырмашылығынан тәуелді;
 Z – құбырдың гидравликалық кедергісі;
 Q – өнім шығыны (су, ауа, газ, т.б).

Орта тепкіш сорғының (ОТС) тегеурін сипаттамасын мына түрде ұсынуға болады:

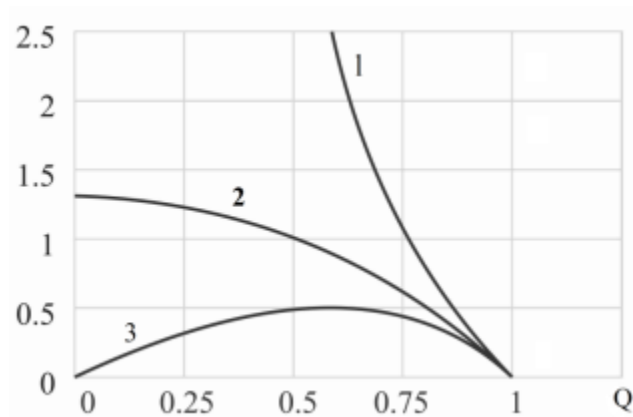
$$H_{цн} = H_0 - k_H Q^2, \quad (2.2)$$

мұндағы H_0 – ысырманың «жабық» ($Q = 0$) күйіндегі сорғы тегеуріні;
 k_H – сорғы сипаттамасының паспорты бойынша анықталатын коэффициент.

Егер сорғы тек құбырмен жұмыс жасайтын болса («ашық ысырмаға»), жүйесін гидравликалық параметрді стационарлық режимдң ОТС 1 мен құбыр 2 қиылысу нүктесіндегі тегеурін сипаттамасы анықталады (А нүктесі 2.1 – сурет пен 2.2 - сурет).



2.1 Сурет – ОТС беруді дросселдеумен реттеу: 1 – $Z_{ст}=0$; 2 - $Z_{ст}=1$; 3 - $Z_{ст}=3$



2.2 Сурет – Шығынды дросселдеумен реттеу кезіндегі сорғы агрегатының негізгі сипаттамасының өзгеруі: 1 - $Z_{ст}$; 2 - $\Delta H_{ст}$; 3 - $\Delta P_{ст}$

Жалпы сорғының шығысында тегеурін мен шығынның берілген мәндерін қамтасыз ету үшін, мұнда қуат жоғалады:

$$\Delta P_{ст} = \Delta H_{ст} * Q, \quad (2.3)$$

мұндағы $\Delta H_{ст}$ –реттегіште тегеурін өзгереді.

(2.1) және (2.2) теңдеулері бірлік қатынасында мына түрде болады:

$$H=H_0(\omega^2 - C_H Q^2), \quad (2.4)$$

$$H=H_c+ZQ^2, \quad (2.5)$$

мұндағы ω – айнарудың бұрыштық жылдамдығы, бірлікке қатысты:
 $C_H=1(1/H_0)$.

(2.3) теңдеуін бірге шешу келесіні береді:

$$Q = \sqrt{\frac{H_0\omega^2 - H_c}{C_H H_0 + Z}}, \quad (2.6)$$

$$H = \frac{H_0(C_H H_c + Z\omega^2)}{C_H H_0 + Z}. \quad (2.7)$$

Құбыр кірісіндегі гидравликалық қуаты:

$$P_{\text{маг}} = Q_{\text{маг}} H_{\text{маг}} = \frac{H_0(C_H H_c + Z\omega^2)}{C_H H_0 + Z} \sqrt{\frac{H_0\omega^2 - H_c}{C_H H_0 + Z}}. \quad (2.8)$$

(2.6-2.7) теңдеулерінен көріп тұрғандай, сорғы мен құбырдың сипаттамалары берілген жағдайда беру мен тегеурінді реттеуге болады, Z магистралінің кірісінде жұмыс гидравликалық кедергісінің немесе ω сорғы жұмыс доңғалағының айналу жиілігін өзгерте отырып. Бірінші жағдайда $\omega=1$, ал сорғы шығысында қосымша Z_{ep} реттеуішінің гидравликалық кедергісі енгізіледі. Осымен құбырдың сипаттамасы өзгеруі және жүйе жаңа H және Q мәндерімен В нүктесінде жұмыс жасайды (сур. 2.3). сорғы шығысындағы жалпы кедергі:

$$Z=Z_{\text{маг}}+Z_{ep}, \quad (2.7)$$

мұндағы $Z_{\text{маг}}$ және Z_{ep} – гидрореттегіштің және магистралдің кедергісі.

Q өнімділігін қамтамасыз ететін реттегіштің гидравликалық кедергісі:

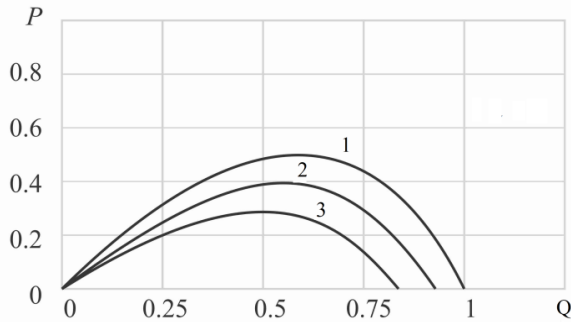
$$Z_{\text{гп}} = \frac{H_0(1-Q^2) - H_c}{Q^2}. \quad (2.8)$$

Гидрореттегіш қысымының өзгеруі:

$$H = Z_{\text{гп}} Q^2 = H_0(1 - Q^2) - H_c. \quad (2.9)$$

Ал қуат шығыны:

$$\Delta P_{\text{гп}} = \Delta H Q = (H_0 - H_c) Q - H_0 Q^3. \quad (2.10)$$



2.3 Сурет – Шығынды дросселдеумен реттеу кезіндегі әртүрлі статикалық тегеуріннің H қуаттың шығыны: 1- $H_c=0$; 2- $H_c=0.2$; 3- $H_c=0.4$

Есептеулер нәтижесі бірлікке қатысты 2.2 - суретте келтірілген. Онда Q шығынынан тәуелді Z_{gp} гидрореттегіштің кедергісі және ΔP_{gp} қуат шығыны мен $\Delta H_{гр}$ тегеурін сипаттамасына сәйкес сипатталады.

2.3 - суретте сорғы агрегатын кедергілеу шығынын реттеуде қуаттардың қатынасы ұсынылған. Көріп тұрғандай ΔP_{gp} қуат шығыны H_c шамасына тәуелді және тұтынылатын қуаттың ($H_c=0$, $H_0=1,3$ болғанда) 50% жетуі мүмкін. H шамасын арттырғанды ΔP_{gp} гидрореттегіштің қуат шығынының мәні салыстырмалы түрде кемиді. Сонымен қоса, шығынның максимумы ең жоғарғы көрсеткіштен Q мәнінің төмен мәнді аймағына ысырылады, яғни беруді реттеудің белсенді аймағынан шығарылады. Ысырмада қуаттың шығыны пайда болғанымен қатар А нүктесінен В нүктесіне (2.1 сур.) орын ауыстырғанда сорғы агрегатының ПӘК-і төмендейді. Сорғыдағы қуаттың шығыны әр түрлі сұйықтықтың ағуы, сорғы арқылы су жібергенде гидравликалық кедергіден өтуі, сұйықтыққа сорғы дөңгелегінің дискісінің үйкелісі және т.б.

Реттелетін жетекті қолдана отырып, ОТС жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығын тікелей басқаруға болады және кедергілеу арматурасын қолданбай шығын мен тегеуріннің талап етілетін мәнін қамтамасыз етеді. Соңғысы тек қосымша мақсатта қондырылады және желінің гидравликалық кедергісін төмендететін айдау ағымында толығымен ашық болады. (2.9) және (2.10) теңдеулері беруді реттеу үшін шығыста ($Z=1$) ысырманы түгел ашып, айналым жиілігін өзгертсе, өрнек мына түрде болады (2.11-2.13):

$$Q = \sqrt{\omega^2 - H_c/H_0}, \quad (2.11)$$

$$H = C_H H_c + \omega^2, \quad (2.12)$$

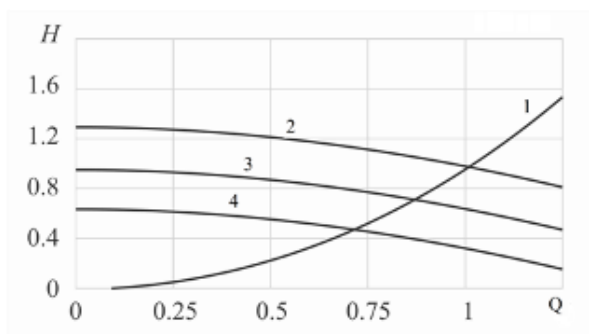
$$P_{Mag} = (C_H H_c + \omega^2). \quad (2.13)$$

Бұл жағдайда шығынның азайуы, сорғымен жасалынған, тегеуріннің азайу есебінен болады (2.4 сур.), $P_{цн} = P_{mag}$ беру мәндері және гидро реттегіштегі қосымша қуат шығыны алып тасталынады.

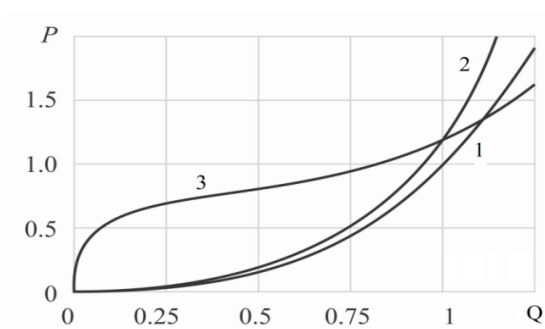
H_c статикалық шамасын ескермей және ω сорғы жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігін реттегенде әдебиеттен белгілі, гидравлика заңына сәйкес берілген мәндер өзгереді: $Q = \omega$, $H = \omega^2$, $P = \omega^3$.

ОТС ($H_c=0$, $H_0=1,3$) жиілігін реттеуде қуатты есептеу нәтижесі 2.5 - суретте келтірілген.

Сорғы білігіндегі қуаттылығын есептеуде сорғының алдын ала алынған ПӘК қисығы қолданылады. Ескеретін жағдай, сорғының ПӘК ω артуымен біршама көтеріледі, гидравликалық шығын мен дискі үйкелісіндегі шығын өзгереді.



2.4 Сурет – Жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігінің өзгеруімен ОТС беруді реттеу: 1 – магистраль сипаттамасы; 2,3,4 – ω реттеу кезіндегі ОТС сипаттамасы



1 – ОТС шығысындағы гидравликалық қуат; 2 – айналым жиілігін реттеудегі ОТС білігіндегі механикалық қуат; 3 – кедергілеу реттеуіндегі ОТС білігіндегі механикалық қуат

2.5 Сурет – Q шығынын реттеудегі ОТС қуаты

Сорғы қуатына пропорционалды айналма тіректегі, майлықтағы үйкеліс шығыны артпайды. Сорғы жетекті реттеудің тағы бір артықшылығы келесі болып табылады. Жүйенің қажет тегеурінін сақтауда максималды мүмкін болатын шығынды қамтамасыз ету үшін ОТС электр жетегі таңдалады. Талап етілетін мәнге дейін төменделетін жедел арматурамен қондырғының шығысында қысым жасалады.

Барлық келтірілген аргументтер бойынша, реттелетін сорғы жетегі сорғы агрегатын пайдаланатын, барлық саладағы энерго және ресурстарды жинақтау маңызды құралы ретінде санауға болады.

Құбыр жүйесі күрделенуіне және автоматтандырылатын болғандықтан, құбыр жүйесіндегі ағынды басқару талап етілуі алуан түрлі болып жатыр. Дросселді жүйеге қарағанда, технологиялық процестердің автоматты басқару жалпы жүйесіне автоматтандырылған ОТС электр жетегінің қосылуы әлдеқайда шынайы және оңайырақ жүреді [12,13]. Бұл сорғы агрегаттарын реттелетін автоматтандырылған электр жетегіне көшуі экономикалық есптің маңыздысы болып табылады, яғни шешімі біршама экономикалық эффект алуға болады.

2.2 Басқару жүйесінің синтезі

2.2.1 Структуралық схеманы құрастыру

Басқару жүйесі қысым бойынша бір сыртқы контурмен және бір контурлы болып келеді.

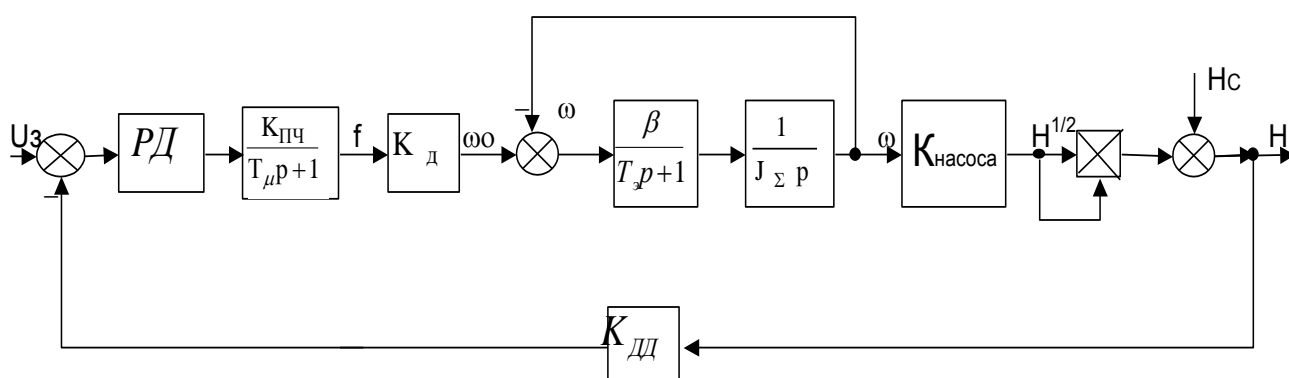
Жүйенің структуралық сұлбасы 2.6 суретте көрсетілген.

$$K_d = \frac{2\pi}{p}, \quad (2.14)$$

мұндағы РД – қысым реттеуші,
 K_d – коэффалтқыштың берілу коэффиценті.

$$K_{дд} = \frac{U_3}{H_H}, \quad (2.15)$$

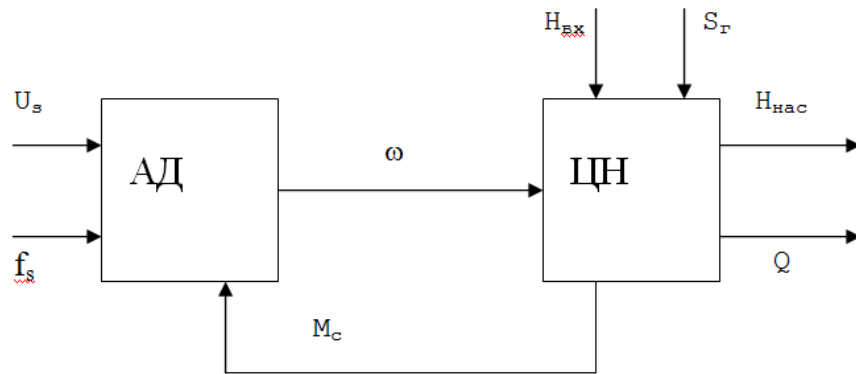
мұндағы $K_{дд}$ – кері байланыс коэффиценті (қысым бойынша).



2.6 Сурет – Жүйенің структуралық сұлбасы

2.2.2 Нысанды талдау

Басқару нысанын төменде көрсетілген функционалды схемада көрсетіледі (2.7 сур.).



2.7 Сурет – Сорғы қондырғысының функционалды схемасы

Белгілеуді көрсетеміз: АД – асинхронды қозғалтқыш; ЦН – орта тепкіш сорғы; U_s – тұрғыдағы кернеу; f_s – тұрғыдағы жиілік кернеуі; ω – ротордың және сорғының жұмыс дөңгелегінің айналу бұрыштық жылдамдығы; m_c – қозғалтқыш білігіндегі жүктеменің статикалық моменті; $H_{нас}$ – сорғы шығысындағы тегурін; $H_{вх}$ – сорғы кірісіне тегурін; Q – сорғының өнімділігі; S_r – магистралды құбырдың гидравликалық кедергісі.

ОТС статикалық моменті шаршы пішінді жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығы.

Сорғының негізгі параметрлері – бұл тегурін мен беріліс.

Беріліс Q – бұл сұйықтың көлемі, нақты уақыт бірлігінде сорғы агрегатымен берілетін.

Тегурін H – бұл сорғы агрегатынан кіріс пен шығыс аймағындағы 1кг энергия болуның әртүрлігі.

Сорғының дифференциалды теңдеуі [15]:

$$\frac{m}{\rho g} Q + s^2(a + a_{\Phi})Q^2 = s^2 \frac{H_{он}}{w_H^2} w^2 + s^2 H_{ст}, \quad (2.16)$$

мұндағы m – судың салмағы;

g – еркін құлау үдеуі;

ρ – сұйықтықтың жылдамдығы.

Бұл есепті шешу амалы кейбір теңдеулерді сызықтандыру болып табылады (2.17-2.18):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{w_1}{w_2}, \quad (2.17)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{w_1}{w_2}, \quad (2.18)$$

мұндағы $Q_2 = Q_H$, $H_2 = H_H$, $H_1 = H_*$, $Q_1 = Q_*$, Q_H , H_H – сорғы қондырғыларының сәйкес келетін параметрлердің номиналды мәндері;
 Q_* , H_* - сорғы қондырғыларының сәйкес келетін параметрлердің қазіргі мәндері.

