

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Эрланұлы Әділет

«Сорғы станциясын автоматтандыру»

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физ.-мат. ғыл. кандидаты  
Алдияров Н. У.  
« 3 » 06 2023 ж.

Дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Сорғы станциясын автоматтандыру»

6В07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Орындаған

Рецензент

техника ғылымдарының  
кандидаты, доцент

Туманов И.Е.

« 2 » Маусым 2023 ж.

Эрланұлы Әділет

Ғылыми жетекші  
техника ғылымдарының  
кандидаты, доцент

Орынбет М.М.

« 3 » Маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.П. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

61307103 – Автоматтандыру және роботтандыру

**БЕКІТЕМІН**

Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физ.-мат. ғыл. кандидаты

Алдияров Н.У.

« 31 » 06 2023 ж.



**Дипломдық жұмысты орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Эрланұлы Әділет

Тақырыбы: «Сорғы станциясын автоматтандыру»

Университет проректоры Б.А. Жаутиковтың «23» қараша 2022ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «13» 06 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): функционалдық сұлба

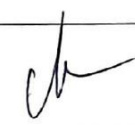


Жұмыс презентациясы 14 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 17 атаулардан тұрады.

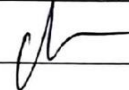
Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	15.02.23 - 03.03.23.	
Арнайы бөлім	15.03.23 - 17.04.23.	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Орынбет М.М., техника ғылымдарының кандидаты, доцент	26.05.23	
Арнайы бөлім	Орынбет М.М., техника ғылымдарының кандидаты, доцент	26.05.23	
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	29.05.23	

Ғылыми жетекшісі

 Орынбет М.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы

 Эрланұлы Ә.

Күні

« 26 » маусым . 2023 ж.

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жоба тұрғын үйді сумен қамтамасыз етуге арналған сорғы станциясының жұмысын автоматтандыру жүйесін әзірлеуге және енгізуге арналған. Жұмыста сорғы станцияларының жұмысының негізгі принциптері, сондай-ақ автоматтандырылмаған жүйелерді пайдалану кезінде пайдаланушылар кездесетін мәселелер қарастырылады.

Мәселені шешу ретінде сорғы станциясының жұмысын бақылау және сумен жабдықтау жүйесінде алдын ала белгіленген қысым деңгейін ұстап тұру үшін автоматты басқару жүйесі әзірленді.

Сорғы станциясының жұмыс процесін модельдеу оның жұмысын оңтайландыруға және тұтастай алғанда бүкіл жүйенің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуді қолдану арқылы жүзеге.

## АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект посвящен разработке и внедрению системы автоматизации работы насосной станции, предназначенной для обеспечения водой жилого дома. В работе рассмотрены основные принципы работы насосных станций, а также проблемы, с которыми сталкиваются пользователи при использовании неавтоматизированных систем.

В качестве решения проблемы была разработана система автоматического управления, позволяющая контролировать работу насосной станции и поддерживать заданный уровень давления в системе водоснабжения.

Проведено моделирование процесса работы насосной станции с использованием специализированного программного обеспечения, что позволило оптимизировать её функционирование и повысить эффективность работы всей системы.

## ANNOTATION

This graduation project devoted to the development and implementation of an automation system for the operation of a pumping station designed to provide water to a residential building. The paper discusses the basic principles of operation of pumping stations, as well as the problems that users face when using non-automated systems.

As a solution to the problem, an automatic control system was developed to control the operation of the pumping station and maintain a predetermined pressure level in the water supply system.

The modeling of the process of operation of the pumping station was carried out using specialized software, which made it possible to optimize its functioning and increase the efficiency of the entire system as a whole.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық болім	8
1.1 Сорғы қондырғыларының құрылысы. Сорғының жұмыс істеу принципі	8
1.2 Ортадан тепкіш сорғының түрлері	10
1.3 Сорғы қондырғыларының қолданылу аймағы	15
2 Арнайы болім	18
2.1 Сорғы қондырғыларының автоматтандырылуы	18
2.2 Сорғы қондырғыларының жұмыс режимін реттеу	19
2.3 Сорғының берілісі мен сұйық қысымын реттеу	20
2.4 Сорғы қондырғыларының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар	24
2.5 Электр жетегін таңдау және негіздеу	27
3 Электр жетегінің негізгі элементтерін анықтау	31
3.1 Сорғыш қондырғысының электрқозғалтқышын таңдау және қуатын есептеу	31
4 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау	36
4.1 Жиілік түрлендіргіші мен күштік сұлбасының элементтері және оның параметрлерінің есептеу	36
4.2 Транзистордың және кері ток диодтары арқылы келетін токтың орташа мәнін есептеу	39
4.3 Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасын жобалау және оның параметрлерін есептеу	41
5 Электр жетегінің механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу	45
6 Басқару жүйесінің параметрлерін есептеу және электр жетегі басқару жүйесін жобалау	51
6.1 Электр жетектің функционалды сұлбасы	49
6.2 Сорғы қондырғысының математикалық сипаттамасы	49
6.3 Құрылымдық сұлбаны ойлап құрастыру және оның параметрлерін есептеу	50
6.4 Құрылымдық сұлбаны сызықтандыру және реттеуішті баптау	53
6.5 Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру және өтпелі үрдістерін зерттеу	54
Қорытынды	58
Қысқартылған сөздер тізімі	59
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	60
А қосымшасы	61
В қосымшасы	62
С қосымшасы	63

## КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Статистика бойынша Қазақстанда өндіріліп шығарылған энергияның шамамен 1/5 бөлігі, халық шаруашылығының әр түрлі салаларында қолданылатын, ортадан тепкіш сорғылармен тұтынылады. Сұйық берілісі және газдар үшін арналған ортадан тепкіш механизмдер (желдеткіш, сорғы, компрессор) электр энергиясының шығының қысқартуға, ерекше потенциалдық мүмкіндіктерге ие болатын негізгі жалпы өндірістегі механизмдер болып табылады.

Ортадан тепкіш механизмдердің салмағы, үлкен қуаты, жұмыс істеу ұзақтығы сияқты ерекше жағдайларына байланысты ереже бойынша түсіндіріледі. Көрсетілген жағдайлар энергетикалық баланста бұл механизмдердің түбегейлі меншікті салмағын анықтап жатыр. Қазіргі экономикалық қатынастардың шарттарында, энергоресурстардың барлығын қажетті тиімділікті жоғарылататын, энергияны сақтап қалатын технологияларды кең масштабта қолдану болып табылады. Бұл есепті шешудің негізгі мәселенің бірі, автоматтандырылған электр жетегінің құралдары көмегімен өнеркәсіптік объектілерде энергия тұтынылуын төмендету.

Ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының автоматтандырылған электр жетегі жүйесі ретінде, өте қарапайым және сенімді асинхронды қозғалтқыштары бар, реттелетін электр жетектері кең қолданыс тапты. Қазіргі элементтік базаға ауыстыру, салмағын және энергетикалық, қолдану кезіндегі көрсеткіштерді біршама жақсартады.

Сорғы станцияларының (қондырғыларының) электр жетектерін реттеу, тиімді жұмыс істеу режимімен қамтамасыз етіледі. Сумен жабдықтау жүйесінің электр жетектеріндегі жиіліктік-түрлендіргіш негізіндегі автоматтандырылған реттеудің жүйелерінің қолданылуы, бәрінен бұрын, сорғылардың электр жетектерінің электр энергиясының тұтынылуын азайтуға мүмкіндік береді және бұл кезде сұйықтың артық қысымы жасалмайды. Сорғы электр қозғалтқышының айналу жиілігін реттеудің арқасында сұйық қысымы тұрақты боп тұрады. Бұл дипломдық жобада көп қабатты үйлерді сумен жабдықтайтын сорғы қондырғысының автоматтандырылған электр жетегі жобаланған.

Жұмыстың мақсаты. Дипломдық жобаның мақсаты, тұрғын үйдің сорғы қондырғысы үшін тиімді электр қозғалтқыш типін таңдай және тиімді реттеу тәсілін таңдау. Жобада сорғы қондырғысының түрлері, құрылысы және жұмыс режимдерін реттеу туралы мәліметтер келтірілген.

Жұмыстың тапсырмалары мен міндеттері. Жобаның есебі ретінде, таңдалған асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін және электр жетегінің күштік тізбегін ойлап құрастырып, оның параметрлерін есептеп, электрқозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын тұрғызу. Автоматты басқару жүйесінің функционалды сұлбасын құру, әдебиеттерге сүйене отырып реттеу әдістерін көрсету, басқару әдісіне экономикалық негізде негіздеме беру. Электр жетегінің имитациялық моделін құрастыру және олардың өтпелі үрдістерінің графигтерін алу.

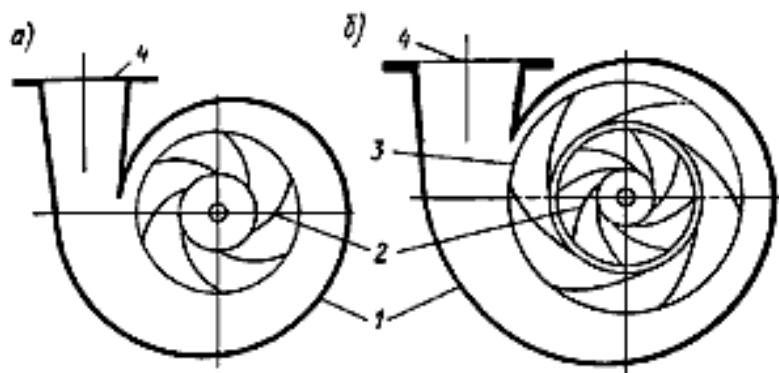
## 1 Технологиялық бөлім

### 1.1 Сорғы қондырғыларының құрылысы. Сорғының жұмыс істеу принципі

Жұмысшы дөңгелегінің әсер етуі арқасында, сұйық дөңгелектен жоғарғы қысым мен үлкен жылдамдықпен шығады. Шығыс жылдамдық болса, сұйықтың сорғыдан шықпастан бұрын, сорғы корпусының қысымына айналады.

Жылдамдық сұйық күшінің өзгерісі пьезометриялыққа жарым–жарты шиыршықты бұрмада 1 (сурет – 1) жүзеге асады немесе бағыттаушы аппаратта 3. Сұйық дөңгелек 2 – ден шиыршықты бұрма арнасына ақырын өсіп келуші қималарына ағып түсуіне қарамастан, жылдамдықтың сұйық күші пьезометрлық түрде түрленуі ең бастысы конустық түрдегі келтекұбырында 4 іске асырылады. Егерде сұйық жұмысшы дөңгелегінен бағыттаушы аппаратының арнасына бағытталып түссе, онда осы арналарда түрленудің көп бөлігі орындалады [1].

