

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ  
Электр машиналары және электр желісі  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі  
Қашыға К.Н. Т.э.к., доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.  
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Мунай айрау стансасының автоматтырылған  
Электр желісі

мамандығы бойынша

Орындаған Қанаптаев Абзал Биташұлы, ЭАТКк-15-1  
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші Алимурамова Нұрима Қанаевна, Ph.D, доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Алимурамова « \_\_\_\_\_ » мамыр 2019 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы: Т.э.к.-а, доцент Ақланбетов Д.Б  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

Ақланбетов « 20 » 05 2019 ж.  
(қолы)

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.  
(қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

аға оқытушы Саттеева М.Е.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Саттеева « 16 » 05 2018 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Т.э.к, аға оқытушы Мусинағали К.Ф.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Мусинағали « 18 » 05 2019 ж.  
(қолы)

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.  
(қолы)



Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электртехника институты  
58071800 - Электр энергетикасы мамандығы  
Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Қамағбаев Абзал Бигалиұлы  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Муной айдау стансасының  
автоматтандырылу және электр желісі

ректордың «26» 10.2018 № 124 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «20» мамыр 2019 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Асинхронды қозғалтқыш:

$U_n = 380 В$ ;  $I_n = 212 А$ ;  $R_1 = 0,0379$ ;  $R_2 = 0,0448 Ом$ ;  
 $s_p = 2$ ;  $S_n = 0,025$

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Дипломдық жұмыста муной айдау  
сорти аппаратының автоматтық басқару  
жүйесі қарастырылған. Жүйесіне муной  
айдау аппаратының шұри шәкілдерімен  
рештеу аппараты қарастырылған. Көрсеткіш  
шұрилерінің таңдауы, басқару жүйесі  
маңыртылған.







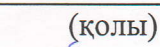
ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

КЕСТЕСІ


№ р/с	Тарау аттары, сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Мұнай өндірісіне	19.11.2018	
	мамын мауы	19.11.2018	
2	Мұнай айрау		
	сортнамалары мауы		
3	Магнетронды мұнай	20.12.2018	
	айрау сорт стандарттары		
4	Сортнамалар типология	15.02.2019	
	решімдерін реттеу		
	тәжірибелер мен амалдарын		
5	Мұнай айрау	19.03.2019	
	сортнамаларды электр		
	және		
6	Қысқа мұнайгазбен	27.03.2019	
	решімдер асинхронды		
	қозғалтқышты есептеу		
	және тарту		
7	Электр желілерінің	11.04.2019	
	қурылыс және жеткізу		
8	Сорт агрегаттарының	15.04.2019	
	автоматтық басқару		
	жүйесі		
9	Өміршілік	21.05.2019	
	қауіпсіздігі		
10	Экономикалық	21.05.2019	
	тәжірибелік		

Тапсырманың берілген уақыты « 19 » 11 2018 ж.

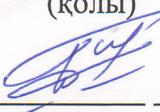
Кафедра меңгерушісі

 (қолы) Каймова К. Н., т.ғ.к., доцент (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

 (қолы) Каймуратова Н. К., PhD, доцент (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы  
қабылдаған студент

 (қолы) Қанатбаев А. Б. (аты - жөні)

## АНДАТПА

Берілген дипломдық жұмыста мұнай айдау сорғы агрегатының автоматты басқару жүйесіне жаңғырту жүргізілген. Жұмыста мұнайды дроссельдеумен магистралды құбырлар арқылы айдау кезіндегі жұмыс режимін реттеудің кемшіліктері қаралған. Мұнай айдау агрегатының жүктемесі тұрақты момент кезіндегі асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі орындалған. Жиілікті түрлендіргішті автоматты басқару мәндеріне талдаулар жүргізілген.

Жұмыста таңдалынған атоматты басқару жүйесінің тиімділігі экономика бөлімінде есептеліп, дәлелденген.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек жағдайлары талданып, пайдалану коэффициенті әдісімен бөлменің жасанды жарықтандыруы есептелген.

## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе разработана автоматизированная система управления электроприводом нефтеперекачивающего насосного агрегата. Рассмотрены недостатки регулирования режимов перекачки нефти по магистральным нефтепроводам переключением числа магистральных насосов и недостатки регулирования путем дросселирования потока. Разработана математическая модель асинхронного электропривода нефтеперекачивающего насосного агрегата при постоянном моменте нагрузки. Произведен синтез параметров системы автоматического управления преобразователя частоты.

Эффективность разработанной системы обоснована технико-экономическим расчетом, приведённой в экономической части дипломного проекта.

В дипломной работе рассмотрены вопросы охраны труда и произведен расчет на искусственное освещение.

## ANNOTATION

In this graduation project, an automated control system of the electric drive of the oil pumping pump unit was developed. The disadvantages of regulating oil pumping modes through trunk oil pipelines by switching the number of main pumps and shortcomings of regulation by throttling the flow are considered. A mathematical model of an asynchronous electric drive of an oil pumping pump unit with a constant load moment has been developed. The parameters of the automatic control system of the frequency converter are synthesized.

The effectiveness of the developed system is justified by technical and economic calculations, given in the economic part of the graduation project.

The graduation project discusses the issues of labor protection and calculated on artificial lighting.

## Мазмұны

	Кіріспе	8
1	Аралық мұнай айдау сорғы станциясындағы технологиялық процесс	9
1.1	Мұнай құбырларын тасымалдау	9
1.2	Мұнай айдау сорғы агрегатының конструктивтік және технологиялық ерекшеліктері	15
1.3	Мұнай айдау сорғы станцияларының режимдерін реттеу тәсілдері	20
1.4	Мұнай айдау сорғы агрегатының электржетегі	24
2	Мұнай айдау сорғы агрегатының жиіліктік реттелетін электр жетегі	27
2.1	Қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі	27
2.2	Асинхронды электржетектің құрылымдық сұлбасы	33
2.3	Мұнай айдау сорғы агрегатының АБЖ параметрлік синтезі	36
2.4	Виртуалды модель	42
3	Өміртіршілік қауіпсіздігі	45
3.1	Еңбек жағдайларын талдау	45
3.2	Пайдалану коэффициенті әдісімен бөлменің жасанды жарықтандыруын есептеу	47
4	Экономикалық бөлім	55
4.1	Мұнай айдау сорғы агрегатының электр жетегінің өнделген басқару жүйесінің артықшылықтары	55
4.2	Басқару жүйесінің капиталды салымдарын есептеу	56
4.3	Ағымдағы жылдық пайдалану шығындарын есептеу	57
4.4	Өнделген басқару жүйесін енгізу есебінен экономикалық пайданы есептеу	61
	Қорытынды	64
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	65



## Кіріспе

Еліміздің барлық өнеркәсіптік секторларында өндірілетін электр энергиясының негізгі тұтынушылары электр жетегі болып табылатыны белгілі. Мұнай – газ өнеркәсібіндегі құбырларда мұнай айдау процесін, ерекше деп атауға болмайды.

Мұнай айдау сорғы станцияларында электр энергиясын жалпы тұтынудың 90% астамы сорғылардың электр жетектерінің үлесіне келеді. Сондықтан мұнай айдау құбырларының технологиялық учаскелерінің жұмыс режимдерін оңтайландыру туралы мәселе өткен ғасырдың 60-шы жылдарының ортасынан бастап өзекті болып табылады. Алайда, сол уақытта ұсынылатын күштік жартылай өткізгіш элементтердің қол жетімділігі мен төмен сенімділігі, мұнай сорғыларының электр жетектерінің жұмыс режимін реттеу үшін аппаратураны іске асыру мүмкіндігін қатты шектеді.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдарынан бастап күштік жартылай өткізгіш техниканың энергетикалық көрсеткіштерінің даму үрдісі өсіп келе жатыр, бұл электр энергетикасының барлық салаларында олардың кең таралуына әкелді. Мұнай айдау сорғылары үшін реттелетін жетектерді енгізу бойынша соңғы маңызды рөл атқарды. Сорғы агрегаттарының реттелетін жетектерін енгізуге әсер ететін тағы бір маңызды фактор-жартылай өткізгіш элементтердегі жетектерді реттеу аппараттары мұнай өндіруде, мұнайды айдау және оны дайындауда, сондай-ақ мұнай өңдеуде технологиялық процестерді басқарудың қолданыстағы автоматты жүйелерімен салыстырмалы түрде қарапайым келісу болып табылады.

Мұнай сорғысының реттелетін электржетегін автоматты басқарудың сауатты жобаланған жүйесі, күштік жартылай өткізгішті құрылғылардың дамуынан барынша пайда алуға және жоғары техникалық – экономикалық көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Электр машиналарындағы электромеханикалық энергияны түрлендіруді сипаттайтын үдерістердің математикалық модельдерін сапалы талдау, сондай-ақ электр желісінің негізгі көрсеткіштерін айырбастау үрдістері, технологиялық процестің ерекшеліктерімен бірге электр жетегінің жұмыс режимін оңтайландыру мәселесін шешудің ең тиімді тәсілі болып табылады. Дәл осындай тәсілмен бұл дипломдық жұмыста мұнай айдау сорғы агрегатын автоматты басқару жүйесі жасалды.

# 1 Аралық мұнай айдау сорғы станциясындағы технологиялық процесс

## 1.1 Мұнай құбырларын тасымалдау

1.1.1 Мұнайды құюға арналған құбыр, мұнай құбыры деп аталады. Тасымалданатын мұнайдың бағытына байланысты, саны мен тасымалдау қашықтығына байланысты мұнай құбырлары үш топқа бөлінеді:

1 Ішкі – кәсіпшілікте, мұнай қоймаларында және т. б. түрлі объектілер мен қондырғыларды қосуға арналған.

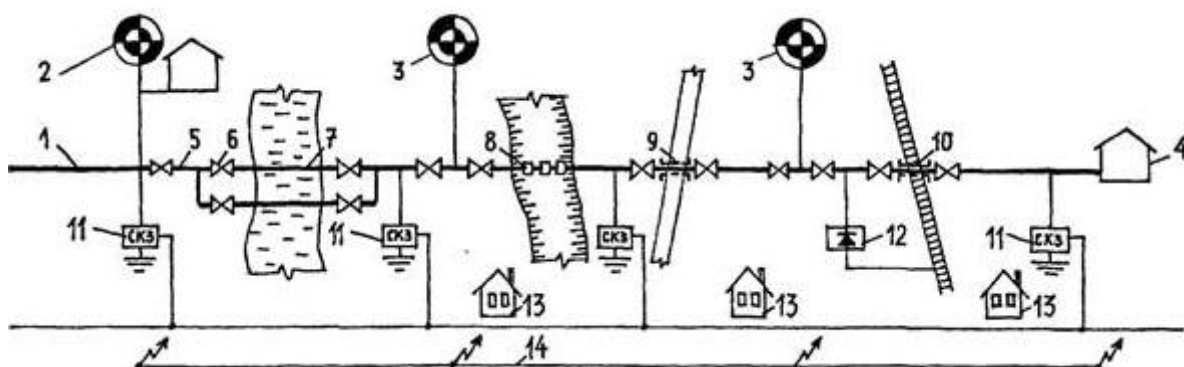
2 Жергілікті-кәсіпшілікті магистральдық мұнай құбырларының бас құрылыстарымен темір жол цистерналарына немесе су көлігіне құю пункттерімен қосушы.

3 Магистральды-мұнайдың үлкен жүк ағындарын едәуір қашықтыққа тасымалдауға арналған.

Магистральдық мұнай құбырларына (ММҚ) өндіру немесе сақтау аудандарынан тұтыну орындарына (мұнай өңдеу зауыттары, ауыстырып тиеу мұнай базалары, дайындау пункттері мен құю пункттері және т.б.) дейін тауарлық мұнайды тасымалдауға арналған диаметрі 219-дан 1220 мм-ге дейінгі ұзындығы 50 км-ден қоса алғандағы құбыржолдар жатады.

Магистральдық мұнай құбыры мұнайды тасымалдауға, оны есепке алуға және мұнайды сорттар бойынша бөлуге арналған құрылыстар кешенін білдіреді.

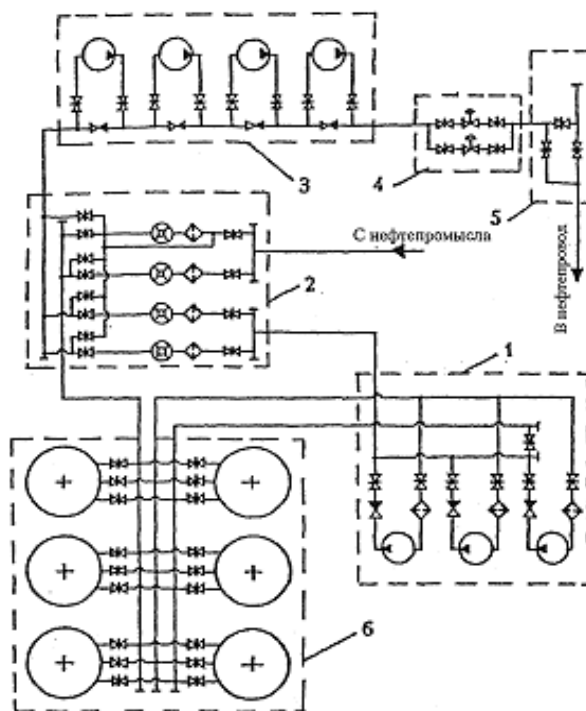
ММҚ-ның қағидалық сұлбасы 1.1 суретінде көрсетіледі. Онда 1 жеткізуші құбыр, 2 бас мұнай айдау станциясы, 3 аралық айдау станциялары, 4 соңғы пункт, 5 сызықтық бөлік, 6 желілік ысырмалар, 7 дюкер, 8 жерүсті өткелі, 9 автожол және 10 темір жол астындағы өткелдер, 11 катодты қорғау станциясы, 12 дренаждық қондырғылар, 13 сондай-ақ қараушы бөлігі және 14 байланыс желісі.



Сурет 1.1 - Магистральдық мұнай құбырының қағидалық сұлбасы

Магистральды мұнай құбырын салудың барлық жүйесін екі кешенге бөлуге болады: бас құрылыстар мен желілік бөлік.

Бас құрылыстарға, бас мұнай айдау станциясы және жеткізуші құбырлар жатады. 2 – 86 ВНТП анықтамасына сәйкес бас мұнай айдау станциясының технологиялық құрылыстарының құрамына (1.2-сурет) : резервуарлық парк 6, тіреуіш сорғы 1, есептеу торабы және сүзгілер – сазтұтқы, реттеуіш платформасы 4, магистральдық (негізгі) сорғы 3 және технологиялық (алаңшілік) құбырлар. Сондай – ақ бас мұнай айдау станцияларында жалпы және айналымдағы сумен жабдықтау, кәріз, электрмен жабдықтау жүйелері, зертхананы, Жөндеу – механикалық шеберхананы қоса алғанда, әкімшілік – тұрмыстық пайдалану-шаруашылық мақсаттағы ғимараттар орналастырылады.



Сурет 1.2 - Бас мұнай айдау станциясының қағидалық сұлбасы

Резервуарлық парк мұнай және мұнай өнімдерін қабылдауға және тапсыруға, оларды біртіндеп айдау кезінде сорттар бойынша бөлуге арналған.

Резервуарлардың саны бас мұнай айдау станцияларының берілуіне, мұнай сорттарының санына және айдау циклінің ұзақтығына байланысты анықталады. Резервуарларды әрқайсысы 2 немесе 4 топтармен орнатады.

Резервуарлардың әртүрлі конструкциясы болуы мүмкін. Резервуарлардың көлемі 100-ден 40000 м<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді. Магистральдық мұнай құбырлар жүйесінде тік және көлденең болатты, сондай-ақ темір-бетонды резервуарлар кеңінен қолданылады.

Егер апат болған жағдайда төгілетін мұнай немесе мұнай өнімінің деңгейі жер бөлігінің жоғарғы белгісінен 0,2 метрге төмен болса, онда мұндай резервуарлар жер асты деп аталады. Қалғандары жер үстіне жатады.



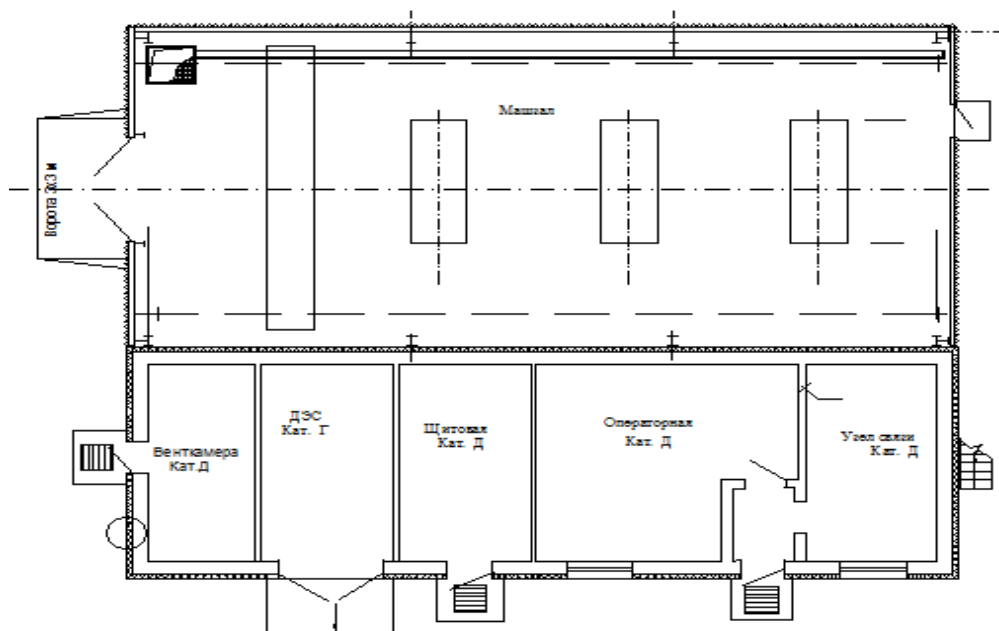
Резервуарлық паркті жобалау процесінде әрбір резервуар үшін дербес және жалғыз қабылдау – босату құбырын көздейді. Паркті басқару, электр басқарылатын ысырмалар орналастырылған арнайы манифольде шоғырланады.

Резервуарлық парктерде негізінен бақылау мен басқарудың электрлік сұлбалары қолданылады.

Барлық резервуарларда сақталатын өнімнің сортына қарамастан сапалы құрамы мен тығыздығын анықтау үшін өнім сынамасын мерзімді іріктеу бойынша операциялар жүзеге асырылады.

Егер жеткілікті кавитациялық қоры болмаса, онда мұнайды тіреуіш сорғы, резервуарлардан негізгі сорғыларға беру үшін орнатылады.

Негізгі сорғы мұнай және мұнай өнімдерін айдауға арналған. Ол машина залы, желдеткіш камералары, операторлық қалқанды, трансформаторлық қосалқы станциясы немесе дизель электр станциясы (ДЭС) және байланыс торабы бар жеке ғимаратта (бір немесе екі қабатты) орналасады (Сурет – 1.3).



Сурет - 1.3 Машина залы

Машина залында мұнай айдау станцияларының негізгі жабдықтары, магистральдық сорғы агрегаттары орналастырылады. Қазіргі уақытта магистралды ортадан тепкіш сорғы агрегаттары кеңінен қолданылды. Бұл сорғыштарға жетектер ретінде әдетте жарылыстан қорғалған түрде асинхронды қозғалтқыштар қызмет етеді. Төрт сорғы агрегатына дейін орнату кезінде бір резервтік көзделеді.

Сорғы агрегаттарын орнату, орталықтандыру және монтаждау, сондай – ақ технологиялық жабдықтар мен құбыр арматурасын жөндеу бойынша жұмыстарды жүргізу үшін машина бөлмесінде жүк көтергіштігі 5 – 10 т бір белдікті қол қраны орнатылады.

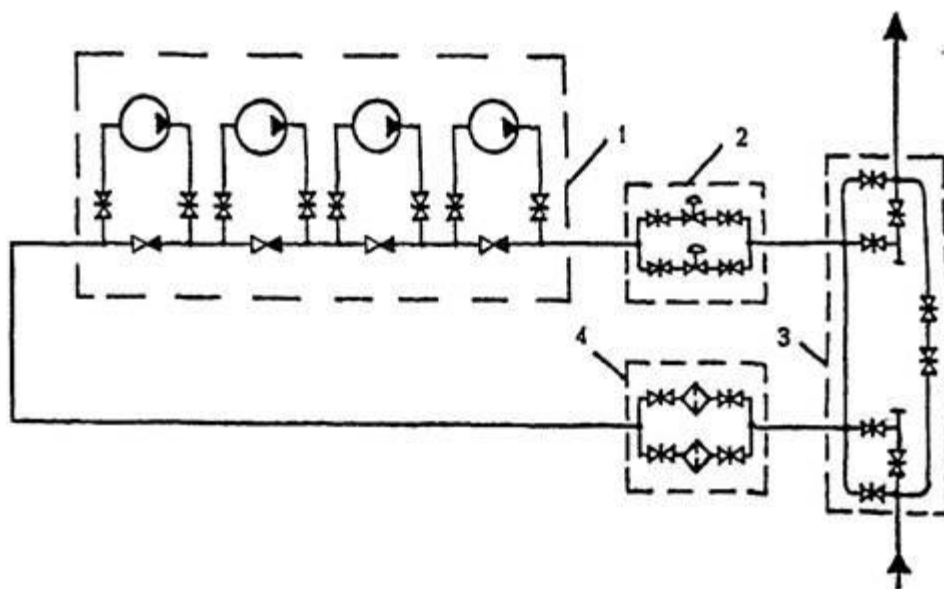
Сорғы агрегаттарын байлау электрмен дәнекерлеу құбырларынан жасалады. Сорғы агрегаттарының соңғы бекіту арматурасы ретінде шарлы крандар қолданылады.

Сорғы агрегаттарын тез ауыстырып қосуды жүзеге асыру үшін, шарлы крандар жарылыстан төзімді электр жетегінде орнатылады. Қысымды желіде қайта айдалатын ортаның кері ағынын болдырмау үшін кері клапан орнатылады.

Сорғы аймағын апатты аймақтан ажырату үшін сорғыш алаңынан тыс, сорғыш және айдау коллекторларында электр жетекті бекіту арматурасы орнатылады.

Қысымды реттеу торабы кемінде екі қысым реттегішінен тұрады. Торап сұлбасы ағынның біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Реттеуіш құрылғылардың параметрлері реттеуіштердің біреуін ажыратқан кезде реттеуді қамтамасыз етуді ескере отырып таңдалады.

Аралық сорғы айдау станциялары мұнай құбырындағы қысымды арттыруға арналған. Аралық айдау станциясының технологиялық құрылысының құрамы бас мұнай айдау станцияларынан өзгешелігі аз (Сурет – 1.4).



Сурет – 1.4 Аралық сорғы айдау станциясының қағидалық сұлбасы

Аралық айдау станциясының технологиялық құрылысының құрамына әдетте мыналар кіреді: негізгі сорғы 1, қысым реттегіш торабы 2, тазартқыш құрылыстарды іске қосу – қабылдау торабы 3, есептеу және сүзгілеу торабы – сазтұтқылар 4.