Онда теңдеу (2.17-2.18) келесі түрде болады (2.19-2.20):

$$\frac{Q_*}{Q_H} = \frac{w_*}{w_H}, \quad (2.19)$$

$$\frac{H_*}{H_H} = \frac{w_*^2}{w_H^2}. \quad (2.20)$$

Сорғының беріліс пен тегеурін мәнін қозғалтқыш білігіндегі жылдамдық арқылы көретуге болады (2.21) және (2.22):

$$Q_* = \frac{Q_H}{w_H} w_* = k_1 w_*, \quad (2.21)$$

$$H_* = \frac{H_H}{w_H^2} w_*^2 = k_2 w_*^2, \quad (2.22)$$

мұндағы k_1 , k_2 - тұрақты шамалар.

Егер электромагнит тізбектері мен жиілікті түрлендіргіш инерциалығын ескермесек, яғни олардың нысанның уақыт тұрақтылығына қарағанда қатары төмен, және m_c арқылы электржетектің нысанның байланысы, қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының қаттылығы жоғары деп алса, онда тегеурін басқару кезінде структуралық схемасын тек номинал нктесінде сызықтандыра аламыз және келесі түрде болады

Теңдеудің түбірін табамыз (2.22):

$$\sqrt{H_*} = k_{насос} w_*, \quad (2.23)$$

мұндағы $k_{насос} = \sqrt{\frac{H_H}{w_H^2}}$ - тұрақты коэффициент.

Гидравликалық желісі бар сорғын инерциялық буынды көрсетеді, яғни апериодикалық буынның бірінші қатары болып табылады:

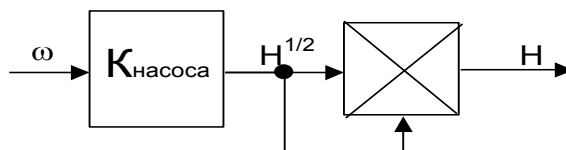
$$W_{нас}(p) = \frac{k_{нас}(w)}{T_{нас}p+1}, \quad (2.24)$$

мұндағы $K_{нас}$ – түрлендіргіш коэффициент,
 $T_{нас}$ - сорғының тұрақты уақыты.

Яғни сорғы сызықсыз қиын жүйе болғандықтан, біздің жұмысымыз аз ауытқуда тұр, оның беріліс коэффициенті сызықталады.

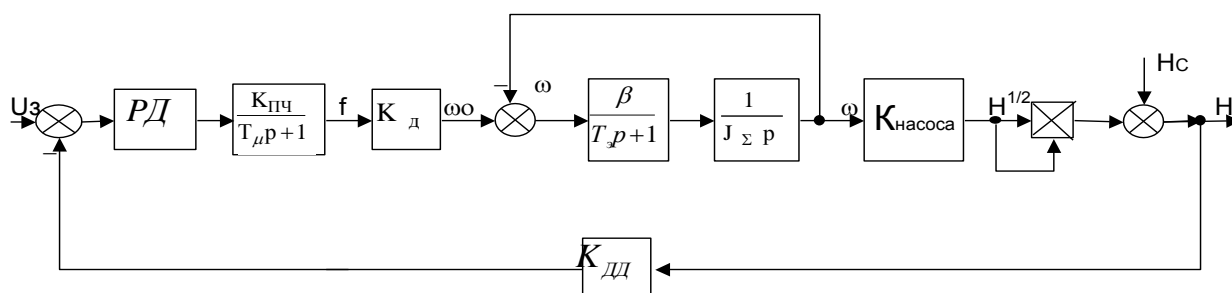
$T_{нас}$ мәні өте аз [15]. Яғни сорғыны күшейткіш буын деп қарастыруға болады: $W_{нас}(p) = k_{нас}$.

Сорғының үлгісі келесі түрде болады (2.8-сурет):



2.8 Сурет – Сорғы үлгісі

Сәйкесінше сорғы қондырғысының структуралық схемасы келесі түрде болады:



2.9 Сурет - Структуралық схема

$$K_{д} = \frac{2\pi}{p}, \quad (2.25)$$

мұндағы $K_{д}$ – қозғалтқыштың беріліс коэффициенті.

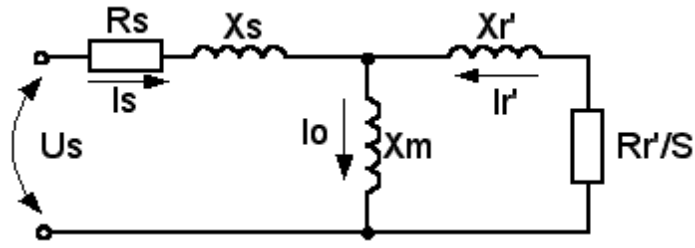
Жүйедегі ауыспалы үрдістердің параметріне сорғының тұрақты уақытта әсері берілге жүйені үлгілеу кезінде ескеріледі.

$$K_{ДД} = \frac{U_3}{H_H}, \quad (2.26)$$

мұндағы $K_{ДД}$ – кері байланыстың коэффициенті (қысым бойынша).

2.2.3 Асинхронды қозғалтқыштың үлгісі

T тәрізді аралас схеманы және динамикалық электромашинаның схемасын негіз ретінде аып қысқы тұйықталған роторы бар қозғалтқыштың математикалық сипаттамасын және оның динамикалық үлгісін құрастырамыз.



2.10 Сурет – Аралас асинхронды қозғалтқыштың схемасы

Берілген схема параметрі:

$$X_1 = X'_1 \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}}, \quad (2.27)$$

$$X'_2 = X''_2 \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}}, \quad (2.28)$$

$$R_1 = R'_1 \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}}, \quad (2.29)$$

$$R'_2 = R''_2 \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}}, \quad (2.29)$$

мұндағы X_1 - негізгі индуктивтілік кедергі;

X'_1, R'_1 - тұрғыдағы ораманың активті және индуктивті кедергісі;

X'_2, R'_2 - ротордағы орама кедергілері;

X_1, X''_2, R_1, R''_2 - ротор мен тұрғы кедергілері;

$U_{1\phi H}, I_{1\phi H}$ - номиналды кернеу мен ток.

Асинхронды қозғалтқыштың динамикасының толық үлгісі стационарлы жүйедегі координаттар бес дифференциалды теңдеумен көрсетіледі [16]:

$$w = \frac{1}{J} \left[\frac{3}{2} p_n \frac{L_m}{L_2} (\Psi_{2a} i_{1b} - \Psi_{2b} i_{1a}) - M_c \right], \quad (2.30)$$

$$\frac{di_{1a}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1a} - \alpha \beta L_m i_{1a} + \alpha \beta \Psi_{2a} + \beta w p_n \Psi_{2b} + \frac{U_{1a}}{\sigma},$$

$$\frac{di_{1a}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1b} - \alpha \beta L_m i_{1b} + \alpha \beta \Psi_{2b} + \beta w p_n \Psi_{2a} + \frac{U_{1b}}{\sigma}, \quad (2.31)$$

$$\frac{d\Psi_{2a}}{dt} = -\alpha \Psi_{2a} - w p_n \Psi_{2b} + \alpha L_m i_{1a},$$

$$\frac{d\Psi_{2a}}{dt} = -\alpha \Psi_{2b} - w p_n \Psi_{2a} + \alpha L_m i_{1b}, \quad (2.32)$$

мұндағы $\alpha = \frac{R_2}{L_2}$, $\beta = \frac{L_m}{\sigma L_2}$, $\sigma = L_1 - \frac{L_m^2}{L_2}$, $L_1 = L_m + L_{1\sigma}$, $L_2 = L_m + L_{2\sigma}$;

w – бұрыштық жылдамдық ;

i_{1a} , i_{1b} – тұрғыдағы тоқтың құраушы векторлары;

Ψ_{2a} , Ψ_{2b} – ротордағы ағын жалғасудың құраушы векторлар U_{1a} ,

U_{1b} – тұрғыдағы кернеудің құраушы векторлары;

M_c – жүктеме моменті;

R_1, R_2 – ротордың және тұрғының активті кедергісі;

L_1, L_2 – ротор мен тұрғының индуктивтілігі;

L_m – магнитті контудың индуктивтілігі;

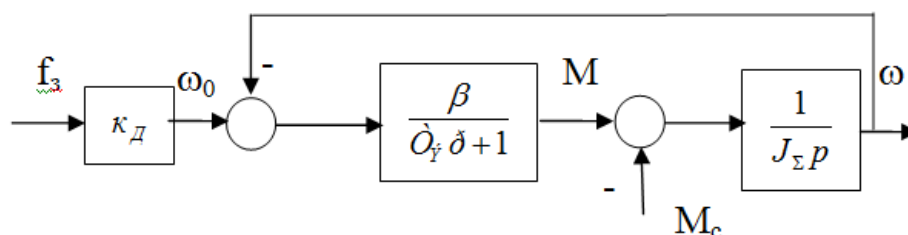
$L_{1\sigma}, L_{2\sigma}$ – ротор мен тұрғының таралуындағы индуктивтіліктің құраушысы;

p_n – полюстер жұп саны.

Қозғалтқыштың таралу моменті:

$$M = \frac{3}{2} p_n \frac{L_m}{L_2} (\Psi_{2a} i_{1b} - \Psi_{2b} i_{1a}). \quad (2.33)$$

Басқару жүйесінің реттеу синтезін орындау үшін қозғалтқыштың сызықталған үлгісі алынады. Осы қозғалтқыш үлгісінің структуралық схемасын келесі 2.11 - суретте көрсетілген:



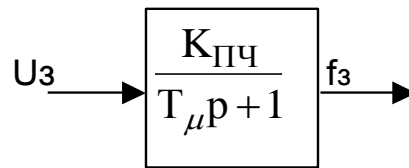
m – асинхронды қозғалтқыштың механикалық моменті; β -механикалық сипаттаманың сызықты бөлігінің қаттылығы; T_s –уақыттың электромагнитті константасы; J –қозғалтқыш білігінің инерциясының қосыды моменті; f_3 – жиілік ; K_D – АД беріліс коэффициенті.

2.11 Сурет – Қозғалтқыш үлгісінің сызықтандырылған түрі

Жиілікті түрлендіргіштің үлгісі (динамикалық). Жиілікті түрлендіргіштің қатарына тұрақты тоқты буыны бар басқарылатын түзеткіш, сонымен қатар кернеудің сүзгісі және инверторы бар.

Транзисторлы түрлендіргіш дискретті және сызықсыз динамикалық нысан болып табылады, бірақ жиілікті түрлендіргіштің ерекшелігі сызықсыз нысан тәрізді жүйенің түгелімен жұмысына әсер етпейді. Реттелетін контурдың кесілме жиілігі ол орналасқан керекті транзисторлы түрлендіргіш динамикасына қараған төмен болады, сонымен қатар осы жүйедегі өтпелі процеске жұмсалатын уақыт жүйенің дискретизациялау уақыт аралығын басады [16].

Басқару жүйесі реттеуішінің синтезін жүргізу үшін жиілікті түрлендіргіш үлгісін сызықтандыру қолданылады (2.12 - сурет).



2.12 сурет - Жиілікті түрлендіргіштің сызықтандырылған үлгісі

мұндағы $K_{ппч}$ – жиілікті түрлендіргіштің күшейткіш коэффициенті;
 T_m -тұрақты уақыт.

Өтпелі процестің өтуінің нақты алуы үшін динамикалық жүйеге зерттеу жүргізіледі, олар екі бөліктен тұрады: жиілікті түрлендіткіш асинхронды қозғалтқыш және ветор пішініндес эквивалентті екіфазалы қозғалтқыш үлгісі қолданылады.

Қозғалтқыш үшфазалы, математикалық сипаттаманы қиындатады, себебі теңдеулер санын арттырады, сондықтан процестер осындай көпфазалы электроқозғалтқыштарда эквивалентті екіфазалы үлгімен алмастырылады. Осындай есептің шешімі электроқозғалтқыштың қуатының шешілетін теңдеулер түрленуінің өзгермейтіндігі болып табылады. Осы есепті шешкен кезде кез келген ауыспалы қозғалтқыш вектор түрінде көрсетіледі. Бұл вектордың бағыты координат осіне сәйкес болуы керек. Тұрғымен (a, b) осьтарымен ортогональды координат жүйесі тығыз байланысты, ротормен c (d, q) осьтерімен. Барлық есептелітін ауыспалылар (U, V) координат жүйесіне келеді, яғни w_c анықталған жылдамдығы бар қозғалмайтын тұғырға қатысты айналады. U, V саналған a, b немесе d, q осьтеріндегі ауыспалы асинхронды қозғалтқыштың түрленуі және керісінше геометриялық заңға сәйкес осы осьтарға ауыспалы векторларының сәйкесінше ортогональды проекция көмегімен шығарылады.

Кирхгоф теңдеуі келесідей болады:

$$\dot{U}_1 = I_1 R_1 + \frac{d\psi_1}{dt} + jw_c \psi_1, \quad (2.34)$$

$$0 = I_2 R_2 + \frac{d\psi_2}{dt} + j(w_c - w_{эл}) \psi_1, \quad (2.35)$$

мұндағы U_1 – тұрғы кернеуі;

I_1, I_2 – ротор мен тұрғы тоғы;

R_1, R_2 – ротор мен тұрғының электрлі активті кедергісі

$w_{эл} = p_n w$ - бұрыштық жылдамдық (электрикалық);

p_n – қозғалтқыштағы полюстер жұбының саны;

w – бұрыштық жылдамдық.

Ротор мен тұрғы үшін ағын жалғасуы келесі теңдеумен анықталады:

$$\dot{\Psi}_1 = L_1 \dot{I}_1 + L_{12} \dot{I}_2, \quad (2.36)$$

$$\dot{\Psi}_2 = L_{12} \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2, \quad (2.37)$$

мұндағы L_1, L_2, L_{12} – ротордың, статордың орамға сәйкес индуктивтілігі.

Ток, кернеу және ағын жалғасу векторы (U, V) осіндегі проекция суммасымен анықталады:

$$\dot{U}_1 = U_{1U} + jU_{1V}, \quad (2.38)$$

$$\dot{I}_1 = i_{1U} + ji_{1V}, \quad (2.39)$$

$$\dot{I}_2 = i_{2U} + ji_{2V}, \quad (2.40)$$

$$\dot{\Psi}_1 = \dot{\Psi}_{1U} + j\dot{\Psi}_{1V}, \quad (2.41)$$

$$\dot{\Psi}_2 = \dot{\Psi}_{2U} + j\dot{\Psi}_{2V}. \quad (2.42)$$

Ротордың тоғы (2.37) теңдеуі бойынша анықталады:

$$\dot{I}_2 = \frac{1}{L_2} \dot{\Psi}_2 - \frac{L_{12}}{L_2} \dot{I}_1. \quad (2.43)$$

(2.22) теңдеуіне (2.43) теңдеуін қойса келесідей болады:

$$0 = \frac{R_2}{L_2} \dot{\Psi}_2 - \frac{L_{12}}{L_2} R_2 \dot{I}_1 + p\dot{\Psi}_2 + j(\omega_c - \omega_{\text{эл}})\dot{\Psi}_2. \quad (2.44)$$

Ауыстыру енгіземіз:

$$\alpha = \frac{R_2}{L_2}. \quad (2.45)$$

Онда (2.44) теңдеуі келесідей болады:

$$0 = (p + \alpha + j(\omega_c - \omega_{\text{эл}}))\dot{\Psi}_2 - L_2 \alpha \dot{I}_1. \quad (2.46)$$

Тұрғы ағын жалғасуына (2.43) ескере (2.36) теңдеуінен келесі теңдеуді аламыз:

$$\dot{\Psi}_1 = L_1 \dot{I}_1 + L_{12} \left(\frac{1}{L_2} \dot{\Psi}_2 - \frac{L_{12}}{L_2} \dot{I}_1 \right) = \frac{L_1 L_2 - L_{12}^2}{L_2} \dot{I}_1 + \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2 = \sigma \dot{I}_1 + \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2, \quad (2.47)$$

мұндағы $\sigma = \frac{L_1 L_2 - L_{12}^2}{L_2}$.