Айналып тұрған дөңгелек сұйықты қамтиды және оны қысымдауыш құбырға қарай бағыттайды. Жұмыс істейтін дөңгелектің айналуы кезінде, жіберілуден бұрын құйылған сұйықтық, қалақшаның және центрден тепкіш пен Кориолис күші әсерінен дөңгелек центрінен оның қалақша жағалай шеткі аймағына жылжиды, одан соң спиралды камера арқылы қысымдауыш құбырға беріледі.



1.1 - сурет – Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының шиыршықты бұрмамен сұлбасы; а – бағыттаушы аппараты жоқ; б – бағыттаушы аппараты бар

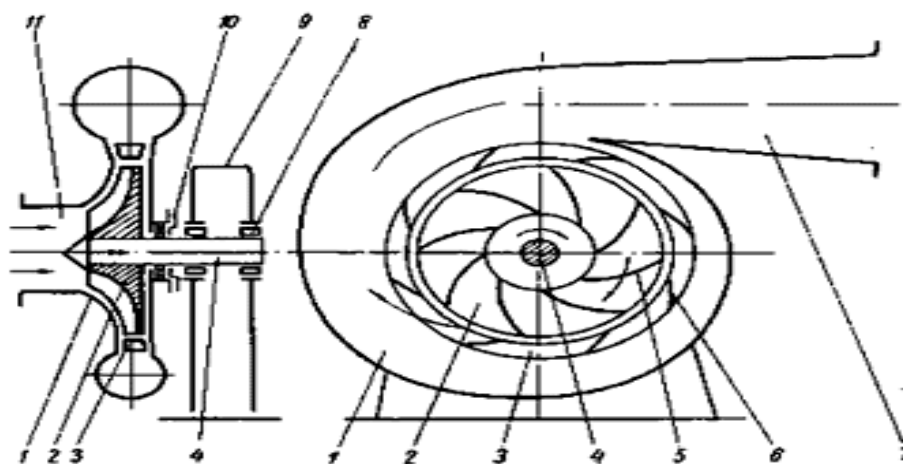
Бағыттаушы аппарат гидравликалық турбиналардың жұмыс істеу қабілетінің арқасында, сорғы қондырғысының құрылысына енгізілген. Мұнда бағыттаушы аппараттың болуы керек. Ертедегі сорғы құрылысының құрамында бағыттаушы аппараты болса, турбонасос деп аталатын.

Спиральды түрдегі формада берілген жұмысшы доңғалағы 2, қозғалмайтын корпус ішінде орналасқан (1.2 сурет ). Ортадан тепкіш сорғының



негізгі жұмысшы бөлігі болып табылады. Білік 2 – ге бекітілген. Дөңгелек екі дисктен (алдыңғы 3 және артқы 4) құралған. Олардың арасында қалақшалар 8, бір бағытта бірқалыпты майысқан, қарама-қарсы айналу бағытында айналатын дөңгелектер [2]. Қалақшалар дисктерді біртұтас етіп жалғап тұратын бөлігі. Дисктердің ішкі беттері мен қалақша беттері доңғалақ арналымының қалақшааралығын құрайды. Бұлар өз кезегінде сорғы жұмыс істеп тұрғанда айдап шығаратын сумен толтырылған. Ротор мойынтірек 8 бөлігінде айналады. Айналатын және қозғалмайтын бөліктері арасын, сорғы құрылысының ішінде циркуляцияны азайту үшін нығыздап 10, сорғыдан сұйық ақпау үшін араларын тығыздап бекітеді. Әр сұйық үшін жұмыстық доңғалағының айналуына (масса  $m$ ), жылдамдықпен қозғалып келе жатқан, білек ось арасындағы арақашықтықта, қалақшааралық арнасында орналасуына байланысты центрден тапқыш күш әсер етеді.

Центрлік күштер – сұйықтықты араластырып, жоғарғы қысымды тудырады [3]. Доңғалақ ортасында–жеңілдету жүреді. Қысым айырмашылығы арқасында сұйық қысым құбырына ағып келеді. Осылай сұйықтың үздіксіз айналуы арқылы жіберу, сорғы арқылы іске асады.



1.2 - сурет – Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының құрылымдық сұлбасы

1.2 – суретте көрсетілген: 1 – жұмысшы камерасы; 2 – жұмысшы дөңгелегі; 3 – бағыттаушы аппарат; 4 – білік; 5 – қалақ; 6 – бағыттаушы аппаратының қалағы; 7 – баспа сорғы; 8 – мойынтірек; 9 – сорғы корпусы; 10 – гидравликалық біліктің тығыздалған тірегі; 11 – тартып алу келтекұбыры.

Ортадан тепкіш сорғылар ең көп кең таралған динамикалық гидравликалық машиналардың бірі. Олар сумен қамтамасыз ету жүйелерінде, су тасымалдауда, жылу энергетикасында, химия өндірісінде, атом өндірісінде, авиациялық және ракеталық техникасында кеңінен қолданылаы.

Ортадан тепкіш сорғының артықшылықтарын басқа типтердегі сорғыларға қарағанда мыналар болып табылады:

- негізгі сипаттамалары  $H = f(Q)$  и  $\eta = \eta(Q)$ ,  $H$  –арын (механизм шығысындағы газ қысымы немесе сұйықтық) және ПӘК–тің жоғарғы мәнде болуы, судың берілуі кең диапазонда  $Q$  сақталуына әкеліп соқтырады;
  - айналу жиілігінің үлкен болуы, электр жетегі ретінде электрқозғалтқышы мен турбинаны қолдану ыңғайлы;
  - $N$  қуаты бірқалыпты формасының өзгерісі, шығыс тиегінің жабық тұрған кезінде сорғыны іске қосып жіберу орындалады;
  - сорғылардың жұмыс істеу тұрақтылығы, тізбектей және параллель қосылған сорғылардың бір құбырда жұмыс істеуі нәтижесінде  $H$  және  $Q$  техникалық көрсеткіштерінің көбеюі;
  - гидрожүйенің жұмыс режимінің өзгеруі кезінде өтпелі процестердің бірқалыпты өтуі;
  - шығындалатын сыйымдылық мөлшеріндегі, сұйық деңгейінен сорғы орналасуы жоғарғы болуы;
  - сорғы құнының жоғарғы емес болуы, сорғы құрылысының құрамында салыстырмалы түрде арзан материалдардың: шойын, болат, полимерлы материалдар пайдалануында;
  - ластанған сұйықта жұмыс істеуі;
- Жұмыстық дөңгелегінің айналу жиілігі бойынша реттелмейтін Ортадан тепкіш сорғылардың біраз кемшіліктері бар:
- іске қосып жіберу алдында қайта құюды қажет етеді;
  - тұтқыр сұйықты айдау кезінде ПӘК мәнінің аз болуы;
  - $Q$  сұйық беру аз мәні кезінде және  $H$  қысымның жоғарғы мәні кезінде ПӘК–тің аз болуы [4];
  - Сорғы ПӘК–і тезжіберу коэффициентінен  $\eta_s$ , жұмыс істеу режимінен, конструкциялық орындалуынан тәуелді;
- Оптималды режим кезінде үлкен сорғылардың ПӘК–нің мәні – 0,92; ал кішілердікі–шамамен 0,6 – 0,75 тең [5].

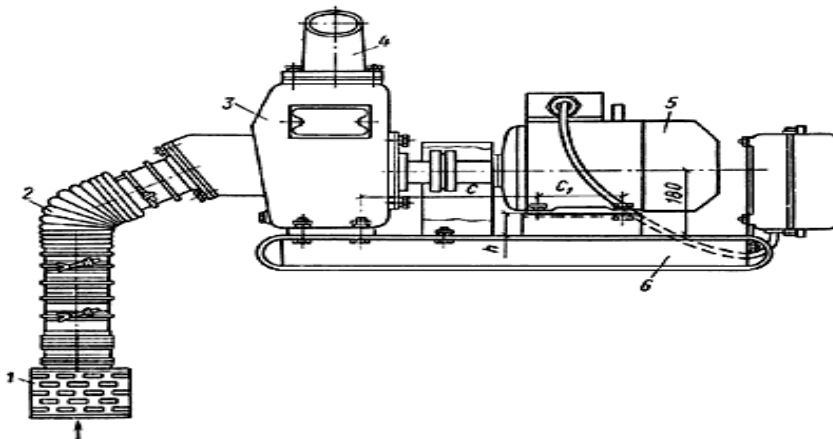
## 1.2 Ортадан тепкіш сорғының түрлері

Кесте 1.1 – Ортадан тепкіш сорғының 18 тобы

1. Консольді	10. Құйынды
2. Көлденеңді	11. Майлысорғы
3. Конденсатты	12. Грунттық
4. Тігінен	13. Фекальдық
5. Химиялық	14. Өлшенген сорғы
6. Осьтік	15. Теңізге арналған
7. Артезианды және батырмалы	16. Бензинді
8. Мұнайлы	17. Қоректендіруші
9. Масстық	18. Арналынған

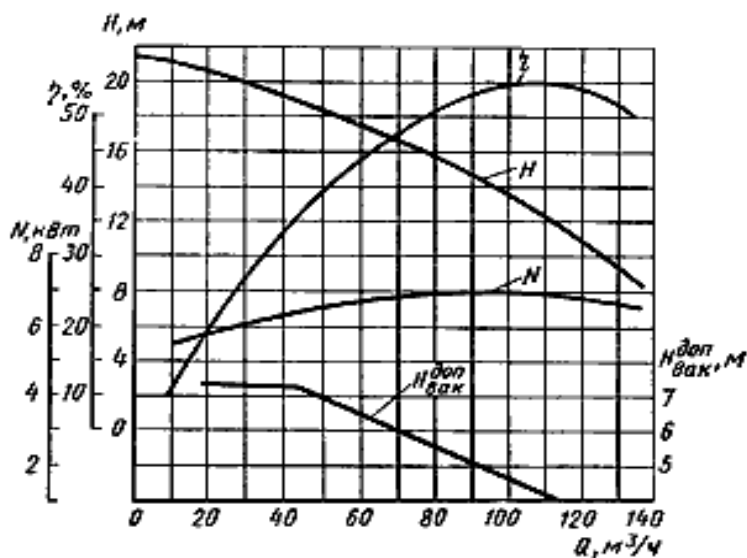
Ортадан тепкіш сорғының кең таралған типтері: бірсатылы сорғы көлденең орналасқан білігі мен біржақты кірістегі жұмыстық дөңгелегі болады.

Ортадан тепкіш сорғы 3 НЦС типті, электрқозғалтқыш 5, сорғыға жетек түрінде қызмет атқаратын және сонымен бірге рамада 6 орналасқан, 1.3 сурет – сорғы қондырғысы көрсетілген.