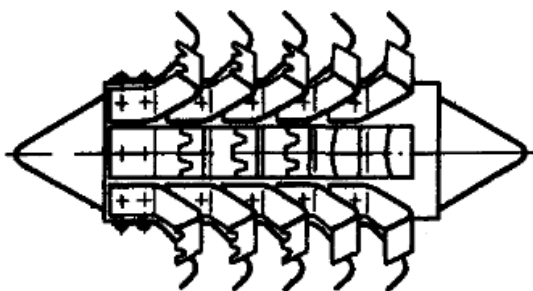
Аралық станциялар арасындағы қашықтық гидравликалық есептерге сәйкес және мүмкіндігінше барлық сорғы мұнай құбырлары бойынша қысымның біркелкі таралуын ескере отырып анықталады. Әдетте, бірінші кезек үшін станциялар арасындағы орташа қашықтық шамамен 100 – 150 км, екінші кезек үшін – 50 – 80 км құрайды. Станциялар арасындағы қашықтық мұнай

құбырын қол жетімділігі қиын, аз қоныстанған жерлерде салу кезінде ұлғайтылуы мүмкін, онда құрылыстар және әсіресе сорғы станциясын пайдалану елеулі қиындықтармен байланысты. Сорғы станциялары арасындағы, сондай-ақ сорғы станцияларынан елді мекендерге, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен жекелеген ғимараттарға дейінгі ең аз төзімді қашықтықтарды құрылыс нормалары мен ережелеріне сәйкес орнатады.

1.1.2 Мұнай құбырының желілік бөлігі жалпы жүйенің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Желілік бөлікке табиғи және жасанды бөгеттер арқылы өтетін негізгі құбыр желісі ғана емес, сонымен қатар тармақтау, лупингтер, бекіту арматурасы, блоктау құбырлары, тазарту құрылғыларын іске қосу және қабылдау құрылғылары, өртке қарсы қорғаныс құралдары, құрылыстар жатады.

Мұнай құбырларының желілік бөлігінің пайдалану ерекшеліктерінің бірі, оларды құбырлардағы шөгінділерден тазалау қажет. Өртүрлі сорттағы мұнай 10% парафин бар болуы мүмкін. 50 – 55<sup>0</sup> С температурада парафин балқытылған күйде болады, ал 12 – 20<sup>0</sup> С температурада ол қатайып келеді де және шөгіндіге түседі, осылайша құбырлардың жұмыс қимасын азайта отырып, олардың өткізу қабілетін азайтады. Парафиннің түсуі мұнайдың физикалық – химиялық қасиеттерімен, оны айдау уақытында құбырдағы мұнайдың температуралық режимімен, ерітілген газдармен т. б. байланысты.

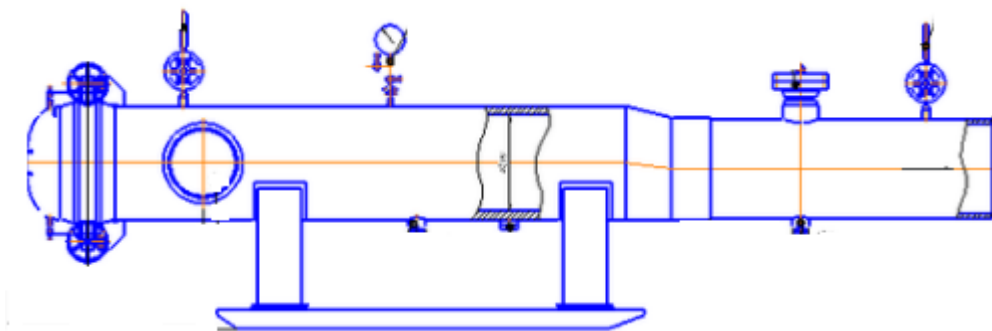
Мұнай құбырының өткізу қабілетін азайтуды болдырмау үшін, оның ішкі бетін тазалауды жүргізеді. Тазалаудың негізгі әдісі, механикалық қырғыштарды өткізу болып табылады. Қырғыштардың конструкциясы едәуір әр түрлі, ең көп таралған бірі 1.5 суретте келтірілген.



Сурет – 1.5 Құбыр тазалау үшін қырғыш конструкциясы

Бас мұнай айдау станциясы мен аралық сорғы айдау станциясында қырғышты іске қосу және қабылдау үшін арнайы камералар бақылау жүргізеді (1.6 сурет). Құбырдағы қырғышты іске қосқан кезде сұйықтықтың ағу жылдамдығына сәйкес келетін 0,75 м/с, белгілі бір қысымды ұстап тұрады. Аз жылдамдықта қырғыштың тоқталуы мүмкін.



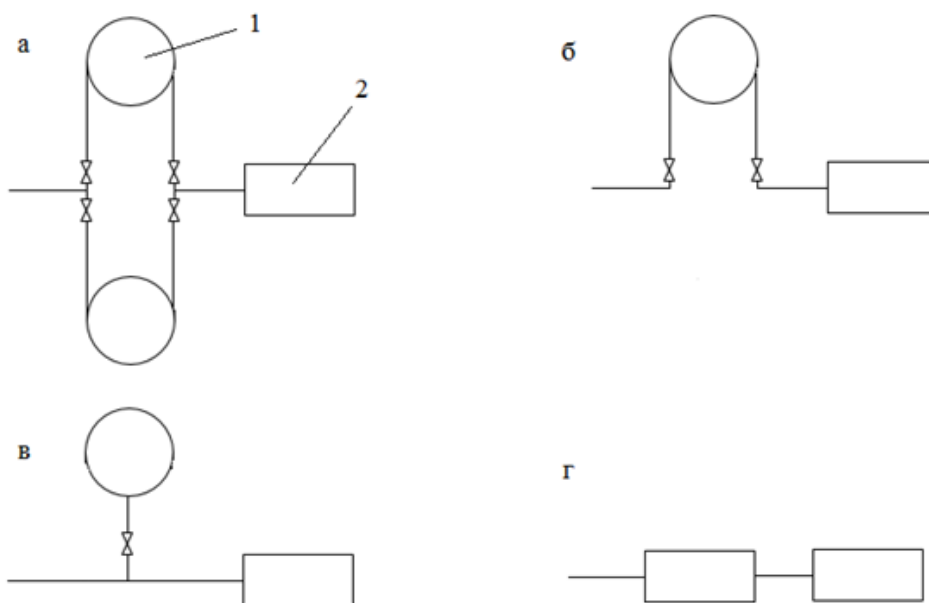


Сурет – 1.6 Қырғышты іске қосу және қабылдау құрылғылары

Тазалау құрылғыларының іске қосу – қабылдау құрылғылары тізбекті айдау кезінде бөлгіштерді және диагностика құралдарын іске қосу және қабылдау үшін де пайдаланылады. Қырғышты іске қосу – қабылдау құрылғылары арасындағы қашықтық 300 км-ден аспайды. Сондай-ақ оларды ұзындығы 3 км-ден асатын қосақ құбырларда және ұзындығы 5 км-ден асатын тармақтарда орнатады.

Сондай-ақ желілік бөлікке байланыс және электр беру желілері жатады. Байланыс желілері негізінен диспетчерлендіру үшін жауапты ғимарат болып табылады. Байланыс желісінің бұзылуы айдау тоқтауына әкеледі. Электр беру желілері (ЭБЖ) қосалқы жүйелерді және катодты қорғау станциясын (ККС) қоректендіруге арналған.

1.1.3 Аралық сорғы станцияларындағы сорғылар мен резервуарларды қосылу сұлбалары, мұнай немесе мұнай өнімдерін магистраль бойынша айдау режимін талап етеді. Барлығы төрт негізгі жүйеден тұрады: стационарлық байланыс сорғы станциясының резервуары арқылы, қосылған резервуары бар қайта айдау және сорғыдан сорғыға айдау (Сурет 1.7).



## Сурет 1.7 – Қайта айдау жүйелері

Мұнай сорғыш стансасының резервуарлары арқылы айдалғанда (1.7 а сурет) оны қабылдау станцияның резервуарларының біріне, ал келесі станцияға беру – басқа резервуардан жүзеге асырылады. Бұл схема алдыңғы станциядан келіп түсетін мұнайды немесе мұнай өнімдерін өлшеуге және бір мезгілде келесіге айдау есебін жүргізуге мүмкіндік береді. Негізгі кемшілік – резервуарларды толтыру – босату кезінде буланудан болған үлкен шығындар, сондай-ақ едәуір металл сыйымдылығы.

Айдау станциясының бір резервуары арқылы айдалғанда (1.7 б сурет) мұнай бір резервуарға қабылданады да және оны босатады. Жеңіл фракциялардың булануы, сондай-ақ мұнайды тұрақты есепке алудың мүмкін еместігі, кемшіліктері болып табылады.

Тәжірибеде, сондай-ақ қосылған резервуары бар айдау жүйесі қолданылады (сурет 1.7 в). Егер алдыңғы айдау станциясынан мұнай беруі осы станцияға қарағанда жоғары болса, онда резервуардағы деңгей жоғарылайды. Сорғы станциясының синхронды жұмысы кезінде резервуардың деңгейі өзгермейді. Булану кезінде нормативтен тыс шығындар болмайды. Алайда шығындар әлі де орын алады.

"Сорғыдан сорғыға" (1.7 г сурет) сұлбасының жұмысы кезінде, резервуарлар мұнай өнімін немесе мұнайды, авариялық немесе жөндеу алдындағы ағызу үшін ғана қолданылады. Осы схеманың қалыпты жұмыс режимінде, аралық сорғы станциялары резервуарларды істен шығарады, бірақ мұндай жүйе қайта айдаудың толықтай синхрондауын талап етеді.

"Сорғыдан сорғыға" жүйесі бойынша жұмыс істейтін барлық мұнай айдайтын сорғы қондырғылар, бір-бірінен 600 км дейінгі ара қашықтықта орнатылады.

1.1.4 Магистральдық мұнай құбырына түсетін мұнай қолданыстағы МЕМСТ 5185858 – 2002 нормативінің барлық талаптарына сай болуы тиіс. Осы мақсатта, әртүрлі салаларда, ілеспе газ және су бірінші кезекте магистральдық құбырлар МАС айдалмас бұрын, мұнайдан шығарылады. Ілеспе газды алу операциясы әртүрлі сатылы сепараторлар деп аталатын аппараттарда жүреді. Мұнайды құбырдан тазартуға және оны тауарлық түрге жеткізуге арналған құрылыстар кешені, мұнай айдау орталық пункті (МАОП) деп аталады.

Осы дипломдық жұмыста "Северная Бозашы" кен орнының негізгі сорғы МАОП мұнай айдау сорғы агрегатының асинхронды электр жетегінің басқару жүйесі жасалды. Негізгі сорғы "Қаламқас-Ақтау" магистральды мұнай құбырының жұмыс істеп тұрған МАС кен орнының құбырларынан, тауарлық мұнай түріне дейін жеткізілген мұнайды айдауға арналған.

Негізгі сорғы ғимаратында номиналды берілетін  $150 \text{ м}^3/\text{сағ}$  болатын НМ – 150 – 220 сериялы үш орталықтан тепкіш сорғы агрегаты орналасқан, олар 4А – 315 – У3 сериялы үш асинхронды айналатын қозғалтқыштардан тұрады. Негізгі сорғы жоспары осы дипломдық жұмыстың 4.1 бөлімінде көрсетілген.

## 1.2 Мұнай айдау сорғы агрегатының конструктивтік және технологиялық ерекшеліктері

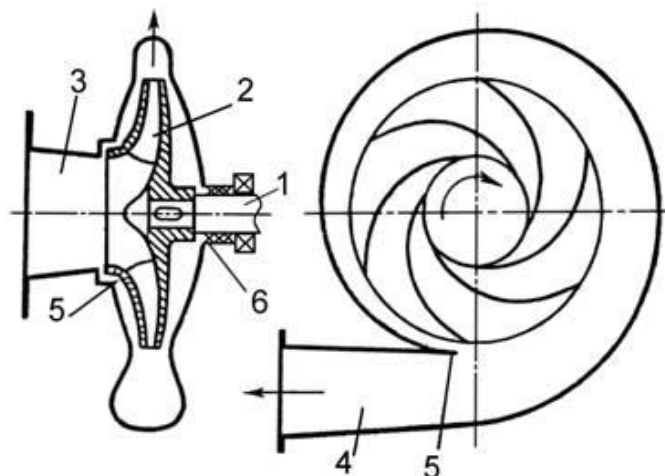
Мұнай құбырларымен және технологиялық аппараттар арқылы мұнайды тасымалдау үшін ағынға жеткілікті механикалық энергия беру қажет: тасымалданатын сұйықтық массасына қажетті кинетикалық энергия беру үшін; әртүрлі гидравликалық кедергіні еңсеру үшін; сондай-ақ тасымалданатын сұйықтықты оны  $h$  биіктігіне көтерудің әлеуетті энергиясын беру үшін. Белгілі болғандай, газ құбырында оны жылжыту үшін қабылданатын энергия оның ұшындағы статикалық қысымның айырымы (артықтығы) болып табылады. Мұндай энергияны беретін құрылғы сорғы деп аталады. Осылайша, сорғы - гидравликалық машина, ол қозғалатын бөліктердің механикалық энергиясының түрлендіргіші болып, статикалық қысымды сорғымен өндірілетін энергияға және осы энергияны тасымалданатын сұйықтық ағымына жібереді. Сорғының жұмыс корпусын және олар орнатылатын жақтауын басқаратын сорғының комбинациясы, сорғы агрегаты деп аталады. Сорғы мен электржетектің біліктері беріліс механизмінің (муфтаалар, шкивалар, редуктор және т. б.) көмегімен жалғанады.

Мұнай құбырын тасымалдау кезінде динамикалық центрифугалық сорғылар кеңінен таралған. Құрылымдық түрде (сурет 1.8) олар жылжымайтын корпус 6, оның ішінде бекітілген білік 1, тез айналмалы дөңгелегі 2. Соңғы екі дискімен шектелген ішкі көлемі бар, олардың арасында 5 (қалақтары) бар, айналуының кері бағытына қарай бүгілген.

Дөңгелек айналған кезде оның ішкі көлемін толтыратын сұйықтық күрделі қозғалысты қамтамасыз етеді. Бір жағынан, дөңгелек радиусы бағытында айналмалы сұйықтықта центрифуга күші әрекет етеді, оның әсерінен сұйықтық дөңгелектің айналасында дөңгелектің осінен периферияға дейінгі жылдамдықта  $\omega$  қозғалысына әкеледі. Екінші жағынан, сұйықтық дөңгелектермен бірге  $u$  шеңберлі сызықтық жылдамдықпен айналмалы қозғалыс жасайды.  $v$  нәтижелік жылдамдық векторлық жылдамдық арқылы алынады.

Дөңгелектің осінен ортадан тепкіш күштің әсерімен оның шеткері сұйықтықтың орын ауыстыруы дөңгелектің ішкі көлемінің ортасында кернеуге алып келеді және бір мезгілде дөңгелектің шеткі бөлігіндегі статикалық қысымды жоғарылатады. Орталық бөліктегі ыдырау қозғалатын сұйықтық көлемінің жаңа порцияларының сіңірілуіне әкеледі, ал оның шеткі бөлігіндегі артық қысым сұйықтықтың ағынына беріледі.





Сурет 1.7 – Ортадан тепкіш сорғының принципіалды сұлбасы

1.2.2 Сорғылардың жұмысын сипаттайтын негізгі параметрлер - сорғы ағыны, сорғы арыны, сорғы қуаты және оның ПЭЖ.

**Сорғыны беру – Q.** Беру (өнімділік) – бұл уақыт бірлігінде шығу тесігі арқылы өтетін сұйықтық мөлшері. Саны көрсетілуіне қарай массалық және көлемдік ағындарды ажыратады. Мысалы, тесіктің (келте құбыр) көлденең қимасы арқылы өтетін сұйықтық көлемі, беру көлемі деп аталады ( $Q, \text{м}^3/\text{с}$ ). Жаппай беру ( $Q, \text{кг}/\text{с}$ ) – уақыт бірлігіне (түтікше) көлденең қимасы арқылы өтетін сұйықтық массасы.

**Сорғы қысымы – H.** Қысым деп сорғы арқылы өтетін сұйықтық салмағын алатын энергия түсініледі. Сорғымен дамитын арын айдау, сору және айдау құбырларындағы арынның жоғалу биіктігінің сомасы ретінде анықталады.

**Сорғы қуаты – N.** Қуат-сорғы білігінен қозғалатын сұйықтық ағынын беретін механикалық энергия. Қуат екі құраушы компоненттен тұрады: пайдалы қуаты  $N_n$  және қуат шығыны  $\Delta N$ ,  $N = N_n + \Delta N$ .

Пайдалы қуат-сорғыдан шыққан кезде ағынның алатын қуат. Жоғарыда айтылғандай механикалық энергия (қуат) алу кезінде тасымалданатын сұйықтықтың көлемі оны ауыстыру бойынша жұмыс жасайды. Осылайша, пайдалы қуат оның қозғалысын орындау үшін сұйықтық ағыны арқылы жұмсалады.

Пайдалы қуат сұйықтықтың күшіне, көлемдік ағынына және реологиялық қасиеттеріне байланысты және осы формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$N_n = \rho g H Q, \quad (1.1)$$

мұндағы  $\rho$  – қозғалатын сұйықтықтың тығыздығы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$g$  – еркін құлау үдеуі,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$H$  – сорғы арыны, м;

$Q$  – көлемді сорғыны беру,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ .

Қуат шығындарына мыналар жатады: механикалық және гидравликалық. Мойынтіректі тораптардағы үйкеліске қуат шығындары, сорғыштағы нығыздау

және сорғының жылжымалы бөліктеріндегі үйкеліс, механикалық бөлікке жатады. Гидравликалық шығындар сорғының жылжымалы бөліктерінде сұйықтың ағуы кезінде гидравликалық шығындарға арналған қуаттың шығындарына байланысты болады, олар арқылы жұмыс сұйықтығы ағады.

**ПӘК –  $\eta$ .** ПӘК – сорғы жұмысының энергетикалық бағасы.  $N_n$  пайдалы қуатының  $N$  сорғының қуатына қатынасы:

$$\eta = \frac{N_n}{N}. \quad (1.2)$$

Ортадан тепкіш сорғылар жұмысының негізгі параметрлері арасындағы байланыс (яғни сорғы арын арасындағы тәуелділік)  $H$ , тұтынылатын қуат  $N$  пен сұйықтық шығынының шамасынан  $Q$  пайдалы әсер коэффициенті  $\eta$  арасындағы байланыс ортадан тепкіш сорғының сипаттамасы деп аталады. Әдетте олар тәжірибелі жолмен орнатылады және нақты сорғының паспорттық деректерінде көрсетіледі.

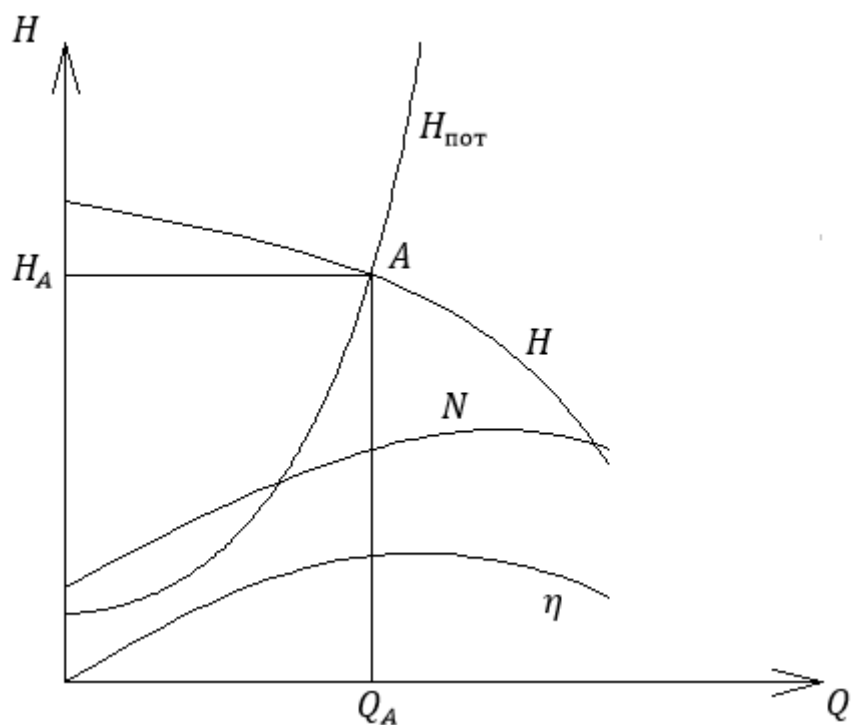
Сорғының жұмыс режимі кестклік тәсілмен анықталады. Кестеде белгілі бір масштабта  $H - Q$  сорғысының арынды сипаттамасы құрылады, осы масштабта  $H_{nom} - Q$  желісінің сипаттамасы келтіріледі (1.9 сурет), яғни, құбырдың ұзындығы бойынша қысым шығынының тәуелділігі және сорғы ағынының жергілікті кедергіге тәуелділігі. Кестеде көрсетілген сипаттамалар жұмыс нүктесі деп аталатын  $A$  нүктесінде қиылысады.

Осылайша алынған нүкте, желі мен сорғының бірлескен жұмыс параметрлерін анықтайды:

- 1 толық сорғы арыны  $H_A$ ;
- 2 сорғы өнімділігі  $Q_A$ ;
- 3 желідегі толық арынды шығындары  $H_c = H_A$ ;
- 4 желідегі сұйықтық шығыны  $Q_c = Q_A$ .

$N = f(Q)$  және  $\eta = f(Q)$  кестелерімен  $Q_A = \text{const}$  сызықтың қиылысуы тұтынылатын қуат пен дамып келе жатқан ПӘК сандық мәндерін алуға мүмкіндік береді.

Жылдам жүретін орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарында күш жетектері ретінде электр қозғалтқыштары болады. Сондықтан сорғының сипаттамасы мен анализі үшін, сорғы жұмысының негізгі параметрлерінің жұмыс айналымдарының санына тәуелділігі маңызды.



Сурет 1.9 – Сорғының арынды сипаттамасы

Жұмыс органының айналу жиілігі  $n_1$  – ден  $n_2$  – ге өзгергенде, қалақты машиналардың гидродинамикалық теориясына сәйкес:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}, \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}, \quad (1.3)$$

мұндағы  $N_1, N_2$  –  $n_1$  және  $n_2$  айналу жиілігі кезінде сорғымен тұтынылатын қуаттар, Вт;

$H_1, H_2$  –  $n_1$  және  $n_2$  айналу жиілігі кезінде сорғының арыны, м;

$Q_1, Q_2$  –  $n_1$  және  $n_2$  айналу жиілігі кезінде көлемді сорғыны беруі  $\text{м}^3/\text{сағ}$ .

Берілген пропорционал арақатынасы негізгі параметрлердің ең үлкен мәндерін жұмыс органының айналу жиілігінің қарапайым ұлғаюымен алуға болатынын көрсетеді. Алайда айналым санының шамадан тыс өсуіне кавитация құбылысы кедергі келтіреді.

Бұл ерекше құбылыстың физикалық мәні әртүрлі температураларда сұйықтықтар  $P_{\text{кин}}$  белгілі бір қайнау қысымына ие болады. Яғни, ағынның статикалық қысымы  $P_{\text{кин}}$  қысымынан төмендеген кезде, сұйықтықтың қайнау процесі жүреді.

Статикалық қысым қайнау қысымынан төмен азайған кезде, екінші рет қайнау буының пайда болуы салдарынан ағын тұтас болудан қалады, яғни екі фазалы бу сұйықтығы пайда болады. Қысымның төмен аймағында сұйықтықтың сіңуі және онда "бос" пайда болуы кавитация деп аталады.

Сонымен қатар, екі фазалық ағын  $P_{\text{см}} > P_{\text{кин}}$  қысым аймағына кіргенде, будың көпіршіктері конденсация бастайды. Ағындағы көпіршіктің шайқалуы



кезінде сұйықтық оның ортасына қарай кетеді. Микропотоктардың жанасу сәтінде, бір нүктеде микроскопиялық гидравликалық соққы болады. Конденсация кезінде қатты денеге жабысқан көпіршіктер қатты дененің бетіне шығарылады.