(2.34) теңдеуіне(2.29) қойсақ келесі кернеуді аламыз:

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1 + \frac{d}{dt} \left(\sigma \dot{I}_1 + \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2 \right) + j\omega_c \left(\sigma \dot{I}_1 + \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2 \right). \quad (2.48)$$

Немесе оператор пішінде:

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1 + p\sigma \dot{I}_1 + p \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2 + j\omega_c \sigma \dot{I}_1 + j\omega_c \frac{L_{12}}{L_2} \dot{\Psi}_2. \quad (2.49)$$

Аяқталған түрі:

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 (R_1 + \sigma(p + j\omega_c)) + \frac{L_{12}}{L_2} (p + j\omega_c) \dot{\Psi}_2. \quad (2.50)$$

Ротор тізбегін ауыстырғаннан кейін қозғалтқыштағы процесті сипаттайтын түрленген теңдеу жүйесін аламыз:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 (R_1 + \sigma(p + j\omega_c)) + \frac{L_{12}}{L_2} (p + j\omega_c) \dot{\Psi}_2, \\ 0 &= (p + \alpha + j(\omega_c - \omega_{эл})) \dot{\Psi}_2 - L_2 \dot{I}_1. \end{aligned} \quad (2.51)$$

(U, V) координат жүйесіндегі бірінші теңдеу келесідей түрде :

$$\begin{aligned} U_{1U} + jU_{1V} &= (i_{1U} + ji_{1V})(R_1 + \sigma(p + j\omega_c)) + \\ &+ \frac{L_{12}}{L_2} (p + j\omega_c)(\Psi_{2U} + j\Psi_{2V}), \end{aligned} \quad (2.52)$$

$$\begin{aligned} U_{1U} + jU_{1V} &= (R_1 + \sigma p)i_{1U} + j((R_1 + \sigma p)i_{1V} + \\ &+ j\sigma\omega_c i_{1U} - \sigma\omega_c i_{1V} + \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2U} + j\frac{L_{12}}{L_2} \omega_c \Psi_{2V} + \\ &+ \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2V} - \frac{L_{12}}{L_2} \omega_c \Psi_{2V}, \end{aligned} \quad (2.53)$$

Кернеу бойынша вектор проекциясы келесі мәнде болады:

$$\begin{aligned} U_{1U} &= (R_1 + \sigma p)i_{1U} - \sigma\omega_c i_{1V} + \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2U} - \frac{L_{12}}{L_2} \omega_c \Psi_{2V}, \\ U_{1V} &= (R_1 + \sigma p)i_{1V} - \sigma\omega_c i_{1U} + \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2U} + \frac{L_{12}}{L_2} \omega_c \Psi_{2V}. \end{aligned} \quad (2.54)$$

Жүйенің 2-ші теңдеуі үшін:

$$0 = (p + \alpha + j(\omega_c - \omega_{эл}))(\Psi_{2U} + j\Psi_{2V}) - L_{12}\alpha(i_{2U} + ji_{2V}), \quad (2.55)$$

немесе

$$0 = (p + \alpha)\Psi_{2U} + j(\omega_c - \omega_{эл})\Psi_{2U} + j(p + \alpha)\Psi_{2V} - (\omega_c - \omega_{эл})\Psi_{2V} - L_{12}\alpha i_{2U} - jL_{12}\alpha i_{2V}. \quad (2.56)$$

Проекция келесі түрде болады:

$$\begin{aligned} 0 &= (p + \alpha)\Psi_{2U} - (\omega_c - \omega_{эл})\Psi_{2V} - L_{12}\alpha i_{2U}, \\ 0 &= (p + \alpha)\Psi_{2V} - (\omega_c - \omega_{эл})\Psi_{2U} - L_{12}\alpha i_{2V}. \end{aligned} \quad (2.57)$$

α, β координаттар жүйесіне ауысу $U = \alpha, V = \beta, \omega_c = 0$ арқылы жүреді. кейін (2.26) және (2.27) теңдеуі келесі түрде болады:

$$\begin{aligned} U_{1\alpha} &= (R_1 + \sigma p)i_{1\alpha} + \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2\alpha}, \\ U_{1\alpha} &= (R_1 + \sigma p)i_{1\beta} + \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2\beta}, \end{aligned} \quad (2.58)$$

$$\begin{aligned} 0 &= (p + \alpha)\Psi_{2\alpha} + \omega_{эл}\Psi_{2\beta} - L_{12}\alpha i_{1\alpha}, \\ 0 &= (p + \alpha)\Psi_{2\beta} - \omega_{эл}\Psi_{2\alpha} - L_{12}\alpha i_{1\beta}. \end{aligned} \quad (2.59)$$

Осыдан ағын жалғасудың тоғы үшін теңдеу анықталады :

$$\begin{aligned} i_{1\alpha} &= \frac{1}{R_1 + \sigma p} \left[U_{1\alpha} - \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2\alpha} \right], \\ i_{1\beta} &= \frac{1}{R_1 + \sigma p} \left[U_{1\beta} - \frac{L_{12}}{L_2} p\Psi_{2\beta} \right]. \end{aligned} \quad (2.60)$$

$$\begin{aligned} \Psi_{2\alpha} &= \frac{1}{p + \alpha} \left[L_{12}\alpha i_{1\alpha} - \omega_{эл}\Psi_{2\beta} \right], \\ \Psi_{2\beta} &= \frac{1}{p + \alpha} \left[L_{12}\alpha i_{1\beta} - \omega_{эл}\Psi_{2\alpha} \right], \end{aligned} \quad (2.61)$$

$$\begin{aligned} p\Psi_{2\alpha} &= L_{12}\alpha i_{1\alpha} - \omega_{эл}\Psi_{2\beta} - \alpha\Psi_{2\alpha}, \\ p\Psi_{2\beta} &= L_{12}\alpha i_{1\beta} + \omega_{эл}\Psi_{2\alpha} - \alpha\Psi_{2\beta}. \end{aligned} \quad (2.62)$$

АД моменті үшін келесі түрде болады:

$$M = \frac{3}{2} P_n L_{12} I_m (\dot{I}_1 \cdot \tilde{I}_2), \quad (2.63)$$

мұндағы $\tilde{I}_2 = i_{2U} - ji_{2V}$.

Тоқтың туындысын жүргіземіз:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 \cdot \tilde{I}_2 &= \dot{I}_1 \left(\frac{1}{L_2} \dot{\psi}_2 - \frac{L_{12}}{L_2} \dot{I}_1 \right) = \frac{1}{L_2} \dot{I}_1 \dot{\psi}_2 - \frac{L_{12}}{L_2} (\dot{I}_1^2 + \dot{I}_1^2) = \\ &= \frac{1}{L_2} (\dot{I}_1 \dot{\psi}_2 + j\dot{I}_1 \dot{I}_2) - \frac{L_{12}}{L_2} (\dot{I}_1^2 + \dot{I}_2^2) = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{L_2} (i_{1U}\psi_{2U} + i_{1V}\psi_{2V}) + j \frac{1}{L_2} (-i_{1U}\psi_{2V} + i_{1V}\psi_{2U}) - \frac{L_{12}}{L_2} (i_{1U}^2 + i_{1V}^2). \quad (2.64)$$

Және U, V момент координаттары келесі түрді алады:

$$M = \frac{3}{2} P_n \frac{L_{12}}{L_2} (i_{1V}\psi_{2U} - i_{1U}\psi_{2V}). \quad (2.65)$$

Тұрғының (α, β) координаттарына ауысу нәтижесінде АД моменті :

$$M = \frac{3}{2} P \frac{L_{12}}{L_2} (i_{1\beta}\Psi_{2\alpha} - i_{1\alpha}\Psi_{2\beta}). \quad (2.65)$$

Электр қозғалтқыштың механикалық бөлігі келесі динамикалық теңдеумен сипатталады:

$$J_1 \frac{dw_1}{dt} = M - M_c, \quad (2.66)$$

мұндағы J_1 — қозғалтқыштың инерция моменті;

M_c —статикалық момент.

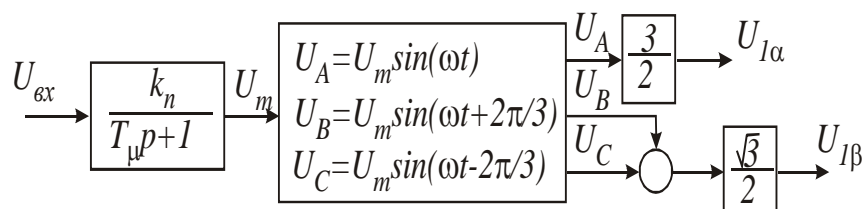
(2.43)-(2.45) теңдеуі тұрғының (α, β) координаттарындағы эквивалентті екіфазалы АД математикалық үлгісі болып табылады.

Үшфазалы АД желідегі симметриялық синусоидалы кернеумен қорытылады:

$$\begin{aligned} U_A &= U_m \sin(2\pi f_1 t), \\ U_B &= U_m \sin\left(2\pi f_1 t + \frac{2\pi}{3}\right), \\ U_C &= U_m \sin\left(2\pi f_1 t - \frac{2\pi}{3}\right), \end{aligned} \quad (2.67)$$

мұндағы U_m —қоректендірілетін кернеу амплитудасы.

$(\alpha - \beta)$ координат жүйесіне ауысуы арақатынас негізінде жүзеге асады (2.13 сур.).



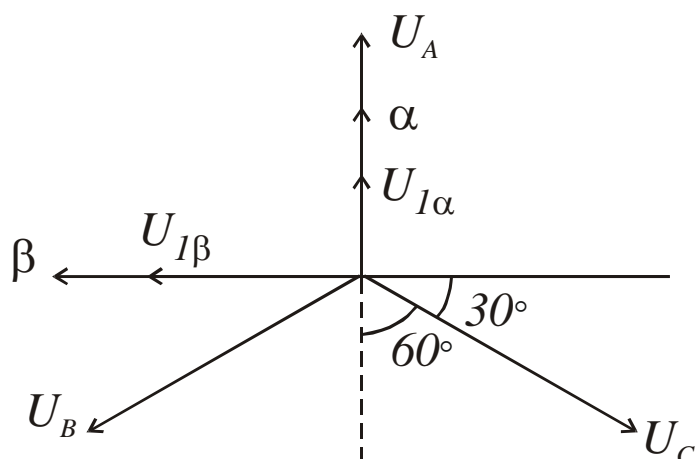
2.13 Сурет – Үшфазалы жүйеден екіфазалы координаттар жүйесіне көшуі

$$\begin{aligned} U_A + U_B + U_C &= 0, \\ U_{1\alpha} &= U_A - U_C \cos 60^\circ - U_B \cos 60^\circ = \end{aligned} \quad (2.68)$$

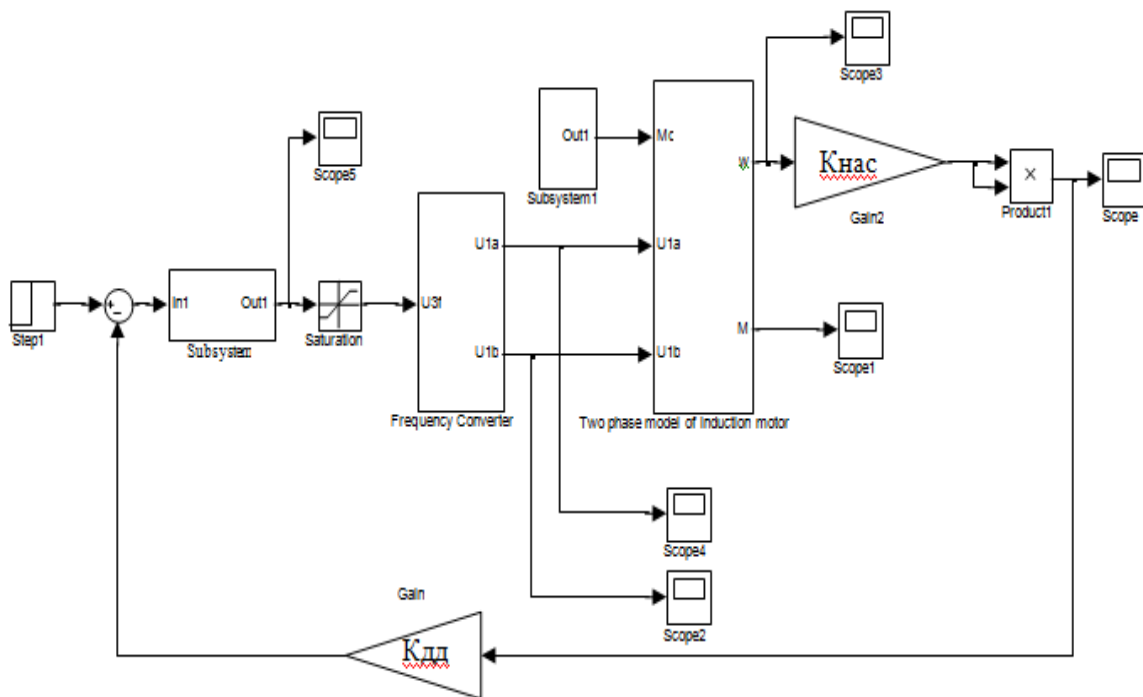
$$= U_A - (U_C + U_B) = \frac{3}{2}U_A, \quad (2.69)$$

$$U_{1\beta} = U_B \cos 30^\circ - U_C \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}(U_B - U_C). \quad (2.70)$$

Бұл ауысудың структуралық схемасы 2.14 сур. көрсетілген. Ал амплитуда АД кернеу желісінен қоректендірілетін U_m шамасымен беріледі, ал бұл кернеудің жиілігі – f_l шамасымен.



2.14 Сурет – Қозғалтқыштың екіфазалы қоректендірілетін кернеуі (эквивалентті)



2.15 Сурет – Эквивалентті екіфазалы үлгіні пайдалану арқылы жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйесінің структуралық схемасы

Өтпелі процестерді зерттеу кезінде MATLAB ортасының моделдеудің Simulink пакеті қолданылды. Сондықтан 2.6, 2.15 суретінде ЧП-АД жүйесінің схемасы жинақталған. Бұл схемада Subsystem блогы – бұл жылдамдық ПИД-реттеуіш.

Бұл нысанның өтпелі функциясы келесі түрде болады:

$$W_o(p) = W_{ПЧ}(p) \cdot W_d(p) \cdot W_{НАС}(p), \quad (2.71)$$

$$W_o(p) = \frac{k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС}}{(T_M p + 1) \cdot (T_M T_э p^2 + T_M p + 1)}. \quad (2.72)$$

Қысым реттеуіштің синтезін жүргізу үшін беріліс функциясының қажетті тапсырмасын пайдаланамыз, берілген нысанның барлық тұрақты уақытымен қалыптасқан, тұйықталмаған контурдан алып тастағанда. Сонымен бірге реттеуіштің тұйықталмаған контурынан барлық күшейткіш коэффициентін алып тастаймыз. Статикалық қателікті жою үшін кіші тұрақтысымен интеграциялық элементін енгіземіз.

Берілген реттеуіш контур соңғы контурмен ауыстыруға болады, яғни жалпыланған күшейткіш коэффициенті бар $1/K_{ДД}$ тең, астатизмнің 1-ші қатарымен және сапалы әсер ету қасиеті бар, қамтылмаған аздаған тұрақты уақыт көмегімен.

Тұйықталмаған жүйенің БФ келесідей болады:

$$W_{р.ж}(p) = W_{рД}(p) \cdot W_o(p) = \frac{1/K_{ДД}}{2T_M p (T_M p + 1)}. \quad (2.73)$$

Онда БФ реттеуішінің келесідей болады:

$$\begin{aligned} W_{РС}(p) &= \frac{W_{р.ж}(p)}{W_o(p)} = \frac{\frac{1/K_{ДД}}{2T_M p (T_M p + 1)}}{\frac{k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС}}{(T_M p + 1) \cdot (T_M T_э p^2 + T_M p + 1)}} = \\ &= \frac{(T_M p + 1) \cdot (T_M T_э p^2 + T_M p + 1)}{K_{ДД} 2T_M p (T_M p + 1) \cdot k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС}} = \frac{(T_M T_э p^2 + T_M p + 1)}{K_{ДД} 2T_M p \cdot k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС}}, \end{aligned} \quad (2.74)$$

мұндағы T_M - аздаған орнын толтырмаған тұрақты уақыты.

Яғни, берілген БФ сәйкесінше күшейткіш коэффициенті бар ПИД – реттегіші болып табылады. ПИД реттегіштің құраушы коэффициенті анықталады:

$$\begin{aligned} K_{П} &= \frac{T_M}{2 \cdot k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС} \cdot K_{ДН}} = \frac{0,025}{2 \cdot 3,125 \cdot 3,14 \cdot 0,693 \cdot 0,157} = 0,012, \\ K_{И} &= \frac{T_M}{2 \cdot k_{ПЧ} \cdot k_d \cdot k_{НАС} \cdot K_{ДН}} = \frac{1}{2 \cdot 0,01 \cdot 3,125 \cdot 0,693 \cdot 0,157} = 14,7, \end{aligned}$$

$$K_D = \frac{T_M \cdot T_\Sigma}{2 \cdot K_{ПЧ} \cdot K_D \cdot K_{нас} \cdot K_{дн}} = \frac{0,025 \cdot 0,022}{2 \cdot 0,01 \cdot 3,125 \cdot 3,14 \cdot 0,157} = 0,017.$$

Сандық мәнін қойып, келесіні аламыз:

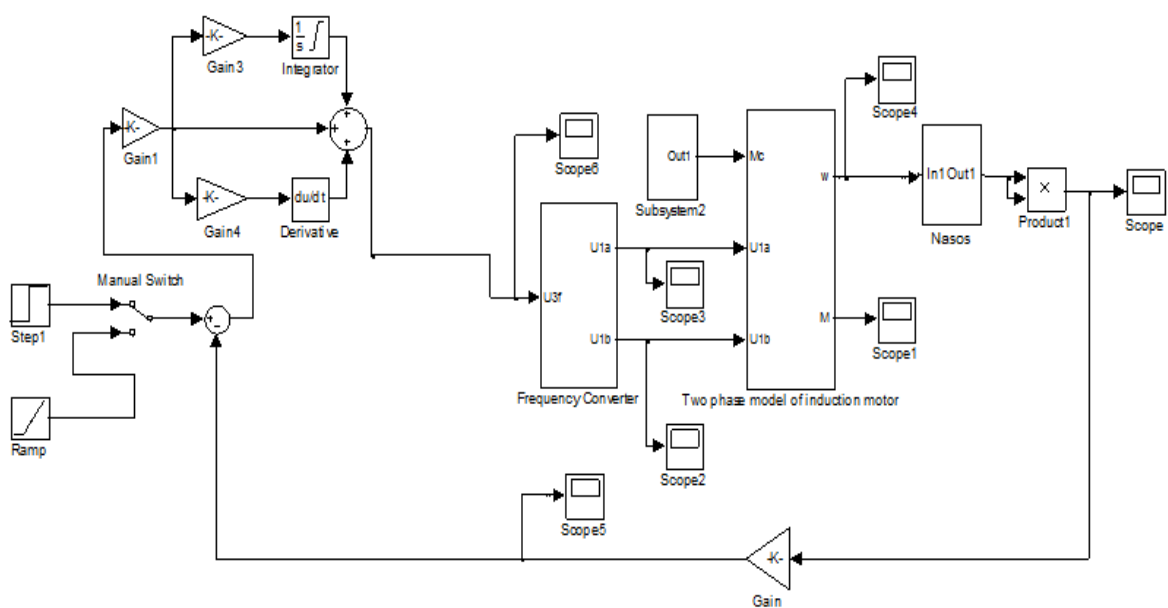
$$W_{PC}(p) = 0,012 + \frac{14,7}{p} + 0,017p.$$

2.2.4 Matlab –та сорғы қондырғысының басқару жүйесі динамикасын зерттеу

Басқару жүйесін моделдеу кезінде MATLAB 2009 бағдарламалық қамтамасыздандырудың SIMULINK пакетін қолданылады. СҚ жіберілуінің жұмыс шарты желідегі қысым өзгерісі секірісті емес біркелкі және ұзақ жүреді. Бұл бөлімнің мақсаты СҚ жұмысын критикалық режимде зертеу, реттеуіштің синтез дұрыстығын тексеру болып табылады. Тұрақтандыру жүйесіндегі өтпелі процесті зерттеу асинхронды қозғалтқыштың үлгісін пайдалану арқылы жүргізіледі, яғни сорғының тұрақты уақытын ескере отырып. Динамиканы зерттеу үшін Simulink-те СҚ үлгісі құрылған, яғни реттеуішті моделдеуді жүргізетін және әртүрлі тапсырманың реттеуіштің кіріс жүйесіне беріліс мүмкіндігі болып табылады. Бұл СҚ үлгісі 2.16 суретте көрсетілген.