1.3 - сурет – НЦС – 1 Өз-өздігінен соратын ортадан тепкіш сорғының сұлбасы

Бұл сорғы негізінен таза суды айдап шығару үшін қолданылады. Су жинауға қазылған шұңқырды фундамент пен траншеяның астына өңдеуге арналған. Бұл қондырғы әр түрлі өнеркәсіп салаларында және құрылыстарда қолданылады. Сорғы қондырғысы тартып алу түтігі бар құбырдан 2, сүзгісі бар 1, судың қысымы бар келтеқұбырдан 4 құралады. Бұл сорғы типтерінің электр жетегі, электрқозғалтқышқа қарағанда, іштен жанатын бензині бар қозғалтқыштар мен жұмыс істей алады.

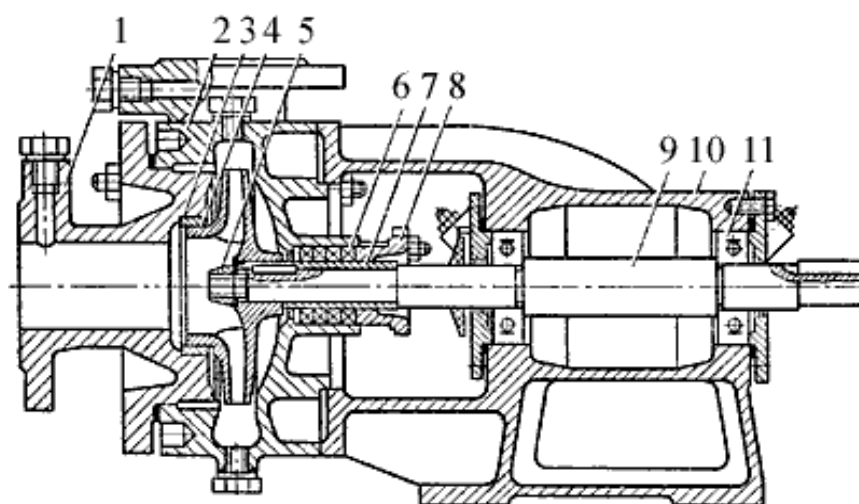


1.4 - сурет – НЦС – 1 сорғының сипаттамасы

Бірсатылы сорғы қондырғылары– консольды типті, соның ішінде К–типті бар мен жабдықталған (1.5 сурет). Электр жетегі мен электрқозғалтқышынан құралған және де таза суды беру үшін арналған.

К типті сорғы корпус 2, қақпақ корпусы 1, жұмысшы дөңгелегі 4, білік тығыздауынан, тіректен құралған. Корпус қақпағы сорғының тартып алу келтеқұбыры мен орнатылған. Жабық типті жұмыстық доңғалағы сорғы білігіне 9 сомын мен буат 5 арқылы бекітілген. 10 кВт–қа дейінгі сорғыларда жұмыстық доңғалағы жүктелмеген, ал 10 кВт–тан жоғары сорғылар осьтік күштен жүктелген [6]. Жүктелу жұмыстық доңғалағының артқы дискісінде тығыздалған белдік арқылы іске асырылады. Жүктелу арқылы білікке түсетін қысым төмендейді.

Сорғы жұмысының ресурсын ұлғайту үшін корпус және ауыстырмалы корпус (барлық сорғыларда) ауыстырмалы тығыздалған сақиналармен 3 қорғалған. Шағын саңылау (0,3–0,5мм) тығыздалған сақиналар мен жұмысшы доңғалағының тығыздалған белдеуше арасында болғаны үшін, айдап шығаратын сұйықты жоғарғы қысымнан төменгі қысымға ауысуына кедергі болады және ПӘК–тің мәні жоғары болуымен қамтамасыз етілген.

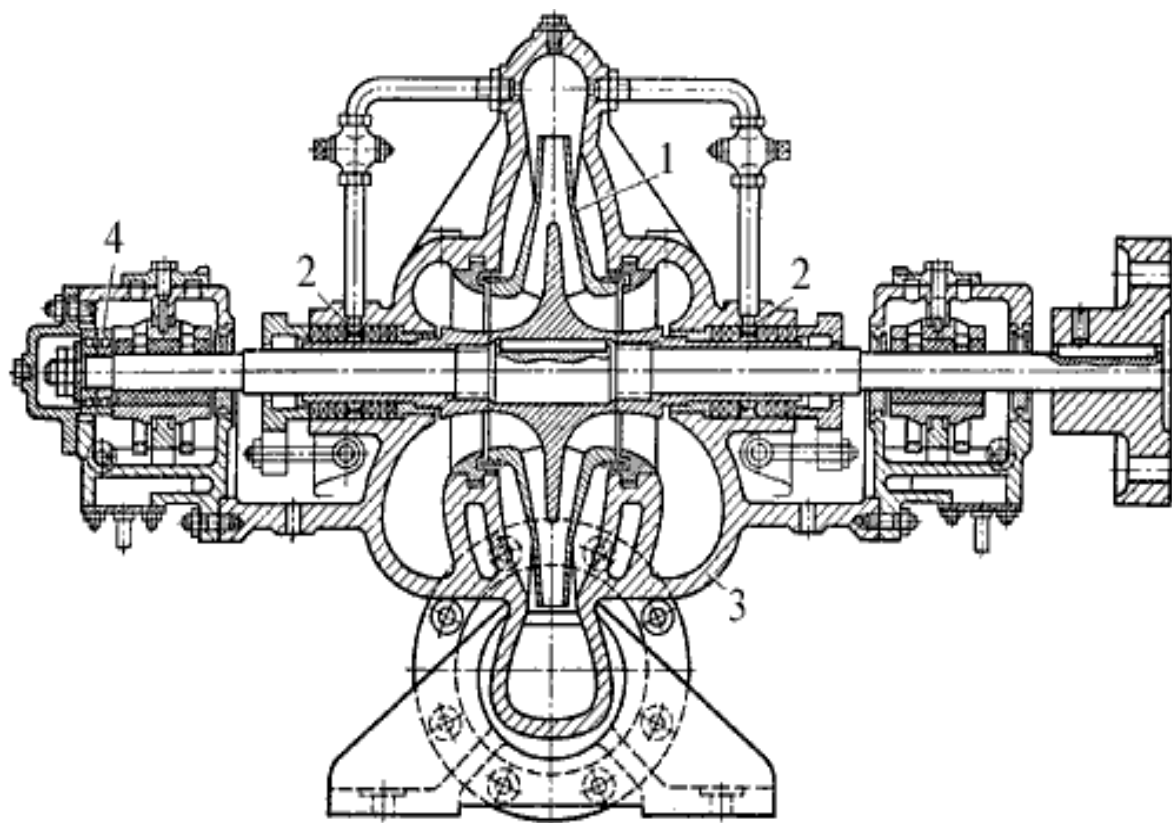


1.5 - сурет – Біржақты сұйықты тартып алатын К – типті консольді сорғының сұлбасы

Сорғы білігін тығыздау үшін арнайы жұмсақ шарбы майы мен толтырылады. Сорғы жұмысының ресурсын жоғарылату үшін білік түйінің тығыздап, ауыстырылатын қорғаныс қабықша 7 орнатылады. Осы қабықша ескіруден қорғайды. Толтырылған тығыздама 6 басқа қақпақ тығыздамасымен 8 басып тұрылады. Тіректік тіреу кройнштейн тіреуінен 10 құралған, шарлы мойынтірегінде 11 сорғы білігі орналасқан. Шарлы мойынтіректер қақпақпен жабылған. Шарлы мойынтіректер консистентті сұйықпен жағылған.

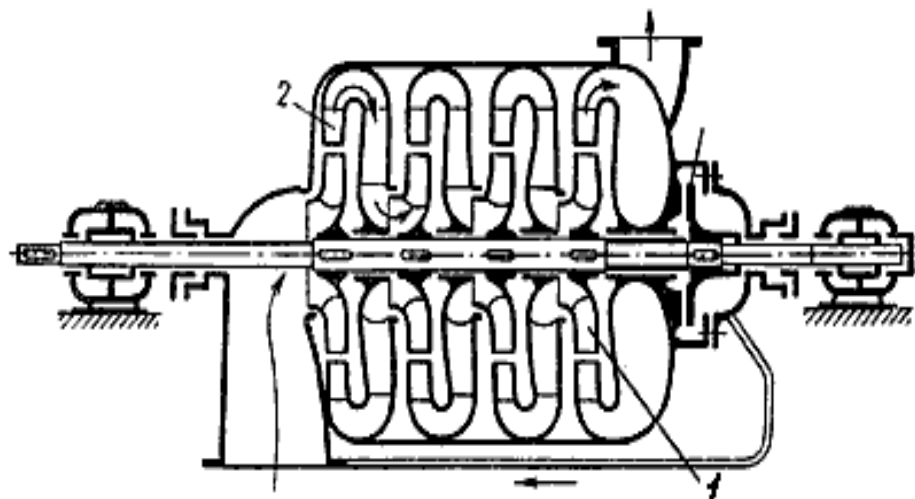
Роторды жүктеу үшін ең тиімді тәсілдердің бірі–бірсатылы сорғылардың екі жақтан доңғалағы бар – Д типті түрін қолдану (1.6 сурет). Бұлар симметриялы және екіжақты жартыспиральды жеткізіп салушы бар 3.

Жұмыстық дөңгелегінде 1 бұл ағындар жиналып, ортақ жартыспиральды бұрып жіберу арқылы шығады. Сорғы корпусының ажыраған бөліктері көлденең болып келеді [7]. Бұның арқасында ашу, тексеру, жөндеу, бөлек детальдарды ауыстыру атқарылады. Сорғы білігі тозудан қорғалынған, себебі білікке ауыстырмалы тығындар орнықтырылған. Бұл тығындар жұмыстық дөңгелекке осьтік бағытта бекітеді. Тығындама, гидравликалық тиегі 2 бар сақиналардан тұрады. Сұйық қысым арқылы сорғы бұрып жіберуінен құбырларға келіп түседі. Ротордың радиалды жүктемесі мойынтірек сырғанауымен қабылданады. Екі жақты тартып алуы бар сорғыларда сұйықтықты беру, біліктің айналу жиілігі бірдей мөндерінде үлкен тарту биіктігі, біржақты тартып алу сорғыларына қарағанда болады.