Ортадан тепкіш сорғыларда мұндай қатты денелер ең жоғары айналмалы жылдамдық байқалатын жұмыс дөңгелегі қалақтарының шеткі жиектері болып табылады. Осындай жылдамдық сұйықтық ағыны бар, бірақ айналмалы дөңгелектен шыққаннан кейін сұйықтық күрт тежеледі. Демек, жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығын арттырумен сұйықтық қысымның барлық үлкен және үлкен айырмашылығын еңсереді. Жоғары қысым аймағына түскен кезде ортадан тепкіш сорғылардың кернеулігі аймағында пайда болған ауа көпіршіктері тез арада шығарылып, жұмыс дөңгелегінің қатты бетін бұзады.

Сондай-ақ, центрден тепкіш сорғыштардағы кавитация құбылысы сорғыш келте құбырда тым күшті кернеуліктің себебі бойынша байқалады. Бұл мәселені шешу үшін  $H_{вс}$  сорғышының биіктігін төмендетуге, яғни сорғыны орнату деңгейінен сұйықтықты көтеру биіктігін азайтуға тырысады.

Кавитация байқалмайтын сору биіктігінің ең аз мәні критикалық биіктігі  $H_{кр}$  деп аталады. Сору биіктігінің әртүрлілігі кавитациялық қор деп аталады. Кавитациялық қор сорғының маңызды сипаттамасы болып табылады. Кавитациялық қорлардың мәндері бойынша деректер сорғының сипаттамасында келтіріледі.

Орталық тепкіш сорғылардың негізгі артықшылықтары мыналар болып табылады: жинақтық, жылдам жүру, олар дайындау мен пайдалануда арзанырақ; олар сорғының өзінің конструкциясы көлемінің бірлігіне үлкен көлемді шығыстарды қамтамасыз етеді; агрессивті және ластанған сұйықтықтарды айдауға жақсы бейімделген, уақыт бойынша біркелкі сұйықтық шығынын жасайды.

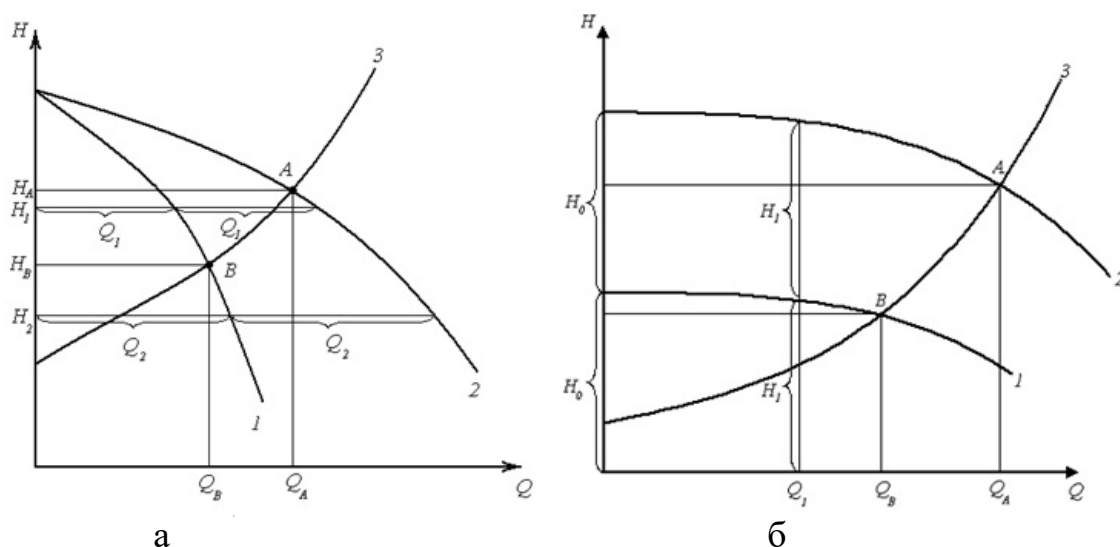
Сорғылардың басқа түрлеріне қатысты негізгі кемшіліктер ПӘК неғұрлым төмен (10-15% – ға) болғаны; орталықтан тепкіш сорғыларда дамушы арын төмен (60 – 80 м); гидравликалық желіге жұмыс істеу кезінде көлемдік шығынның мәні желінің өз параметрлеріне байланысты; ортадан тепкіш сорғыларды іске қосар алдында сұйықтыққа алдын ала құю қажет, өйткені олар кернеуді жасауға және сұйықтықты соруға қабілетсіз, егер айналмалы дөңгелектің ішінде шеткергі өңделетін жеткілікті тығыздық ортасы болмаса және осылайша сорғының жұмыс дөңгелегінің орталық бөлігінде кернеуді түзе алмаса.

### **1.3 Мұнай айдау сорғы станцияларының режимдерін реттеу тәсілдері**

Мұнай жеткізілімінің біркелкі еместігіне, мұнай өңдеу зауыттарында мұнайды қабылдаудың біркелкі еместігіне байланысты, сондай-ақ мұнай құбырының жоспарлы және жоспардан тыс тоқтауына байланысты бірде-бір мұнай құбыры айдалатын тәуліктің есептік күні ішінде тұрақты шығынмен

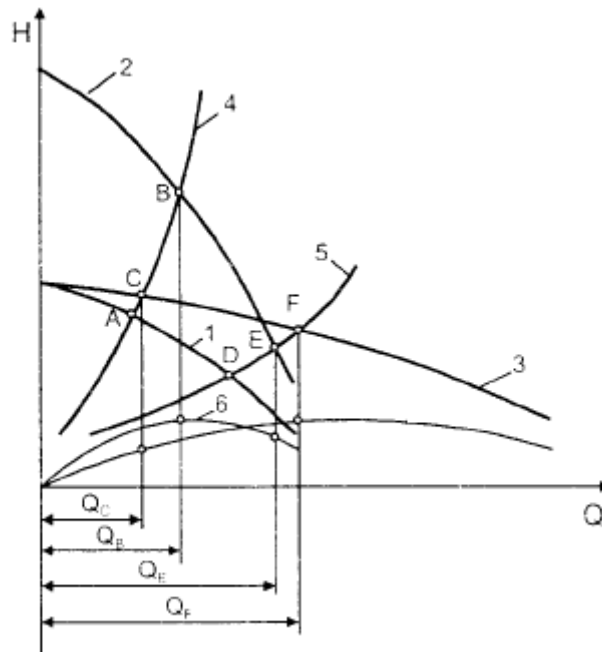
жұмыс істемейді. Температураның маусымдық өзгеруі салдарынан мұнайдың реологиялық қасиеттерінің өзгеруімен купедегі соңғысы сорғы станциясының жұмыс режимін реттеу қажет болатын себептер болып табылады.

Мұнай айдау сорғы станциясының жұмыс режимі барлық жұмыс істейтін сорғылардың қосынды қысымының берілуіне тәуелділігімен сипатталады. Сорғы станциясының сипаттамасы, сорғыларды қосу түрімен анықталады. Екі түрі болады: тізбекті және параллель. Екі немесе одан да көп сорғылардың параллель жұмысы кезінде сорғы станциясының сипаттамасы бірдей арын кезінде барлық параллель қосылған насостарды білдіреді (1.10 сурет).



Сурет 1.10 – Мұнай айдау станциялардың, сорғыларды тізбекті а және параллель б жалғау кезіндегі қысымды сипаттамалары

Мұнай айдау сорғы станциясының жұмыс режимін реттеудің негізгі тәсілдерін қарастырайық. Реттелетін айналу жиілігі бар айдау агрегаттары болмаған кезде, магистральдық мұнай құбырларымен айдау режимдерін өзгерту, магистральдық сорғылардың санын ауыстырып қосу жолымен жүргізіледі. Мұндай реттеу тәсілі жұмыс істеп тұрған сорғылардың санын ғана емес, сонымен қатар олардың қосылу сұлбаларын да ескереді. Түсінікті болу үшін біз әртүрлі қысымды сипаттамалары бар құбырда жұмыс істеген кезде бір типті екі сорғыларды қосудың екі түрлі сұлбаларын мысал ретінде қарастырамыз (1.11-сурет).



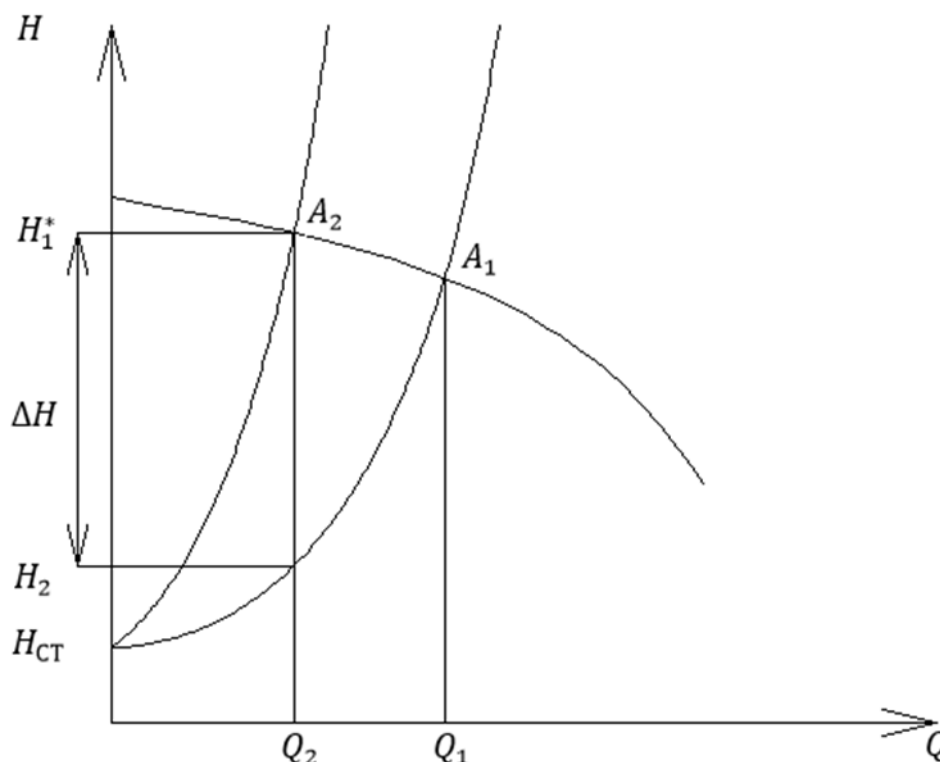
Сурет 1.11 – Мұнай құбыры мен МАС, сорғылардың саны мен қосу схемаларын өзгерту әдісімен реттеу кезіндегі бірлескен сипаттамасы

Мұнай құбырының және мұнай айдау станцияларының жоғарыда сипатталған қысым сипаттамалары бойынша, егер гидравликалық режим тік сипаттамамен (4) сипатталса, онда тізбекті (2) қосылысты қолданған жөн. Сорғыштар параллельді (3) қосылыстарға қарағанда көп берумен ( $Q_B > Q_C$ ), жұмыс істейтіндіктен, қосынды қысымдар арасындағы айырмашылық біраз маңызды. ПӘК (6) мәндері тізбектей қосылғанда да көп. Параллель байланысы бар тізбектер құбырдың қысым сипаттамалары тегіс (5) болған кезде қолданылады.

Мұндай реттеудің айқын кемшілігі оның дискреттілігімен аяқталады. Шынында да, сорғы агрегаттарын жиі қосу және ажырату кезінде мұнай құбырында жоғары қысым толқындарының пайда болуы байқалуы мүмкін. Мұнай құбырында қысым толқындары пайда болған кезде және құбыр қабырғаларында пайда болған механикалық кернеу құбырдың үзілуіне, құбыр арматурасының зақымдануына және ауыр экологиялық салдары бар барлық жүйе жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Басқа жиі қолданылатын реттеу әдісі дросселдеу әдісі болып табылады. Бұл әдіс үнемді емес, бірақ іске асыру оңай және автоматтандырудың жоғары деңгейін талап етпейді. Әдістің мәні сорғы станциясынан шығатын ысырманы ішінара жабу жолымен құбырдың гидравликалық кедергісін жасанды түрде ұлғайтудан тұрады. Осылайша, біз сорғы станциясының жұмыс режимін сорғылар жұмысының қысым сипаттамасының қисығын өзгертпей реттейміз.

Бұл әдістің орынсыздығы мынада (1.12 сурет),  $Q_1$  - ден  $Q_2$  - ге беруді азайту қажет болған жағдайда,  $A_1$  жұмыс нүктесі  $A_2$  нүктесіне ығыстырылады. Демек, сорғымен құрылған  $\Delta H$  қысымының бөлігі жасанды түрде ұлғайтылған кедергіні еңсеруге жұмсайды.



1.12 сурет - Дросселирлеумен реттеу кезінде мұнай құбыры мен МАС құрамдастырылған сипаттамасы

Дросселдеу әдісін қолдану, қысым шығынының рұқсат етілген мәндерінде жарамды. Соңғысы талап етілетін жүктеу режимін жүргізу үшін қажетті іс жүзінде жұмсалған  $\eta_1$   $\eta_2$  арынның шамасына тең арынның қатынасына тең  $\eta_{др}$  дросселирлеудің ПӘК шамасымен сипатталады:

$$\eta_{др} = \frac{H_2}{H_1^*}, \quad (1.4)$$

мұндағы,  $H_1$ - айдау үшін сорғымен жұмсалатын арын, м;

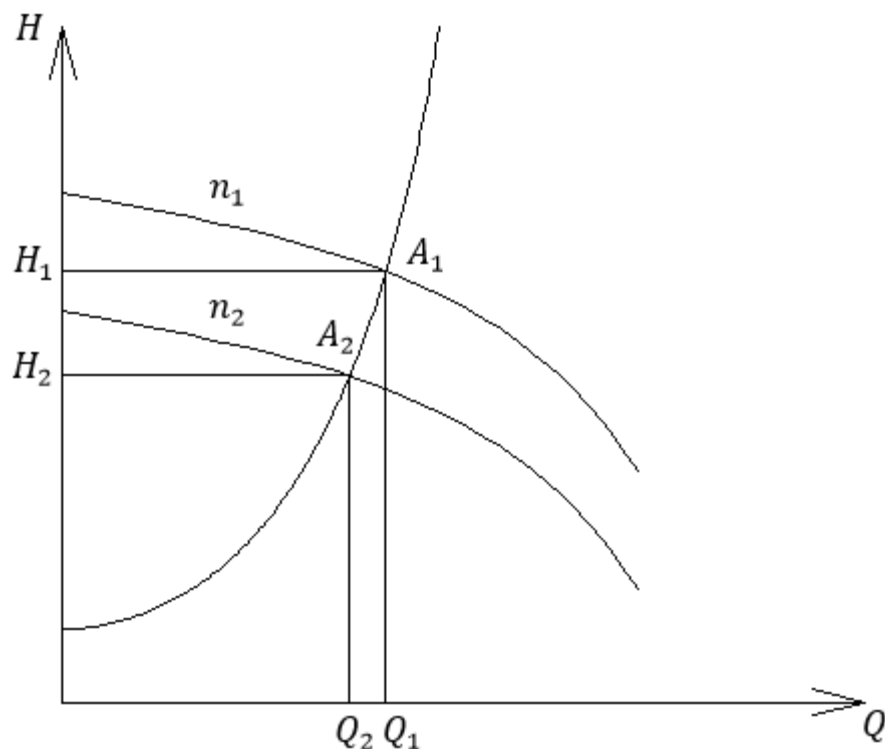
$H_2$ -айдау жүргізу үшін қажетті арын, м.

$Q_2$   $Q_1$ -ден аз болған кезде терең реттеу сорғы қуатының өндірістік емес шығындарына алып келеді (1.1).

Дросселдеу әдісі кезінде энергия шығындары, әдетте, айдау үшін энергия шығынының 2% аспауы тиіс [2, 3].

Реттеудің ең тиімді тәсілі сорғының айналу жиілігін өзгерту болып табылады. Электр жетегінің айналу жиілігін бірқалыпты реттеу кезінде мұнай құбырындағы қысым толқындары төмендейді, соның салдарынан құбырдың сенімділігі артады. Мұндай реттеуді магистральдық мұнай құбырларының МАС-де қолдану станция жұмысының синхрондалуын арттыруға ықпал етеді, жұмыс дөңгелектерін айналдыруды болдырмайды, ауыспалы роторларды қолдану, сондай-ақ гидравликалық соққыларды құбырда болдырмау [2].

Бұл әдіс (1.14) теңдеулермен сипатталатын гидравликалық ұқсастық теориясына негізделген. 1.13 суретте көрсетілген.



1.13 сурет- мұнай құбыры мен ССҚ жиіліктік әдісі кезіндегі реттеудің біріктірілген сипаттамасы

Бастапқы сипаттама бойынша  $N_1$  айналу жиілігі кезіндегі теңдеулерге сәйкес (1.14) арынның және шығысының жаңа мәндері қайта есептеледі, содан кейін  $N_2$  айналу жиілігі кезінде сорғының арынды сипаттамасы құрылады. Осылайша, айналу жиілігі  $N_1$ -ден  $N_2$ -ге дейін өзгерген кезде сорғының сипаттамасы өзгереді және жұмыс нүктесі  $A_1$ -ден  $A_2$ -ге дейінгі нүктеге ауыстырылады.

Бұл әдіс мұнай айдау режимін реттеудің перспективалық және неғұрлым энергия үнемдейтін тәсілі болып табылады. Алайда, мұндай әдісті жүзеге асыратын бірқатар шарттар бар:

1. сорғы агрегаттарының жиіліктік реттелетін электр жетектері қолданылуы тиіс;
2. тоқ жиілігін қоректендіретін кернеу амплитудасымен бірге өзгерту қажет;
3. сорғылардың білігіне сырғу коэффициентін реттейтін муфталар орнату керек.

#### 1.4 Мұнай айдау сорғы агрегатының электржетегі.

Мұнайды құбыр арқылы айдау кезінде электр энергиясының негізгі тұтынушылары қуаты 8000 кВт – қа жететін мұнай айдайтын сорғы агрегаттарының электр жетектері болып табылады. Мысалы, магистральды сорғылардың жетегіне электр энергиясының шығысы МАС электр



энергиясының жалпы тұтынуынан 94 – 98% құрайды. Сондықтан мұнайды тасымалдау кезінде энергия үнемдеу бойынша іс-шаралардың ең үлкен әсері магистральдық сорғылардың жұмыс тиімділігін арттыру есебін алуға әрдайым ұмтылды. Мұндай энергия үнемдеуші көрсеткіштерді алу үшін мұнай айдайтын сорғы агрегаттарының реттелетін электр жетектері қолданылады.

Мұнайды құбырмен тасымалдау кезінде сорғы агрегаттарының жетегі ретінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштар (ақ) кеңінен қолданылады. Оған АҚ-ның негізгі артықшылықтары әсер етті:

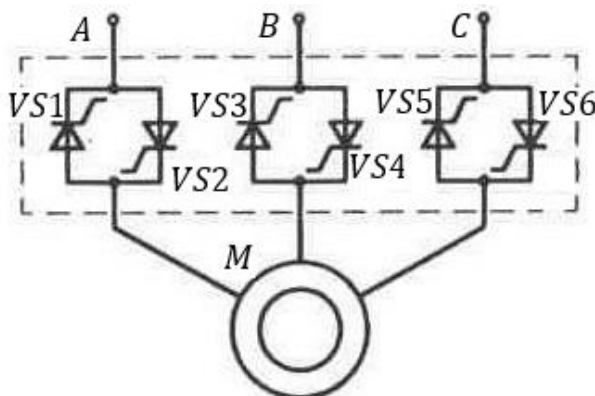
1. оңай жасау және пайдалану;
2. тұрақты тоқ қозғалтқышымен салыстырғанда салмағы, габариттік өлшемдері және құны аз;
3. жұмыстың жоғары сенімділігі.

Соңғы жылдары жартылай өткізгіш техникасының даму үрдісі байқалады. Электр жетегі бойынша тұрақты тоқ қозғалтқыштары бар электр жетегі кем түспейтін сипаттамалы АҚ қолдануға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта реттелетін электр жетегінің ең көп таралған түрі жиілік – реттелетін асинхронды электр жетегі – "жиілікті жартылай өткізгішті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш" (ЖӨЖТ – АҚ) жүйесі болып табылады. Сонымен қатар, электржетекпен қатар, энергия үнемдеу мәселелерін шешу үшін "тиристорлы кернеу реттеуіші – асинхронды қозғалтқыш" (ТКР – АҚ) жүйесі қолданылады, ол статорға келтірілген кернеудің бірінші гармоникасын реттеуді қамтамасыз етеді.

Екі жүйенің негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін салыстырамыз.

1.4.1 ТКР-АҚ жүйесі үш фазалы АҚ статорлық тізбектеріне қосарлы қарсы – параллель қосылған алты тиристордан тұрады (1.14 сурет). Мұндай схема желінің синусоидалды кернеуінің екі жартылай периодында токтың ағуына жол береді.



Сурет 1.14-тиристорлы кернеу реттегіші

Тиристорлар басқару сигналын алады  $U_y$ , олар ИФБЖ басқару импульстік-фазалық жүйесінде қалыптасады. Егер ИФБЖ-ден тиристорларға импульстар берілмесе, онда олар жабық және  $U_{per}$  статорындағы кернеу нөлге тең. Егер импульсті басқару бұрышы  $\alpha = \alpha^0$  болса, олар толығымен ашық болады және қозғалтқыш статорына түсетін  $U_{per}$  кернеуі желінің кернеуіне тең болады.

Осылайша,  $\alpha$  басқару бұрышын нөлге дейін реттей отырып  $\pi$ , қозғалтқыш статорындағы кернеуді желінің толық кернеуінен нөлге дейін реттеуге болады.

Қозғалтқыштың критикалық сәті статор орамасының кернеу квадратына пропорционал, себебі кернеуді тек номиналдан төмен реттеуге болады, онда реттеудің терең диапазондарында қозғалтқыштың шамадан тыс жүктелу қабілеті күрт төмендейді, демек оның аударылуы мүмкін.

ТКР-АҚ жүйесі реттелмейтін жетектің жұмысы кезінде ұзақ уақыт бойы өзгермейтін жүктемемен жұмыс істейтін механизмдерге жақсы іске асырылады, ол номиналдан көп (жүктеме коэффициенті 0,3 – 0,4 аспайды). Мұндай механизмдер магистральдық сорғылар болып табылады, бірақ жоғарыда көрсетілгендей, бірде-бір мұнай құбыры бір режимде жұмыс істемейді, бұл жұмыс органының айналу жиілігінің өзгеруіне әкеп соқтырады.

1.4.2 ТКР- АҚ жүйесі. АҚ жылдамдығын реттеудің жиіліктік тәсілі басқа белгілі тәсілдермен салыстырғанда ең үнемді болып табылады. АҚ жылдамдығын реттеу мүмкіндігі идеалды бос жүріс жылдамдығын білдіруден туындайды:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{p_n} \cdot f_1, \quad (1.5)$$

мұнда  $f_1$  - статор орамасының кернеу жиілігі, Гц;

$p_n$  – қозғалтқыш полюстері жұбының саны.