Manual Switch 1 – ауыстырғыш, режимді коммутация жасайтын: кіріс сигнал: секіріс – берілген мәнге дейінгі сызықтандыру өсу сигналы.

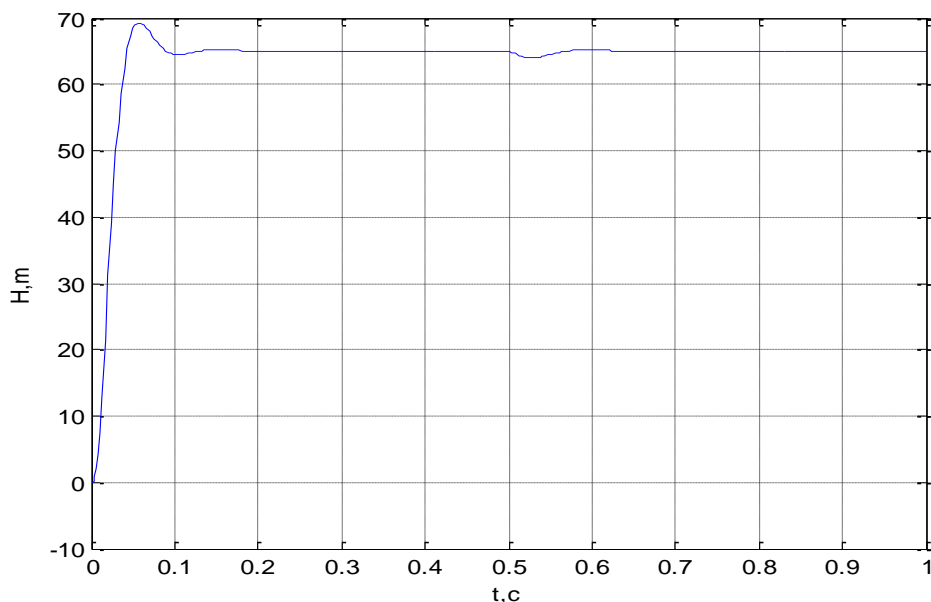
Үлгі жеке блоктардан құрылған. Әрбір блок структуралық схеманың нақты функциясын орындайды. Бұл үлгі басқа да компоненттерді кірістіреді, яғни моделдеу нәтижесінің көрсетілуін және жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін арналған.



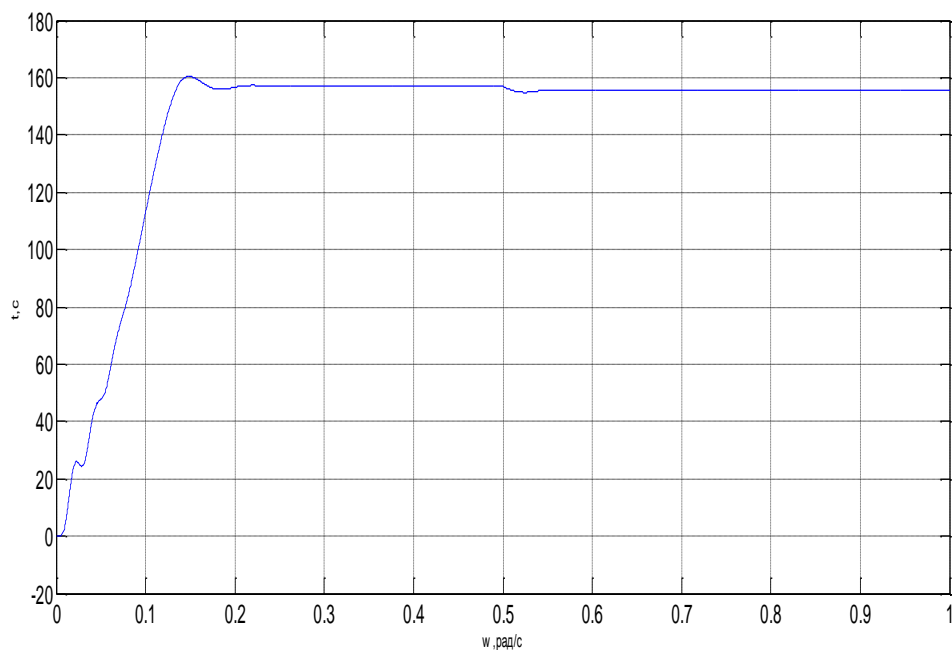
2.16 Сурет - АБЖ СҚ үлгі схемасы

Динамикалық режимнің талдауы (шектеусіз). Қысым өзгерісінің графигі реттеуіш шығысындағы секіріс кезіндегі реакция (шектеусіз) 2.17 - суретте көрсетіледі. Қысым өзгерісінің графигі реттеуіш шығысындағы тапсырманың сигналдың біркелкі өсуі (шектеусіз) 2.18 - сурет көрсетілген.

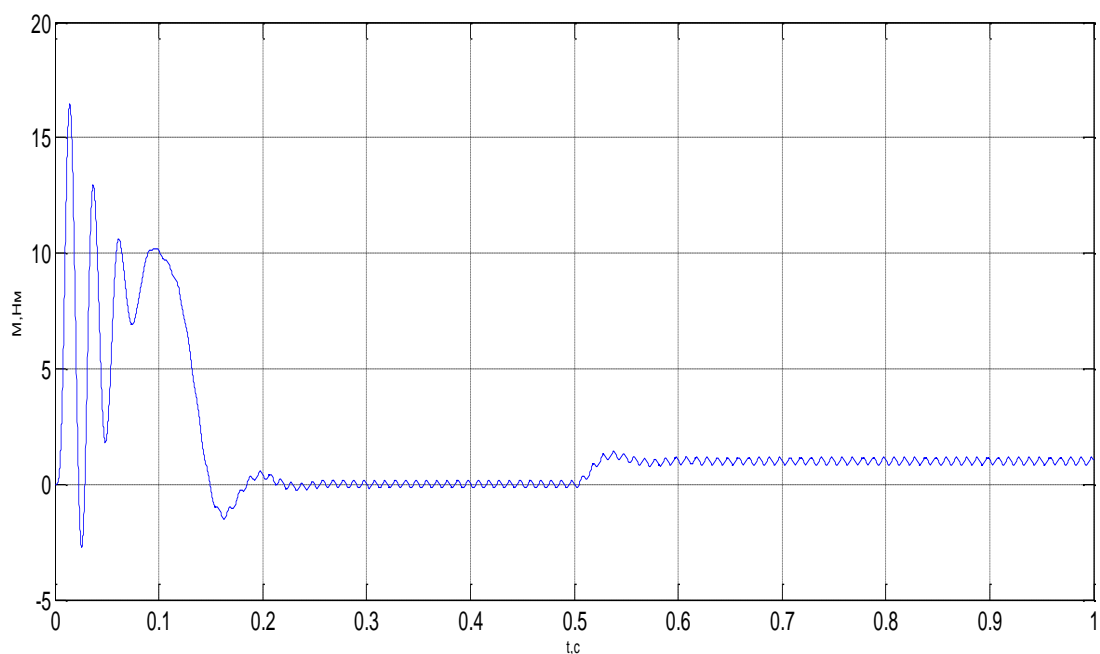
Секіріс реакция кезіндегі момент (2.19 - сурет), тоқ фазасының өзгерісі (2.20-2.21 - сурет), кернеуі (2.22-2.23 - сурет) көрсетілген.



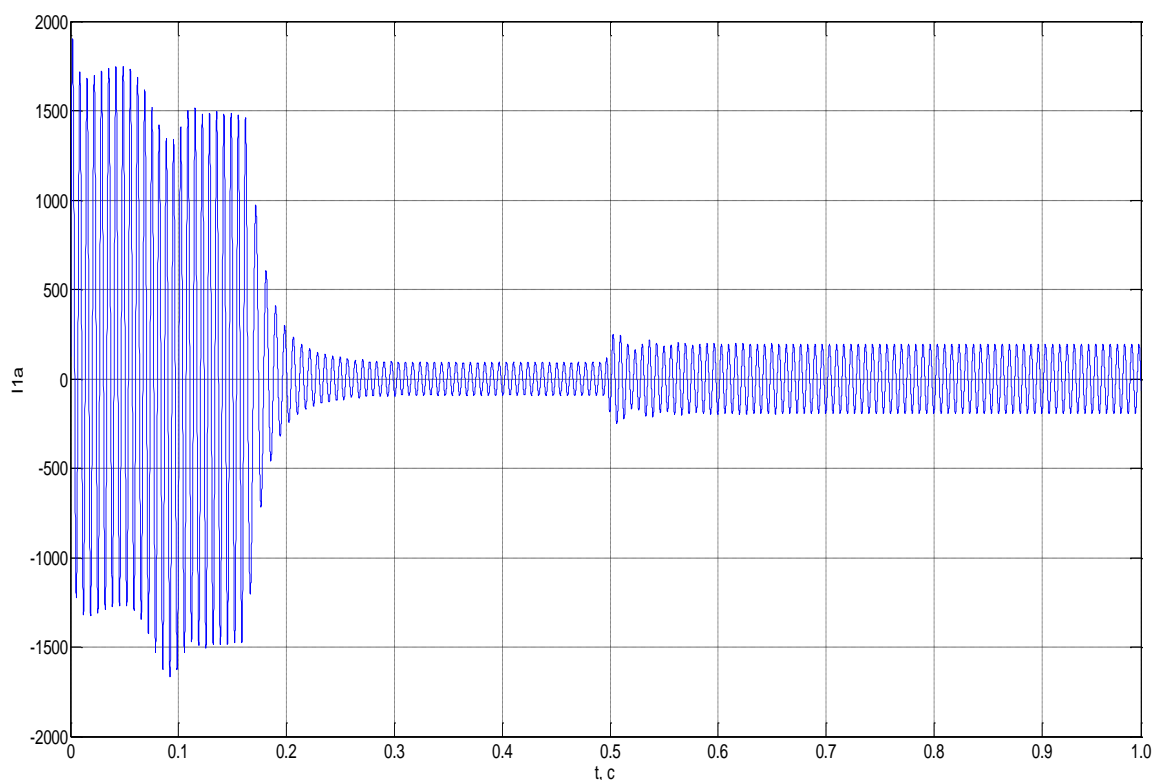
2.17 Сурет – Қысым өзгерісінің өтпелі процесі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



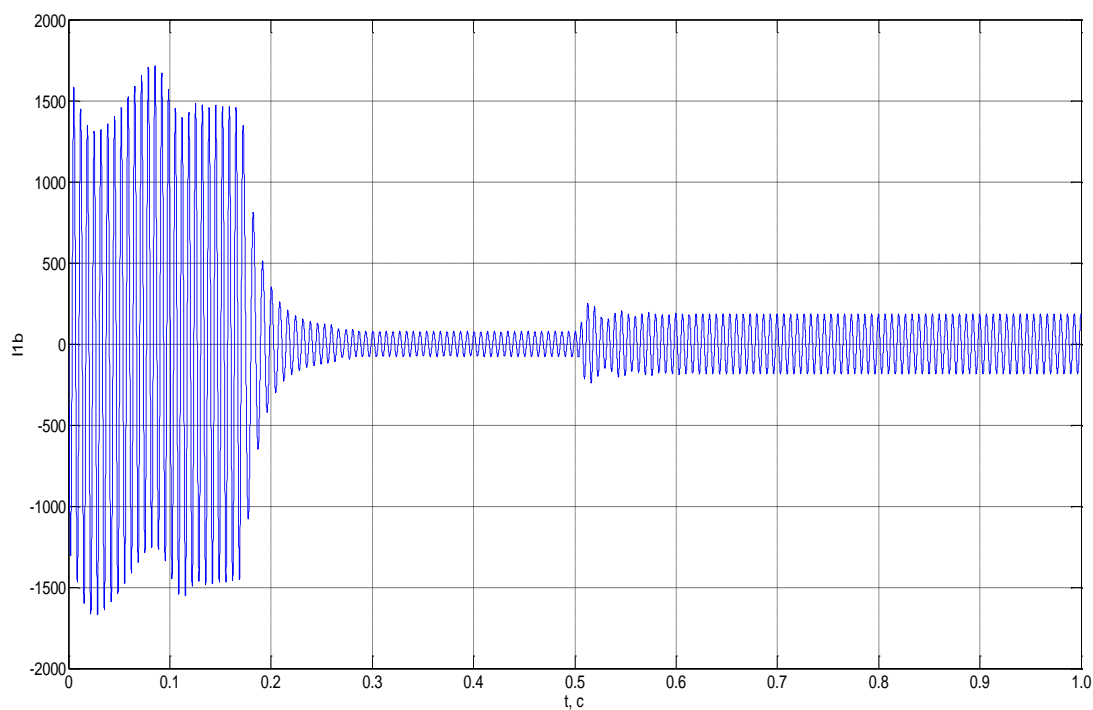
2.18 Сурет – Өтпелі процестегі жылдамдықтың өзгеруі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



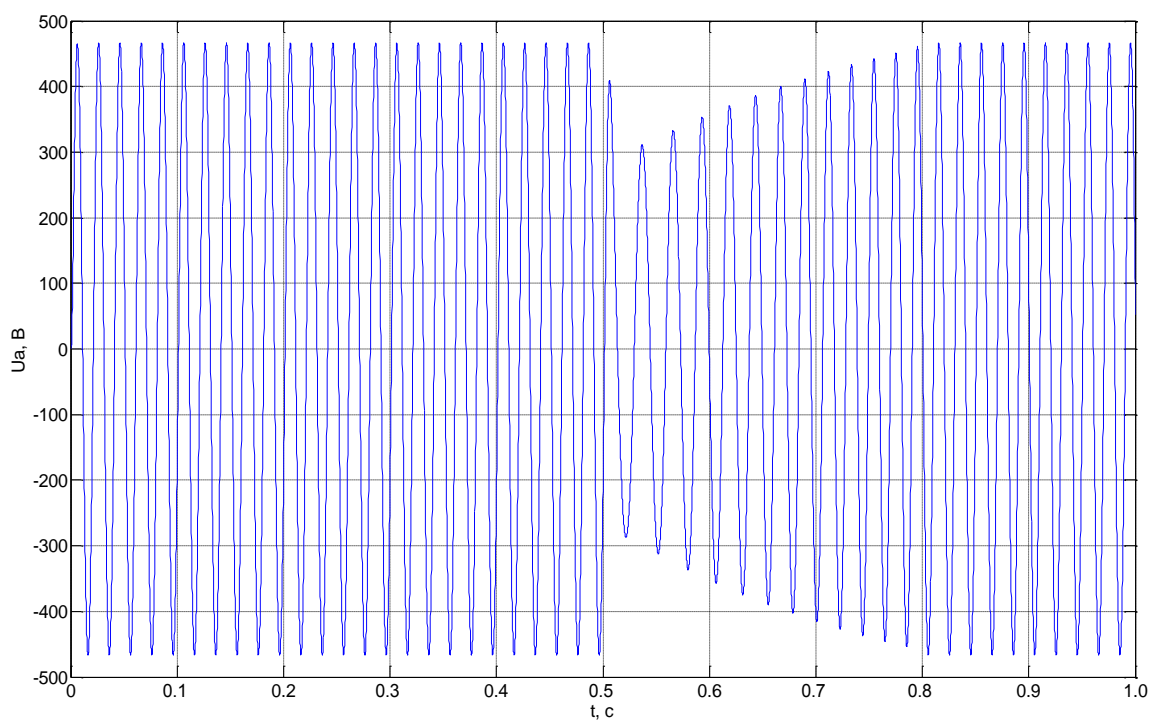
2.19 Сурет – Өтпелі процестегі моменттің өзгеруі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



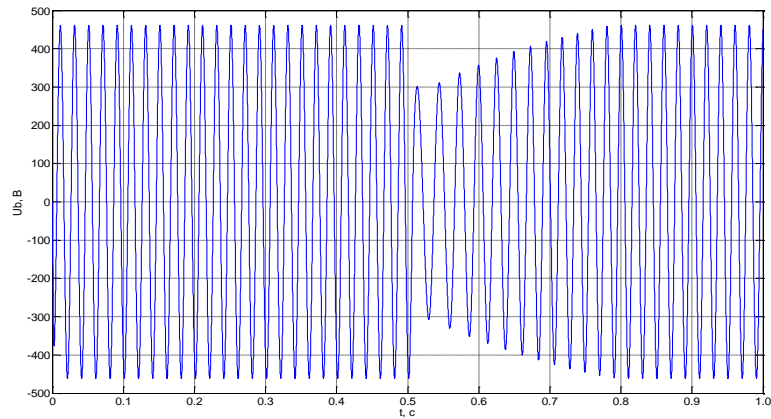
2.20 Сурет – Тоқ фазасының өзгеруі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



2.21 Сурет – I_{1b} тоқ фазасының, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



2.22 Сурет – Кернеу фазасының өзгеруі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей



2.23 Сурет – Кернеу U фазасының өзгеруі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының секіріс реакция кезінде, шектеуді ескермей

Өтпелі процестің негізгі сапа көрсеткіші:

- $t=0$ болғанда бос жүрісте қозғалтқыш қосылуы жүреді.