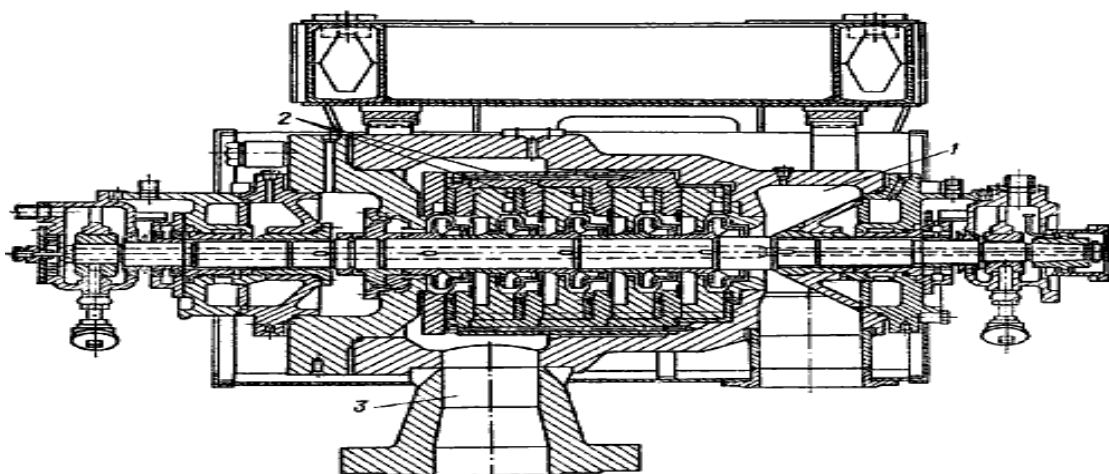
1.6 - сурет – Екі жақтан тартатын бірсатылы сорғының сұлбасы

Бірсатылы сорғылар шектеулі сұйық қысымы болады. Сол себепті сорғының қажетті сұйық қысымы, бір жұмысшы доңғалағымен тиімді жасалмаса, көпсатылы сорғы құрылысында тізбектей орналасқан доңғалақтардың қатарын қолданылады. Көпсатылы секционды ортадан тебуші күші бар сорғының 1.7 сурет көрсетілген. Сорғының әрбір қатары жұмыстық доңғалағы 1 және бағыттаушы аппарат 2 құрылады. Бұл өз кезегінде ағынды келесі жұмысшы доңғалағына бағыттайды. Мұндай сорғыда сұйық қысымы доңғалақ санына пропорционалды өседі.



1.7 - сурет – Көпсатылы секционды ортадан тепкіш сорғының сұлбесі

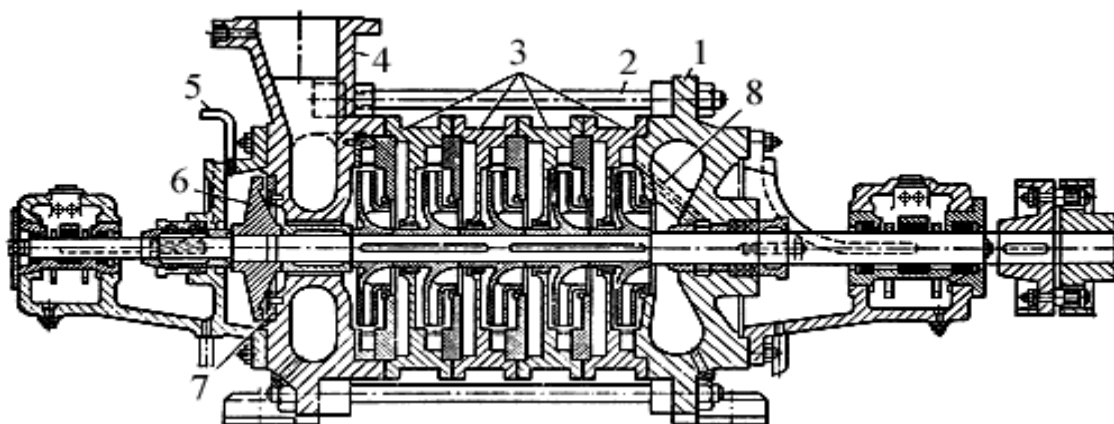
Көпсатылы құнарлы секционды турбосорғының кесіндісі 1.8 суретте көрсетілген. Сұйық ағыны тартып алу секциясынан 1 төрт аралық секциядан 2 өтіп, сұйық қысымының секциясына 3 келіп түседі. Білікті күш гидравликалық түсіру құрылымымен қабылдады.



1.8 - сурет – Қоректендіргіш турбонасос сорғының сұлбасы

Көпсатылы сорғылар үшін, білікті күштің теңестірулер есебінің маңызы, жеке баспалдақтарға әсер ететін сорғы қысымының жоғарлығы мен білік күшінің қосындысынан тұрады (1.9 сурет). Көпсатылы сорғылардың білікті күштердің теңестіру әдістерінің бірі гидравликалық өздігінен қоятын өкшені қолдану. Бұл өкшенің жұмыс істеу қабілеті келесіден тұрады. Барлық жұмыс доңғалақтар орналасқан осылай, не кіруде ағынға оларда бағыттаған бір және сол тарапты. Соңғы баспалдақтардың доңғалақтың артына, доңғалақтың біріншісінің алдында болған түтік арқылы соратын және хабарлама беретін жүк түсіретін камера болады [8]. Білікті күш роторды ауыстыруға ұмтылып жатыр, ал демек, және сіңетін түтікке қарай гидравликалық өкше бағытталған. Күштік

саңылау – гидравликалық өкше мен шетпен төлке арасында азаяды, себебі түсіру камерасында қысым не азаяды. Гидравликалық табанына(өкшеге)әсер ететін күштердің тепе–теңдігі жүрмегенше, толық қысым әсер ететін гидравликалық өкше кері бағытта қозғала бастайды.



1.9 - сурет – Жүк түсіретін табаны бар секционды сорғының сұлбасы

1.9 - сурет құрамы: 1 – сору секциясы; 2 – қысып алатын бұлт; 3 – аралық секциясы; 4 – қысым түсіру секциясы; 5 – қосылатын түтік; 6 – гидравликалық табан; 7 – төлке; 8 – суды бірінші бассатыдан беретін бұрғылау бөлігі.

Энергетикалық циклды қамтамасыз ету үшін жылу энергетикада сорғылардың 20 түрлі түрін қолданады. Сорғы қондырғылары электр станцияларда, жылу станцияларда қосалқы қондырғы ретінде бірінші орында.

Егер негізгі белгісінің сапасы ретінде сорғының тағайындалуы қабылданса, біресе сорғыларды екі топқа бөлуге болады :

- Жылулық электр станция қондырғыларының негізгі жұмысымен байланыста болатыны;
- Техникалық мақсаттар үшін арналған әртүрлі тағайындауы.

Негізгі циклдық жұмыспен бос емес бірінші топтағы сорғыларға мыналар жатады: су циркуляциясы(циркуляционды және циркуляционды емес сорғылар), қоректендіруші суды дайындайтын (конденсатты сорғылар), жылу таратқыш (жүйелік және бойлерлық сорғылар). Екінші топтағы сорғыларға дренажды, өрттік, тұрмыстық түрлері жатады [9].

Электр станциясындағы жұмыстарға, сенімділікке және үнемділікке тікелей ықпал ететін өте жауапты сорғыларға, қоректендіргіш конденсатты, циркуляциялық, торлық, багерлік жатады.

### 1.3 Сорғы қондырғыларының қолданылу аймағы

Сорғы қондырғылары өндірістік–тұрмыстық сферасында, жылу жүйесінде сұйықты қайта айдауды іске асыру үшін арналынған. Ауыстырып құятын материал ретінде мынадай сұйықтар : құрамында минеральды майлар

жоқ, ұзын талшықты, қатты және абразивті қосылулар бола алады. Спиральды корпусы бар және нормальді сору дәрежесіне ие болатын ортадан тепкіш сорғы қондырғылары, өнеркәсіптік жүйе циркуляциясында және мұздай су, жылу және кондиционер жүйелерінде, су дайындау және сумен қамтамасыз ету технологиялық операциялар мен процестерде қолданылады.

Суға арналған Ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының негізгі түрлері: тігінен орналасқан, вакуумды, жоғары қысымды ортадан тепкіш сорғы қондырғылары болады. Суға арналған сорғы қондырғылары қолданылу аясына байланысты тұрмыстық, өнеркәсіптік бола алады.

Осындай құрылғыларға өзіне тән жағымды сипаттамалары, жоғары өнімділік пен сенімділікке ие болады. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары химиялық агрессивтілігі ие бола алмайтын және сұйықты айдау үшін қолдана аламыз [9].

Жұмыс режимдері өзгешілігі және тағайындалуы бойынша, реттеу көрсеткіштері сұранысы бойынша, ортадан тепкіш әсері бойынша сорғы агрегаттарын негізгі төрт топқа бөлуге болады.

а) Канализация және су–жылу мен қамтамасыз ететін сорғы агрегаттары: техникалық максималды параметрлер (берілу мен қысым) бойынша таңдалып, тұрғын үй– коммуналдық шаруашылық жүйесінде, өндірістік өнеркәсіптерде қолданылады. Үй ішіндегі жүйелеріндегі фактілік қысым 2.2 рет қажетті мәннен асқанын, су мен қамтамасыз ететін жүйенің анализінде көрсетіліп тұр. Судың өндірістік жүйелерде ағып кетуі шығынға, жоғарғы қысым электр энергияның шығындалуына әкеледі және сорғы қондырғыларының шығыс параметрлерін реттеуді қажет етеді. Тұрғын үй– коммуналдық шаруашылық жүйесі сорғы станцияларына бірігеді.

Электр энергия тұтынушысы ретінде, күндізгі және кешкі жүктеме нүктесі(пик), осылардың мезгіл тербелісі айқын көрсетілген, олардың ерекшеліктерінің бірі. Суды тұтыну және оның канализациясының біркелкі емес сипаттамасы, жүйе нүктелерінің бақылауларында судың қысымын тексеруді қажет етеді. Әсіресе, қарастырылған тапсырмалар жаңа заманға сәйкес реттеу құрылғыларын ескере отырып, сорғы қондырғыларының агрегаттарының автоматизациясы арқылы шешіле алады.

Қазіргі уақытта бұл процестермен басқару дроссельдік жолымен, яғни Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының шығысындағы берілуді вентильдік шектеу арқылы іске асырылады. Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының электр жетегін реттеу жүйесіне сүйене отырып, бұл сұлбаларды жүзеге асыруға болады.

Бірнеше жылдар арасында жобалатын қуаттары бар, сорғы станциясына жаңадан енгізілген су–жылу мен канализацияны қамтамасыз ететін агрегаттар шыға бастайды. Жүйедегі сұйық қысымының артуы, тек электр энергияның емес, сонымен қатар судың да (жылусақтағыш) шығындалуына әкеледі. Ортадан тепкіш сорғылардың пайдалануы номиналды жүктеме мәнінен төмен жұмыс істейді.



Сорғы қондырғылары жаңа заманғы өнеркәсіп орнындағы энергия теңгерілімінің құрылымында 20% –н құрайды. Су және жылумен қамтамасыз ететін тапсырмаларына :құрылғыны салқындататын судың берілуі, өнеркәсіптік су ағындарын станциялармен айдау, сумен қамтамасыз ететін жиынтық ғимараттары қосылған. Айтып шыққан тапсырмаларды шешу үшін, жаңа заманғы сұйық қысымы мен берілуді реттеудің тиімді сұлбаларын қажет ету керек .