Кернеу амплитудасының өзгермейтін мәні кезінде жиіліктің азаюымен магнит тоғы және статор тоғы күрт артады. Нәтижесінде электр және магниттік шығындар айтарлықтай артады. Мұндай теріс әсерді азайту үшін  $f_1$  кернеу жиілігіне және  $M$  жүктемесінің моментіне байланысты кернеу мәнін өзгертеді. Костенко заңының жеке жағдайлары болып табылатын басқару жиілігінің үш негізгі заңы бар. Жүктеменің тұрақты сәті кезінде:

$$\frac{U_1}{f_1} = const. \quad (1.6)$$

Желдеткіш жүктемесі кезінде:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = const. \quad (1.7)$$

Тұрақты қуат кезінде:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = const. \quad (1.8)$$

Өрнектерден (1.6), (1.7) және (1.8) негізгі айырмашылығы жүйесін ЖТ – АҚ жүйесінің ТКР - АҚ айқын бөлінеді. ТКР - АҚ жүйесін іске асыру кезінде қозғалтқышты қоректендіретін статор кернеуінің бірінші гармоникасының амплитудасымен ғана реттеу мүмкіндігі бар. Өз кезегінде ЖТ – АҚ жүйесі амплитуданы да, қоректендіруші кернеу мен токтың жиілігін да реттейді.

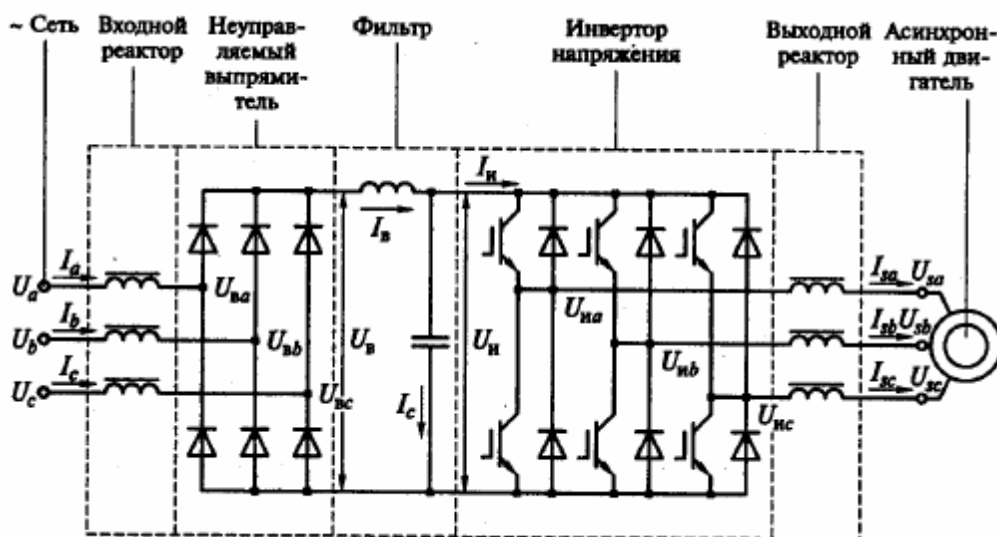
Бұл ретте амплитуданы реттеуге басқарылатын түзеткіштерді қолдану есебінен қол жеткізіледі, ал ендік – импульстік модуляциясы (ЕИМ) бар схемаларда жиілік пен амплитуданы реттеу инверторда жүргізіледі.

Жиілікті реттеу күш кілттерін ауыстырып қосудың белгілі бір алгоритмі (негізінен IGBT транзисторлар) есебінен жүзеге асырылады.

ЖТ – АҚ құрылымдық жүйесі:

1. кіріс реакторы;
2. басқарылмайтын түзеткіш;
3. С-L сүзгі;
4. кернеу инверторы;
5. шығу реакторы;
6. асинхронды қозғалтқыш.

1.15 сурет - ЖТ- АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы берілген.



1.15 сурет – ЖТ - АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы

## 2 Мұнай айдау сорғы агрегатының жиіліктік реттелетін электр жетегі

### 2.1 Қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі

Асинхронды қозғалтқыштардағы энергияның электромеханикалық түрлендіру процестерін сипаттайтын тендеулер жүйесін, математикалық модель деп аталады.

Ортадан тепкіш сорғы агрегатының электржетегінде болатын электромагнитті процестердің математикалық моделі  $\alpha$  және  $\beta$  – синхронды осьтеріндегі статор мен АҚ роторының орамалары үшін Кирхгоф заңдарының

матрицалық формадағы дифференциалдық теңдеулердің белгілі жүйесіне негізделеді.:

$$\begin{pmatrix} u_{s\alpha} \\ u_{r\alpha} \\ u_{s\beta} \\ u_{r\beta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{s\alpha} + pL_{s\alpha} & L_m p & 0 & 0 \\ pL_m & r_{r\alpha} + pL_{r\alpha} & L_{r\beta}\omega & L_m\omega \\ -L_m\omega & -L_{r\alpha} & r_{r\beta} + pL_{r\beta} & pL_m \\ 0 & 0 & L_m p & r_{s\beta} + pL_{s\beta} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} i_{s\alpha} \\ i_{r\alpha} \\ i_{s\beta} \\ i_{r\beta} \end{pmatrix}, \quad (2.1)$$

мұнда  $u_{s\alpha}, u_{s\beta}, u_{r\alpha}, u_{r\beta}$  – статор мен ротордың орамаларына  $\alpha$  және  $\beta$  осьтері бойынша тіркелген кернеудің жылдам мәндері, В;

$i_{s\alpha}, i_{s\beta}, i_{r\alpha}, i_{r\beta}$  – статор және ротор орамдарында  $\alpha$  және  $\beta$  осьтері бойынша берілген токтардың лездік мәндері, А;

$r_{s\alpha}, r_{s\beta}, r_{r\alpha}, r_{r\beta}$  – статор мен ротор орамаларының активті кедергі, Ом;

$L_{s\alpha}, L_{s\beta}, L_{r\alpha}, L_{r\beta}$  – статор мен ротор орамдарының толық индуктивті кедергілері, Гн;

$L_m$  – өзара индуктивтілік, Гн;

$\omega$  – ротордың бұрыштық айналу жиілігі,  $c^{-1}$ ;

$p = \frac{d}{dt}$  – оператор.

(2.1) теңдеулер жүйесінде толық индуктивті кедергілер шашырау индуктивтілігін ескереді:

$$\begin{aligned} L_{s\alpha} &= L_m + l_{s\alpha} \\ L_{s\beta} &= L_m + l_{s\beta} \\ L_{r\alpha} &= L_m + l_{r\alpha}' \\ L_{r\beta} &= L_m + l_{s\beta} \end{aligned} \quad (2.2)$$

мұнда  $l_{s\alpha}, l_{s\beta}, l_{r\alpha}, l_{r\beta}$  – статор және ротор фазасының  $\alpha$  және  $\beta$  осьтері бойынша шашырау индуктивтілігі, Гн.

(2.2) теңдеулердің жүйесі (2.1) өрнектерді ескере отырып, статор мен ротор тоғының тәуелділігін алуға, қуат шығындарын анықтауға, өтпелі және қалыптасқан процестерде электржетекті басқарудың энергия үнемдеуші режимдерін қолдану кезінде, оларды төмендету мүмкіндігін талдауға және энергия тұтыну тұрғысынан ең оңтайлы электржетекті басқару алгоритмдерін таңдауға мүмкіндік береді.

Мұнай айдау сорғы агрегатының электр жетегінде энергияның электр механикалық түрленуінің бірыңғай математикалық сипаттамасын алу үшін, қозғалтқыш білігіндегі механикалық жүктемелердің ерекшеліктерін сипаттайтын теңдеулерді ескеру қажет.

Ротор тоғының және айналмалы электромагниттік өрістің өзара әрекеттесуімен туындаған АҚ электромагниттік моментін, келесі түрде жазылады:

$$M_{\text{Э}} = \frac{3}{2} p_{\Pi} L_m \begin{vmatrix} i_{s\alpha} & i_{r\alpha} \\ i_{s\beta} & i_{r\beta} \end{vmatrix} = \frac{3}{2} p_{\Pi} L_m (i_{s\beta} i_{r\alpha} - i_{s\alpha} i_{r\beta}). \quad (2.3)$$

мұнда  $p_{\Pi}$  – АҚ полюстерінің саны.  
Электржетектің қозғалыс теңдеуі:

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (2.4)$$

мұнда  $M$  – қозғалтқыш моменті, Н·м;

$M_c$  – қозғалтқыш білігіне келтірілген жүктеме кедергісінің моменті, Н·м;

$J$  – инерция моменті, кг·м<sup>2</sup>.

АҚ – да электромеханикалық процестерді модельдеу үшін теңдеулер жүйесін (2.1) канондық түрге келтіру қажет:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{s\alpha}}{dt} = \frac{1}{L_s} u_{s\alpha} - \frac{R_s}{L_s} i_{s\alpha} - \frac{L_m}{L_s} \frac{di_{r\alpha}}{dt}; \\ \frac{di_{s\beta}}{dt} = \frac{1}{L_s} u_{s\beta} - \frac{R_s}{L_s} i_{s\beta} - \frac{L_m}{L_s} \frac{di_{r\beta}}{dt}; \\ \frac{di_{r\alpha}}{dt} = \frac{R_r}{L_r} i_{r\alpha} - \frac{L_m}{L_r} \frac{di_{s\alpha}}{dt} - \omega \left( i_{r\beta} + \frac{L_m}{L_r} i_{s\beta} \right); \\ \frac{di_{r\beta}}{dt} = \frac{R_r}{L_r} i_{r\beta} - \frac{L_m}{L_r} \frac{di_{s\beta}}{dt} - \omega \left( i_{r\alpha} + \frac{L_m}{L_r} i_{s\alpha} \right). \end{array} \right. \quad (2.5)$$

Математикалық модельдің орнықтылығын арттыру үшін, (2.5) интегралдау және (2.3), (2.4) ескере отырып туындылардан босату қажет:

$$\begin{aligned} i_{s\alpha} &= \frac{1}{p} (a_1 u_{s\alpha} - a_2 i_{s\alpha}) - a_3 i_{r\alpha}; \\ i_{s\beta} &= \frac{1}{p} (a_4 u_{s\beta} - a_5 i_{s\beta}) - a_6 i_{r\beta}; \\ i_{r\alpha} &= \frac{1}{p} \left( -a_7 i_{r\alpha} - \omega (i_{r\beta} + a_8 i_{s\beta}) \right) - a_9 i_{s\alpha}; \\ i_{r\beta} &= \frac{1}{p} \left( -a_7 i_{r\beta} - \omega (i_{r\alpha} + a_8 i_{s\alpha}) \right) - a_9 i_{s\beta}; \\ M_{\text{Э}} &= a_{13} (i_{s\beta} i_{r\alpha} - i_{s\alpha} i_{r\beta}); \\ p\omega &= a_{14} (M_{\text{Э}} - M_c), \end{aligned} \quad (2.6)$$

Мұнда  $a_1 = a_4 = 1/L_s; a_2 = a_5 = R_s/L_s; a_3 = a_6 = L_m/L_s; a_7 = a_{10} = R_r/L_r; a_8 = a_9 = a_{11} = a_{12} = L_m/L_r; a_{13} = \left(\frac{3}{2}\right) p L_m; a_{14} = p/J$ .



(2.6) теңдеулердің жүйесі сорғы агрегатының асинхронды электржетегіндегі электрлік және механикалық процестердің толық сипаттамасын береді. Сонымен қатар, (2.6) теңдеулермен сипатталатын машина жеткілікті дәрежеде идеалданған, себебі теңдеулерді шығару кезінде келесі жалпы қабылданған жорамалдар қолданылды:

1 ауа ағынының біркелкілігі;

2 статор мен ротордың фазалық орамаларының электрлік қатынастағы симметриялығы;

3 статор мен ротор қимасының бойымен магнит өрісінің синусоидалы таралуы;

4 машина шығынының болмауы.

Модельдеудің тұрақтылығы мен ыңғайлылығын арттыру үшін электромеханика теориясында айнымалыларды ауыстыру әдістері кеңінен қолданылды. Мәселен, ағындық және индуктивтілік арқылы жалпыланған ток машинасы үшін:

$$\begin{cases} i_{s\alpha} = \frac{L_r \Psi_{s\alpha} - L_m \Psi_{r\alpha}}{L_s L_r - L_m^2} \\ i_{s\beta} = \frac{L_r \Psi_{s\beta} - L_m \Psi_{r\beta}}{L_s L_r - L_m^2} \\ i_{r\alpha} = \frac{L_s \Psi_{r\alpha} - L_m \Psi_{s\alpha}}{L_s L_r - L_m^2} \\ i_{r\beta} = \frac{L_s \Psi_{r\beta} - L_m \Psi_{s\beta}}{L_s L_r - L_m^2} \end{cases} \quad (2.7)$$

мұнда  $\Psi_{s\alpha}, \Psi_{s\beta}, \Psi_{r\alpha}, \Psi_{r\beta}$  – статор мен ротордың  $\alpha$  және  $\beta$  осьтері бойынша толық магнит ағынының проекциясы.

Сонда теңдеулер жүйесі (2.6) толық магнит ағыны арқылы жазылған, осылай жазылады:

$$\begin{aligned} \frac{d\Psi_{s\alpha}}{dt} &= a_1 u_{s\alpha} - a_2 \Psi_{s\alpha} + a_3 \Psi_{r\alpha}; \\ \frac{d\Psi_{s\beta}}{dt} &= a_4 u_{s\beta} - a_5 \Psi_{s\beta} + a_6 \Psi_{r\beta}; \\ \frac{d\Psi_{r\alpha}}{dt} &= -a_7 \Psi_{r\alpha} + a_8 \Psi_{s\alpha} - \omega \Psi_{r\alpha}; \\ \frac{d\Psi_{r\beta}}{dt} &= -a_9 \Psi_{r\beta} + a_{10} \Psi_{s\beta} - \omega \Psi_{r\beta}; \\ M_{\text{э}} &= a_{11} (\Psi_{s\beta} \Psi_{r\alpha} - \Psi_{s\alpha} \Psi_{r\beta}); \\ \omega &= a_{12} (M_{\text{э}} - M_c), \end{aligned} \quad (2.8)$$

Мұнда  $a_1 = a_4 = 1; a_2 = a_5 = R_s L_r / (L_s L_r - L_m^2); a_3 = a_6 = R_s L_m / (L_s L_r - L_m^2); a_7 = a_{10} = R_r L_s / (L_s L_r - L_m^2); a_8 = a_9 = R_r L_m / (L_s L_r - L_m^2); a_{11} = \left(\frac{3}{2}\right) p L_m / (L_s L_r - L_m^2); a_{12} = p / J.$

4-ші реттік Рунге – Кутта сандық әдісін қолданумен, (2.8) теңдеулер жүйесінің шешімін жүргіземіз. Қазіргі таңда дифференциалдық теңдеулерді шешу үшін компьютерлік бағдарламалардың кең спектрі бар. Бұл дипломдық жұмыста жоғары ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу үшін ode45 пакеті орнатылған қазіргі заманғы компьютерлік Matlab қосымшасы қабылданды.

Ode45 шешімін пайдалану үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесінің (2.8) оң жақ бөліктерінің векторларын қалыптастыру қажет

$$M(t, X) = \begin{bmatrix} a_1 u_{s\alpha} - a_2 x_1 + a_3 x_3 \\ a_4 u_{s\beta} - a_5 x_2 + a_6 x_4 \\ -a_7 x_3 + a_8 x_1 - x_4 x_5 \\ -a_9 x_4 + a_{10} x_2 - x_3 x_5 \\ a_{11} (x_2 x_3 - x_1 x_4) - M_c \end{bmatrix}. \quad (2.9)$$

(2.9) теңдеуде ток проекциясының айнымалылары және ротор білігінің айналу жиілігінің мәні, нөмірленген мәндер арқылы белгіленеді:  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5.$

Өтпелі процестің ерекшеліктеріне байланысты бастапқы жағдайлардың векторын қалыптастырамыз. Біздің жағдайда тұрақты жүктеме кезінде АҚ іске қосу процесі қарастырылады. Ток проекциясының мәні және ротор білігінің айналу жиілігінің мәні нөлдік болуы мүмкін:

$$X(0) = |0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0|. \quad (2.10)$$

Matlab ортасындағы (2.10) бастапқы шарттар векторын есепке ала отырып, (2.9) теңдеумен сипатталған өтпелі процестерді модельдейміз. Мысал ретінде 4А 315 4У3 сериялы асинхронды электр жетегі қабылданды, оның параметрлері 2.1 – кестеде көрсетілген.

2.1 кесте – қозғалтқыш параметрлері

4А – 315 – 4У3	
Номиналды кернеу, В	380
Номиналды ток, А	212
Статор орамаларының кедергісі, Ом	0,0379
Ротор орамдарының кедергісі, Ом	0,0448
Статордың индуктивті кедергісі, Ом	0,01944
Ротордың индуктивті кедергісі, Ом	0,01941

Шашыраудың индуктивті кедергісі, Ом	0,01867
Полюстер жұптарын	2
Номиналды сырғанау	0,025

Таңдалған қозғалтқыш үшін бастапқы шарттарды ескере отырып, (2.8) теңдеу коэффициенттерін есептейміз. Есептеу нәтижелері 2.3-кестеде келтірілген, бастапқы шарттардың параметрлері 2.2-кестеде келтірілген.

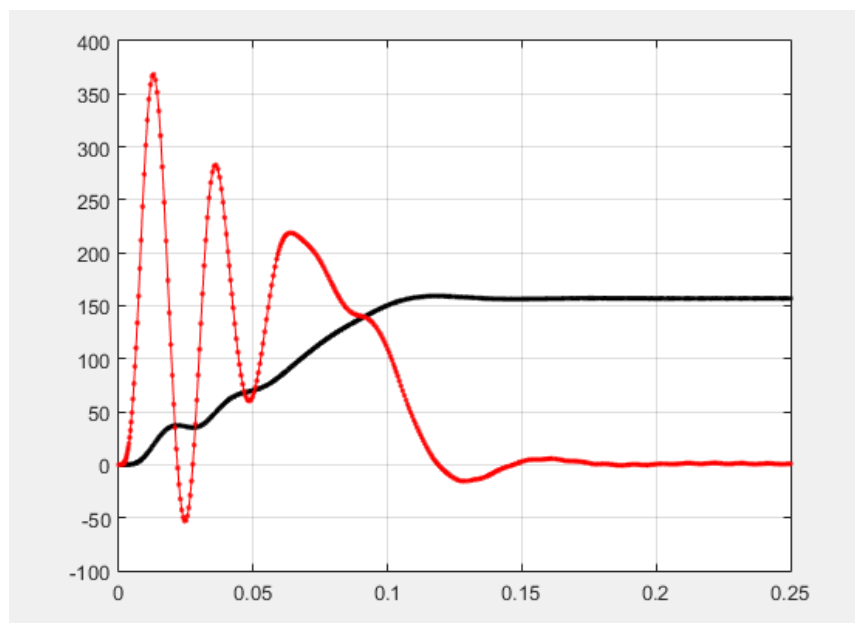
2.2 кесте – бастапқы шарттардың параметрлері

$i_{1u}$	$i_{1v}$	$i_{2u}$	$i_{2v}$	$\omega$
0	0	0	0	0

2.3 кесте – коэффициенттер мәндері

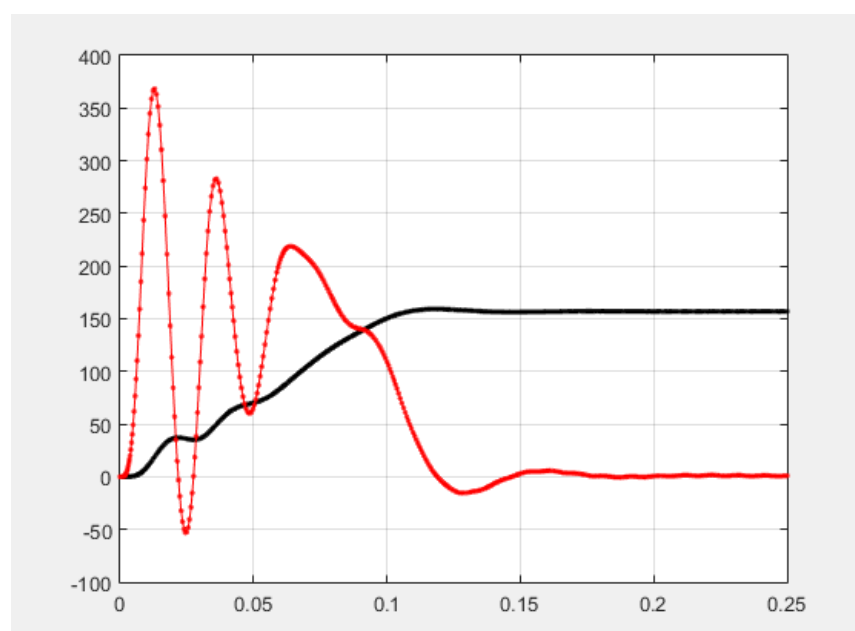
Коэффициенттер	Есептік мәні
$a_1$	1
$a_2$	108,33
$a_3$	106,67
$a_4$	1
$a_5$	108,33
$a_6$	106,67
$a_7$	111,35
$a_8$	109,65
$a_9$	111,35
$a_{10}$	109,65
$a_{11}$	58345,8

Тұрақты моментте іске қосу кезіндегі өтпелі процесс кестесі төменде 2.1-суретте келтірілген.



Сурет 2.1 – АҚ роторының айналу жиілігі және тұрақты моментпен тікелей іске қосу кезіндегі электрмагниттік моменті

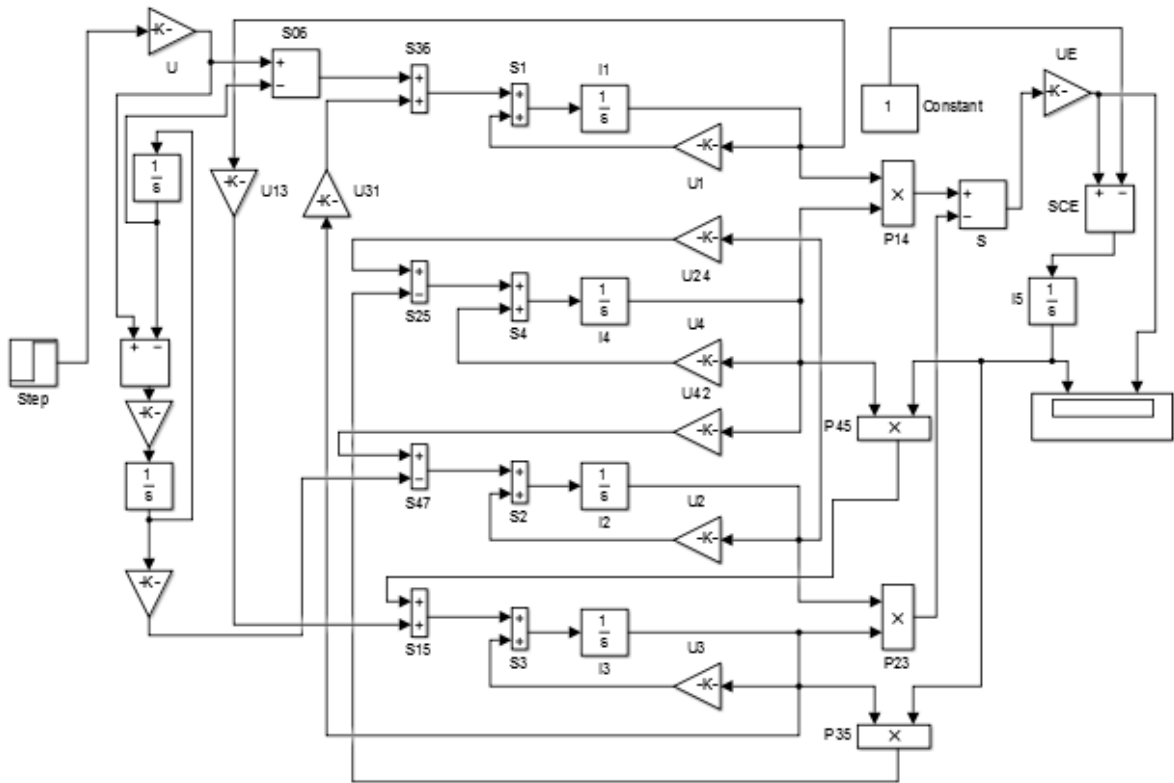
Басқару жүйесін енгізу ыңғайлылығы үшін түрлендірілген қуат көзі бар асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі әзірленді. Салыстыру үшін, 2.2 суретте іске қосу сипаттамалары берілген



Сурет 2.2 – Түрлендірілген қуат көзі бар қозғалтқыштың іске қосу сипаттамалары

Matlab компьютерлік ортада шешілетін бастапқы сипаттамаларын талдау үшін АҚ математикалық модельдері А және Б қосымшаларында берілген.