- $t=0.5$ с болғанда – жүктеме жіберілуі.

Өтпелі процестің уақыты: $t=0.8$ с

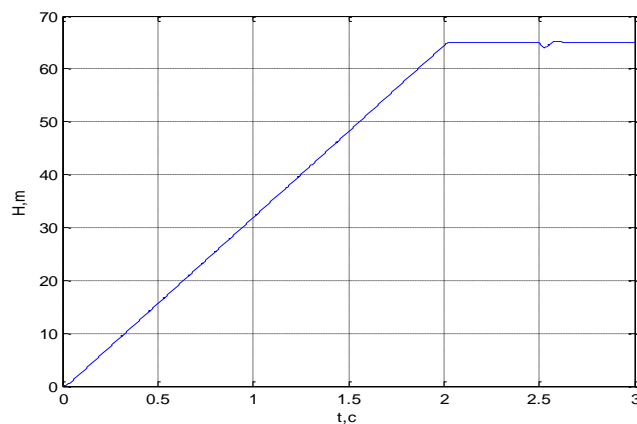
Қайта реттеу пайызда:

$$\sigma = \frac{N_{\max} - N_{\text{орн}}}{N_{\text{орн}}} \cdot 100\% = \frac{69 - 65}{65} \cdot 100\% = 6,1\%.$$

Жүктеме жіберілу кезінде жылдамдықтың төмендеуі (динамикалық):

$$\Delta N_{\text{дин}} = \frac{\Delta N}{N_{\text{орн}}} \cdot 100\% = \frac{65 - 64}{65} \cdot 100\% = 1,5\%.$$

Қысымды қалпына келтіру үшін жұмсаған уақыт: $t_{\text{в.с.}}=0.7$ с. Қысым өзгеріс графигі 2.24 - суретте көрсетілген.



2.24 Сурет - Қысым өзгерісінің өтпелі процесі, реттеуіштің шығысындағы қысым мен жүктемедегі тапсырма сигналының біркелкі өсу кезінде, шектеуді ескермей

3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1 SCADA – жүйесін таңдау

SCADA жүйесі келесі жүйелерді орындауы қажет:

1. Коммуникациялық функциясы:

- SCADA элементтерімен және ішкі жүйе арасында;
- байланыс каналының резерві және негізі бойынша жоғары деңгей жүйесімен.

2. Ақпаратты функциясы:

- технологиялық үрдістің барысы бойынша ақпаратты көрсету және бастапқы өңдеудің жинау функциясы;
- апатты және алдын алатын дабылдың қалыптасуының функциясы;
- технологиялық нысандардың жұмыс көрсеткіштерінің қалыптасу функциясы;
- параметрлер мәнін және апатты хабарландыруды, уақиғаны тіркеу функциясы.

3. Дистанциялық басқару функциясы:

- оператордың пәрмені бойынша дистанциялық басқару функциясы;
- SCADA алгоритмінен автоматтандырылған басқару функциясы;
- автоматты барлық құбырды қорғау алгоритмі, технологиялық жабдықты қорғау функциясы.

4. Есеп беру-тіркеу құжаттамасының қалыптасу функциясы:

- технологиялық жабдықтаудың техникалық күйін тіркеу бойынша;
- бағдарламалық-техникалық құралдың техникалық күйін тіркеу;
- отын-энергетикалық қорлардың техникалық тұтынуын тіркеу;
- өнімнің тауарлық сапасын және балансын тіркеу бойынша.

5. SCADA құраушы баптауларының функциясы SCADA программалық қамтамасыздандыру негізін және баптаулар бойынша бақылау және автоматтандырудың құралдарын конфигурациялауын қосады.

SCADA жүйесімен шешілетін есептер келесіні қамтиды:

- ақпаратты өңдеу және жинау есебі;
- сорғы станция жабдықтарымен технологиялық үрдісті басқару және бақылау есептері;
- ақпаратты көрсету есептері;
- технологиялық сызбаларды көрсету;
- ақпаратты көрсетудің кесте пішінін қалыптастыру;
- апаттық және ескерту дабылдарының қалыптасуы;
- өлшенетін параметрлер бойынша трендтың қалыптасуы;
- мұрағатты ақпараттың қалыптасу есебі;
- жүйелік журналымен және уақиға журналының қалыптасу есебі;
- жүйеге бақылау мүмкіндік есебі;
- уақыт бойынша синхронизациялау және БЛК уақытша белгілеу.

Автоматтандыру және бақылау-өлшеу құралы бойынша сарапшы-мамандармен қаралатын, SCADA жүйесін қолдану туралы шешім қабылдау үшін таңдау барысы 2 кезеңге бөлінеді.

1 кезең – тұтыну критерилерінің таңдауы. Іс-тәжірбиенің көрсетуі бойынша инженерлер SCADA келесі қасиеттерін көретеді:

- сенімділік – автоматтандыру жүйесі үшін негзгі критерий таңдауы. Орындау модулінің сенімділігі едәуір маңызды, яғни ұзақ уақыт бойы жаңылусыз олардың жұмыс жасау қабілеттілігі. Құралды жүйенің сенімділігі, жеке модулдердің өзара әсерінің сенімділігі, мәліметтерді мұрағаттау ішкі жүйесінің сенімділігі, сонымен қатар қызмекердің сәйкес емес іс-әрекетінен немесе басқару функциясына рұқсатсыз кіруден орындаушы модулдардың сақталатындығын жеке бағалауға болады;

- ӨҚ (УСО) және контроллер драйверлері – жалпыланған бағасы үшін көп шамадағы құрылғылардың қолдауы керек, ал қолданушылардың көзқарасы бойынша пайдалануы мүмкін нақты жабдықтың қолдауы маңызды;

- Softlogic – контроллерді бағдарламалау жүйесі, SCADA-мен интегралдануы жүйеге үлкен плюс. Контроллер АРм бағдарламанатын құралдармен бағдарланады, яғни сол редакторда және сол бағдарламанатын стандартты тілде, сондықтан қосымша бағдарламашыны жұмылдыру қажеттілігі туындамайды. Сонымен қатар, Softlogic технологиясын қолдану жасап шығару және контроллер мен компьютер арасындағы автоқұрылу байланысын арқылы жобаның жөнделу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді;

- OPC қолдану – соңға уақытта көп мән берілуде, бірақ өздерінің жабдықтарына OPC-сервермен өндірушілердің барлығы бірдей қамтамасыз етпеген. Барлық әсер етуші құрылғыларымен (драйверлер, Softlogic және OPC) қолдау пайдаланушыны жабдықтықпен сәйкестілік мәселесін шешуге кепіл бола алады;

- бөлек жинау құрылғылары – жүйеде мәліметтердің өңделуі алгоритм-дердің алып қоюын жеңілдетеді. Жобаның жөнделуін жақсы кіріктірілген отладчик-эмулятор бірнешеге тездетуге мүмкіндік береді;

- шынайы уақыттағы өнімділігі – параметр, тез үрдістердің автоматтандыруы үшін критикалық, агрегаттармен басқару, мұрағаттау үшін үлкен мәліметтер ағын жүйесі және үлкен таратылған жүйе үшін;

- ыстық қор жасау – үлкен жүйеге және өндіру өмірлік-маңызды аймақ-тарын автоматтандыру үшін қажетті функция;

- графикалық мүмкіндіктер – заманауи SCADA анимациялары жетіл-дірген мүмкіндіктерді және үшөлшемді графикті пайдалану арқылы, кітапхана элементтерімен жұмыс жасау мүмкіндігі және ішкі графикалық файлдардан импорт қолдауы, мнемосхемаларды жасау үшін редакторы болуы керек;

- ішкі кітапхана – дайын элементтерді пайдалану арқылы мнемосхема-лары бар графикалық экранның жасалуын тездету мүмкіндігі. Кітапхана көп болған сайын пайдаланушы өзіне керекті суреттерді – сорғы суреті, сыйым-дылық, қалқанша және т.б табу мүмкіндігі молырақ. Ішкі кітапханаларды пайдалану

экрандарды жасау уақытын қысқарту ғана емес, сонымен бірге жобаның дизайнын жоғары сапалы деңгейге көтереді;

- заманауи технолгиялар (WEB, GSM) – таратылған жүйенің шынайы жобаның негізі болып табылады;

- таратылған жүйенің құрылуы – клиент-серверлік сәулет, әртүрлі қосылу үлгісін және байланысу стандартты протоколдарын қолдау, автоматтандыру жүйесінің жеке түйіндер арасындағы ақпаратты алмасу баптауларының айқындылығы мен жеңілдігі осының барлығынсыз заманауи ТПАБЖ болуы мүмкін емес;

- есеп берудің генерациясы – заманауи SCADA есеп беруді дайындау-дың және мұрағаттау мәліметтерінің икемді талдау жолын пайдалануға береді. Осы критерий сенімділік орындаушы модулерінен кейінгі маңызды болып саналады. SCADA жүйесімен бірге есеп беру генераторы жеткізілсе жақсы. Басқалай есеп беруді жасау үшін басқа да мүмкіндіктерді қолдануға болады, мысалы, нақты есеп бойынша жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілінде жазылған, арнайы утилит арқылы есеп беру үшін мәліметтерді алу, шынайы уақыттың стандартты мәліметтер базасына сақталу күйіне келтіруі. Осы көзқарасқа байланысты ODBC және DDE стандартты интерфейстерін қолдану мүмкіндігін алады;

- орыстандыру – көптеген шетел өндірушілері өздерінің өнімдерін орыстандыруын аймақтты дистрибьюторларына жүктейді, сондықтан тұрақсыз сапада таратылмаған нұсқасы кешігіп шығады, ал көмек жүйесінің аудармасы тағы да біраз уақытқа кідіреді. Осыған байланысты отандық өндірушіні таңдайды;

- құжаттама – толық және жақсу құрылымды болуы керек. Электрондық нұсқасының және баспа түрінде бары жақсы болар еді. Ең негізгісі болып құжаттама толығымен орыс тіліне аударылған болуы керек. Жинақы дайындалған құжаттама жүйені меңгеруді, техникалық қолдау қызыметіне қойылатын көп сұрақтардың болмауын, SCADA жүйесінің барлық мүмкіндіктерін максималды әсер етуін көмектесуге жеңілдетеді;

- техникалық қолдау – қиын жағдайда тез амалын табуына көмектеседі. Пайдаланушының жоғары санатына қарамастан пайдаболған мәселені шешу меншікті жолының ізделуіне, SCADA өндірушісінен техқолдау қызметі e-mail немесе қоңыраудан уақыттың шығындалуы көп болуы. Әрине қолдау тәжірбелі мамандармен санатты және ана тілінде болуы керек. Сонымен қатар SCADA бағасына техникалық қолдау қосылғанын және оны жеке сатып алмау үшін;

- меңгеру оңайлылығы – бұл критерий өзінше бағаланған және жүйені бастапқы пайдаланушының негізгі білім сипатынан және көбінесе деңгейіне байланысты. Соңында интерфейстардың интуициялық жиынтықтарынан талқылануы мүмкін.

3.1 - кестеде 4 таралған SCADA жүйесінің, сараптама-мамандарымен жасалған, бағасы келтірілген (бұл мәліметтер тек олардың пікірін және мұнда иллюстрация ретінде келтірілген).

3.1 Кесте – SCADA жүйесінің өнімділік бағасы

Критерии	Genesis	IFIX	InTouch	Citect
Сенімділік	8	7,5	6	7,5
ӨҚ (УСО) драйверлері	1	5,5	5	5
Softlogic	1	1	1	1
ОПС қолдауы	10	8	4	8
Бөлек жинау құрылғылары	8,5	8	6	9
Шынайы уақыттағы өнімділігі	6,5	7,5	6	6
Ыстық қор жасау	5	8,5	2,5	9
Графикалық мүмкіндіктер	8	8	6,5	7,5
Ішкі кітапхана	8	8	8	7
Заманауи технолгиялар (WEB, GSM)	6,5	4	2,5	7
Таратылған жүйенің құрылуы	6,5	7,5	7	9
Есеп берудің генерациясы	7,5	7	7	8
Орыстандыру	9	8,5	7	4,5
Құжаттама	6	8	6,5	5
Техникалық қолдау	6	8	7	6,5
меңгеру оңайлылығы	7	8	8,5	7,5
НӘТИЖЕСІ:	100,5	113	90,5	107,5
Ескерту: 1 – өте жаман, 10 – өте жақсы				

2 кезең – критеридің мәнділік бағасы. Бірінші кезеңнен кейін балл бойынша SCADA бағасын алдық. Бірақ шындығында жоғарыда айтылған қасиеттердің тұтынушыға көп, кейбіреулері аз мән беріледі. Сондықтан екінші кезең нақты жобаға жоғарыда айтылып кеткен критерилердің маңыздылық бағасы.

Жасалынатын жүйе ОПС сервермен байланысқан және жақсы орыстанған, бөлек жинау құрылғылары болуы керек.

Осылай SCADA жүйесімен Genesis жұмыс жасайды (құрастырушы компания – Iconics).

3.2 Жиілікті түрлендіргішті таңдау

Жиілікті - реттелетін жетектер жабдық нарығында ерекше орын алады, себебі бұл құрылғылардың бағасы едәуір қымбат болып келеді. Әртүрлі сипаттамада әртүрлі өндірушілердің бағасын салыстырмалы түрде кестеге келтірейік.

3.2 Кесте – Жиілікті түрлендіргіштің бағасын салыстыру

модель	Кернеу, В	Тоқ, А	Қуат, кВт	Баға, теңге
Hyundai серия N300P				
1100HF	380	195	110	842000
1320HF	380	230	132	1047000
1600HF	380	295	160	1053000

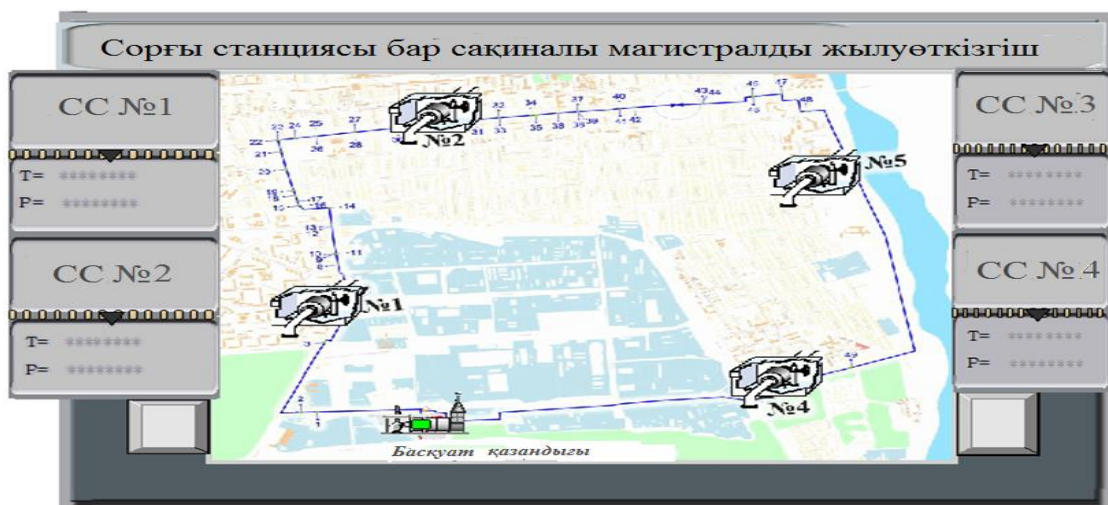
3.3 кестенің жалғасы

Danfoss VLT HVAC Basic Drive FC				
FC-102P110T4E	380	212	110	2062525
FC-102P132T4E	380	260	132	2490855
FC-102P160	380	315	160	3003163
Siemens micromaster 430				
FA0-110	380	212	110	1746115
FA0-132	380	260	132	2018505
FA0-160	380	315	160	2267615

Бағасын салыстыра отырып қуаты жоғары болған сайын, жиілікті түрлендіргіштің бағасы да жоғары екенін байқауға болады. Бізде зерттелетін нысанның сорғы агрегаттарының жиынтық қуаты 132 кВт болып келеді. Кестеде жиілікті түрлендіргіштің осы мәнге жуық қуаты келтірілген. Себебі таңдау үшін негізгі критерий бағасы болып табылады, осыған сәйкес үш ірі өндірушілердің ішінен қолайлы бағасы болып, Hyundai өндірушісі сериясы N300P, модель 1320HF қуаты 132 Квт болады.