б) Магистральды құбырлардың сорғы агрегаттары–мұнай айдау станциялары, су таратқыштар, т.б. Мұндай құбырлар басқа құбырларға карағанда өзінің ұзақтылығы (50км ) мен өткізгіш қабілеттілігі мен ( құбыр диаметрі 150мм–ден кем емес және 1200мм–ге дейін) ерекшеленеді. Мұнай құбыры жүйесі Қазақстан үшін ең ықтимал көрсеткіш. Сорғы агрегаттарының жұмыс істеу ерекшеліктерін мысал ретінде қарастырайық. Басты мұнай айдау станциясында, мұнайды айдап шығаратын бастапқы пункте орналасқан, мұнайды жеткізіп тұрушыдан қабылдау және оны құбырға айдау жүргізіледі. Мұнай құбырда қозғалыста болғанда, құбырдың үйкеліс күшін өту үшін, хабарлама ретінде сорғыдан берілген энергияны жоғалтады.

в) Сорғы агрегаттары– жекелеген ерекше топқа кіретін электр энергетикада қолданылатын. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары ТЭЦ–тағы энергияны көп қажет ететін тұтынушысы ( қоректендіруші сорғыларының орнатылған қуаты 25мВт бола алады), және белгілі мөлшерде өндірістегі электрикалық және жылулық энергияны анықтайды.

## 2 Арнайы бөлім

### 2.1 Сорғы қондырғыларының автоматтандырылуы

Технологиялық процесстермен осы уақытта автоматты басқару өндірістің ажырамас бөлігі ретінде бола бастады.

Сорғы қондырғыларының автоматтандыруы, жаңа заманға сай уақыттың модульдік сорғы станциясының пайдалануы кезінде аз шығын шығару, жеңіл әрі нормалы болып жатады.

Сорғы қондырғыларының автоматтандырылуы келесі үрдістерді қарастырады:

- жіберу үшін сорғыларды күйге келтіру және әзірлеуі;
- тұтынушының тиісті шығындарын есепке алумен сорғылардың дер кезінде іске қосып жіберу және тоқтауы;
- ақаулықта – жұмыс істемейтін сорғылардың тоқтауы және басқасын іске қосып жіберуі ;
- қызып кетуден подшипниктердің және сальниктердің қорғауы;
- қорғау, сұйықпен толтырылмаған сорғыларды іске қосу мүмкін емес.

Сорғы қондырғыларының автоматтандыру сумен жабдықтау кезінде сенімділік және үздіксіз жұмысты жоғарылатуға мүмкіндік беріп жатыр, еңбек және пайдалану шығындарын азайту керек, реттейтін резервуарлардың мөлшерін қолдану кезінде азайту [10]. (Контакторлардан, магнитті қосқыштардан, ауыстырып қосқыштардан, аралық реледен) ортақ қолданудан аппаратурадан басқа сорғы қондырғыларын автоматтандыру үшін басқарудың және бақылаудың арнайы аппараттары қолданылып жатыр, мысалы, деңгейдің ортадан тепкіш сорғылардың, сорғалап ағатын реленің, қалтқы реленің, электрод реленің деңгейі, бақылаудың деңгейінің релесі, сыйымды түрдің әр түрлі манометрлері, датчиктері және т.б. жатады.

Ережеге сәйкес, сорғылардың және сорғы станциялардың автоматтандыруы, бакта су деңгейі бойынша су астындағы электр үрлегішке басқаруға немесе құбырдағы сұйық қысымына апарып жатыр. Сорғы қондырғылардың автоматтандыруы мысалдарын қарап шығайық.

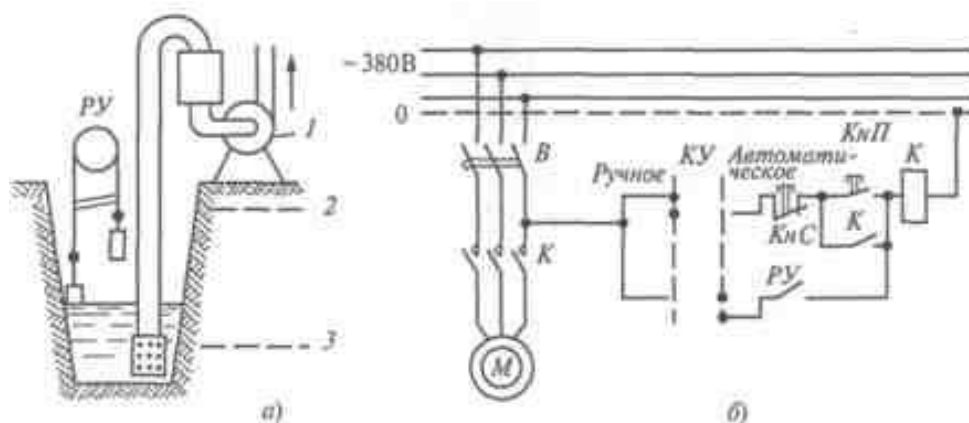
Қарапайым сорғы қондырғысының автоматтандырылуының сұлбесі көрсетілген.

2.1 сурет а – дренажды сорғы, б суретте – бұл қондырғының электрикалық сұлбесі келтірілген.

Сорғы қондырғыларының автоматтандыруы қалтқы релесінің деңгейі көмегімен іске асып жатыр.

Басқарулар кілті екі жағдай КУ болады: қол және автоматты басқару үшін.

Автоматтандыру экономикалық тиімділік пен сорғы қондырғысының жұмыс істеу сенімділігін арттырады және қызмет ететін персонал санын азайтады.



2.1 - сурет – а – Дренажды сорғы қондырғысының құрылысы; б–  
электрикалық автоматтандыру сұлбасы

## 2.2 Сорғы қондырғыларының жұмыс режимін реттеу

Сорғы қондырғыларының берілген жұмыс режимін қамтамасыз ету үшін, жұмыс жағдайларының өзгеру нәтижесінде сорғы қондырғыларының жұмыс істеу режимін реттеуді қажет етеміз. Бұл тапсырма екі бағытқа бөлінеді: сорғылардың гидравликалық жұмыс режимін реттеу және сорғы қондырғыларының жұмысының энергетикалық тиімділігін реттеу.

Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары үшін сұйықтық беру мен қысымды реттеудің келесідей тәсілдері қолданылады:

- құбырды дросельдеу арқылы;
- сұйық бөлігінің ағынын шығыс келте құбырынан кіріс келте құбырына қайта іске қосу арқылы жіберу;
- сорғыларды өшіру немесе іске қосу (сатылай реттеу);
- сорғы жұмыстық дөңгелегінің айналу жиілігінің өзгертуі.

Құбырды дросельдеу–сұйық берілісі мен қысымды реттеудің кең таралған әдісі. Бұл жағдайда сорғыштың қарқынды құбырында орналасқан және өзінің ауысуы есебінен құбырдың көлденең қимасын өзгертетін шибер, дроссель–қалпақша, ысырмалар, диафрагмалар және т.б. түріндегі механикалық құрылғылар реттеуші элементтер болып табылады [11]. Бұл реттеу әдісінің қарапайымдылығына қарамастан, бірнеше кемшіліктері бар. Сұйықты беру терең реттеу әдісі арқылы сорғы қондырғыларының ПӘК–нің төмендеуі. Реттеу құрылғысының қосымша кедергісінің жылулық шығындарға түрленуіне кеткен энергия, энергетикалық төмендеуімен шартталады. Бұдан басқа, сорғы ысырмасын жабу кезінде сорғыш шығысындағы қысымның өсуі тиек қондырғылары мен тығындардың қызмет ету ұзақтығын қысқартуға, сонымен қатар қосылысқан жерлер мен саңылаулардан ағып кетуге алып келеді. Бұл әдістің тағы басқа кемшілігі сорғыш қондырғысының қысымы мен берілісінің азайған жағында бір зоналық реттеу мүмкіндігінің болуы болып табылады.

Қайта іске қосу арқылы қарқынды реттеу сұйық ағынының бөлігінің сорғы шығысынан, кірісіне алып кетуіне негізделген [12]. Сұйық циркуляциясына жұмсалған энергия, пайдалы жұмысты тудырмайды, қондырғы ПӘК–інің төмендеуі әсіресе терең енгізу арқылы реттеу кезінде болады. Алдыңғы әдістегідей, сорғы қондырғыларының қарқыны кему бағытына қарай реттеледі. Сорғы станциясын қарқының сатылай реттеу сорғы мен сорғы топтарының іске қосылу мен ажыратуы арқылы асырылады. Бұл тәсіл қосымша реттеу құрылғыларын қажет етпейтіндіктен қарапайым басқаруымен сипатталады. Алайда ол сұйықтықтың мөлшерін өзгерту кезінде қарқынды сапалы және үздіксіз ұстап тұруды қамтамасыз ете алмайды және қозғалтқышты жиі іске қосуға тура келеді, ол жабдықтардың жұмыс істеу ұзақтығын азайтып, сорғы қондырғыларының берілуінің ауытқуын реттеу үшін аралық жинақтаушы резервуарды салуды талап етеді. Сонымен қатар, электр жетектер тиімді емес режимде жұмыс жасайды, ол барлық сорғы қондырғыларының ПӘК–ін төмендетеді [13]. Көрсетілген ерекшеліктер жоғарыда қаралған реттеу әдістерін қолданатын сорғы қондырғыларының қысқаруына шартталады.

Сорғыш қондырғысының жұмысшы доңғалағының айналу жиілігінің өзгеруі, алдыңғы нұсқалардағыдай аз энергия шығындалатын сорғы қондырғысының өнеркәсіптерін үздіксіз реттеуді жүзеге асырады. Алайда, ол реттеуші жабдықтарға, әсіресе ортадан жоғары қуатты қондырғылар үшін көп шығынды қажет етеді және желімен қоректенетін электромагниттік сәйкестіктің нашарлауына әкеліп соғады. Дегенмен, реттеуші электр жетектердің төмен бағасы бұл әдісті неғұрлым келешекте болашағы бар деп айтуға болады.

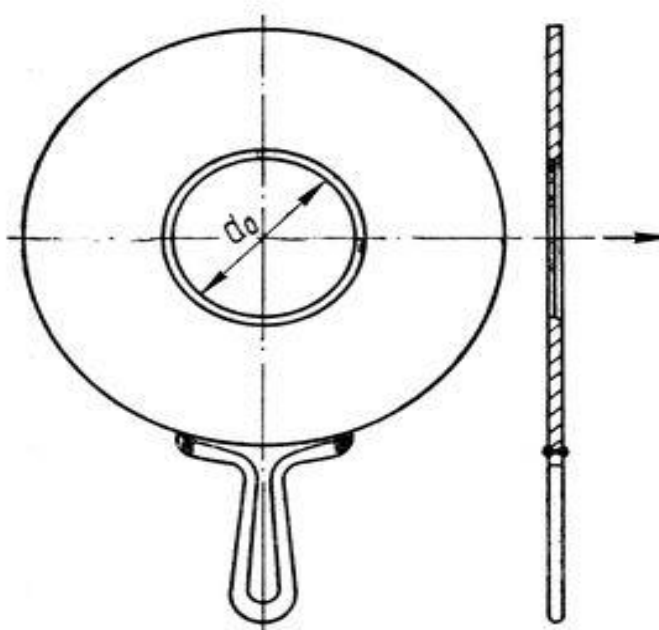
Реттеудің бірнеше әдістерін біріктірілуі де мүмкін. Сипаттамаларға сәйкес 2–3 жұмысшы агрегаттар тобында бір сорғышты реттеуші электр жетекпен жабдықтау керек [14].