## 2.2 Асинхронды электржетектің құрылымдық сұлбасы



2.2.1 Бұл тармақта қарастырылған 4А 315 У3 сериялы асинхронды электр жетегінің құрылымдық сұлбасы берілген. Қазіргі заманғы компьютерлік ортада Matlab қосылған Simulink пакетінде құрылымдық схема іске асырылды, 2.3 суретте көрсетілген.

Құрылымдық сұлбасы 2.1-тарауда сипатталған түрлендірілген қуат көзі бар АҚ математикалық моделінің базасында жинақталған. Осылайша, сұлба дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі болып табылады (2.8).

АҚ-да электромагнитті процестерді сипаттау үшін құрылымдық схемада күшейтілген шығу сигналы бойынша меншікті оң кері байланыстармен қамтылған төрт интегралды буын  $I_1, I_2, I_3, I_4$  ұсынылған. Соңғысы тиісті  $\alpha$  және  $\beta$  координаттық осьтерге статор мен ротордың толық магниттік ағыны проекциялары болып табылады.

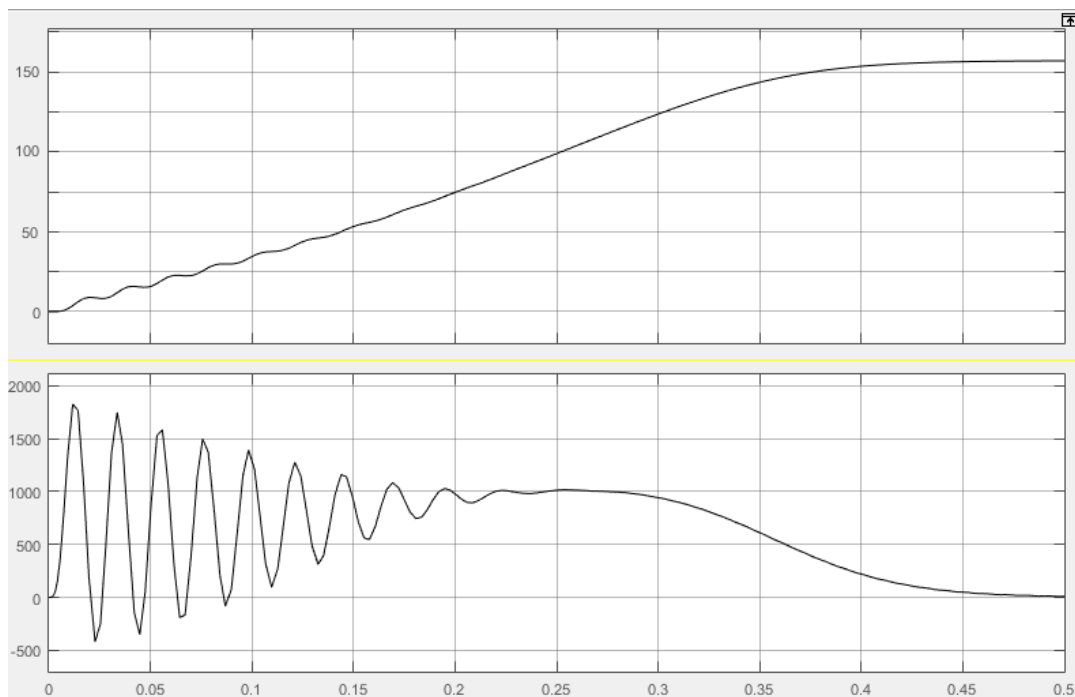
Ақ электромагниттік моментінің өзгеру динамикасын сипаттайтын сигнал S сумматордың күшейтілген шығу сигналы болып табылады.

Электржетек қозғалысының негізгі теңдеуінің оң бөлігіне сәйкес (2.4), АҚ айналу жиілігін сипаттайтын буын интегралды болуы тиіс. 2.3-суретте көрсетілген құрылымдық сұлбасында мұндай буын  $I_5$  интеграторы болып табылады. Оның кірісіне электромагниттік және статикалық момент сигналдарының айырмасы түседі.

Simulink пакеттің көмегімен құрылымдық схема бойынша алынған АҚ іске қосудың өтпелі процестері 2.4-суретте көрсетілген.

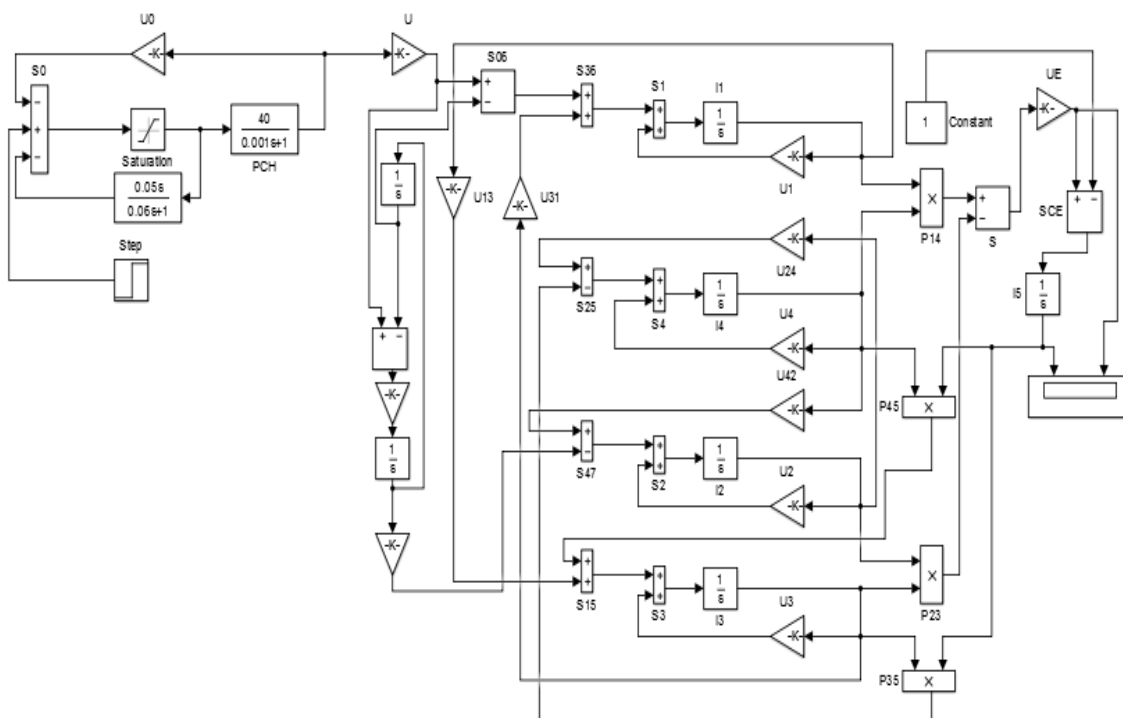


Сурет 2.3 – Асинхронды электржетектің құрылымдық сұлбасы



Сурет 2.4 – АҚ өтпелі процестері

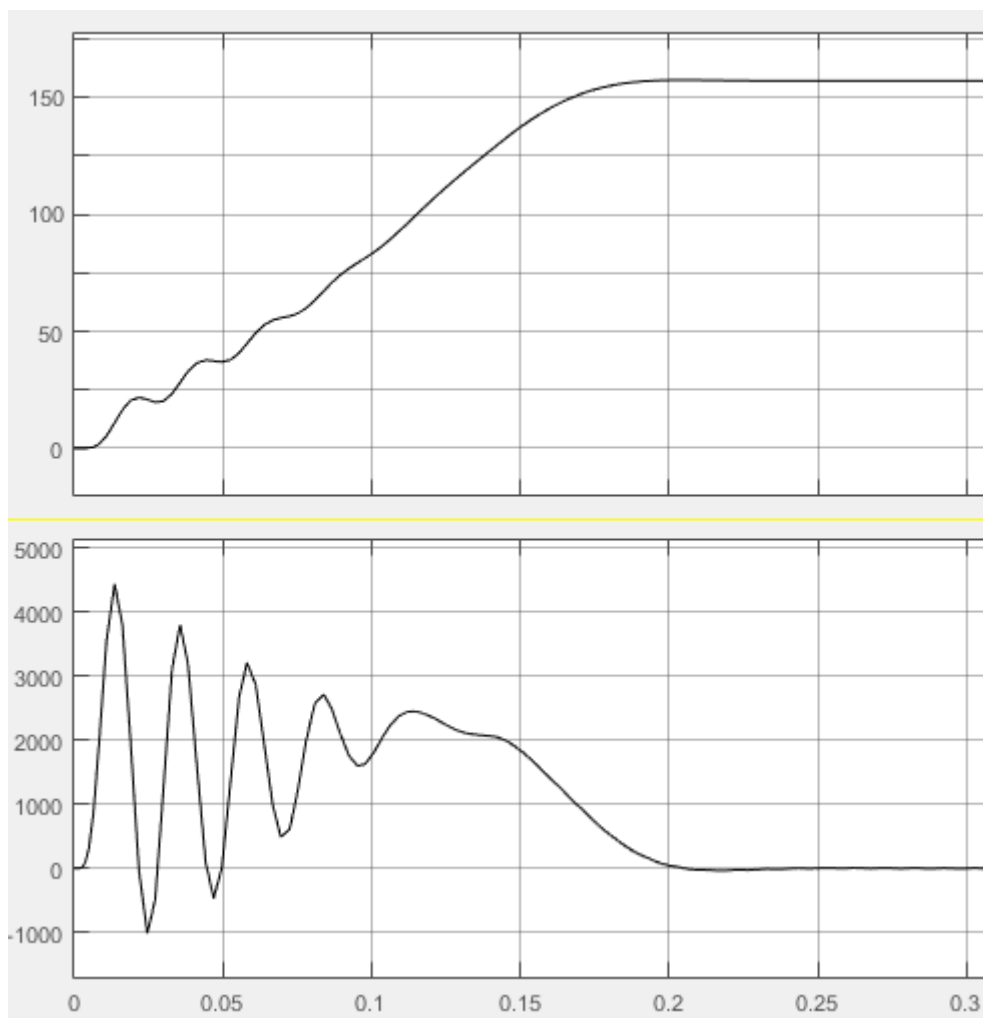
2.2.2 Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) бар асинхронды электр жетегінің құрылымдық сұлбасы 2.5 суретте көрсетілген.



Сурет 2.5 – Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) бар асинхронды электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

Автоматты басқару жүйесі: 2.5 – суретте  $W_p(S) = K_p/(T_p s + 1)$  табыстама функциясы бар инерциялық байланыс ретінде ұсынылған жиілікті түрлендіргішінен, қозғалтқыш статорында қабылданатын кернеу бойынша жиіліктегі түрлендіргіштің кері байланысынан және  $W_p(s) = k_q p/(T_q s + 1)$  табыстама функциясы бар нақты дифференциалды буын түрінде ұсынылған таза қанығу буынының кері байланысынан тұрады.

Автоматты басқару жүйесі дамыған асинхронды электр жетегінің өтпелі процестер графиктері 2.6 суретте көрсетілген.



Сурет 2.6 – АБЖ бар АҚ іске қосудың өтпелі процестерінің кестесі

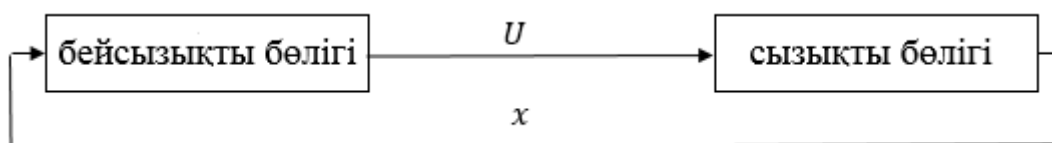
### 2.3. Мұнай айдау сорғы агрегатының АБЖ параметрлік синтезі.

Бейсызықты жүйелердің электржетегі қозғалысының орнықтылығының екі негізгі әдісін қарастырайық. Гармоникалық линеаризация әдісі.

Гармоникалық линеаризация әдісінің негіздері 1930 жылы көрнекті кеңес ғалымдары Н. М. Крылов және Н. Н. Боголюбов салды. Бұдан әрі АБЖ - ға қатысты осы әдіс идеясын Е.П. Попов пен Л.С. Гольдфарб дамытты.

Гармоникалық линеаризация әдісі өздігінен тербелістердің параметрлерін (жиілігі мен амплитудасын) анықтауға және берілген сипаттамаларды қамтамасыз ететін түзетуші тізбектерді таңдауға мүмкіндік береді.

Жалпы айтқанда, АБЖ бейсызықты жүйелердің автоматтандырылған басқару жүйелері екі бөлік түрінде ұсынылады – сызықты және бейсызықты (сурет 2.7). Сонымен қатар, сызықты бөлік төменгі жиіліктегі сүзгінің рөлін атқарады, сол арқылы жоғары жиіліктегі өздігінен тербелістерді басады. Мұндай болжамның қателігі аз, сонымен қатар сызықтық бөліктің сүзгіш қасиеттері жоғары болған сайын, болжамның қателігі аз болады. Іс жүзінде олар инерциондылыққа ие жүйенің элементтерімен басылады (индуктивтілік, механикалық массалар және т. б.).



Сурет 2.7 – АБЖ бейсызықты және сызықты жүйе түрінде ұсынылған

Жоғарыда айтылғандардан бейсызықты буынның кіруіне гармоникалық (синусоидальды) сигнал түседі деп айтуға болады:

$$x = A \sin \omega t. \quad (2.11)$$

мұнда  $A$  – кіріс сигналының амплитудасы.

Дегенмен, синусоидальды сигнал пайда болғанда бейсызықты буын шығуында кейбір периодтық тербелістер пайда болады. Олар гармоникалық компоненттердің шексіз сомасы ретінде ұсынылады:

$$U = \sum_{i=1}^{\infty} p_i \sin \omega t + q_i \cos \omega t. \quad (2.12)$$

мұнда  $p_i, q_i$  – Фурье қатарының коэффициенттері.

Сызықтық буынның сүзгіш қасиеттеріне байланысты, қатардың тек бірінші үйлесімін қарастырамыз:

$$U = p_1 \sin \omega t + q_1 \cos \omega t. \quad (2.13)$$

(2.11) өрнекті ескере отырып, (2.13) өрнектерді осылайша жазуға болады:

$$U = \frac{p_1}{A} x + \frac{q_1}{A\omega} \cdot \frac{dx}{dt}. \quad (2.14)$$

Немесе операторлық түрде:

$$U(p) = Q_1(A)X(p) + \frac{Q_2(A)}{\omega} p \cdot X(p), \quad (2.15)$$

мұнда  $Q_1(A) = p_1/A$  и  $Q_2(A) = q_1/A$ .

Линеаризацияланған өрнек (2.15) гармоникалық қатардың (2.12) бірінші гармоникасының математикалық түрлендірулерінің нәтижесі болып табылады. (2.15) өрнегінің сызықтық өрнектерден айырмашылығы, оның коэффициенттері тұрақты емес, олар тербеліс параметрлерінің амплитудасы мен жиілігіне байланысты болады. Бұл коэффициенттер бейсызықты буынның гармоникалық күшейту коэффициенттері деп аталады.

Осылайша, әдістің мәні: бейсызықты элементтің кіруіне синусоидалды сигнал беріледі және бейсызықты элементтің шығуында периодты қисық, бірінші гармоникаға ауыстырылады.

2.3.2 Ляпуновтың тұрақтылық теоремасы. Ляпуновтың функциясы белгілі бір жүйенің тұрақтылығын анықтай алатын белгілі бір сандар жиынтығында анықталған скаляр функциясы.

Ең алдымен, кейбір процесі сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер жүйесі бар деп болжаймыз:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2.16)$$

Сонымен қатар, (2.16) жүйеде кейбір нөлдік шешім  $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  бар.

Жүйенің Ляпунов функциясы (2.16),  $V(X)$  функциясы болып табылады,  $U$  координаттың басы кейбір маңайында үздіксіз дифференцияланатын және координаттың басында  $V$  функциясы нөлдік, ал барлық  $X \in U \setminus \{0\}$  үшін  $V$  мәні оң, сондай-ақ келесі теңсіздік орындалды:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial x_1} \frac{dx_1}{dt} + \frac{\partial V}{\partial x_2} \frac{dx_2}{dt} + \dots + \frac{\partial V}{\partial x_n} \frac{dx_n}{dt} \leq 0. \quad (2.17)$$

Әдістің мәні мынада: егер теңдеулер жүйесі үшін (2.16) Ляпунов функциясы болса, жүйенің нөлдік шешімі (2.16) тұрақты.

2.3.3 Асинхронды электржетектің басқару жүйесінің параметрлерін синтездеу бағдарламасы.

Мұнай айдайтын сорғы агрегатының асинхронды электр жетегінің АБЖ параметрлерін синтездеу деп, АҚ-да энергияның электромеханикалық өзгеру динамикасын сипаттайтын жүйедегі белгісіз айнымалы дифференциалдық теңдеулерді анықтау түсініледі. Бұл жағдайда қажетті айнымалылар теңдеулерде, символикалық түрде жазылуы керек.

Осы дипломдық жұмыста келесі параметрлердің синтезі жүргізіледі:

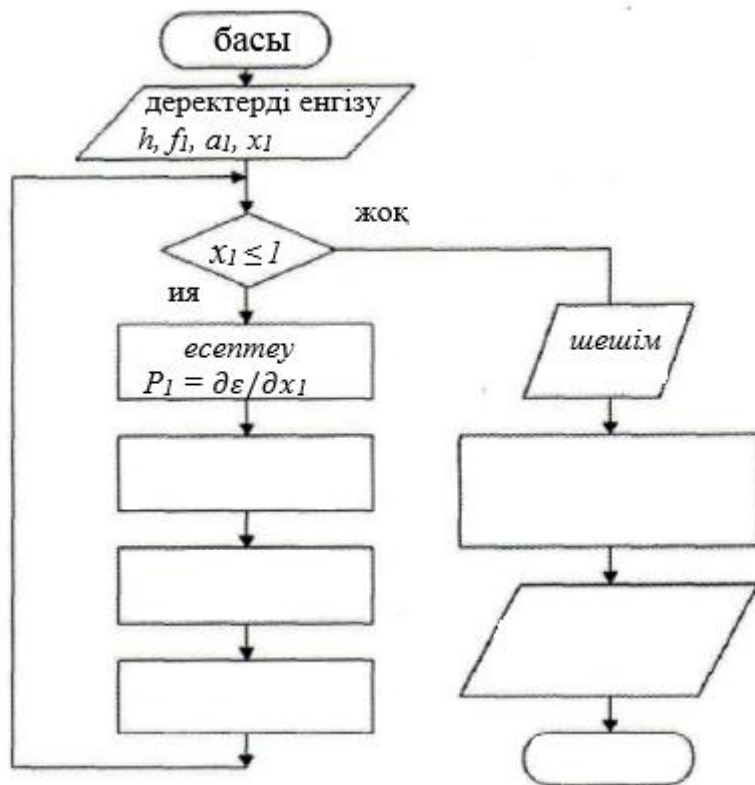
1 жиілік түрлендіргішінің (ЖТ) тарату коэффициенті:  $k_p$ ;

2 кері байланыс тізбегіндегі нақты дифференциалды байланыстың уақыттық константасы:  $T_1$  және  $T_2$ ;

3 қозғалтқыш статорынан алынатын кернеу бойынша (ЖТ) - тің кері байланысын күшейту коэффициенті:  $k_u$ .

Қойылған міндетті шешу синтез алгоритміне негізделген.

Синтез алгоритмі 2.8 суретте көрсетілген.



Сурет 2.8 – АҚ АБЖ параметрлерін синтездеу алгоритмі

Жоғарыда көрсетілген алгоритмде, көрсетілген әрекеттер тізбегі келесідей:

1 Бастапқы деректерді енгізу жүргізіледі – әр айнымалы теңдеулер жүйесі бойынша қадам ұзындығы (2.9), синтезделген параметрлердің кездейсоқ мәндері беріледі;

2 Әр айнымалы бойынша сандық шектеу шарттарын тексеру;

3 Әрбір айнымалы бойынша  $S$  жеке туындысын есептеу;

4 Өтпелі процестер динамикасының дифференциалдық теңдеулер жүйесінің оң жақ бөлігінің сандық мәндерін есептеледі;

5 Толық туынды сканерлеу әдісімен Ляпунов  $V$  функциясы сомасының минимумы есептеледі;

6 Бірінші пункттен қадамды ескере отырып, жаңа айнымалылардың мәндері және жаңа мәндерді шектеу үшін тексеру есептеледі.

Реттелетін асинхронды электржетектің қалыпты жұмысы үшін міндетті шарттардың бірі, осы электржетектің қозғалысының тұрақтылығы болып табылады. Осыған байланысты Б. 1 суретінде берілген мұнай айдау сорғы агрегатының электржетегін басқару жүйесінің параметрлерін синтездеу

бағдарламасында осы дипломдық жұмыстың осы бөлімінің 2.3.2-тармағында сипатталған Ляпунов әдісі бойынша электржетектің қозғалысының орнықтылық шарттары ескеріледі. Бағдарлама алгоритм негізінде құрастырылған.

Параметрлерді синтездеу мәселесін шешу үшін ЖТ – АҚ жүйесінде процестер динамикасының математикалық сипаттамасын жасау қажет.

АҚ – тағы процестердің математикалық сипаттамасы осы дипломдық жұмыстың 2.1-бөлімінде толығырақ сипатталған. Сондықтан төменде ЖТ математикалық моделі келтірілген.

ЖТ – АҚ жүйесінің математикалық моделін 2.5 суретте келтірілген АБЖ құрылымдық сұлбасы негізінде құрастырамыз. Белгілі болғандай, жиілік түрлендіргіші инерциялық байланыс түрінде көрінеді, сондықтан оның моделін теңдеумен сипаттауға болады:

$$\frac{dx_8}{dt} = \frac{k_p x_9}{T_p} - \frac{x_8}{T_p}, \quad (2.18)$$

мұнда  $x_8, x_9$  – инерциялық байланыстың шығыс және кіріс сигналдары.

Таза қанықтыру байланысының теңдеуі дамыған АБЖ - нің барлық кері байланысын қамтиды және келесі формаға ие:

$$\frac{x_9}{u_z - k_u x_8 - \frac{T_1 s}{T_2 s + 1} \cdot x_9} = q(A), \quad (2.18)$$

мұндағы  $q(A)$  – қанықтыру байланысының функциясы, 0.8 деп есептеледі.

(2.18) сол жағында бөлгіштен құтыламыз:

$$x_9 = q(A) \left( u_z - k_u x_8 - \frac{T_1 s}{T_2 s + 1} \cdot x_9 \right). \quad (2.19)$$

Одан әрі, шығыс сигналы бойынша туындыға қатысты теңдеуді (2.19) шешеміз. Ол үшін оң бөлікті ортақ бөлікке келтіреміз және одан құтыламыз:

$$x_9(T_2 s + 1) = q(A)((u_z - k_u x_8)(T_2 s + 1) - T_1 s \cdot x_9). \quad (2.20)$$

Барлық жақшаларды ашқаннан кейін (2.20) осылай келтіреміз:

$$T_2 \cdot \frac{dx_9}{dt} + x_9 = q(A) \left( 0 + u_z - k_u T_2 \cdot \frac{dx_8}{dt} - T_1 \cdot \frac{dx_9}{dt} - k_u x_8 \right). \quad (2.20)$$

Теңдеудің оң бөлігіндегі жақшадағы бірінші қосылым (2.20) нөлге тең, өйткені ол  $u_z$  тұрақты мәнінен туынды болып табылады.