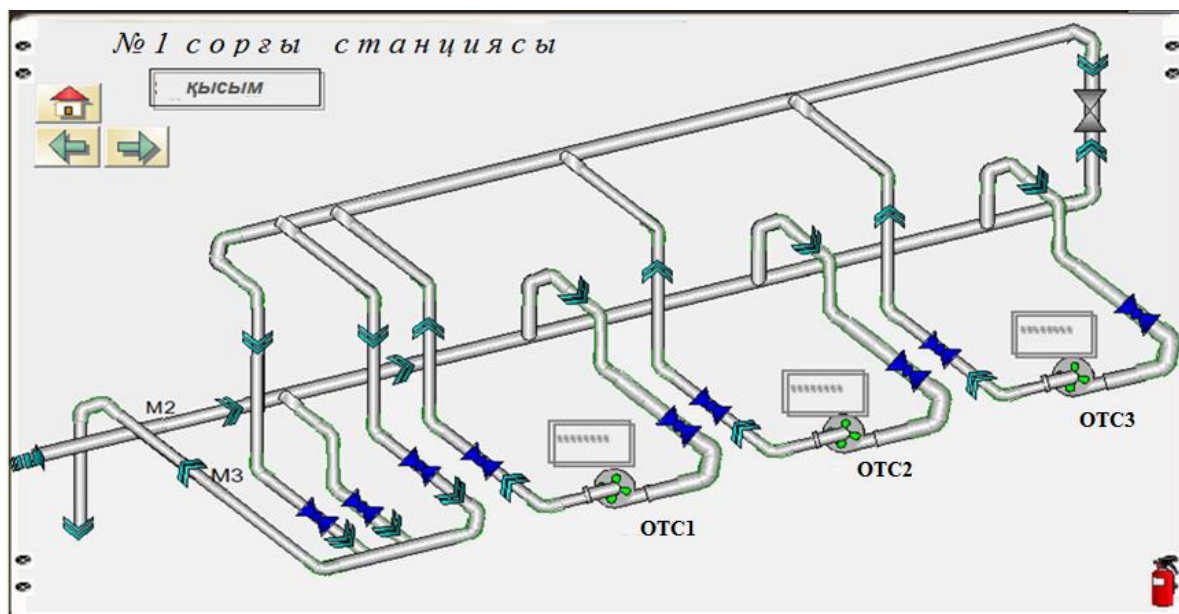
3.3 Функциялық басқару сұлбасын сипаттау

Genesis32-де жылу желісінің сорғы стансасының басқару және бақылау жүйесі жасалынған. «main» бас экранында (3.1 - сурет) Талдықорған қаласының картасы селдір түрде, ал айналмалы магитралды желі көк түспен ерекшелінген. Сонымен қатар желіде 4 сорғы стансасы көрсетілген, олардың әрқайсысы сәйкесті сорғы стансасына өтудің батырмасы болып табылады. Бұдан басқа бас экранда әр сорғы стансасы бойынша мәліметтер көрсетілген, яғни құбырдағы қысым, температура.

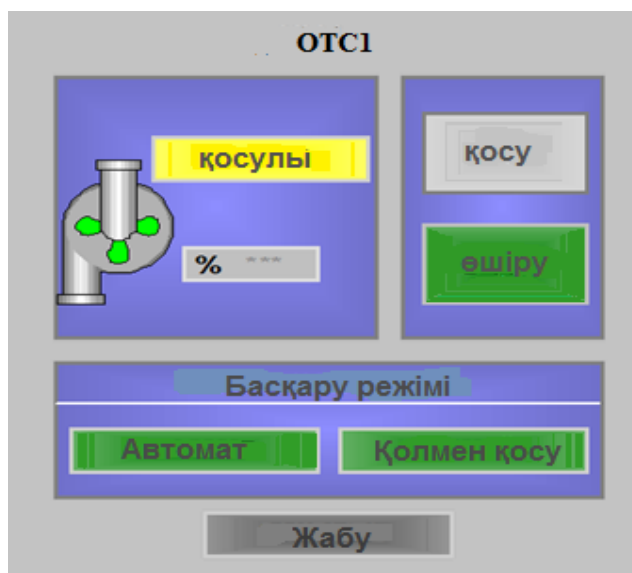


3.4 Сурет – Бас экран «main» Genesis32

Кез келген сорғы стансасын басқанда, сорғы стансасына сәйкесінше экран шығады (3.2 - сурет), яғни өлшенетін құрылғыларымен және үш сорғысы бар сорғы стансаның өзі көрсетіледі. Бұл экрандағы әрбір сорғы басқа экранға батырма-навигация рөлін атқарады, яғни әрбір сорғы агрегатының автоматты бақылау және басқару экраны болады (3.3 - сурет).

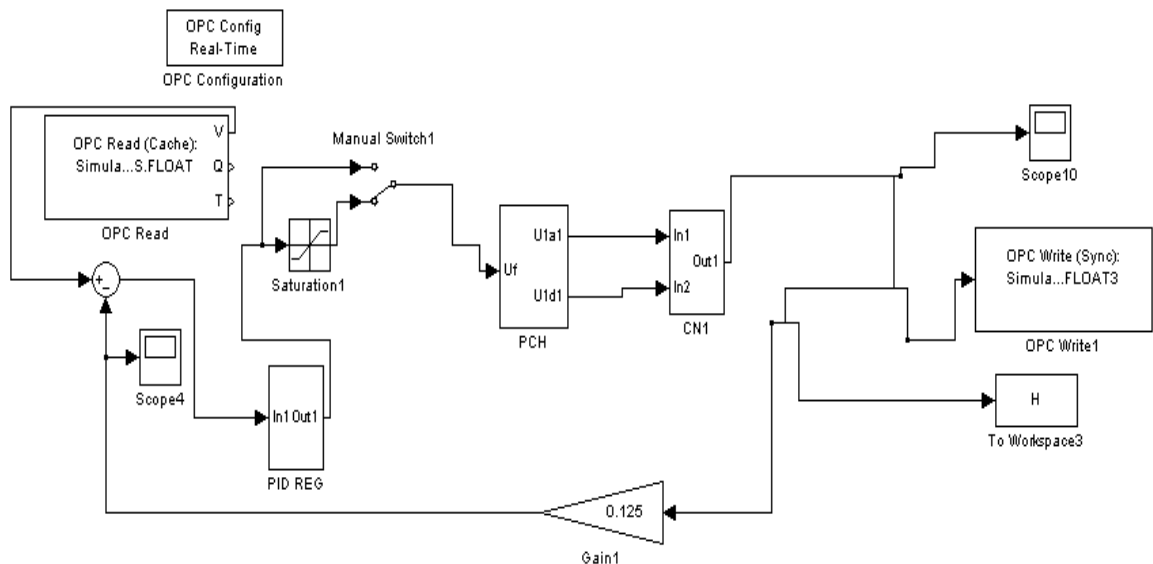


3.5 Сурет – Сорғы станциясын бақылау және басқару экраны (СС №1)



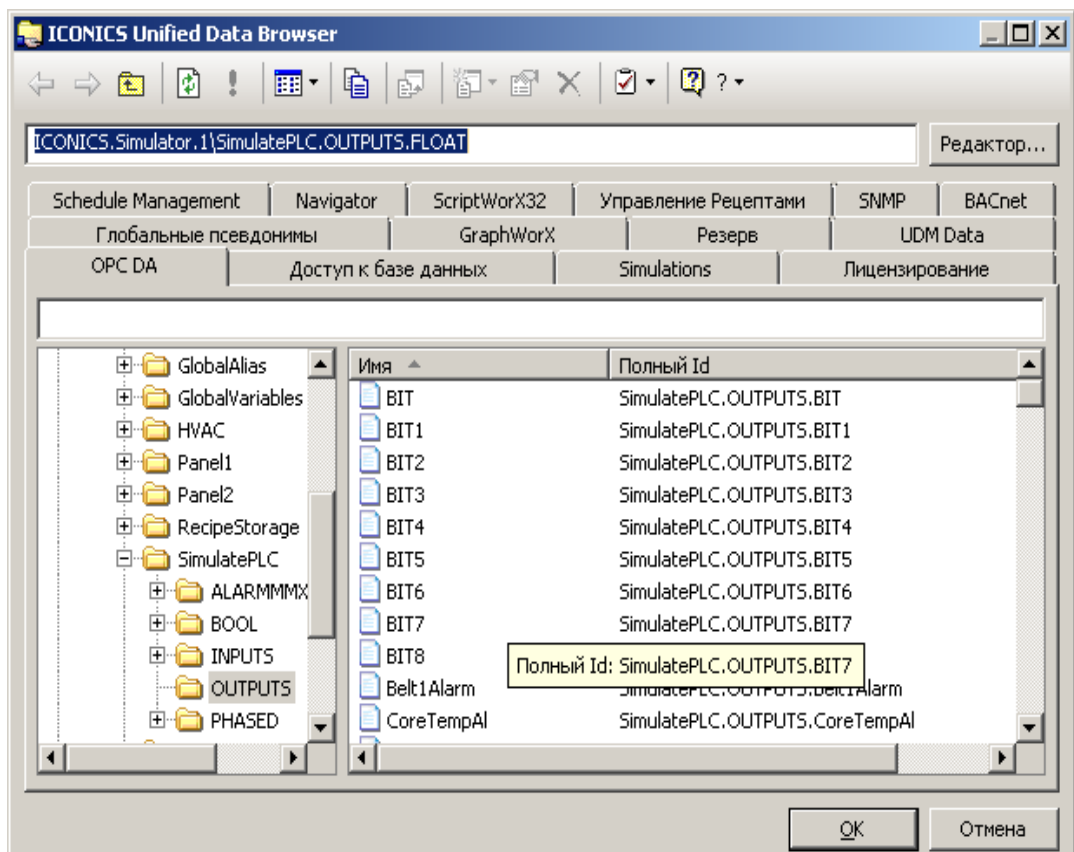
3.3 Сурет – Ортатепкіш сорғысын басқару экраны

Scada matlab жүйесімен OPC-server арқылы байланысады (3.4 - сурет). OPC – бұл екі тәуелсіз бағдарламалар арасындағы көпір.

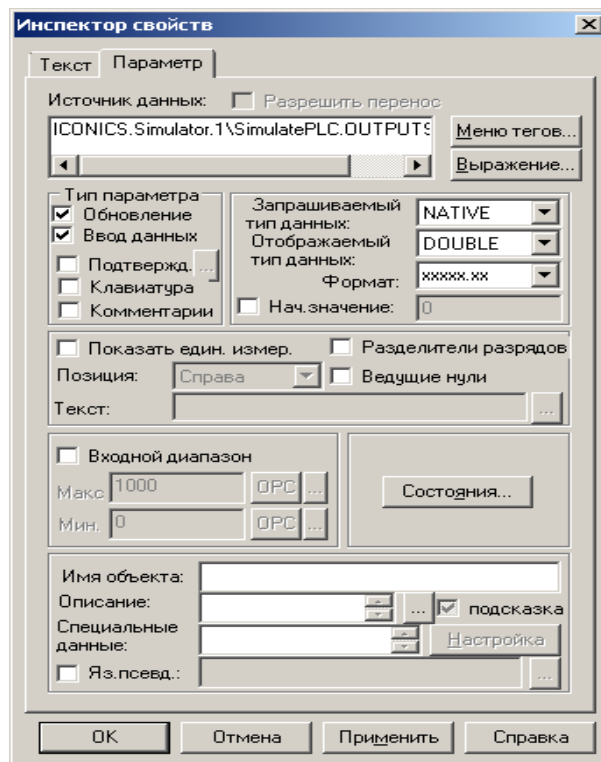


3.4 Сурет – Genesis32-мен матлабта үлгіні байланысуы

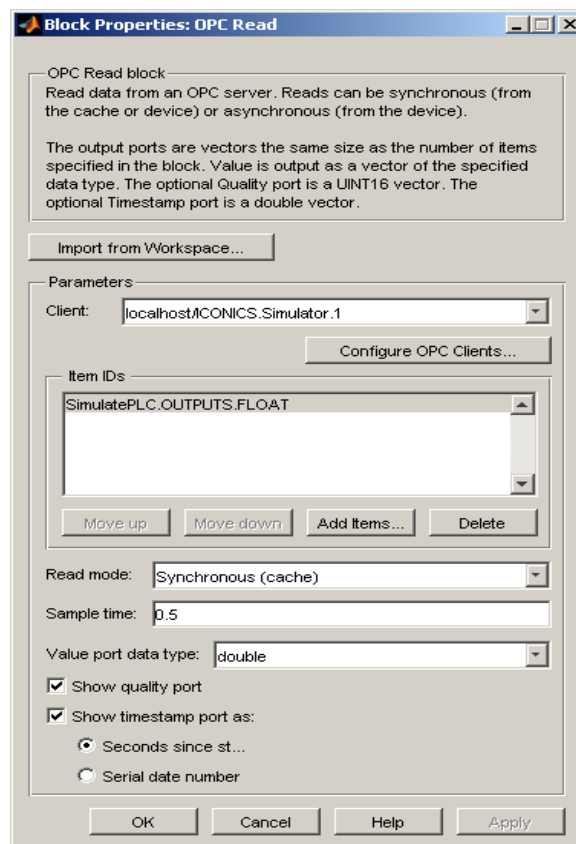
OPC алдымен Genesis32 күйге келтіреді, кейін matlab Simulink (3.5-3.7 сурет).



3.5 Сурет – Кіріс және шығыстың күйге келтіруі



3.6 Сурет – Genesis-те тэгтің келтіруі



3.7 Сурет – Matlab-та тэгтің келтіруі

Алдымен OPC Configuration табылады, кейін OPC Read және OPC write компоненттері қойылады, яғни мәліметтерді оқу және жазу. matlab-та ПЧ-АД-Насос үлгісі бар, яғни жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш – сорғы (частотный преобразователь - асинхронный двигатель – насос). Бұлмен қатар каскадты жиілікті реттеу әдісі сорғы стансасын басқару логикасында енгізілген. Бұл мақсаттың мәні келесіде. Тапсырмадан басқа құбырдағы қысым реттеледі, тапсырма мәні көп болса, онда жұмыс доңғалағының айналу жылдамдығыда жоғары болады. Бірақ та олар өздерінің максималды мәніне жетсе сорғы желіден жұмыс жасайды және нақты айналу жиілігі бар қосымша сорғы қосылады. Осылай барлық сорғы стансасы жұмыс жасайды және олардың мәліметтері бақылаудың бас экранына жіберіледі.

4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ

4.1 Сорғы станциясының еңбек шарты

Берілген дипломдық жұмыстың мақсаты “Жылу желісіндегі сорғы станциясының басқару жүйесін жасап шығару” болып табылады. Бұл жобаның қойылған есебіне сәйкес Талдықорған қаласының жылумен қамтамасыз ету кешенінің негізгі элементі болып, диаметрі 500 және 700 мм жылуөткізгіштен тұратын, магистралды айналмалы жылуөткізгіш болып табылады. магистралды айналмалы жылуөткізгіші «Басқуат» қазандығымен және 1, 2, 4, 5 орамды қазандықтармен қоректендіріледі.

Жылумен қамтамасыз ету кешені бес сорғы станциясымен қамдалған. Сорғы станциясының жұмыс тәртібі жыл бойы.

Жергілікті рельефтің ерекшелігіне байланысты сорғы стансасы кешені тек негізгі «Басқуат» қазандық қондырғысын кері берілетін желілік сумен жұмыс істеп жатыр.

Жылға барлық сорғы стансасы бойынша электр энергиясының жиынтық шығысы 135 890 мың. кВт/сағ немесе 0, 3 мВт/тәу құрайды.

«Өміртіршілік қауіпсіздік» бөлімінде біз үздіксіз жұмыс жасайтын сорғы стансасындағы жұмысшылардың өміріне зиян келтіретін жағдайларды қарастырамыз. Яғни, осыған байланысты дипломдық жұмысымда:

- 1) шу мен дірілден қорғану шараларын теория жүзінде қарастыру;
- 2) адам денесіне әсер ететін тоқ қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қорғаныстық жерге қосуды есептеу.

4.2 Шу мен дірілден қорғану шаралары

Шу дегеніміз адамның естуіне жағымсыз әсер ететін және демалуына, жұмыс істеуіне кедергі жасайтын дыбыстар жиынтығы. Дыбыс жиілікпен және дыбыстық қысыммен сипатталады.

Дыбыс жиілігі дыбысталу биіктігін анықтап, есту қабілетіне әсер етеді. Адамның дыбыстық органы 16 – 20 кГц жиілікте болады.

Шу дыбыстық қысым жиілігіне қатысты әртүрлі болады.