Сорғы қондырғыларының энергетикалық тиімділігін реттеуді және олардың бірігіп жұмысын жасау кезінде энергия тұтынуы бойынша тиімді жұмыс режимін таңдау керек.

### **2.3 Сорғының берілісі мен сұйық қысымын реттеу**

Нақты шарттардан құралған жөндеу және пайдалану үрдісі кезінде сорғы қондырғыларының сұйық берілуі мен қысымды жиі өзгерту қажет. Сорғы қондырғысының берілген сұйық қысымын (сипаттама шектерінде) қамтамасыз ету үшін, дроссель орнатумен немесе сұйықтарды қайта айналдарумен, жұмыс доңғалақтарының айналым сандарының өзгерісімен, құбырдың диаметрдің өзгерісімен және жұмыс доңғалақтар диаметрінің кішірейтумен жүреді. Әрбір нақты жағдайда аталған әдістерден немесе олардың комбинациясының біреуін қолдану мүмкін.

Дроссельдеу – қысқартылған қима арқылы өтетін сұйықтың қысымын өшірілуі. Дроссельдік құрылғы ретінде жапқыш (кран, вентиль) немесе арнайы тығырық қызмет атқара алады. Сонымен бірге дроссельдік тығын қолданылады. Сорғы сұйық қысымының құбырында орналасқан тығынды дроссельдеу үшін қолданылады. Сорғыш төлкелі бар дроссельдеуді қолданған кезде желі кедергісінің соруын арттырып, сорғыны кавитациялық режимге ауыстыра алады. Қысымды тығын көмегімен реттеу қолайлылығы, оның көмегімен Жағдайға байланысты сорғы кондырғысының жұмыс режимін өзгертуге мүмкіндік береді. Қалаған уақыт кезінде белгілі бір қысым қажет болса, онда тоқтаудан кейін сорғыны қайтадан реттеп, берілген жұмыс режиміне ауыстырып қою. Мұндай жағдайда дроссельдік шайбаны қолданған дұрыс, бұл өз кезегінде қысымның тұрақты төмендеуін қамтамасыз етеді.



2.2 - сурет – Дроссельдік тығын

Дроссельдік тығынды қысымды құбырда екі фланц арасында орнатады. Шайба саңылауларының диаметрін формула мына бойынша анықталынады:

$$d_0 = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{Q^2}{\Delta p}} \quad (2.1)$$

мұндағы,  $Q$  – шығын, т/сағ;

$\Delta p$  – дроссель орнатуға жататын қысым, м суларды. ст.

Электрқозғалтқышының қуаттары бөлігі өнімсіз шығын шығарғандықтан, қозғалатын сұйықта дроссель орнатуда, сорғы ПӘК-і төмендеп жатыр. Дроссель орнатуға жұмсаған қуат өте жоғарғы мәнге ие, дросселденетін

құрылғылар орнатқаннан кейін де, қысымдар арасындағы айырмашылыққа қарағанда. Бұл формуламен көрсетіледі:

$$N_{дрос} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot \Delta p}{102} \quad (2.2)$$

мұндағы:  $\gamma$  – сұйықтың көлемді массасы, кг/см<sup>3</sup>;

$\Delta p$  – қысымдар айырымға дейін және дросселденетін органнан кейін, м;

$Q$  – беріліс, м<sup>3</sup>/с.

Егер дроссель орнатуға тұрақты қолдану дәл келсе, және  $\Delta p$  мәні үлкен болса, онда сорғыны алмастыру немесе басқа реттеу әдісін қолдану керек.

Қайта айналатынмен сіңетін Сұйық қысымының құбырынан, айдап шығарылатын бөлігінің сұйық соруына қайтарылып келуі, қайта айналу арқылы қысымды азайтып жатыр. Сорғы қондырғыларында бұл мақсат үшін реттейтін органмен айналыстағы бар құбыр ескеріледі. Қайта айналу(рециркуляция) сорғы қондырғысының ПӘК мәнін дроссель сияқты азайтады. Сорғылардың тіке құлау сипаттамасында ПӘК мәнінің қайта айналу кезінде құлауы ескерілмейтінін атап өтейік.

Мысал ретінде, қарастырылатын құйынды және ортадан тепкіш–құйынды сорғыларда, беру кезінде аз ғана мәннің жоғарылауы, қысым мен тұтынатын қуат төмендейді, сонымен қисық  $Q - H$  төмен түседі. Бұл сорғылардың қысымның жоғарылауымен, басқа сорғылар сипаттамасына қарағанда тұтынылатын қуаты тез артады. Сорғылардың берілісін құлап түсу сипаттамасымен бірге қайта айдау(рециркуляция) арқылы реттеуге болады.

Берілісті рециркуляция көмегімен реттеуі барлық жағдайларларда жеткілікті дәлелдеуде қолданылады.

Жұмыстық доңғалағының айналым санының көмегімен берілісті реттеу, экономикалық тиімділік бойынша қолдану орынды және оның қолданылу шектеулігі сорғылардың көбісі қозғалтқыш пен қосылғаны орынды болып табылады. Электрқозғалтқыштың айналым саны өз кезегінде сатылай өзгереді. Басқа жағдайларда, аз шулықозғалтқышты, аз қуаты мен төменгі айналымына, сорғыны ауыстырып қоюға болады. Мұндай шешімнің мәселесін есеп жүргізу көмегімен тексеріледі.

Іздеп отырған айналым саны мына қатынастан анықталынады:

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{Q_2}{Q_1}; \quad n_2 = n_1 \cdot \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} \quad (2.3)$$

Көрсетілген 2.3 – формулада Жұмыстық доңғалақтың айналым саны.

мұндағы:  $n_1$ ,  $Q_1$ ,  $H_1$  – айналым саны, қысым және беріліс қондырылған сорғының айн/мин;

$Q_2$ ,  $H_2$  – беріліс пен қысымның қажетті мәндері.

Бұл тапсырманы шешу кезінде, мәселен сорғы қажетті талаптарды қанағаттандырса, егер де, мысалы, айналу жылдамдығы 1450 айн/мин қозғалтқыш орнына айналу жылдамдығы 960 айн/мин қозғалтқыш орнатса.

Сорғы берілісін өзгертуі құбырдың диаметрін өзгерту арқылы жетуге болады. Сорғы қондырғыларын жобалағанда, бірнеше нұсқаларын есептеу кезінде, мынадай құбырлардың диаметрлерін таңдау, яғни осылар арқылы жүйе кедергісінің өзгеру нәтижесінде сорғының қажетті берілісінің мәні орнатылады. Сорғының жұмыстық нүктесін қисық сипаттасында керек бағытта ығыстырып шығарады [15].

Мынадай ережеге сәйкес есептік режимде таңдалынатын сорғының ПӘК–тің 0,9 мәніне дейін максималды болады. Бұл тәсілді сорғының қажетті параметрлерінің өзгеруі және сорғыны пайдалану үрдісінде қолданылу мүмкіндігі. Сорғының берілісін арттыру үшін, басқа жағдайларда магистралды учаскесіндегі құбырдың диаметрін өзгерту жеткілікті. Мұнда, сұйық жылдамдығы, қысым шығындары максималды. Бұл туралы шешімді есепке сүйене отырып шығаруға болады. Құбырдың жүйесінің гидравликалық есептеу кезінде, мынаны сұйықты айдау кезіндегі шығындар, яғни сұйықты айдау құны тасымалдау жылдамдығының артуы арқасында міндетті түрде артатынын ескерген жөн.

Сұйықтың қозғалу жылдамдығын азайту мақсатында, құбырдың диаметрін үлкейту қажет, мәселен құрылысқа кететін капиталды шығындардың артуына алып келуі, сонымен бірге пайдалану шығындарын төмендетуіне алып келеді. Сондықтан да, оптималды нұсқаны таңдау және капитал жұмсаулар және қолдану кезіндегі шығыстар қабылданған нормаларға сәйкес келер еді. Сорғы қондырғыларын техника–экономикалық жағдайының нұсқа анализі талдауы өндіріліп жатыр. Қазіргі заманда қолданылатын құбырдағы сұйық жылдамдығының қозғалысы кестеде келтірілген.

Кесте 2.1 – Кеңес берілетін жылдамдықтар мен шығындар

Құбырдың ішкі диаметрі, <i>мм</i>	Жылдамдық, <i>м/с</i>	Шығыны	
		<i>л/с</i>	<i>м<sup>3</sup>/ч</i>
100	0,57–0,75	4,5–6	16,2–21,6
150	0,64–0,8	11–14	39,6–50,5
200	0,75–0,9	23,5–28	85,8–100,8
300	0,88–1,1	62–78	223–281
400	0,99–1,25	124–157	446–565
500	1,08–1,4	212–275	762–990
600	1,17–1,6	331–453	1196–1630
1000	1,43–2	1120–1571	4032–5355

Сорғының берілісі мен қысымды кішірейтуге болатынын, сонымен бірге жұмыс доңғалақтардың диаметрдің кішірейтулердің есептің арқасында. Бұл үшін доңғалақты, сыртқы диаметрі бойынша есептік өлшеміне дейін центрде

орнатады. Іздеп дөңгелек диаметрін практикалық мақсатта нақты анықтауға болады.

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} ; D_2 = D_1 \cdot \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} \quad (2.4)$$

мұндағы:  $D_1$ ,  $Q_1$ ,  $H_1$  – орнатылған сорғының диаметрі, берілісі және қысымы; т/сағ.

$Q_2$ ,  $H_2$  – дөңгелекті үшкірлегеннен кейінгі берілісі мен қысымы.

Келтірген формулаларда қабылданған, не сорғының беруі мен қысымын пропорционалдық парабола бойынша өзгеріп жатыр, бірақ күрделі тәуелділік орын бұл жерде алып жатыр. Доңғалақ диаметрін кішірейткенде, есептік қателігін 2–5% пайыздан аспауы тиіс. Сорғының ПӘК-інің мәнін құламау үшін, доңғалақ диаметрін 15–20% пайызға дейін кішірейту. Жұмысшы доңғалағының үшкірлену шегі сорғының тезжүру коэффициентінен  $ns$  тәуелді.

Доңғалақтар  $ns = 120 \div 200 - 15\%$ ,  $ns = 200 \div 300 - 11\%$  үшін, жұмыс доңғалақтар диаметрін 20% кішірейтуге  $ns = 60 \div 20$  рұқсат етіліп жатыр.