Осылайша, (2.20) теңдеуді келесідей жазуға болады:

$$\frac{dx_9}{dt}(T_2 + q(A)T_1) + x_9 = q(A) \left( u_z - k_u T_2 \cdot \frac{dx_8}{dt} - k_u x_8 \right). \quad (2.20)$$

(2.18) есепті ескере отырып, (2.20) өрнек келесі түрде қайта жазылады:

$$\frac{dx_9}{dt}(T_2 + q(A)T_1) + x_9 = q(A) \left( u_z - k_u T_2 \cdot \left( \frac{k_p x_9}{T_p} - \frac{x_8}{T_p} \right) - k_u x_8 \right)$$

немесе

$$\begin{aligned} \frac{dx_9}{dt}(T_2 + q(A)T_1) + x_9 + \frac{x_9 q(A) k_u k_p T_2}{T_p} \\ = q(A) \left( u_z + \frac{k_u T_2 x_8}{T_p} - k_u x_8 \right) \end{aligned} \quad (2.21)$$

Соңғы теңдеу (2.21) келесі түрді қабылдайды:

$$\frac{dx_9}{dt} = \frac{a + x_8 \cdot k_u (T_2 - T_p) - x_9 \cdot (b + k_u k_p T_2)}{T_p \left( \frac{1}{q} T_2 + T_1 \right)}, \quad (2.22)$$

мұнда  $a = u_z T_p$ ,  $b = T_p/q$ ,  $q = q(A)$ .

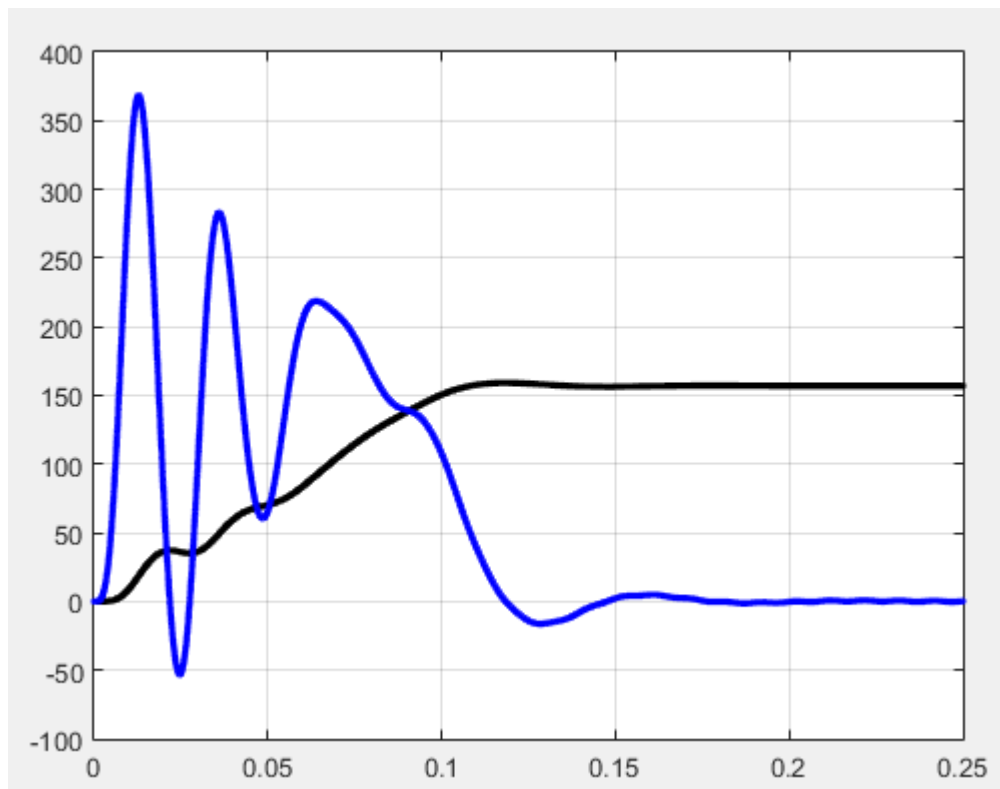
(2.8) теңдеулер жүйесі (2.22) және (2.18) теңдеулермен жиынтықта ЖТ – АҚ жүйесіндегі процестердің толық сипаттамасын береді. 2.1-бөлімде коэффициенттердің есептеулерін ескере отырып, параметрлерді синтездеу бағдарламасы В қосымшасында келтірілген.

Электронды есептеуіш машинада есептеу барысында алынған нәтижелер 2.4 – кестеде келтірілген.

Кесте 2.4 - бағдарлама параметрлерін синтездеуді есептеу нәтижелері

$K_p$	$K_u$	$T_1$	$T_2$
40,015	0,049	0,0512	0,063

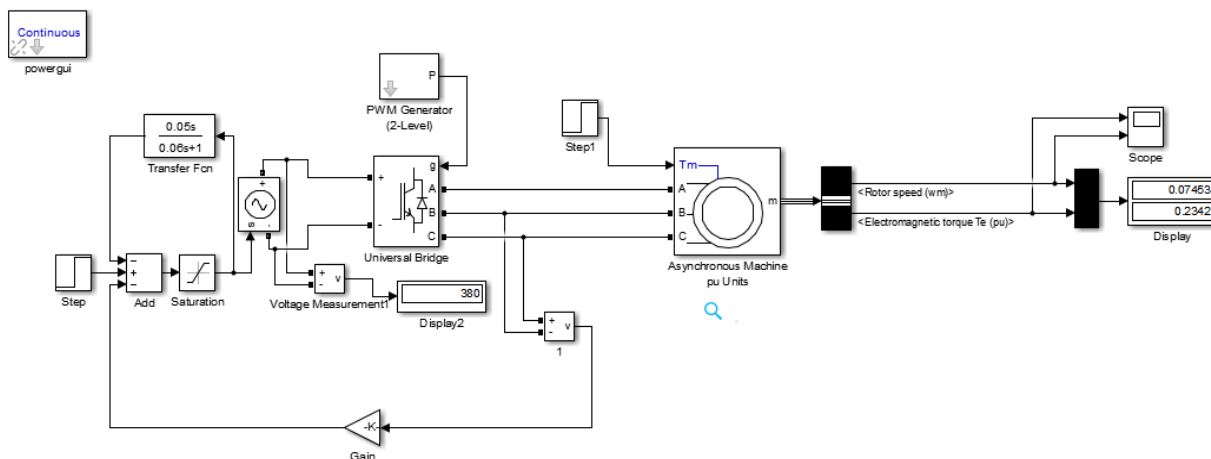
Мұнай сорғысының асинхронды электр жетегінің роторы білігінің айналу жиілігі мен электромагниттік моментінің өтпелі үрдістерінің кестесі 2.9 суретте келтірілген.



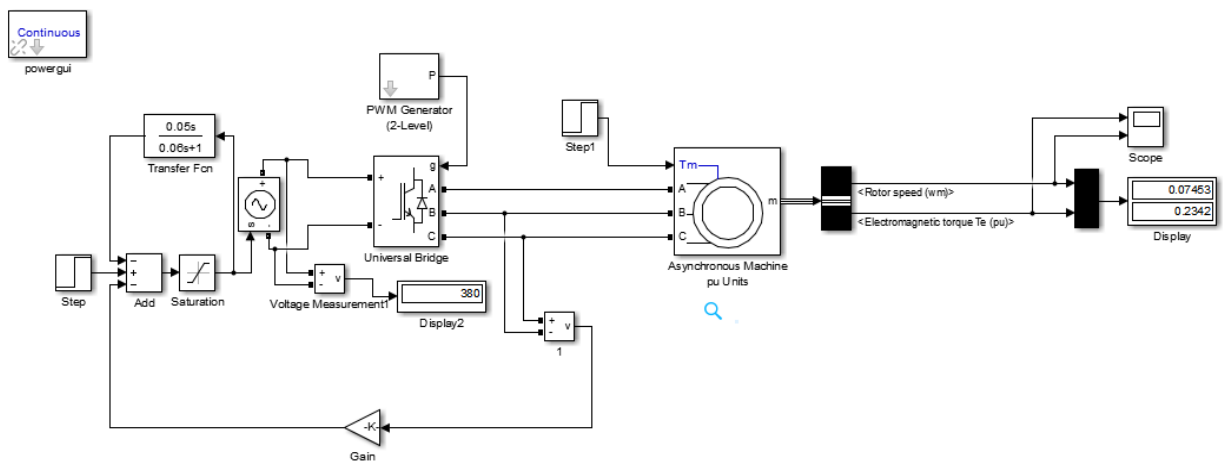
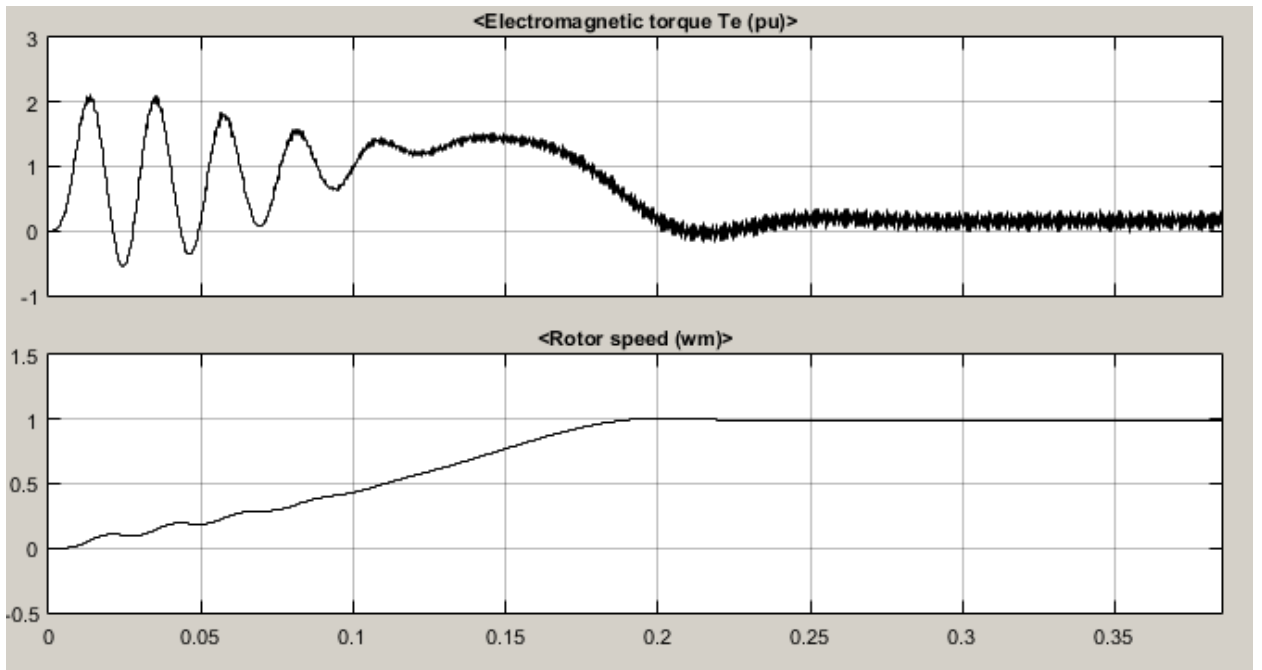
Сурет 2.9 – Мұнай сорғы агрегатының электржетегіндегі өтпелі процестердің кестесі

## 2.4 Виртуалды модель

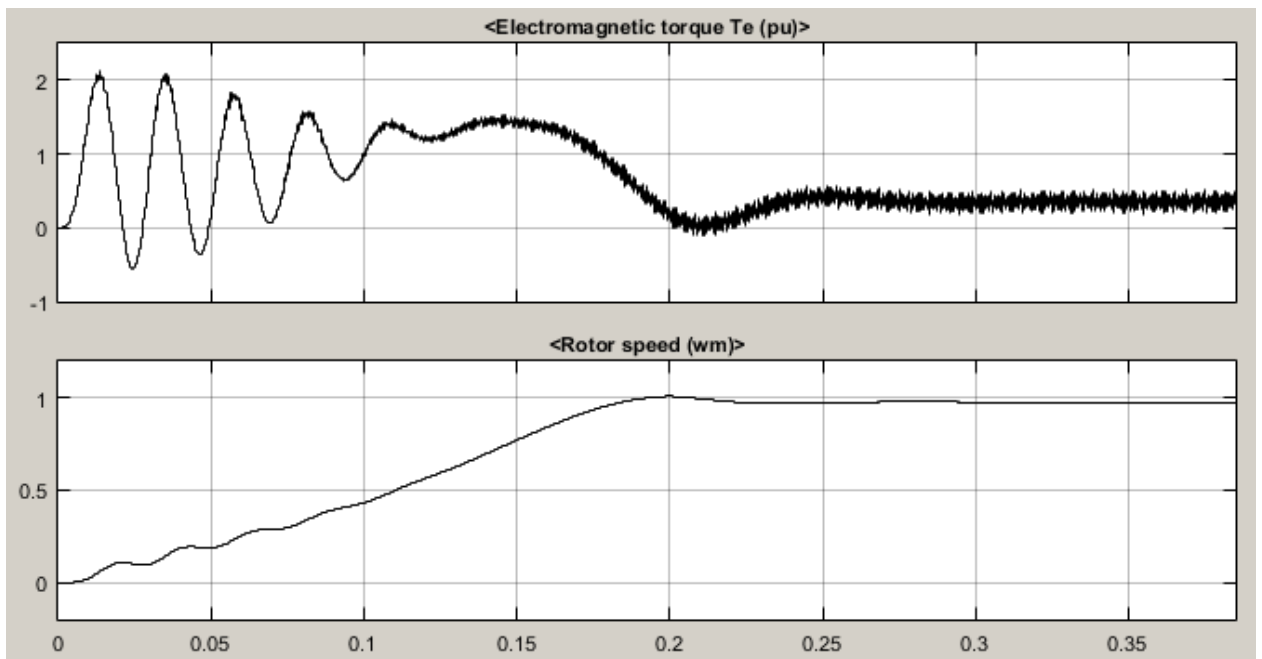
Бұл бөлімде мұнай айдау сорғы агрегатының асинхронды электржетегін автоматты басқару жүйесінің виртуалды моделі келтірілген (2.10 сурет). Модель АБЖ - де қарастырылатын құрылымдық сұлба негізінде құрылған, ол 2.2-кіші бөлімде келтірілген. Жүктеме ретінде matlab ортасында Simulink математикалық симуляторында "step" буыны қолданылды. Әр түрлі жүктемелермен төрт қозғалтқыш іске қосылды. Өтпелі процестердің барлық қисықтары төменде 2.11, 2.12, 2.13 және 2.14-суреттерде көрсетілген.



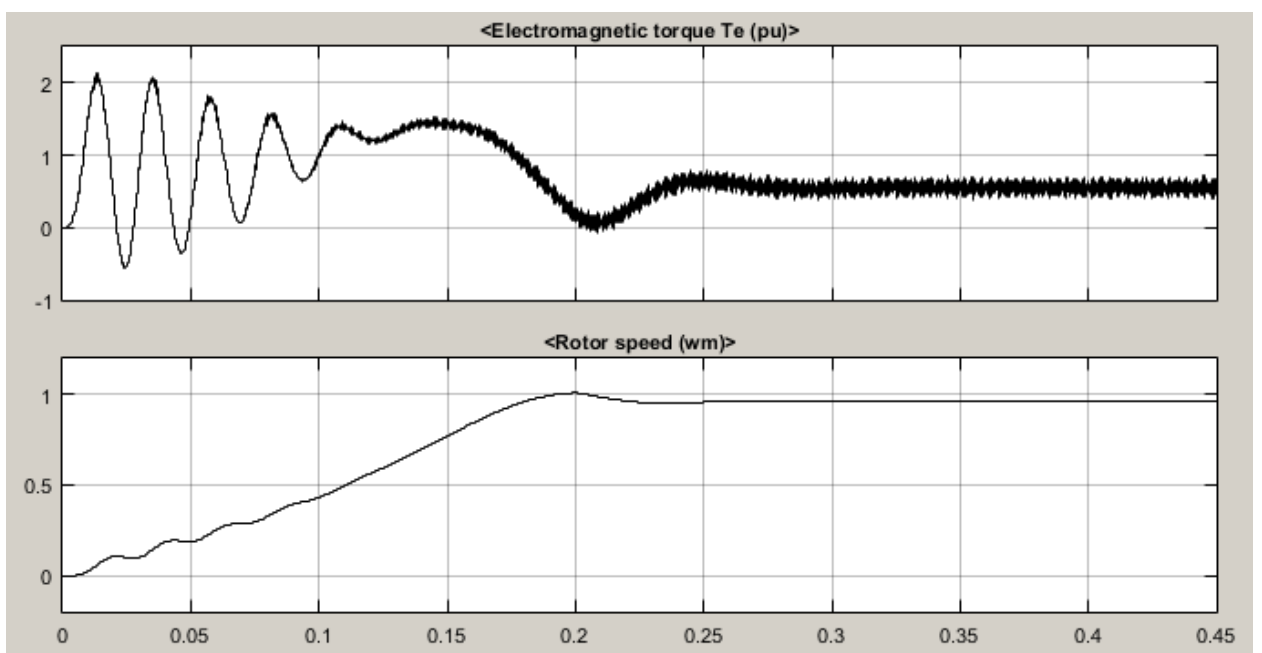
Сурет 2.10 – АБЖ виртуалды моделі



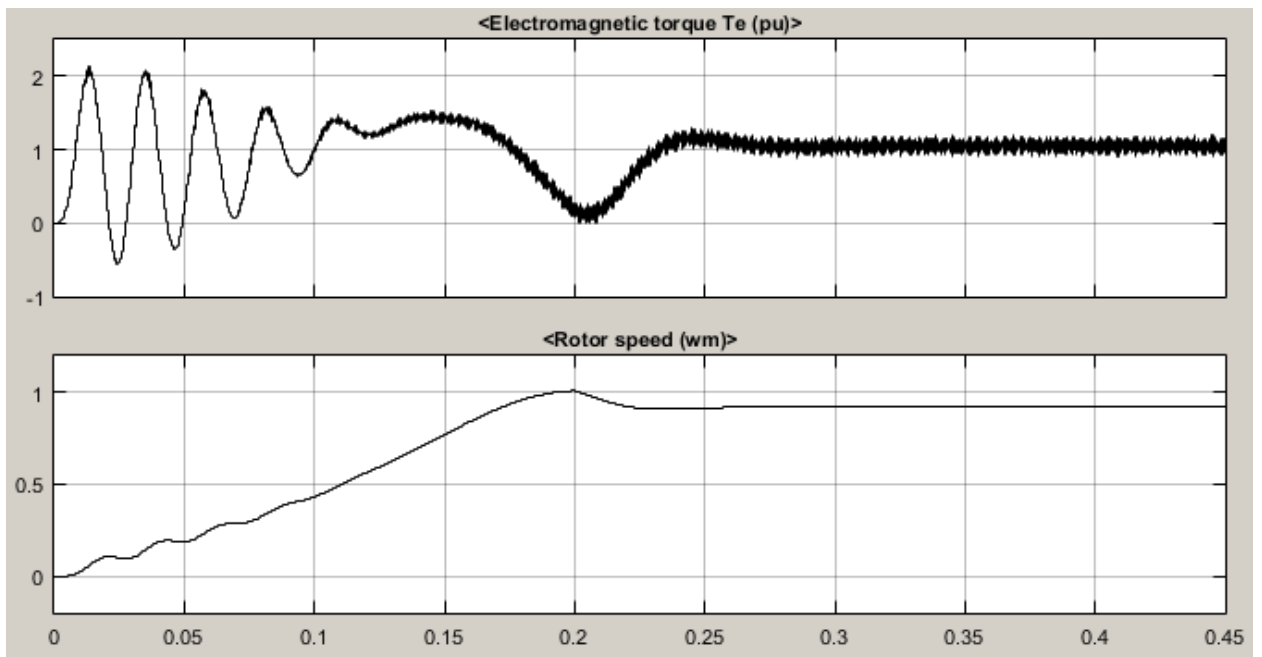
Сурет 2.11 – Номиналды мәннен 10% жүктеме кезіндегі өтпелі процестер



Сурет 2.12 – Номиналды мәннен 20% жүктеме кезіндегі өтпелі процестер



Сурет 2.13 – Номиналды мәннен 50% жүктеме кезіндегі өтпелі процестер



Сурет 2.14 – Номиналды жүктеме кезіндегі өтпелі процестер

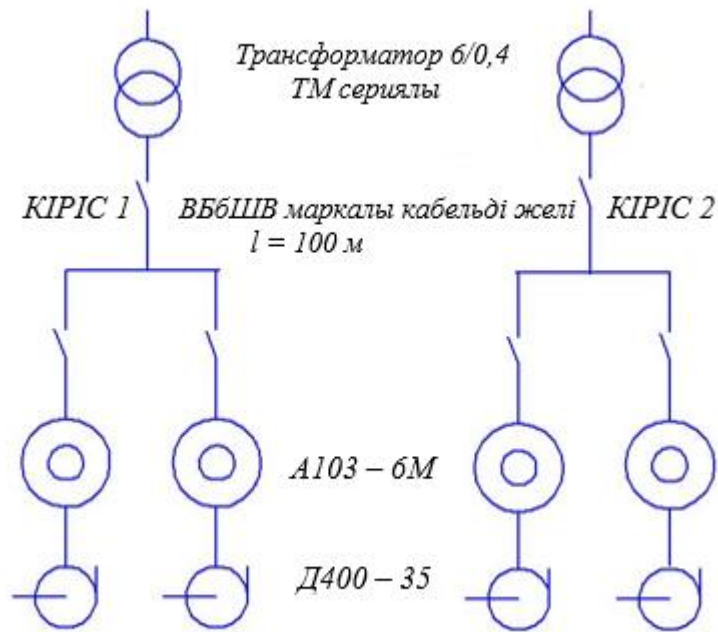
Жоғарыда келтірілген өтпелі процестердің қисықтарынан жасалған АБЖ - түрлі жүктемелерге тұрақты болып табылатыны көрініп тұр.