Шу 2 түрге бөлінеді: 1) механикалық; 2) Аэродинамикалық

а) механикалық дыбыс - дегеніміз үзіліссіз машиналар мен жабдықтардың қоспалы дыбысы.

б) Аэродинамикалық – дегеніміз белгілі бір уақытта болатын және механикалық жабдықтарсыз жеңіл бір ноталы дыбыс. мысалы желдеткіш, судың ағуы, т.б.

Сондықтан ең үлкен дыбыс механикалық жабдықтарда болғандықтан олардың бір-бірімен жанасатын элементтерінің арасына және қырқаяқшаларының тістерін үнемі майлап, қатты материалдың түрін қосады.

мезгілдік сипаттамалары бойынша шу тұрақты және тұрақсыз болып бөлінеді.

Тұрақты шуға дыбыс деңгейі 8 сағаттық күнде уақыт бойынша 5 дБА-дан артық өзгертіндер жатады.

Тұрақсыз шу деңгейі дыбыс энергиясының орташа мәні дБА мен сипатталады.

Жиілігі бойынша шулар төменгі жиілікті, ал егер төмен жиілікті (350Гц дейін) салада дыбыс қысымының жоғары деңгейі жатса ортажиілікті (350...800 Гц аралығында максимум мәні) және жоғары жиілікті болып бөлінеді.

Уақыттық сипаттамасы бойынша шу тұрақты және тұрақсыз болып бөлінеді. Тұрақтыға дыбыс деңгейі сегіз сағаттық жұмыс күнінде уақыт бойынша 5 дБ А аспайтын шулар кіреді (дыбыс деңгейі А шкаласы бойынша шуөлшегішпен өлшенеді). Тұрақсыз шулар уақыт бойынша тербелмелі, үзікті, импульсті болып бөлінеді. Тербелмелі шуға дыбыс деңгейі 5 дБ үзіліссіз өзгертін шу жатады. Үзіктіге 5 дБ сатылап өзгертін. Импульстіге бір немесе бірнеше дыбыс сигналдарынан тұратын және олардың ұзақтығы 1 с кем шулар кіреді.

Шу 65 дБ дейінгі деңгейінде түршігеді, психологиялық сипаттаманы сипаттайды. Осындай шудың кері әсері зерделі жұмыста кезінде болады. Көбінесе мұндай шу адамның өзімен пайда болады және өзіне әсер етпейді, сол кезде басқаға түршігу туғызады.

65 – 85 дБ шу деңгей кезінде физиологиялық әсер туғызыу мүмкін. Осындай деңгейдегі шу кезінде адамның пулсі, қысымы жоғарлайдыжәне тез шаршайтын болады. Осындай аралықтағы шуда еңбек өнімділігін 30 % төмендетеді.

Шу деңгейінің 85 дБ және жоғары болса есту мүшелерінің зақымдалуына әкеледі. 85 дБ шу кезінде есту қабілетін жоғалту 3%, 90 дБ – 10 %, 100 дБ – 29 % құрайды. Сонымен қатар шу қан айналым жүйесіне, асқазан белсенділігі төмендейді.

Шу қарқындылығын деңгейін акустикалық есептеулер орындау кезінде басшылыққа алынады. Ал дыбыстық қысым деңгейін шуды өлшеу және оның адамға әсерін бағалау кезінде ескеріледі.

Шулы цехта жұмыс жасайтын адамдарда 10 – 12 жылдан кейін гипер-тония, ал импульсті шу кезінде гипертония нышаны 2 – 3 жылда байқалады.

Адам организіміне қарқынды шу әсері қолайсыз түрде нерв процестерінің өтуіне, шаршаудың пайда болуына, жүрек қан тамыр жүйелерінің өзгеруіне әкеліп соқтырады. Көптеген пайда болған клиникалық белгі болып естудің болашақта төмендеуі, яғни құлақ мүкісінің пайда болуы. Жоғары дыбыс қысымында болу, құлақтың дабыл жарғағының жарылып кетуіне әкеліп соқтырады.

Өндірістегі шумның әсері адамдарғы есту органы арқылы қабылданады. Шум кезінде тіке есту қаблеті төмендейді де, тек қана адамның құлағында бірнеше қоспалы дыбыстар тұрады. Бұл дегеніміз – қан айналымды, жұмысқа деген қаблеттілікті азайтып, шаршатады. Осындай жағдайларда өндірісте бақытсыз жағдайлар тууы мүмкін. Сондықтан көп өндірістерде ауысымды (сменный) жұмыс бағыты қалыптасқан.

Көбінесе өнеркәсіптік шулардың болуы әртүрлі дыбыстардың араласуымен сипатталады. Өндірістік кездегі шу көздері болып жұмыс жасап тұрған станоктар, механизмдер, электрлік машиналар, қосымша жабдықтар болып табылады.

Шудың пайда болу көздері машинамен орындалатын, технологиялық операциялармен ғана байланысты емес, айналматіректің айдауы, сонымен қатар машинаның салмақсыз айналатын бөліктері болып табылады.

Тұрғын ғимараттарындағы, қоғамдық ғимараттадағы шуды өлшеу СНИП П-12-77 «Шудан қорғаныс» және ГОСТ 12.1.036-81 бойынша жүргізіледі [17].

Шу деңгейін өлшеу шуөлшегіш деген аспап есептелінеді. Ол жиілікті спектр бойынша дыбыстық қысым деңгейін өлшейді, тіркейді, зерттейді. Шу өлшегіштерде көбінесе А,Б,С,Д жиілікті сипаттамалармен реттегіш сүзгілермен жабдықталған. «А» шкаласы стандарт болып келеді және барлық шуөлшегіштерде бар. Шуды жуықтап бағалау үшін шуөлшегіштің «А» шкаласы бойынша дБА шама шартымен қолданады.

Дыбыстық қысым деңгейін өлшеу «С» сипаттамасын қосқан кезде жүзеге асырылады. Бұл кезде шуөлшегіште жолақты сүзгілер жалғанады.

Егер шу тональді немесе импульсті болса, онда шекті мүмкін деңгейі ұзынжолақты шу үшін деңгей мәні 5 дБ-ға аз болуы үшін қолданады.

Импульсті шуды кәдімгі шуөлшегіштермен өлшеуге болмайды, себебі үлкен инерцияға ие.

Шудың спектрлік құрамы көбінесе арнайы аспаптар шу анализаторымен зерттеледі. Әртүрлі октавалық жолақтардағы дыбыстық қысымның деңгейін өлшейтін октавалық анализаторлар көп тқралған.

Дыбысжұту әдісі ауадағы дыбысжұтқыш материалдар бойынша тараған, оны жылуға айналдыратын, толқынның дыбыс энергиясын жұтуға енгізілген. Дыбыс өткізбейтін материалдар — машина, аппарат, прибор жұмысы кезінде діріл мен соққы шуын бәсеңдету үшін қолданылатын материалдар. Оған ағаш талшықты тақта, асбест, картон, минерал мақта, поливинилхлоридті линолеум мен тақта, синтет. түкті кілем, эластикалық кеуек пластмасса, т.б. жатады. Діріл шуын бәсеңдету үшін машина серіппелі амортизаторға орнатылады. Жиілігі төмен инфрадыбысты өткізбеу үшін болат серіппе, ал жоғары жиілікті дыбысты өткізбеу үшін резина амортизатор қолданылады. Дыбыс өткізбеудің дәрежесі децибелмен (дБ) өлшенеді. Тұрғын және қоғамдық үйлер бөлмелері қоршау құралымдарының (ішкі қабырға, пәтераралық қабырға, қабатаралық жабын) дыбыс өткізбеу дәрежесі, әдетте, 40 — 50 дБ болуға тиіс. Өндіріс орындарындағы шу 80 дБ-ден аспауы керек. Бұл үшін массасы үлкен берік элементтерге серпінді жеңіл төсемдер мен кеуек материалдар алмастырылып жасалған қабаттама құралымдар тиімді. Қабатаралық жабынға салынған серпінді төсем немесе әдейі қалдырылған ауа аралығы да адам жүрісінің дүрсілін бәсеңдетеді [18].

Шудан жекеленген қорғау құралын ұжымдық қорғау құралымен шуды шекті деңгейге дейін төмендете алмағана жағдайда пайдаланған тиімді. Жекеленген қорғаныс құралы естілетін дыбыс деңгейін 10...45 дБ-ге дейін азайтуға мүмкіндік береді.

Жекеленген қорғаныс құралдарына шуға қарсы құлаққаптар, арнайы

қосымша беттер, дулыға мен каскалар, арнайы киімдер қолданылады.

Құлаққаптар дыбыс сіңіретін материалдан жасалынады, адам құлағының ішкі жағына кіріп тұрады және доға тәріздес серіппемен ұсталып тұрады.

Дулыға адамды қарқынды шудан қорғайды, тек есту мүшесімен ғана қабылдағанда емес, сонымен бірге организмге бас сүйегі арқылы енеді.

4.1 Кесте - Дыбыс қысымының жұмыс орындарындағы жеткілікті мөлшерлері

	Дыбыс қысымының деңгейлері (дБ), октавтың жолақтарындағы жиілік (Гц)							
Қолданылатын	63	125	250	500	1000	2000	4000	4500
	80	75	60	54	60	51	60	40
Нормативтіден	91	83	77	73	70	68	66	60

Қатты денелер арқылы 2-63 Гц жиілікте берілетін тербеліс дірілдік тербіліс деп аталады. Діріл шығу көздеріне қарай технологиялық, көліктік, көліктік технологиялық болып бөлінеді. Организмге әсер ету бойынша ішкі және жалпы болып бөлінеді.

Діріл қатты денедегі механикалық тербелісті білдіреді. Үлкен амплитудасы бар (0,500,003 мм) төмен жиіліктегі (3-100 Гц) тербелістерді адам діріл немесе сілкіну ретінде қабылдайды. Дірілдің әсері болған кезде адам ағзасына орта жүйке жүйесінің талдауыштары – вестибулярлық, тері және басқа аппараттар маңызды роль ойнайды. Дірілдің ұзақ әсер етуі кәсіби дірілдейтін аурудың дамуына әкеледі.

Діріл ауытқу жиілігімен және амплитудасымен, жылдамдықпен және үдемесімен сипатталынады. Әсіресе адам денесінің немесе жеке органдарының (адам денесі үшін 6...9 Гц, басы 6 Гц, асқазаны 8 Гц, басқа органдары үшін – 25 Гц шектерінде) тербелістер жиілігімен сәйкес келетін еріксіз жиілікті дірілдер зиян болады. Көру қабілетін бұзатын жиіліктік ауқым 60 және 90 Гц арасында жатады, ол көз қарашығының резонансына сәйкес келеді. 35...250 Гц жиіліктер ауқымы дірілдейтін аурудың дамуына ең шекті болып табылады.

Діріл мен шуылдан қорғанудың шаралары және құралдары. Қалқаларды, қыртыстарын, кабиналарды және т.б. экран түрінде дыбысты оқшаулайтын және дыбысты жұтатын қондырғыларды орнату арқылы шуылды төмендетудің тәсілдері кең таралым алды.

машина және жабдықтың дірілінен күресу және жұмыс істейтіндерді содан қорғау үшін неше түрлі тәсілдерді пайдаланады. Дірілді төмендету үшін вибродемпфация – механикалық тербелістер энергиясын энергияның басқа түріне, әсіресе жылулыққа айналдыру құбылысын кең қолданатын болды. Дірілдің таратылатын көздерден: еденнен, жұмыс орнынан, орындықтан және т.б, пайда болуын бәсеңдету үшін дірілді оқшаулататындарды: резеңкені, тығындарды, киізді, болат серіппеліні кең қолданады. Жұмыс істейтіндерді ЖҚҚ ретінде қалың резеңкелі табаны бар арнаулы аяқ-киімді пайдаланады. Қолды қорғау үшін биялай, қолғап, жапсырмалар мен төсемдер қажет болады, олар иіліп бәсеңдетуші материалдан дайындалады. Діріл мен шуылдың адам ағзасына қауіпті әсерін

төмендету үшін ең маңыздысы жұмыс және демалыс режимін дұрыс ұйымдастыру, денсаулығын әрдайым қадағалап отыру, емдеу-алдын алу, мысалы, гидропроцедуралар (қол мен аяққа жылы ванналар, витаминдер беру) сияқты шараларын жасау болып табылады [19].

Осы сорғы стансасында СНиП РК 2.04.03-2011 «Шудан қорғау» бойынша анықталған [20].

4.3 Қорғаныстық жерге қосу құрылғысы

Қорғаныстық жерге қосу деп кернеу астында қалуы мүмкін болған электр қондырғысының металды бөліктерін жермен арнайы қосуды айтамыз. Қорғаныстық жерге қосуды машина корпусының, аспаптардың, электр құрылғыларының, щит, пульт және шкафтардың металды корпустарына жүргізеді.

Қорғаныстық жерге қосудың мақсаты корпус пен жер арасындағы кернеуді, яғни жанасу кернеуін, осыған байланысты адам денесі арқылы өтетін тоқты қауіпсіз мәнге дейін азайту.

Қорғаныстық жерге қосуды орындау талаптары:

а) барлық электр қондырғыларында айналмалы тоқтың кернеуі 380 В немесе жоғары, тұрақты тоқтың 440 В немесе жоғары болса;

б) айналмалы тоқтың кернеуі 42 В жоғары және тұрақты тоқтың 110 В жоғары болса электр қондырғыларында, аса қауіпті және жоғары қауіп бар ғимаратта орналасқан;

с) жарылыс қауіпі бар электр қондырғыларда әртүрлі айналмалы және тұрақты тоқтың кернеуінде.

Жерге қосу құрылғысы жерге қосқыштан және жерге қосатын сымдардан тұрады.

Жерге қосқыштар табиғи және жасанды болып бөлінеді.

Табиғи жерге қосқыш ретінде ғимараттардың жерге көмілген тоқ өткізетін бөліктерін, су құбырларын, кабелдің қорғасын қабатын пайдалануға болады. Бірақ та табиғи жерге қосқыш ретінде газ және басқа жарылғыш заттар жүретін құбырларды пайдалануға болмайды.

Жасанды жерге қосқыш ретінде болат, мыстан жасалған құбырларды және басқа металдарды қолданады. Олар траншеяға топырақ қатпайтын тереңдікте көміледі.

Қорғаныстық жерге қосу құрылғысының техникалық жағдайын анықтау үшін оларды мезгілімен тексеріп және кедергісін өлшеп тұру керек. Кәсіпорындарда қорғаныстық жерге қосу құрылғысының кедергісін өлшеу жылына екі рет жүргізіледі: жаз кезінде (топырақ кепкен кезде) және қыс кезінде (топырақ қатқан кезде). Тексеру әр жыл сайын болса, онда әуе және кабелдік желілерінде найзағай болу мерзімінің алдында [18].

Қорғаныстық жерге қосу есебі. Қорғаныстық жерге қосуды нақты жерге қосу санына және жерге қосудың жіберілетін кедергісіне байланысты қосатын ұзындығына қарай есептелінеді.

4.2 Кесте – Берілген мәліметтер

Қорғаныстық жерге қосу түрі	Контурлы
Қорғаныстық жерге қосу ұзындығы l , м	2,7
Топыраққа жерге қосудың жіберілетін тереңдігі h , м	0,65
маусымдық коэффициент K_c	2,0
Топырақтың меншікті кедергісі ρ , Ом·м	70
Қорғаныстық жерге қосу диаметрі d , мм	55
Қосылатын жолақтардың ені b , мм	50
ПУЭ бойынша жерге қосу жүйесінің жіберілетін кедергісі R , Ом	4

1. Жерге қосу ретінде диаметрі $d = 55 \text{ ММ}$ болатын болаттан жасалған құбырды таңдаймыз, ал қосатын түзгі ретінде ені $b = 50 \text{ ММ}$ болатын болаттан жасалған жолақты аламыз.

2. Берілген аймақтағы жобаланған қондырғының топырақтың меншікті кедергі мәнін немесе осы мәнге жуық мәнді таңдаймыз.

3. Бір жерге қосудан жерге жайылатын тоқтың электрлі кедергісін анықтаймыз:

$$R_3 = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l}{4t - l} \right) = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,62 \text{ Ом}$$

мұндағы $\rho = 70 \text{ Ом}$ - топырақтың меншікті кедергісі;

$K_c = 2$ - маусымдық коэффициенті;

$l = 2,7 \text{ М}$ - жерге қосу ұзындығы;

$d = 55 \text{ ММ}$ - жерге қосу диаметрі;

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ М}$ - топырақ бетінен жерге қосудың ортасына дейінгі.

4. Өзара бөгетін ескермей жерге қосу санын есептейміз, яғни жерге қосудың бір біріне әсер етеін,яғни өзара «экрандалу» деп аталатын құбылыс.

$$n' = \frac{R_3}{R_{3н}} = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10$$

5. Экрандалу коэффициентін ескере отырып жерге қосу санын есептейміз

$$n = \frac{n'}{n_3} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18$$

мұндағы $n_3 = 0,58$ - экрандалу коэффициенті;

$a = l = 2,7 \text{ М}$ -жерге қосу арақашықтығы.