Өнеркәсіп сорғыларды қолдану шекараларды кеңейту үшін, жұмыс доңғалақтардан әртүрлі диаметрлермен бірнешесі бірінғай біртүрлі сорғыларды шығарып жатыр. Сорғыларды белгілегенде «а» және «б» әріптері қойылады. Мысалы, жұмыстық доңғалағының диаметрі 162 мм, 2К–6 сорғы, кішірейтілген диаметрдің екі нұсқасы болады: 2К–6а – 148 мм және 2К–6б – 132 мм. Егерде, жұмыстық доңғалағының кішірейтілген мәні бар қажетті сорғы жоқ болса, онда оның орнына бірқалыпты дөңгелегі бар сорғыны қолдануға болады. Үшін доңғалақ бұл қажетті орнында қайрау және керектік қуатпен сәйкестікте электрқозғалтқышты алмастыру керек [16].

Айдауыштардың (нагнетатель) жұмыс істеуін сипаттайтын негізгі тұтынушылары мен техникалық параметрлердің қатарына: өнімділік  $L$  немесе сұйық берілуі  $Q$ , қысым  $P$  немесе тегеурі  $H$  болады. Айдауыштардың энергетикалық (энергияны сақтаушы) ерекшелігін: тұтынушы қуат  $N$  және пайдалы әсер коэффициенті  $\eta$  жатқызамыз. Сөзсіз, тұтынушы қуат пен ПӘК машинаның тұтыну сапасын көрсетеді [17]. Жоғарыда көрсетілген айдауыштардың жұмыс істеу параметрлері техникалық параметрлерге жатады. Және оларды жұмыс бөлшектерінің айналым санымен  $n$ , жұмысшы доңғалақтарының дөңгелек жылдамдығымен  $v$  толықтырылады.

## **2.4 Сорғы қондырғыларының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар**

Салқын судың тұрғын–үй кешендерінің су құбыр желілеріне берілуін қамтамасыз ететін, сорғы станцияларының құрамына жобаланатын қондырғы кіреді.



Бақылау және БЖ басқару жүйелерімен, коммутациялық аппараттармен, ЖТ жиілік түрлендіргіштермен, бірқалыпты жіберу құрылғысымен біріге БЖҚ сорғы агрегаттарын басқаратын станцияны қалыптастырады.

Сорғы қондырғыларын басқару үшін реттелетін асинхронды электржетекті қолдану мыналарды қамтамасыз етуге рұқсат береді:

- электрқозғалтқыштың бірқалыпты жіберілуі, желіге тоқ лақтырулары мен қозғалтқышқа механикалық жүктеменің болмауы;

- гидравликалық соққылардың болмауы;

- реттеудің барлық диапазонында сорғы қондырғыларымен тұтынылатын қуаттың тиімді қолданылуы;

- электроқозғалтқыш сорғысының қуат коэффициентінің 1–ге жақын мәніне қамтамасыз ету;

- жіберу және жұмыс кезінде шу деңгейін төмендету;

- ТП АБЖ–де бірлесу, автономды және қауіпсіз жұмыстың қамтамасыз етілуі.

Жобаланатын сорғы қондырғысы келесі техникалық сипаттамаларды қамтамасыз етуі керек:

- судың нақтылы берілуі 200 м<sup>3</sup>/сағ;

- Қысымның максималды биіктігі 90 м.

Қарастырылатын ортадан тепкіш сорғы қондырғысының электржетегі келесі талаптарды қанағаттандыруыға тиіс:

- сумен жабдықтау жүйесінде 1% төмен емес дәлдікпен тұрақты су қысымын қолдау және қажеттілігінше оның деңгейін қолмен реттеу мүмкіндігін беру;

- Технологиялық үрдістерден шыға тұра, жүктеменің толып қалу кезінде қысымды қалпына келтіру 2 с көп емес;

- Қарқындылықты берушіден 1–5 с ішінде бірқалыпты жіберу тәртібін қамтамасыз ету;

- сорғы станцияларының жұмысының қолайсыз тәртіптерінен қорғаныстың болуы:

- ҚТ–дан қорғау;

- тоқ бойынша жүктеменің артылуынан қорғау;

- қозғалтқыш орамасының температурасының өсіп кетуінен қорғау;

- фазаның қиғаштығынан және жоғалуынан қорғау;

- кавитационды тәртіптегі жұмыстан электрсорғы агрегаттарын қорғау; – «Желі» «Жұмыс» «Апат» бет панелінде индикация; – «Қолмен» / «Автоматты» жұмыс тәртіптерін таңдау; – диспетчеризация: әр электрсорғының «Апаты» («құрғақ» байланыстар);

- жетек реверсивтік болмау керек;

- электрқорек қондырғылары 380/220 В айнымалы тоқтың 3–к фаза желісінен жүзеге асады, 50 Гц;

- жылдамдықты реттеу кезінде максималды үнемдеу тәртібін қамтамасыз ету.

Сорғы қондырғыларын басқару жүйелерін жобалауға тәсілі электржетектің дамуының әлемдік тенденциялары талаптарына жауап беруі қажет.

Сорғы қондырғыларын басқару тапсырмаларын орындау үшін электр жетек қамтамасыз ету керек:

- сорғы қондырғысын жіберу мен тоқтатуды автоматты, қолмен басқару;
- тұтынушы желісінде тұрақты қысыммен ұстап тұру үшін қозғалтқыштың айналу белдігінің жиілігінің автоматты өзгеруі;
- тетіктен (рұқсат етілген шектер параметрлерінің ауытқуы кезінде) апаттық сигнал түскен кезде шұғыл тоқтату;
- электрқозғалтқыштың апаттық жұмыс тәртіптерінен қорғау;
- апат жағдайында резервтік; сорғының автоматты кезектелуі;
- «күрғақ» жүрістен қорғау;
- кернеудің түсіп кетуінен кейін автоматты қосылу.

Сорғы қондырғыларының АБЖ сапа реттеуінің келесі көрсеткіштерін қамтамасыз ету керек:

- орнатылған жұмыс тәртіптерінде статикалық қате 0 тең.

Өтпелі үрдістердің сипаттамалары келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

- жіберу кезінде қайта реттеу – 5% көп емес;
- жүктеменің толтыру немесе лақтыру кезінде қайта реттеу – 10% көп емес.

АБЖ–жобалау кезінде монтаж, пайдалану, техникалық құралдардың қызмет көрсетуі мен жөндеуінде Украина аумағында әрекет ететін нормативті құжаттармен сәйкес қауіпсіздікпен қамтамасыз ету шаралары қарастырылуы керек:

- «Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жобаларының санитарные нормалары»;
- «Электрқондырғылары құрылғыларының ережелері»;
- «Ғимараттар мен құрылыстардың өрт автоматикасы»;
- «Еңбек қауіпсіздігінің стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ).

Өндірістік жабдықтар қауіпсіздіктің жалпы талаптары: – «ЕҚСЖ. Сигнал түстері мен қауіпсіздік белгілері».

Кернеу астындағы АБЖ техникалық құралдарының барлық сыртқы элементтері кездейсоқ жанасудан қорғанысы болуы керек.

Сорғы құрылғысының айналатын бөліктеріне рұқсат ету шектелген болуы керек.

Электрлік элементтер қорғау нөлдендіруге ие болуы керек.

Қондырғы тұрғылықты жерлерде пайдаланатындықтан өндірістік шу деңгейін шектейтін шаралар, сонымен қатар өрт сөндіру құралдары қолданылуы қажет.

Эргономика мен техникалық эстетикаға талаптар сорғы қондырғысының жақсы жарық жерде, жылытылатын бөлмеде, қалыпты және апат жағдайларында жөндеу мен техникалық қызмет көрсету үнемділігінің

қарапайымдылығын, жылдамдығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, техникалық персоналдарға қызмет көрсетуге ыңғайлы жерде орналасуымен қамтамасыз етіледі.

Қалқандар мен пульттардың орналасуы мен конструкциясы қызмет көрсетудің көрінісі мен қарапайымдылығын қамтамасыз ету керек.

Жүйе компоненттерінің жөнделуі мен техникалық қызмет көрсетуге, пайдалануға талаптар.

Сорғы қондырғысы атмосфералық жауын-шашынның түсуін болдырмайтын жабық бөлмеде орналасуы керек, және арнайы іргетасқа орнатылуы керек.

Жөндеу мен монтаж жылдамдығын қамтамасыз ету үшін жабдықта тақталар орнатылуы керек және белгілеулер қойылуы керек.

Санитарлық нормалар және техникалық құралдар қызмет көрсетуі мен орналастырылуы бойынша орналастыру алаңы өндіруші-кәсіпорындардың талаптарына сай келуі керек.

Бөлмені электрмен жабдықтау мен жасанды жарықтандыру жүйелерінің жобалануы кезінде техникалық құралдарды орналастыру үшін «Электрорнату құрылғыларының ережелері» талаптарын орындау қажет.

## **2.5 Электр жетегін таңдау және негіздеу**

Сорғышты орнатудың реттелетін электр жетегі ретінде келесі электр жетектерін қолданамыз:

1. Жоғары жылдамдықты электрқозғалтқышы бар жетек, яғни ауыспалы тоқтың екі немесе жоғары жылдамдықты асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштары;

2. Сырғанаудың индукторлы муфтасы бар жетек – ауыспалы тоқтың асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштары;

3. Асинхронды–вентильді каскад сұлбасы бойынша болған жетектер – ауыспалы тоқтың фазалы ротормен электрқозғалтқыштары;

4. Жиілікті жетек – ауыспалы тоқтың асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштар;

5. Вентильді электрқозғалтқышы негізіндегі жетек – ауыспалы тоқтың синхронды электрқозғалтқышы.

Реттелетін жетекті қолдану бір жағынан су құбыр желісіндегі қысымды бір қалыпта ұстайды, осыдан су берілісінің электр энергиясының үнемділігін қамтамасыз етеді, кеміп қалулар және судың өнімсіз шығыны азаяды, сорғышты агрегаттардың қуатын арттыра отырып, сорапты станциялардың аймағын және олардың санын азайту мүмкіндігі пайда болады.

Техника–экономикалық тұрғыда жасау кезінде бұл факторлар ескерілу қажет. Реттелетін жетегі бар автоматты реттеу жүйесін (АРЖ) қолдану электр энергиясының 30%–ға дейін үнемдеуді қамтамасыз етеді. Кеміп қалудың азаюына және өнімсіз шығысына сәйкес су шығыны 3–4%–ға азаяды.

Жоғары жылдамдықты электрқозғалтқыштарын реттелетін жетекті біркелкі қолдану үнемді емес кезде пайдаланған абзал, мысалға, суды тұтынудың сатылы өзгеруінде және де байсалды реттелетін жетектің параметрлерінің сәйкес келмеуінде пайдаланған дұрыс. Жоғары жылдамдықты қозғалтқыштар сорапты агрегаттардың санын көбейтпей сорапты орнатулардағы ағыс сипаттамаларының санын арттыруға мүмкіндік береді.