### 3 Өміртіршілік қауіпсіздігі

#### 3.1 Еңбек жағдайларын талдау

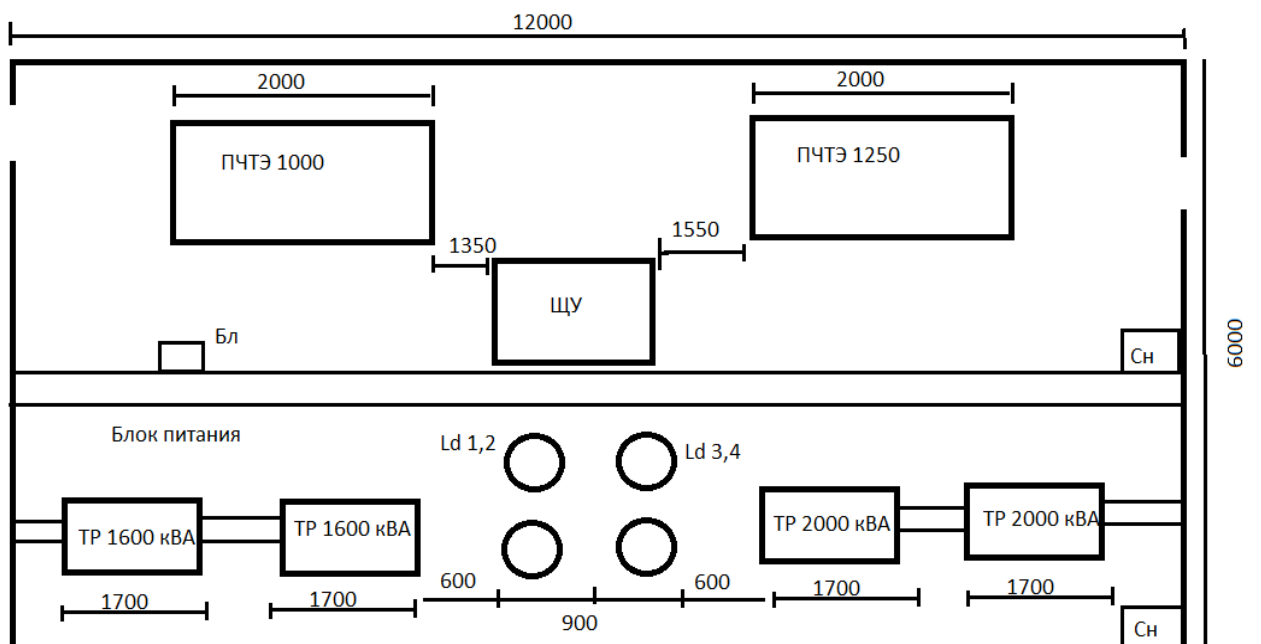
Бұл бөлімде сорғы станциясының қолданыстағы жиіліктік-реттелетін электржетегін қуаты бұрын 1250 кВт қолданылатын қозғалтқыштарды 1000 кВт қозғалтқышқа ауыстыру арқылы жаңғырту мәселесі қарастырылған. Бұл қуат беретін трансформаторға ток жүктемесін төмендетуге және жүктеме тораптарындағы қуат коэффициентін арттыруға мүмкіндік береді. І көтеру мұнай айдау сорғы станциясында Д400-35 орталықтан тепкіш сорғылардың жетегі үшін 4А3МП қозғалтқыштар базасында асинхронды электр жетегі қолданылды. Станцияның орнатылған жабдықтарының талдау жұмыстары, электржетек жұмысының тиімсіз режим екенін көрсетеді: қозғалтқыштар пайдаланатын ток номиналды мәннен 40% құрайды, ал асинхронды электр қозғалтқыштарының қуат коэффициенті шамамен 0,7 тең.

Сорғы станциясын электрмен жабдықтау сұлбасы 3.1 суретте көрсетілген.



3.1 сурет - ПЦБК I көтеру сорғы станциясын электрмен жабдықтау сұлбасы

Бөлме жоспары 3.2-суретте келтірілген.



3.2 сурет - бөлме жоспары.

Кесте 3.1-жабдықтау параметрлері

Позициясы.	Атауы	Түрі, маркасы	Сызба нөмірі	Саны	Салмағы, кг
1	Трансформатор	RESIBLOC		4	4000
2	ПЧТЭ	ПЧТЭ 1250		2	1400
3	Кондиционер	DIC-150		2	
4	Бекітуге арналған бұрыш	50x50x4		110	
5	Металлшифер	2000x900x1		24	
6	Шкаф			2	

### 3.2 Пайдалану коэффициенті әдісімен бөлменің жасанды жарықтандыруын есептеу

Жарық жұмыс үшін қалыпты жағдай жасайды. Қазіргі заманғы жарық техникасына қол жеткізу арқылы жарықты тиімді пайдалану - еңбек өнімділігі мен өнім сапасын арттырудың, жарақаттануды азайту мен адамдардың денсаулығын сақтаудың маңызды зор. Қазіргі заманғы жарық техникасының басты міндеті еңбек үшін қолайлы жарық ортасын қамтамасыз ету, сондай-ақ жарық техникалық қондырғыларда жұмсалатын электр энергиясын ұтымды пайдалану негізінде технологиялық процестерде жарықты қолданудың тиімділігі мен ауқымын арттыру және оларды құру мен пайдалануға жұмсалатын шығындарды азайту болып табылады.

Осы бөлімде өндірістік жарықтандыруды есептеу әдістері (пайдалану коэффициентінің әдісі және меншікті қуат әдісі) қарастырылады.

Өндірістік кәсіпорындарда жасанды жарықтандыру жағдайлары адамдардың көру жұмыс қабілеттілігіне, физикалық және моральдық жағдайына, демек, еңбек өнімділігіне, өнім сапасына және өндірістік жарақаттануға үлкен әсер етеді. Бұл бөлімде электр цехының бөлмесінің жарықтандыру ауданы (25x10x5).

Пайдалану коэффициентінің әдісі, жарықтандыруды қолмен есептеудің базалық әдісі болып табылады және ұсынылған шешімді тез бағалауға мүмкіндік бере отырып, жобалық практикада кеңінен қолданылды. Жалпы бөлмені жарықтандыруды есептейміз, ұзындығы 10 м, ені 3 м және биіктігі 4 м. Көру жұмысының разряды VI, нормаланатын жарықтандыру  $E_n=200$  лк. Қуаты 80 Вт және жарық ағыны 7000 лм болатын OSRAM FQ80W фирмасының люминесцентті шамдарымен жалпы жарықтандыру жүйесін қабылдаймын. Қуаты 160 Вт болатын шамдар STOCK типті төбелік шамшырақтарда орналасқан, шамшырақтар зауыттардың бөлмелерін, қазандық, машина залдарын жарықтандыруға арналған.

Қарастырылып отырған объектіге қызмет көрсететін жұмысшы адамдар үшін келесі физикалық қауіпті факторлар болуы мүмкін:

1 жеткіліктісіз жарықтылық;

- 2 кернеу жетегінің жоғары мәндері;
- 3 сорғылардан пайда болатын өндірістік шудың жоғары деңгейі;
- 4 жұмыс орнында ауада бос күкіртті сутегінің болуы;
- 5 тербелудің жоғарылауы;
- 6 электржетек білігінің айналуымен байланысты физикалық фактор;
- 7 электр жабдықтарының жануы кезінде өрттің пайда болуы.

СН 433 – 79 нормативтік талаптарының "Мұнай және газ өнеркәсібі кәсіпорындарының ғимараттары мен құрылыстарын желдету жүйесі" 7-қосымшасының бірінші тармағына сәйкес, қарастырылып отырған объектінің бөлмелерінде тұрақты жұмыс істейтін жасанды ағынды желдету қарастырылуы керек.

Ауа ағыны "Vapor Engineer OLC" сериасы 2600 м3/сағ номиналды берілісі бар, қуаты 0,7 кВт, желдету камералық бөлмелерінде орналасқан екі (екінші резервтік) ағынды қондырғылармен жүзеге асырылады.

Әзірленген басқару жүйесін енгізгеннен кейін ағынды қондырғының жаңа қуатты жабдығын монтаждау қажеттілігін анықтау мақсатында, бұл дипломдық жобаның 3.3-бөлімінде негізгі сорғы бөлмесіндегі ауа алмасу микроклиматының тексеру есебі жүргізілді.

ҚНЖЕ 23 – 05 – 95 сәйкес, көру жұмысының сипаттамасына, таңдалған шамдардың жарық ағыны, сондай-ақ шамдардың санына байланысты, ең аз рұқсат етілген нормаланған жарықтандыруды қанағаттандыруы тиіс.

шамшырақтың сыртқы түрі 3.3 суретте көрсетілген



Сурет 3.3 – STOCK маркалы шамшырақтың сыртқы түрі

STOCK шамшырақтың параметрлері 3.2-кестеде келтірілген.  
Кесте 3.2 STOCK шамшырақтарының параметрлері

Бекіту түрі	Төбелік
Шамшырақтағы шамдардың саны	6



Қуаты, Вт	100
Қорғау дәрежесі	IP20
Өлшемдері, мм	1545×382×100
Салмағы, кг	7

Көлденең беттерді жалпы біркелкі жарықтандыру көзделген бөлмелер үшін, жарықтандыру жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісімен есептеледі.

Осы әдіс бойынша шамшырақтардың қажетті саны мынадай формула бойынша анықталады:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3}{K_u \cdot n \cdot \Phi} \quad (3.1)$$

мұндағы  $E_n$  – нормаланатын жарықтандыру нормативтік құжаттар бойынша анықталады және бөлме үшін 200 лк құрайды;

$S$  – бөлменің ауданы;

$K_3$  – қор коэффициенті;

$K_u$  – пайдалану коэффициенті;

$n$  – шамшырақтағы шамдардың саны;

$\Phi$  – шамшырақтағы бір шамның жарық ағыны.

Бөлменің ауданы мынадай формула бойынша анықталады:

$$S = a \cdot b = 10 \cdot 3 = 30 \text{ м}^2, \quad (3.2)$$

мұнда  $a$  – ұзындығы,  $b$  – бөлменің ені.

Жарық құралын пайдалану коэффициентін табу үшін алдымен бөлме индексін табу керек:

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)} = \frac{30}{4 \cdot (10 + 3)} = 0,6, \quad (3.3)$$

мұнда  $a$  – ұзындығы,  $b$  – ені,  $S$  – бөлменің ауданы.

3.3 – кесте бойынша көрсету коэффициенттерін табамыз.

3.3 кесте – көрсету коэффициенттері

Беттің түсі	көрсету коэффициенті пайызбен %
Ақ түсті беті	70-80
Ашық беті	50

Сұр түсті беті	30
Қара – сұр түсті беті	20
Қараңғы бет	10

көрсету коэффициенттерін 50,30,10 тең деп қабылдаймын және 3.4 кесте бойынша STOCK шамшырақтың пайдалану коэффициентін табамын.

3.4 кесте STOCK шамшырағының пайдалану коэффициенттері

STOCK								
потолок	80	80	80	70	50	50	30	0
стены	80	50	30	50	50	30	30	0
пол	30	30	10	20	10	10	10	0
0.6	75	53	44	51	49	44	44	38
0.8	83	63	53	60	57	52	51	46
1	90	70	59	67	63	58	58	52
1.25	96	79	67	74	70	66	65	60
1.5	100	84	71	79	74	70	69	64
2	104	91	77	84	79	75	74	70

Құрамында 5 мг/м<sup>3</sup> және одан аз шаң, түтін және копот бар өндірістік бөлмелер үшін жарықтандыру қондырғысын пайдалану процесінде жарықтандырудың төмендеуін ескеретін қор коэффициенті 1,5 құрайды.

Соңында, шамшырақтың қажетті санын анықтаймыз:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{K_u \cdot n \cdot \Phi} = \frac{200 \cdot 30 \cdot 1,5}{0,44 \cdot 2 \cdot 7000} = 1,5 \approx 2 \quad (3.4)$$

Сонымен, бұл бөлме үшін төбенің бетіне біркелкі бөлінген екі шамшырақ қажет.

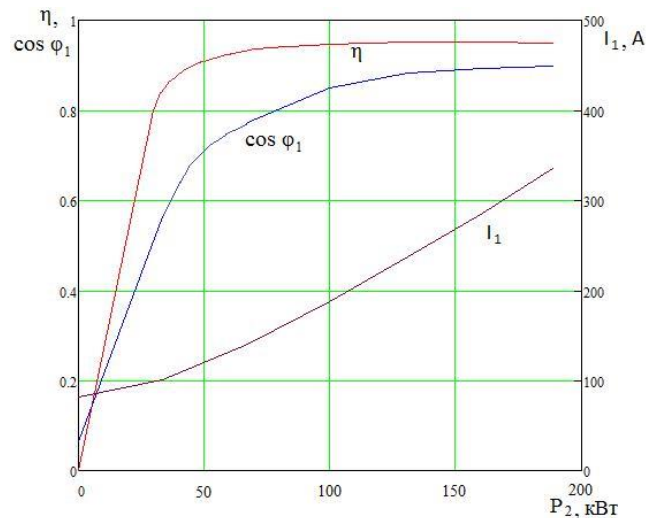
Станция жабдықтары :

- қуаты 250 кВА, кернеуі 6 / 0,4 кВ ТМ сериялы трансформатор;
- маркасы ВБШв 3x150, ұзындығы 100 метр кабельді желі;
- 4А3МП қысқа тұйықталған роторлар бар асинхронды қозғалтқыштар, параметрлері: номиналды қуаты  $P_n = 1250$  кВт; номиналды кернеу  $U_{1н} = 6000$ В; номиналдық ток:  $I_{1н} = 140$ А; номиналды айналу жиілігі:  $n_n = 3000$  об/мин; қуат коэффициенті  $\cos\varphi_{1н} = 0,89$ ; пайдалы әсер коэффициенті:  $\eta_n = 0,963$ ;
- Д400-35 ортадан тепкіш сорғылар, өлшемдері:  $Q = 400$  м<sup>3</sup>/сағ; арын  $H = 35$  м; пайдалы әсер коэффициенті  $\eta = 0,83$ .

А103 – 6М орнатылған төрт қозғалтқыштардың әрқайсысы қозғалтқыштың номиналды тогынан 40 % тең токпен жұмыс істейді, яғни

қозғалтқыштың тұтынылатын тоғы:  $I_1 = 0,4 I_{1H} = 0,4 \cdot 287 = 115 \text{ A}$ .

Қозғалтқыштың білігінде пайдалы қуатты анықтау үшін оның электромагниттік есебі жүргізілді. 3.4 суретте А103-6М қозғалтқыштың алынған жұмыс сипаттамалары көрсетілген.



Сурет 3.4 - Қуаты 1250 кВ 4А3МП қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары

2-суретте келтірілген жұмыс сипаттамасында 115 А тоғы кезінде  $P_2$  қозғалтқышының білігіндегі пайдалы қуат 96 кВт құрайды. Қозғалтқыштың қуат коэффициенті  $\cos \varphi_1 = 0,68$ . Практикада ұсынылатын асинхронды қозғалтқыштардың қуат коэффициенті кемінде 0,8 шаманы құрауы тиіс. Осы жерден қолданыстағы электр жетегіндегі қозғалтқыштың белгіленген белсенді қуаты біліктегі нақты қуаттан едәуір асып түседі, қозғалтқыш қуаты төмен коэффициентімен жұмыс істейді, демек, оның жұмысы реактивті қуатты үлкен тұтынумен қатар жүреді.

3.4 - суретке сәйкес, электр қозғалтқышының қажетті қуаты  $P_2$  (кВт), ортадан тепкіш сорғының сипаттамалары бойынша анықталады:

$$P_2 = \rho \cdot Q \cdot H / 367 \cdot \eta,$$

мұндағы:  $\rho$  – судың тығыздығы, кг/дм<sup>3</sup>;  $Q$  – өнімділік, м<sup>3</sup>/сағ;  $H$  – судың күші м;  $\eta$  – сорғының пайдалы әсер коэффициенті.

Д400-35 ортадан тепкіш сорғыштың деректерің қоямыз:

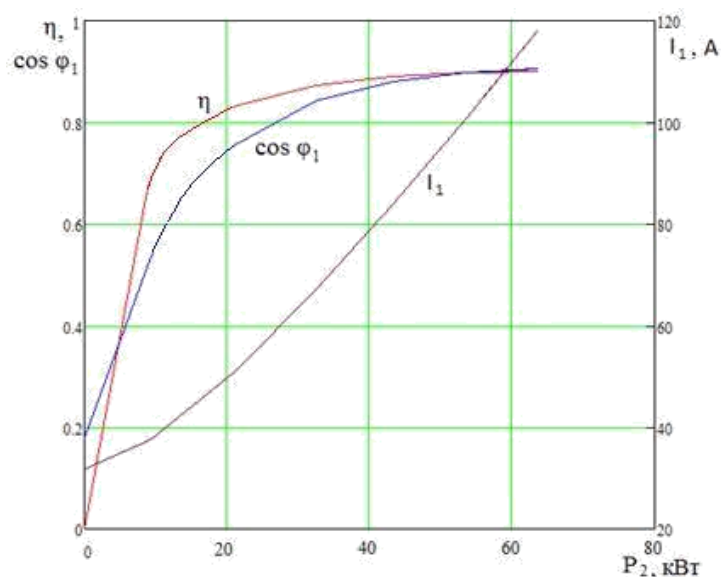
$$P_2 = 1 \cdot 400 \cdot 35 / 367 \cdot 0,83 = 45,96 \text{ кВт.}$$

Қор коэффициенті  $k_3 = 1,1$  қозғалтқыштың номиналды қуаты  $P_H = P_2 \cdot k_3 = 45,96 \cdot 1,1 = 50,56 \text{ кВт}$  кем болмауы тиіс.

Каталогтан біз  $P_H = 55 \text{ кВт}$  номиналды қуатты 5АМ250М6 қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.

Таңдалған қозғалтқыштың жұмыс параметрлерін анықтау үшін, өнімділік деректері ретінде 3,5-суретте ұсынылған электромагниттік есептеу жүргізілді.  $P_2=46 \text{ кВт}$  жүктеме кезінде таңдалған қозғалтқыштың жұмыс режимі мынадай

шамалармен сипатталады:  $I_1 = 87 \text{ A}$ ,  $\cos \varphi_1 = 0,89$ ,  $\eta = 0,88$ .



Сурет 3.4 - Қуаты 1000 кВ 4А3МП қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары

3.5-суретте қозғалтқыштың жүктеме коэффициенті 0,45-ден аз болса, оны төменгі электр қозғалтқышымен алмастыру үнемі экономикалық тұрғыда тиімді. Электржетектің бұрынғы схемасында орнатылған қозғалтқыштардың жүктеме коэффициенті:

$$k_3 = P_2 / P_n = 45,96 / 160 = 0,287.$$

Демек, орнатылған қозғалтқыштарды ауыстырудың орындылығы, экономикалық есептеулермен бекітілуі қажет емес.

Сонымен бірге, асинхронды қозғалтқыштың активті және реактивті қуаттарын тұтынуына және сорғының жұмыс қозғалтқышын ауыстырғанға дейін және кейін кабель желісіндегі қуаттардың шығындарына талдау жүргіземіз.

Қозғалтқыштың активті және реактивті қуаты:

$$P_1 = 3 \cdot U_{1H} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1, \quad Q_1 = 3 \cdot U_{1H} \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1,$$

Кабель желісіндегі активті және реактивті қуаттың шығындары:

$$P = 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1 \cdot l \cdot 10^{-3}, \quad Q = 3 \cdot I_1^2 \cdot X_1 \cdot l \cdot 10^{-3},$$

мұндағы:  $R_1$ ,  $X_1$  – желілік активті және индуктивті кабельдік кедергі;  $l$  – кабель ұзындығы, км.

Трансформатордан тек бір қозғалтқыштың қоректенуі кезінде кәбіл желілеріндегі тұтынылатын активті және реактивті қуат және қуат шығыны бойынша деректер кестеде келтірілген. Төрт қозғалтқыш үшін барлық

шамаларды 4 есе арттыру қажет. 3.5 және 3.6 кестелерінде қуат мәндерін салыстыру келтірілген.

3.5 кесте

	P <sub>1</sub> , кВт	P, кВт	ΣP, кВт	Q <sub>1</sub> , кВАр	Q, кВАр	ΣQ, кВАр
ауыстырғанға дейін	51,612	1,428	53,040	55,634	0,234	55,8968
Ауыстырғаннан кейін	51,103	0,817	51,920	25,839	0,134	25,973

3.6 кесте

	ΣS, кВА
ауыстырғанға дейін	77,05
Ауыстырғаннан кейін	60,33

Келтірілген деректерден активті қуаттың тұтынуы шамамен 2% - ға азайған. Реактивті қуаттың тұтыну екі еседен астам төмендеді, атап айтқанда 54% - ға. Тұтынылатын реактивті қуатты азайту арқылы, трансформатор активті қуатпен жүктеледі, яғни оның орнатылған сыйымдылығы толығымен пайдаланылады.

### 3.2.2 Қуат тығыздығы арқылы жасанды бөлменің жарықтылығын есептеу.

Меншікті қуат әдісі орнатылған жарықтандыру қондырғысының қуатын алдын ала анықтау үшін немесе орындалған есептің дұрыстығын бағдарлы бағалау үшін қолданылады. Ол жарықтандыру қондырғысын пайдалану коэффициентінің орташа мәндерінде талап етілетін жарықтандыруды жасау үшін қажетті қуаттың орташа мәндеріне негізделеді.

Меншікті қуат-бұл анықтамалық мән. Меншікті қуат шамасын дұрыс таңдау үшін шамшырақтардың түрін, қалыпты жарықтандыру, бөлменің беттерін көрсету коэффициентін, бөлменің биіктігі мен ауданының мәндері.

Энергия тығыздығының әдісімен жарықтандыруды есептеу мына формула бойынша жүзеге асырылады:

$$W = \frac{P}{S} \text{ Вт*м}^2, \quad (3.5)$$

мұндағы  $P$  – толық орнатылған қуат, Вт;  
 $S$  – бөлменің ауданы, м<sup>2</sup>.

Толық орнатылатын қуат мынадай формула бойынша есептеледі:

$$P = P_n \cdot n, \quad (3.6)$$

мұнда  $P_n$  – таңдалған қыздыру шамының қуаты;

$n$  – жарықтандыру қондырғысындағы шамдардың саны.

Бөлменің аумағы – 30 м<sup>2</sup>, биіктігі – 4 м, 3.7 кестеге сәйкес төбеге, қабырғаларға және еденге арналған 50.30.10. – көрсету коэффициенттері. Нормативтік құжаттарға сәйкес осы типтегі бөлмелердің жарықтандыру деңгейі 200 люкс.

Қондырғыға алдын ала орнатылған STOCK 2\*80W типті шамшырақтарды 2 данада қабылдаймыз.

3.6 кесте бойынша бөлменің биіктігі  $h = 4$  м, бөлменің ауданы  $S=30$  м<sup>2</sup> және қалыпты жарықтандыру  $E_n = 200$  үшін  $P_{уд} = 11$  Вт/м<sup>2</sup> мәнін табамыз.

3.7 – кесте меншікті қуаттың қалыпты көрсеткіштері, Вт/м<sup>2</sup>

Бөлме биіктігі, м	Ауданы, м <sup>2</sup>	W <sub>табл</sub> , берілген жарық кезінде (лк)						
3-4		5	00	50	00	00	00	00
	20-30	0,6	0,5	0,2	1	3	5	6

Бұдан әрі бір шамшырақтың шамының қуатын есептеу осы формула бойынша жүргізіледі:

$$P_n = \frac{P_{уд} \cdot S}{N \cdot n}, \quad (3.7)$$

мұнда  $N$  - шамдардың саны

$$P_n = \frac{11 \cdot 30}{2 \cdot 2} = 82,5 \text{ Вт.} \quad (3.8)$$

Ең жақын 80 Вт қуаты OSRAM FQ80W мен жарық ағыны 7000 лм люминесцентті шамшырақты таңдаңыз.

Осылайша (3.6) теңдеу негізінде шамдардың толық орнатылған қуаты:

$$P = 80 \cdot 4 = 320 \text{ Вт.} \quad (3.9)$$

Ал нақты меншікті қуат:

$$W = \frac{P}{S} = \frac{320}{30} = 10,6 \text{ Вт*м}^2. \quad (3.10)$$

3.10 формуласынан нақты меншікті қуат мәні (10,6 Вт\*м<sup>2</sup>) қалыпты көрсеткіштен кішкене (10 Вт\*м<sup>2</sup>) ерекшеленетінін көруге болады. Бұл жарықтандыру құралдарының санын, олардың қуатын анықтау бойынша жүргізілген есептеу, пайдалану коэффициенті әдісімен дұрыс жүргізілген деп айтуға мүмкіндік береді.