6. Қосылатын жолақтың ұзындығын анықтаймыз:

$$l_{\Pi} = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51,03 \text{ м}$$

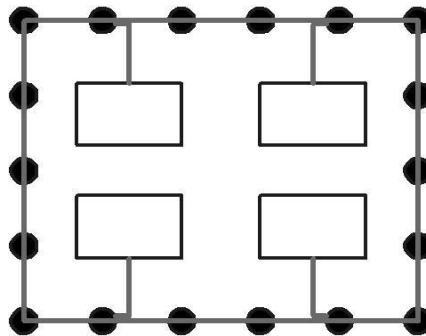
7. Қосылатын жолақпен тоқтың жайылатын кедергісінің толық мәнін есептейміз.

$$R_{\Pi} = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l} \lg \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b \cdot h} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \lg \frac{2 \cdot 51,03^2}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \text{ Ом}$$

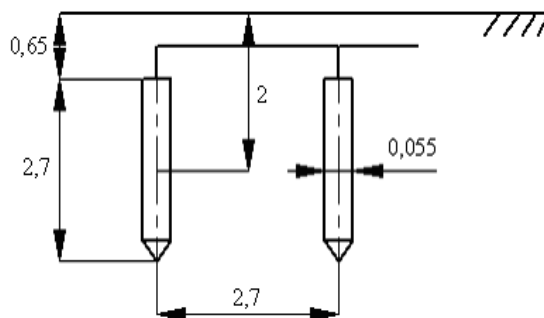
8. Жерге қосу жүйесінің кедергісінің толық мәнін есептейміз:

$$R_{\text{зy}} = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi} \cdot n} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,82 \text{ Ом}$$

мұндағы $\eta_{\Pi} = 0,51$ – экрандалу жолақтың коэффициенті.



4.1 Сурет – Қорғаныстық жерге қосу схемасы



4.2 Сурет – Қорғаныстық жерге қосудың орналасуы

Кедергісі $R_{\text{зy}} = 2,82 \text{ Ом}$ жіберілетін кедергіден төмен, 4 Ом тең. Яғни, жерге қосу диаметрі $d = 55 \text{ мм}$ $n = 18$ жерге қосу санына, орналасуына, контурлы сұлбасына байланысты жеткілікті қорғанысты қамтамасыз етеді.

5 ТЕХНИКА ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

5.1 Еңбек жағдайының сараптамасы

Берілген дипломдық жұмыстың мақсаты “Жылу желісіндегі сорғы станциясының басқару жүйесін жасап шығару” болып табылады. Бұл жобаның қойылған есебіне сәйкес Талдықорған қаласының жылумен қамтамасыз ету кешенінің негізгі элементі болып, диаметрі 500 және 700 мм жылуөткізгіштен тұратын, магистралды айналмалы жылуөткізгіш болып табылады. магистралды айналмалы жылуөткізгіші «Басқуат» қазандығымен және 1, 2, 4, 5 орамды қазандықтармен қоректендіріледі.

Жылумен қамтамасыз ету кешені бес сорғы станциясымен қамдалған. Сорғы станциясының жұмыс тәртібі жыл бойы.

Жылуэнергетика автоматтандыру деңгейі бойынша басқа өнеркәсіп салаларының арасында бастаушы орындарының бірін алады. Жылу энергетиялық қондырғыларда өтетін процесстердің үзіліссіз болуымен сипатталады. Сонымен қатар жылу және электр энергиясының өнімі кез келген уақытта жүктемеге (тұтынуға) сәйкес келуі керек. Жылу энергетиялық қондырғылар барлық дерлік операциялары механикаландырған, оларда аумалы-төкпелі процесстер салыстырмалы түрде жылдамырақ дамиды. Бұл жылулық энергетикадағы автоматтандыруды биік дамуды түсіндіреді.

Жергілікті рельефтің ерекшелігіне байланысты сорғы стансасы кешені тек негізгі «Басқуат» қазандық қондырғысын кері берілетін желілік сумен жұмыс істеп жатыр.

Параметрлерді автоматтандыруы түбегейлі артықшылықтарды береді:

- 1) жұмыс қызметкерлерінің санының кішірейтуін қамтамасыз етеді; яғни оның еңбегінің өнімділігінің жоғарылатуы;
- 2) қызмет көрсетушінің еңбек сипаттын өзгеріске әкеледі;
- 3) шығарылатын будың параметрлерді сүйемелдеуі дәлдігін үлкейтеді;
- 4) жабдықтың жұмысының еңбек қауіпсіздігі және сенімділігін жоғарылатады;
- 5) сорғы жұмысының үнемділігін үлкейтеді

Сорғы станциясын қайта құру автоматты реттеуден, бақылаудан, технологиялық қорғаудан тұрды.

Автоматты реттеу электрлік сүзгідегі үздіксіз ағатын процесстердің жүрісін қамтамасыз етеді.

5.2 Сорғы станциясын қайта құруға кететін шығындарды есептеу

Осы бөлімді орындаудың басты мақсаты пайдалану бойынша Scada жүйесімен Genesis32 құрастыру пакеті көмегімен сорғы стансасын автоматтандыру барысында шығынды есептеу болып табылады. Сорғы стансасын автоматтандыру үшін келесі шығындарды есептейміз.

Сорғы станциясын автоматтандыруға кететін капиталды шығындар келесідей құралады:

а) құрастырушылардың жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктегі аударылатынмен қоса);

б) автоматтандыру құралдарын сатып алуға кететін шығындар;

в) монтажға кететін шығындар.

5.2.1 Құрастырушылардың жалақысы

Сорғы станциясын автоматтандыру үшін келесідей персонал қажет:

5.1 Кесте – Жалақыға кететін шығындар

мамандық	Саны, адам	Ендіру мерзімі, ай	Айлық, теңге	Барлығы, теңге
Инженер-жобалаушы	1	1	750000	750000
Инженер-программист	1	1	750000	750000
БАРЛЫҒЫ ($C_{общ}$):				1500000

Аударулармен қоса жалақы келесідей:

$$C_{з.разр.} = (C_{общ.} - C_{общ} \frac{H_n}{100}) \frac{H_c}{100} + C_{общ.} \quad (5.1)$$

мұндағы $C_{общ}$ - құрастырушылардың жалақысы, теңге;

H_n – зейнетақы қорына аударудың нормасы, %;

H_c – әлеуметтік қажеттіліктерге аударудың нормасы, %.

Зейнетақы қорына аударудың нормасы - 10%, әлеуметтік қажеттіліктерге аударудың нормасы - 11%.

$$C_{з.разр.} = (1500000 - 150000) \cdot 0,11 + 1500000 = 1648500 \text{ тг.}$$

5.2.2 Сорғы станциясында ЖРТ орнату үшін қажетті құралдар шығындар

ЖРТ құралдар шығыны келесі кестеде көрсетілген:

4.3 Кесте–Сорғы станциясында ЖРТ орнату үшін қажетті құралдар шығындар

Аталуы	Саны	Бағасы	Жалпы бағасы, теңге.
Дербес компьютер	1	50000	50000
Жиілікті түрлендіргіш	1	400 000	400000
Программаланатын SCADA	1	300000	300000

4.4 кестенің жалғасы

Genesis құрастыру пакеті	1	160000	160000
matlab бағдарламасы	1	150000	150000
Сорғы станциясына ЖРТ орнату үшін қажетті құралдар шығындары (C _б):			1060000тг

Ескерілмеген жабдықтарға кететін капиталды шығындарды жалпы бағасының 5%-нен есептейміз:

$$C_{\text{неуч.об.}} = C_{\text{б}} \cdot 0.05, \quad (5.2)$$

$$C_{\text{неуч.об.}} = 10\,60000 \cdot 0.05 = 53000 \text{ тг.}$$

Сорғы стансасын автоматтандыру үшін керекті құралдарды сатып алуға кететін капиталды шығындардың жалпы бағасы:

$$C_{\text{об}} = C_{\text{неуч.об.}} + C_{\text{б}}, \quad (5.3)$$

$$C_{\text{об}} = 53000 + 1060000 = 11130000 \text{ тг.}$$

5.3. Жылдық экономияны есептеу

Сорғы станциясында ЖРТ-ның эксплуатацияға дейінгі шығындар. ЖРТ-ның эксплуатацияға дейінгі шығындар келесіде көрсетілген:

5.3 Кесте – Сорғы станциясында ЖРТ-ның эксплуатацияға дейінгі шығындар

Аталуы	Саны	Бағасы	Жалпы бағасы, теңге
Дербес компьютер	5	8 5000	425 000
Принтер	1	35000	35000
Электрқозғалтқыш	1	785 000	785 000
Басқару құрылғылары	15	70000	1050 000
Жұмысшылар жалақысы	7	84000	5880000
Реттегіш	2	350000	700000
Реле	8	50000	4000000
Жылу алмасқыш	4	49200	196800
Жалпы шығындар:			4 179 800

1) амортизациялық шығын:

$$Ш_{\text{А}} = C_{\text{П}} \cdot N_{\text{А}} / 100,$$

мұндағы $C_{\text{П}}$ – жүйенің баланстық құны,

$N_{\text{А}}$ – амортизацияның жылдық мөлшері, %.

$$\text{Ш}_A = 0,12 * 4179800 = 501576 \text{тенге}$$

2) жөндеу жұмысына кеткен шығын:

$$\text{Ш}_P = 0,08 * 4179800 = 334384 \text{тенге}$$

3) электр қуатына кеткен шығын:

$$\text{Ш}_Э = N * \Phi_B * C_T.$$

мұндағы N - жүйеде тұтынылатын қуаттың соммасы, кВт;

Φ_B – жылдық қуат қоры, сағ;

C_T - электр энергиясының құны, теңге.

$$\text{Ш}_Э = 0,1 * 8760 * 15,19 = 13306,44$$

$$\text{Ш}^1 = \text{Ш}_A + \text{Ш}_P + \text{Ш}_Э = 501576 + 334384 + 13306 = 849266 \text{тенге}$$

Сорғы станциясында ЖРТ-ның эксплуатациядан кейінгі шығындары.

1) амортизациялық шығын:

$$\text{Ш}_A = 0,12 * 1060000 = 1272000 \text{тенге}$$

2) жөндеуге кеткен шығын:

$$\text{Ш}_P = 0,08 * 1060000 = 84800 \text{тенге}$$

3) энергияға кеткен шығын:

$$\text{Ш}_Э = N * \Phi_B * C_T.$$

мұндағы N - жүйеде тұтынылатын қуаттың соммасы, кВт;

Φ_B - жылдық уақыт қоры, сағ;

C_T - электр энергиясының құны, теңге.

$$\text{Ш}_Э = 0,1 * 8760 * 15,19 = 13306,44 \text{тенге}$$

$$\text{Ш}^2 = \text{Ш}_A + \text{Ш}_P + \text{Ш}_Э = 1272000 + 84800 + 13306 = 225306 \text{тенге.}$$

Жылдық экономия және өтеу мерзімі:

$$\text{Э} = \text{Ш}^1 - \text{Ш}^2 = 849266 - 225306 = 623960 \text{тенге}$$

$$T_{\Theta.M} = K_{\text{KOC}} / \Theta_{\text{ПИТМ}} = (164850 + 11130000 + 4179000) / 623960 = 2,56 \text{ ЖЫЛ}$$

Өз құнын өтеу уақыты 2,56 жыл.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада қойылған жұмыс тапсырмасына байланысты келесі есептер жүргізіліп орындалады:

- сорғы станциясы бойынша әдебиеттер көздеріне талдауы жасалынды;
- сорғы стансасында орнатылып тұрған жабдықтарға талдау жүргізілді;
- басқарылатын және параметрлер параметрлер талданылды;

- басқару үлгісі мен жүйесі жасалынды. Жасалған жүйе су тегеурінін қажетті деңгейде ұстап тұру арқылы, құбыр желісіндегі гидросокқыдан құтылуға мүмкіндік береді. Реттелетін элетрлік жетекті қолдану электрлі жетек қозғалтқышының қызмет ету мерзімін ұзартады. Жиілікті түрлендіретін және қысқа тұйықталғын роторы бар асинхронды қозғалтқыш қолданылады;

- Simulink matlab бағдарламасында АБЖ үлгісіне зерттеулер жүргізілді. Сорғы қондырғы үлгісінің зерттеу нәтижесінде сыртқы әсер кезінде бұл жүйенің су желісіндегі тегеурін реттеуінің жұмыс қабілеттілігі тексерілді. Өтпелі процестер графигі, қысым және қобалжу кезіндегі бұрыштық жылдамдық өзгеріс графигі алдынды. Осы бойынша сипаттамалардың жай өзгерісін кірістегі секірісін және реттелетін қысқа уақыт кезінде байқалады;

- жиілікті түрлендіргішті және SCADA жүйесін таңдау кезінде салыстырмалы талдау жүргізілді. Өртүрлі өндіруші фирмаларды бағасы бойынша салыстыра отырып, бағасы мен қуатына байланысты Hyundai фирмасының жиілікті түрлендіргіші таңдалынылды. Сонымен бірге, эксперттердің қойылған бағасы және анықталған параметрлер бойынша Genesis32 визуалдау жүйесі таңдалынылды;

- Genesis32 жүйесінде визуалдау жасалынып, деректерді бір бірімен байланыстыратын OPC-server арқылы matlab бағдарламасында жасалынылған үлгімен байланыстырылды;

Сорғы стансасы жабық ғимарат болғандықтан, жұмысшылардың өміртіршілік қауіпсіздігі қарастырылды. Яғни, шу мен дірілдің қауіпсіздік шаралары қарастырылды. Сонымен бірге электрқондырғының қорғаныстық жерге қосуы қаастырылыды . Яғни, кедергісі $R_{\Sigma} = 2,82 \text{ Ом}$ жіберілетін кедргіден төмен және диаметрі $d = 55 \text{ мм}$ болытын қорғаныстық жерге қосу саны $n = 18$ жұмыс жасау шартына сәйкес болды.

Сонымен қатар экономикалық тиімділігі қарастырылды. Жиілікті түрлендіргішті эксплуатацияға дейінгі және кейінгі шығындары есептелініп, өз құнын өтеу құны 2,56 жыл болды.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

- СС – сорғы станциясы
- ОТС – орта тепкіш сорғы
- ПӘК – пайдалы әсер коэффициенті
- ОЖЖ – орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесі
- ҚмКК– қалалық мемлекеттік коммуналдық кәсіпорын
- ЖТ – жиілікті түрлендіргіш
- ҚТ – қысқа тұйықталу
- АҚ – асинхронды қозғалтқыш
- СҚ – сорғы қондырғысы
- СА – сорғы агрегаты
- СҚЖ – сорғы қондырғы жүйесі
- ИЖЖ – индукторлы жалғастырғыш жылжуы
- ББ – басқару блогы
- ЖРТ – жиілікті реттелетін түрлендіргіш
- ТЖТ – тоқ жиілігін түрлендіргіш
- АВК – асинхронды вентилді каскад
- ТДТ – тиристорлы-диодты түрлендіргіш
- АБЖ – автоматты басқару жүйесі
- БФ – беріліс функция
- ТП АБЖ–технологиялық процестерді автоматты басқару жүйесі

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Карелин В. Я., минаев А. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – м.:Стройиздат, 1986. – 320б.
- 2 Лобачев П. В. Насосы и насосные станции. м.: Стройиздат. 1990. – 191б.
- 3 Справочник электроэнергетика предприятий цветной металлургии /Под ред. м. Я. Басалыгина, В. С. Копырина. м.: металлургия 1991. – 384б.
- 4 Бородацкий Е. Г. Разработка системы управления взаимосвязанным электроприводом центробежных турбомеханизмов станции перекачки жидкости. Автореф. дис... канд. техн. наук. Омск. 1999. – 184б.
- 5 Ковалев В. З., Бородацкий Е. Г. Эффективное использование энергии в насосных установках нефтеперекачивающих станций // Промышленная энергетика. 2000. № 1. – 1-4б.
- 6 Ливчак В.И., Чугункин А.А., Оленев В.А. Эффективность пофасадного автоматического регулирования систем отопления // Водоснабжение и сан. техника. 1986 №5. 14-18б.
- 7 Монахов Г.В., Войтинская Ю.А. моделирование управления режимами тепловых сетей – м.:Энергоатомиздат, 1995. – 224 б.
- 8 Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я., Быков С.И. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. 248б.
- 9 Чистович С.А. Автоматизация систем теплоснабжения и отопления. м.: Стройиздат, 1964 . -180б.
- 10 Современная концепция теплофикации страны / Л.А. мелентьев, Г.Б. Левенталь, В.А.Чугреев, м.Г.Алиева // Теплоэнергетика. 1982. - 8-13б.
- 11 Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках. – м.:Энергаториздат, 2006. 360б.
- 12 Мичков В.И. Электрооборудование насосных и компрессорных станций. - м.: Недра, 1991. -131б.
- 13 Ильинский Н.Ф. Основы и перспективы применения регулируемого электропривода насосов и вентиляторов. // Тезисы докл. I международной конференции по автоматизированному электроприводу. – СПб., 1995. –12б.
- 14 Сербин Ю.В., Прокопов А.А., Бугров В.П. Параллельная работа насосных агрегатов при использовании технологии частотного регулирования. – Информационный бюллетень 2007 №2, ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР "АРТ".57-65б.
- 15 Коренькова Т.В., михайличенко Д.А., и др. Исследование системы ПЧ-АД-Насос-Гидросеть. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Випуск 2/2003(19), 377б.
- 16 Н.Г. Попович, Н.Г. Борисюк и др. «Теория электропривода» — К.:Выща шк., 1993.494б.
- 17 СНиП РК 2.04.03-2011 «Защита шума»- 45б.
- 18 Хакімжанов Т.Е., Еңбекті қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: Эверо,2008. – 187б

19 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев м.К., Еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздігінің негіздері - Алматы -: АЭЖБИ,2007. – 35б.

20 СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства" – 65б.