## **4 Экономикалық бөлім**

### **4.1 Мұнай айдау сорғы агрегатының электр жетегінің өнделген басқару жүйесінің артықшылықтары**

Мұнай айдау сорғы агрегаттары мұнай-газ саласындағы ең күрделі және энергияны қажет ететін технологиялық объектілерінің бірі болып табылады. Мұнай айдаудың өзіндік құнында (85 – 90%) электр энергиясына шығындар мен амортизациялық аударымдар алады. Осылайша, мұнай тоннасын айдаудың өзіндік құнын айтарлықтай төмендету жөніндегі іс-шаралар, электр энергиясына шығындарды азайту жөніндегі іс-шаралар болып табылады.

Осы дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде мұнай ағынымен реттеудің дәстүрлі әдістерін, мұнай айдау сорғы агрегатының жиіліктік – реттелетін электр жетегіне ауыстыру негіздемесі келтіріледі. Жиіліктік-реттелетін электр жетектерін таңдаудың негізгі артықшылықтары:

- 1 айдау режимдерін реттеудің бірқалыптылығы;
- 2 сорғыларды қосу-ажырату санын төмендету және айдаудың есептік режиміне бірқалыпты шығу;
- 3 әртүрлі режимдерде құбырдағы қысым толқындарын төмендету;
- 4 аралық мұнай айдайтын сорғы стансаларының шығуларында қысымды бірқалыпты төмендетуге мүмкіндік береді;
- 5 ауысым роторларын қолдануды болдырмайды.

Мұнай айдау насос агрегатының автоматтандырылған электржетегінің міндеті - мұнай құбырында құбырдың әртүрлі жұмыс режимдері кезінде қозғалтқыш білігінің айналу жиілігін реттеу арқылы қажетті қысымды ұстап тұру болып табылады. Өнделген басқару жүйесі, қысымды реттеудің энергия үнемдейтін тәсілін, қысымның жоғарылауынан және төмендеуінен қорғауды қамтамасыз етеді.

"Жиілік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш" енгізілетін электр жетегінің жүйесі, қазіргі заманғы жиіліктегі жартылай өткізгішті түрлендіргіштерде іске асырылады, олар сорғы станциясының жұмыс режимінің негізгі параметрлерін автоматты бақылау жүйесімен қарапайым

келісе отырып беріледі. Осылайша, өңделетін жүйе кәсіпорынды автоматтандыру деңгейін арттырады және сорғы станцияларын басқаруды орталықтандыру мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Зерттелетін объект Маңғыстау облысында Бозашы түбегінде орналасқан "Северная Бозашы" кен орнының орталық мұнай дайындау пунктінің (ОМДП) негізгі сорғы болып табылады. ОМДП негізгі сорғы, диспетчерлік пункт, сүзгілердің тораптары, қысымды реттеу торабы және трансформаторлық қосалқы станцияны (ТҚС) қамтитын құрылыстар кешені болып табылады. ОМДП кен орнын қолданыстағы МАС арқылы "Қаламқас – Ақтау" магистральдық мұнай құбырына қосуға арналған. ОМДП және МАС диаметрі 400 мм және ұзындығы 25 км мұнай құбырымен қосылған.

Негізгі сорғы стансасында айналу жиілігі 1500 айн/мин болатын үш асинхронды қозғалтқыштардан айналмалы моментті алатын, 50 Гц жиілігімен 380 В айнымалы кернеумен қоректенетін, сондай-ақ 212 А номиналды тоқты тұтынатын үш ортадан тепкіш сорғы орналасқан.

#### 4.2 Басқару жүйесінің капиталды салымдарын есептеу

Капиталды салым – бұл электр жетегі құнының жиынтығы, өңделген басқару жүйесі іске асырылатын электр аппаратурасының құны, монтаждық жұмыстар мен көлік қызметтерінің құны болып табылады.

Капиталды салымдар мынадай формула бойынша есептеледі:

$$K = k_{\text{эп}} + k_{\text{пр}} + k_{\text{мр}} + k_{\text{тр}}, \quad (4.1)$$

мұндағы  $k_{\text{эп}}$  – электржетектің құны, тг;

$k_{\text{пр}}$  – іске қосу реттеу аппаратурасының құны, тг;

$k_{\text{мр}}$  – монтаждау жұмыстарының құны, тг;

$k_{\text{тр}}$  – көлік жұмыстарының құны, тг.

Электржетек - жиілік түрлендіргіші бар асинхронды қозғалтқыштың жиынтығы болып табылады. Осылайша, электр жетегінің құны, қозғалтқыштардың санын ескере отырып, жиілік түрлендіргіші бар қозғалтқыштың құнынан тұрады:

$$k_{\text{эп}} = n \cdot k_{\text{дв}} + k_{\text{п}}, \quad (4.2)$$

мұндағы  $k_{\text{дв}}$  – асинхронды қозғалтқыштың құны, теңге;

$k_{\text{п}}$  – жиілік түрлендіргішінің құны, теңге;

$n$  – қозғалтқыштардың саны.

$$k_{\text{эп}} = 3 \cdot 1250 + 1500 = 5250 \text{ мың. теңге.}$$



Іске қосу-реттеу аппаратурасының құны, электржетектің жиілік құнының құрамдас бөлігі ретінде есептеледі:

$$k_{\text{пр}} = 0,12 \cdot k_{\text{п}}. \quad (4.3)$$

$$k_{\text{пр}} = 0,12 \cdot 5250 = 630 \text{ мың. теңге.}$$

Монтаждау жұмыстарының құны сорғы агрегаты үшін және электр жетегі үшін бөлек есептеледі. Электр жетегін монтаждау үшін оның құнының 6% алынады, ортадан тепкіш сорғыны монтаждау үшін оның құнының 5% алынады:

$$k_{\text{мр}} = 0,06 \cdot k_{\text{эп}} + 0,05 \cdot k_{\text{п}}, \quad (4.4)$$

мұнда  $k_{\text{п}}$  – үш сорғы агрегатының құны, теңге.

$$k_{\text{мр}} = 0,06 \cdot 5250 + 0,05 \cdot 1920 = 411 \text{ мың. теңге.}$$

Көлік қызметтеріне жұмсалатын шығындар, электр жетегі мен монтаждық жұмыстар құнының 2% құрайды:

$$k_{\text{тр}} = 0,02 \cdot (k_{\text{эп}} + k_{\text{мр}}). \quad (4.5)$$

$$k_{\text{тр}} = 0,02 \cdot (5250 + 411) = 113 \text{ мың. теңге.}$$

Жалпы капиталдық салымдарды (3.1) формула бойынша анықтаймыз

$$K = 5250 + 630 + 411 + 113 = 6404 \text{ мың. теңге.}$$

### 4.3 Ағымдағы жылдық пайдалану шығындарын есептеу

Ағымдағы жылдық шығындар деп мынадай формула бойынша есептелетін мұнай айдау сорғы станциясын пайдалануға арналған жыл сайынғы шығындар түсініледі:

$$И = И_{\text{зп}} + И_{\text{сн}} + И_{\text{м}} + И_{\text{э}} + И_{\text{а}} + И_{\text{н}}, \quad (4.6)$$

мұндағы  $И_{\text{зп}}$  – еңбекақы төлеу қорына шығындар, тг;

$И_{\text{сн}}$  – әлеуметтік салық шығындары, тг;

$И_{\text{э}}$  – өндірістік мұқтаждықтар үшін электр энергиялық шығындар, тг;

$И_{\text{м}}$  – материалдық шығындар мен қосалқы бөлшектерге арналған шығындар, тг;

$I_A$  – амортизациялық аударымдар шығындары, тг;

$I_H$  – қосымша шығындар, тг.

Бастапқы үшін ағымдағы жылдық шығындардың құрамдастарын анықтаймыз. Жалақы шығындары мына формула бойынша есептеледі:

$$I_{3П} = 12 \sum_{i=1}^m n_i z_i, \quad (4.7)$$

мұнда  $m$  – әр түрлі лауазымдар саны;

$n_i$  –  $i$  лауазым бойынша мамандар саны;

$z_i$  – 1-ші жұмысшының айлық лауазымдық жалақысы.

Қарастырылып отырған мұнай айдау сорғы үшін әрбір маманның айлық лауазымдық сыйақы мөлшерлемесі бойынша мән, 4.1 – кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – қызметкерлердің ай сайынғы жалақысы

Жылдық шығындарды есептеу		
Лауазымдар тізімі	саны	Бір жұмысшының лауазымды жалақысы
Станция бастығы	1	270000
Аға инженер	1	200000
БӨАЖА инжегене	2	150000
Электромонтер	3	120000
Барлығы	7	1130000

4.1 – кестенің мәні бойынша жылдық шығындарды мына формула бойынша есептейміз (4.7):

$$I_{3П} = 12 \cdot (1 \cdot 270000 + 1 \cdot 200000 + 2 \cdot 150000 + 3 \cdot 120000) = 13560 \text{ мың. теңге.}$$

Әлеуметтік салық шығындары, жалақы шығындары мен зейнетақы қорына шығындар айырмасының 11% ретінде есептеледі:

$$I_{CH} = 0,11(I_{3П} - I_{ПФ}), \quad (4.8)$$

мұнда  $I_{ПФ}$  – зейнетақы қорына кететін шығындар, жылдық еңбекақыға кететін шығындардың 10% - ы ретінде анықталады, яғни 1356 мың.теңге.

$$I_{CH} = 0,11 \cdot (13560000 - 1356000) = 1342,440 \text{ мың. теңге.}$$

Материалдық шығындар мен қосалқы бөлшектерге арналған шығындар

$$I_{\text{Э}} = W_{\text{п}} I_{\text{Эу}} N, \quad (4.9)$$

мұндағы  $W_{\text{п}}$  – шығындарды ескере отырып, электр энергиясын жылдық тұтыну, кВт·сағ;

$I_{\text{Эу}}$  – электр энергиясының тарифі, тг/(кВт·сағ);

$N$  – қозғалтқыштардың саны.

Электр энергиясының жылдық шығындары:

$$\Delta W_{\text{п}} = \Delta P_{\text{ср}} T_{\Gamma}, \quad (4.10)$$

мұнда  $\Delta P_{\text{ср}}$  – уақыт бойынша орташаланған активті қуат шығындары, кВт;

$T_{\Gamma}$  – жылдық жұмыс уақыты, сағ / жыл.

Жылдық жұмыс уақыты  $T_{\text{М}}$  жүктеменің максимумын пайдалану сағаттарының жылдық санының 90% ретінде есептеледі (аптасына 5 күн 6 сағаттан):

$$T_{\Gamma} = 0,9 \cdot T_{\text{М}}, \quad (4.11)$$

$$T_{\Gamma} = 0,9 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 52 = 1404 \text{ сағ/жыл.}$$

Жылдық тұтынуды анықтау үшін активті қуаттың орташа шығынын есептеу қажет:

$$\Delta P_{\text{с}} = 4P_{\text{М}}\tau, \quad (4.12)$$

мұнда  $P_{\text{М}}$  – активті қуаттың максималды шығындары, кВт;

$\tau$  – максимал шығындарды пайдаланудың салыстырмалы уақыты.

Пайдаланудың салыстырмалы уақыты жылдық жұмыс уақытына максималды жүктемені пайдалану сағаттарының жылдық саны уақытының 70% ретінде қабылданады:

$$\tau = 0,7 \frac{T_{\text{М}}}{T_{\Gamma}}. \quad (4.13)$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{1560}{1404} = 0,78.$$

Активті қуаттың ең жоғары шығындары, бос жүрістің жиынтық шығындары және тиеу коэффициентін ескере отырып номиналды жүктелу шығындары ретінде көрсетіледі:

$$P_{\text{М}} = \Delta P_{\text{хх}} + \Delta P_{\text{нн}} K_3^2, \quad (4.14)$$

мұндағы  $\Delta P_{\text{хх}}$  – бос жүрістің номинал шығындары ,кВт;

$\Delta P_{\text{нн}}$  – номинал жүктеу шығындары, кВт;

$K_3$  – жүктеу коэффициенті ( $K_3 = 0,8$ ).

Бос жүрістің номиналды шығындары және жүктеу шығындары  $\Delta P_{\text{н}}$  қозғалтқышының номиналды активті шығындарына байланысты:

$$\Delta P_{\text{нн}} = 0,67 \Delta P_{\text{н}} \quad (4.15)$$

$$\Delta P_{\text{xx}} = 0,55 \Delta P_{\text{нн}} \quad (4.16)$$

Қозғалтқыштың номиналды активті шығындары мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\Delta P_{\text{н}} = P_{\text{н}}(1 - \eta)/\eta \cdot K_3, \quad (4.17)$$

мұндағы  $P_{\text{н}}$  – қозғалтқыштың номиналды қуаты ( $P_{\text{н}} = 200$  кВт), кВт;

$\eta$  – номиналды ПӘК ( $\eta = 0,925$ ).

$$\Delta P_{\text{н}} = 200 \cdot (1 - 0,925)/0,925 \cdot 0,8 = 12,972 \text{ кВт.}$$

(4.15) және (4.16) формулалар бойынша есептейміз:

$$\Delta P_{\text{нн}} = 0,67 \cdot 12,972 = 8,691 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{\text{xx}} = 0,55 \cdot 8,691 = 4,78 \text{ кВт.}$$

(4.14) формула бойынша активті қуаттың ең жоғары шығынын анықтаймыз:

$$P_{\text{М}} = 4,78 + 8,691 \cdot 0,8^2 = 10,343 \text{ кВт.}$$

(4.12) формула бойынша есептейміз:

$$\Delta P_{\text{с}} = 4 \cdot 10,343 \cdot 0,78 = 32,179 \text{ кВт.}$$

Сонымен, электр энергиясының жылдық шығынын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\Delta W_{\text{п}} = 32,179 \cdot 1404 = 45179,758 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Электр энергиясын жылдық тұтыну мына формула бойынша есептеледі:

$$W = 4T_{\text{М}}P_{\text{н}}, \quad (4.18)$$

$$W = 4 \cdot 1560 \cdot 12,972 = 1248000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Шығындарды ескере отырып, электр энергиясын жылдық тұтыну:

$$W_{\Pi} = W + \Delta W_{\Pi}, \quad (4.19)$$

$$W_{\Pi} = 1248000 + 45179,758 = 1293179,759 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

(4.9) өндірістік мұқтаждықтардың электр энергиясына кететін шығындарды анықтаймыз:

$$I_{\text{Э}} = 1293179,759 \cdot 12,78 \cdot 3 = 49580,512 \text{ мың. теңге.}$$

Амортизациялық шығындар капитал салымдарының 5% құрайды және мына формула бойынша анықталады:

$$I_{\text{А}} = 0,05K. \quad (4.20)$$

$$I_{\text{А}} = 0,05 \cdot 6404 = 320,02 \text{ мың. теңге.}$$

Қосымша шығындар барлық есептелген шығындар сомасының 15% ретінде қабылданады:

$$I_{\text{Н}} = 0,15(I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СН}} + I_{\text{М}} + I_{\text{Э}} + I_{\text{А}}). \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{Н}} &= 0,15 \cdot (1356 + 1342,44 + 32,02 + 49580,512 + 320,02) \\ &= 9725,277 \text{ мың. теңге.} \end{aligned}$$

Осылайша, (4.6) формулаға сәйкес ағымдағы жылдық шығындар осылай есептеледі:

$$\begin{aligned} I &= 1356 + 1342,44 + 32,02 + 49580,512 + 320,02 + 9725,277 \\ &= 78628,461 \text{ мың. теңге.} \end{aligned}$$

#### **4.4 Өңделген басқару жүйесін енгізу есебінен экономикалық пайданы есептеу**

Мұнай айдау сорғы агрегатының электржетегін басқарудың дайын жүйесі, электр энергиясын тұтынуды айтарлықтай төмендетуге және мұнайды жоспарлы айдау үшін үздіксіз беруді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы жиілік түрлендіргіштерінде енгізілетін жүйені іске асыру, өндірісті автоматтандырудың ең жоғары деңгейіне сәйкес келеді. Осылайша сорғы станциясын орталықтандырылған бақылау және басқару мәселесі шешілуде. Жоғарыда аталған артықшылықтардың жиынтығы жоғары техникалық –

экономикалық көрсеткіштерге қол жеткізу үшін энергетикалық ресурстарды ұтымды бөлуге, сондай-ақ барлық агрегаттардың сенімді жұмысына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Экономикалық тиімділікті басқару жүйесін енгізу арқылы мына формула бойынша анықтаймыз:

$$E = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{K}, \quad (4.22)$$

Мұнда  $\Pi_1$  – енгізілетін жүйені іске асыруға дейінгі пайда, тг;

$\Pi_2$  – жүйені енгізгеннен кейін пайда, тг.

Пайда-сатылған өнімнің құны мен пайдалану шығындарының арасындағы айырмашылық. Біздің жағдайда өнім ОМДП-дан магистральдық мұнай құбырына айдалған мұнай көлемі болып табылады. Ұсынылып отырған басқару жүйесі мұнай айдаудың жоспарлы – берілген көлеміне әсер етпейтіндіктен, формуланы (4.22) келесі түрде қайта жазуға болады:

$$E = \frac{I_1 - I_2}{K}, \quad (4.23)$$

мұнда  $I_1$ –енгізілетін жүйені іске асыруға дейінгі жылдық шығындар, тг;

$I_2$  – жүйені енгізгеннен кейінгі жылдық шығындар, тг.

Енгізілетін жүйе жаңа жабдықты сатып алуды және ескі жабдықты ауыстыруды талап етпейді, сондай-ақ персоналды қысқартудың қажеті жоқ. Сондықтан электр энергиясына және қосымша шығындарына арналған шығындарды қоспағанда, пайдалану шығындарының барлық құраушылары (4.6) формулаға сәйкес, ал (4.23) өзгеріссіз қалады. Демек, экономикалық тиімділік электр энергиясына кететін шығындардың айырмасымен анықталады:

$$E = \frac{(I_{Э1} - I_{Э2})(1 - 0,15)}{K}, \quad (4.23)$$

мұнда  $I_{Э1}$  – енгізілетін жүйені іске асыруға дейінгі электр энергиясына шығындар, тг;

$I_{Э2}$  – жүйені енгізгеннен кейін электр энергиясына кететін шығындар, тг.

Мұнай айдау сорғыларының реттелетін электр жетектерін өткізу мысалдары электр энергиясын үнемдеу 20-30% - ға жетуі мүмкін екенін көрсетеді. Біздің жағдайда 25% үнемдеуді қабылдаймыз. Электр энергиясының жылдық тұтынуын есептей отырып, шығындарды есептейміз:

$$W_{2П} = 0,75 \cdot 1293179,759 = 969884,8 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Басқару жүйесін іске асырғаннан кейінгі электр энергиясының шығындары:

$$И_{32} = 969884.8 \cdot 12,78 \cdot 3 = 37185,384 \text{ мың. теңге.}$$

Сонда формуладан алынған капиталдық салымдардың экономикалық тиімділігі (4.23):

$$E = \frac{(49580,512 - 37185,384) \cdot 0,85}{6404} = 1,61.$$

Жобаның өтелу мерзімі мына формула бойынша есептеледі:

$$T = \frac{1}{E}, \quad (4.24)$$

$$T = \frac{1}{1,61} = 0,62.$$

Келесі шарттағы нұсқа тиімді болып есептеледі:

$$T \leq T_n, E \geq E_n \quad (4.25)$$

мұнда  $T$  – есептік өтелу мерзімі;

$T_n$  – нормативті өтелу мерзімі, 6,7 жылға тең;

$E$  және  $E_n$  – есептік және нормативтік тиімділік коэффициенттері ( $E_n = 0,15$ ).

Формула бойынша:

$$0,62 \leq 6; 1,61 \geq 0,15$$

Осы дипломдық жұмыстың бұл тарауында жүргізілген есептеулер, дайындалған басқару жүйесі экономикалық жағынан тиімді екенін көрсетті. Мұнай айдау сорғысының электржетегін басқарудың енгізілетін жүйесі 8 ай өтелу мерзімі кезінде жылына 12,4 млн.теңге электр энергиясын тұтынуда үнемдеуге мүмкіндік береді. Қаржылық салымдар 6404 мың теңгені құрады.

## Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста мұнай айдау сорғы агрегатының асинхронды электржетегін автоматты басқару жүйесі құрастырылған. Ұсынылып отырған басқару жүйесі, электржетекте электромеханикалық түрлендірудің динамикасын сипаттайтын процестердің математикалық моделінің негізінде құрылған. Мұндай тәсіл жүктемелерге неғұрлым тұрақты басқару жүйесін әзірлеуге мүмкіндік берді. Мұндай басқару жүйесіне қол жеткізу үшін параметрлерді талдау және синтездеу дипломдық жұмыстың екінші бөлімінде көрсетілген.

Құбырлардың жұмыс режимін реттеу тәсілдері қарастырылды. Енгізілген басқару жүйесі, қазіргі заманғы жиілік түрлендіргіштерінде іске асырылады, оларды пайдалану мұнай ағынын реттеудің дәстүрлі тәсілдерімен салыстырғанда электр энергиясын тұтынуды айтарлықтай төмендетуге Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде Негізгі капиталды салымдарды және жобаның өтелу мерзімін есептеу жолымен құрастырылған басқару жүйесін енгізудің техникалық – экономикалық негіздемесі жүргізілді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде негізгі сорғы орталық пунктiнiң қызмет көрсетуші персоналына және мұнайды дайындауға арналған барлық ықтимал тәуекелдер қарастырылған. Жасанды жарықтандыру және бөлменің микроклиматының тексеру есептері жүргізілді. Есептеу нәтижелері, сорғы жабдығының қазіргі заманғы санитарлық – гигиеналық нормаларға сәйкес келетіндігін көрсетті.



## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Гумеров А.Г., Борисов К.А., Козловский А.Ю. Внедрение энергосберегающих технологий в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов. – Нефтяное хозяйство. 2007. №3. С.85 – 8.
- 2 Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. – Уфа. 2002. «ДизайнПолиграфСервис».
- 3 Ухин Б.В. Гидравлические машины. – ИНФРА – М. Москва, 2011. С.
- 4 Васильковский В.В. Частотно – регулируемый электропривод насосных агрегатов в нефтепродуктоводном транспорте нефти. – Нефтепереработка и нефтехимия. 1989. №6. С. 36 – 38.
- 5 Гольянов А.И., Михайлов А.В., Нечваль А.М. Выбор рационального режима работы магистрального нефтепровода. – Транспорт и хранение нефтепродуктов. 1965. №6. С. 19 – 22.
- 6 Москоленко В.В. Электрический привод. – Москва «Академия» 2007.
- 7 Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – Москва «АКАДЕМ» 2004.
- 8 Онищенко Г.Б. Электрический привод. – М.: РАСХН, 2003.
- 9 Петрова А.М. Теория автоматического управления. – М. «АКАДЕМ» 2009.
- 10 Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода – Электроэнергетика и Электротехнология. Алматы, 2011.
- 11 Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009.
- 12 Голубина А.Ю. Экономика отрасли. Методические указания. Алматы, 2011.
- 13 Семенов Ю.П. Светотехнический расчет. Практикум. – М. Москва 2006.
- 14 Круглов Г.А. Теплотехнический расчет микроклимата производственных помещений. Санкт – Петербург «Лань» 2005.
- 15 Оболенский Н.В. Практикум по холодильному оборудованию и вентиляционному оборудованию. – Москва «КолосС», 2007.
- 16 Б.И.Түзелбаев, А.А. Жакупов. Экономика, өндірісті ұйымдастыру және басқару. Бітірішілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін. – Алматы: АЭЖБИ, 2010 ж. – 23б.
- 17 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат – Алматы: АИЭС, 2009.
- 18 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау: : 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы студенттеріне

арналған экономика бөлімін орындауға әдістемелік нұсқаулықтар – Алматы:  
АЭЖБУ, 2015.