Соңғы кездері айналым санын реттеу үшін жиілікті–реттелетін сорғыштың жетегі қолданылып жүр. Жиілікті–реттелетін жетектің құрамына жиілікті түрлендіргіш және асинхронды қысқа тұйықталуы бар роторлы электрқозғалтқышы кіреді. Бұлар сорғыштың негізгі бөлігі болып табылады.

Жиілікті түрлендіргіш дегеніміз 50Гц тұрақты жиілігі бар бір немесе үш фазалы кернеуді үшфазалы айнымалы талап етілетін жиілікке түрлендіретін күштік электронды құрылғылар.

Жиілікті түрлендіргіштің бұл қасиеттері кез келген асинхронды электрқозғалтқыштарының, соның ішінде сорғыш және компрессордың электрқозғалтқыштарының жылдамдықтарын сатылы емес реттеу үшін қолданылуына мүмкіндік береді. Жиілікті түрлендіруді қолдану кезінде асинхронды электрқозғалтқышының айналу жылдамдығы жиілік пен қозғалтқыштың қорек кернеуінің өзгеруімен реттеледі. Мұндай түрлендіргіштің ПӘК–ті 98%–ті құрайды, желіден тек жүктеме тоғының белсенді құраушысы ғана пайдаланылады. Микропроцессорлық басқару жүйесі электрқозғалтқышты басқарудың жоғары сапасын қамтамасыз етеді және авариялық жағдайлардың пайда болу қаупін алдын алу параметрлерін бақылайды.

Жиілік түрлендіргіші көмегімен сорғыштың электрқозғалтқышын жалғағанда қозғалтқыштың іске қосылу жіберуі жеңіл түрде өтеді, яғни қозғалтқыш пен механизмнің қызмет ету мерзімін арттырып, жүктемесін азайтады.

Жиілік түрлендіргіш негізіндегі реттелетін электр жетегін пайдалану қамтамасыз етеді:

1. Керекті сұйық қысымын азайтқанда электрэнергияны пайдалануды азайту;
2. Өтемделмеген конденсаторсыз электрқондырғыларының жұмысын қамтамасыз етеді;
3. Қондырғылардың жұмыс істеу мерзімін арттыру және оларға жұмсалатын қаражатты азайту;
4. Оперативті басқаруда технологиялық процестердің толық автоматтандыруын қамтамасыз етеді;
5. Қуатты арттыра отыра іске қосылған сорғыш агрегаттың санын азайту, соған сәйкес капиталды өңдеу кезінде құрылыс көлемін азайту;
6. Тоқты жою арқылы электрлік қуатты азайту мүмкіндігі;
7. Біркелкі іске жіберуді қолданғандықтан сорғыш қондырғыларының және желідегі авария санын азайту мүмкіндігі;
8. Сорғышты автоматты түрде қайта қосу мүмкіндігі;

9. Екпінді іске қосу тоғын азайту есебінен электрқұрылғысының беріктілігін арттыру мүмкіндігі.

Электр энергиясын үнемдеу сорғының шығысындағы артық екпіндердің төмендеуінен және ПӘК–ның жоғарылауынан пайда болады.

Жиілікті реттейтін құрылғыны басқару құрамындағы контроллермен болады, ол бекітілген қысымды шығын өзгерісі кезінде қолдану, қажет ететін кезектілікті орындау, қосу операциясы және сорғыны тоқтату, резервтегі агрегатты қайтадан қосу және автоматты түрде қосу операциясы, сорғының ақпаратты диспетчерлік пунктке жинау және жіберу жұмысы.

Жиілікті реттейтін құрылғының бағасы айтарлықтай жоғары, бірақ реттеу кезінде электр энергиясын үнемдеу 20 – 30%–ға жетеді, соның салдарынан құрылғыға кеткен шығынның орны 2 жылда өтеледі.

Одан басқа, жаңа заманғы түрлендіргіштер функцияның көптүрлілігіне ие және сорғылық станцияның автоматтандыруын қамтамасыз етеді.

Жиіліктік электржеткізгіштің басты элементі болып жиіліктік түрлендіргіш жатады. Түрлендіргіште  $f_1$  желісін қоректендіретін тұрақты жиілік  $f_2$  өзгергішіне түрленеді.  $f_2$  жиілігіне пропорционалды түрде түрлендіргіштің шығысына қосылған электрқозғалтқыштың айналу жиілігі өзгереді.

Жиіліктік түрлендіргіштер екі негізгі түрге бөлінеді: тұрақты токтың аралық түйіні және тура байланысқан. Бірінші түрдегі жиіліктік түрлендіргіш суретте көрсетілген. Түрлендіргіш В түзеткіштен, Ф фильтрынан және И инвенторынан тұрады.

Жиіліктік түрлендіргіш әсерінен өзгермейтін  $U_1$  кернеуі және  $f_1$  жиілігі параметрлері өзгертін  $U_2$  кернеуі және  $f_2$  жиілігіне параметрлеріне айналады, оны басқару жүйесі талап етеді.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{M_1}{M_2} \quad (2.5)$$

Статикалық екпінсіз жұмыс істейтін сорғыларға, механикалық хариктеристикасы квадраттық парабола теңдігімен анықталады, ол мына қатынасты сақтау керек:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U_2}{f_2^2} = const \quad (2.6)$$

Статикалық екпінмен жұмыс істейтін сорғыларда оған қарағанда қиынырақ қатынас сақталу керек:

$$\frac{U_1}{f_1^{1+\frac{k}{2}}} = \frac{U_2}{f_2^{1+\frac{k}{2}}} \quad (2.7)$$

мұндағы:  $k$  – сорғының теңдіктегі механикалық сипаттамасының көрсеткіші.

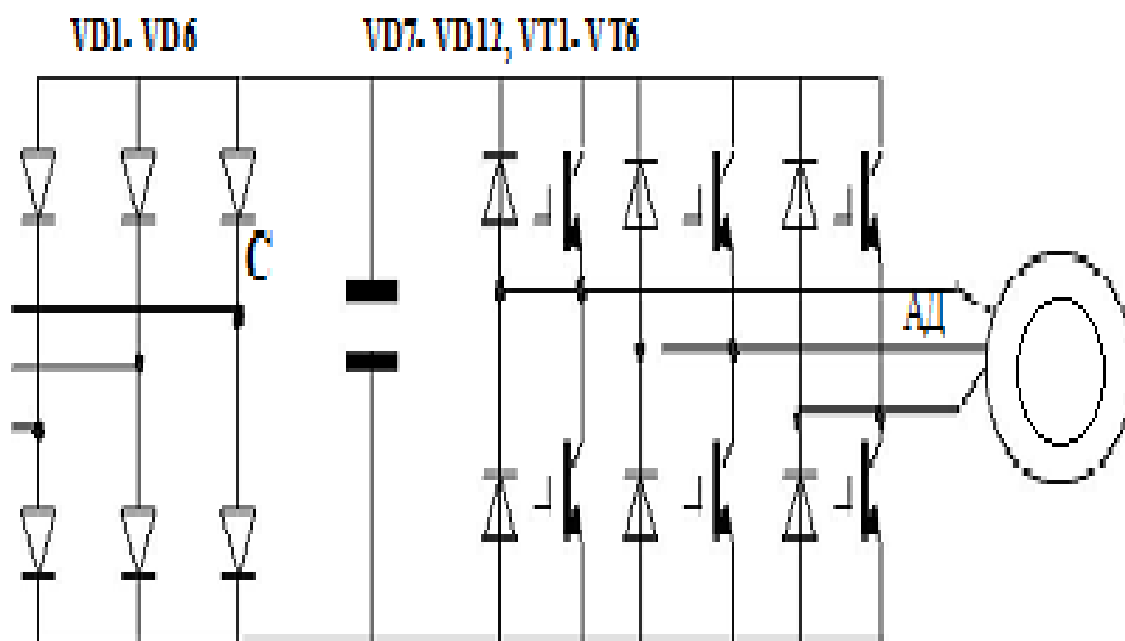
Тәжірибеде көбінесе сорғы орнатуларында жалпы мәнді түрлендіретін түрлендіргіштер қолданылады, олар мына қатынасты сақтайды:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} = const \quad (2.8)$$

АИК базасындағы жиілік түрлендіргіштерде тұрақты ток түйінінде кернеу түзеледі. Бұл түрлендіргіштегі түзетуші фильтр әдетте конденсатордан тұрады, ол АИК-ға паралельді қосылған. АИК базасындағы жиіліктік түрлендіргіштер кең-ауқымды-импульсті модуляциямен (ШИМ) энергетикалық сипаттамалары жоғары, себебі түрлендіргіш шығысында қисық ток және кернеу формасы пайда болады, олар синусоидальға жақындайды [21].

Бұл түрлендіргіштерде жоғарыда айтылған айырмашылықтарға қарағанда басқарылмайтын түзеткіштер қолданылады. Жүйеде жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш технологиялық үрдістерді автоматтандыратын жүйеге оңай кіріседі, ал бұл жағдайда кері байланыстағы желінің қысымын тұрақтандыруды қамтамасыз етеді және қысымның көтерілуінен судың жоғалуын азайтады.

Қазіргі кезде осындай жиілікті түрлендіргіштер әр түрлі өндірушілерді шығарады және олардың номенклатурасы біздің жағдай үшін керекті түрлендіргішті таңдауға көмектеседі.



2.4 - сурет – Автономды инвертор кернеуі мен Кең ауқымды-импульсті модуляция

### 3 Электр жетегінің негізгі элементтерін анықтау

#### 3.1 Сорғыш қондырғысының электрқозғалтқышын таңдау және қуатын есептеу

Берілген тапсырма бойынша техникалық талаптарды орындау үшін қажетті қуатты есептеп және сол қуаттан жоғары каталогта бар сорғының типін таңдап, оған сәйкес электрқозғалтқышын таңдау керек. Жұмыстың мақсаты сорғының жұмыстық дөңгелегінің айналу жиілігін өзгертуімен оның қысымын да реттеуге болады. Сонымен де, таңдалған электрқозғалтқыштың да білігінің айналу жылдамдығын өзгертуге болады. Электр жетегі жүйесінде негізгі бөлік электрқозғалтқышы болады.

Асинхронды қозғалтқыштарды қолдану электр жетек сенімділігін арттырып, капиталды шығындар мен пайдалану шығындарын азайтатыны белгілі.

Берілген тапсырма бойынша су айдау өнімділігі:

$$Q = 200 \text{ м}^3/\text{сағ} = 0,055 \text{ м}^3/\text{с}$$

Қысымы –90 м.

Осы берілген тапсырмаға сәйкес 1Д типті сорғыны таңдаймыз.

Сорғының шартты белгілері: 1Д200–90 а–т–А–Е–У 2 ТУ–2606–1510–88  
мұндағы: 1 – сорғының жетілдіру бойынша нөмері;

Д – екі жақты кірісі бар сорғы ;

200 – беріліс, м<sup>3</sup>/ч ( айналу жиілігінің номинальды мәнінде, номиналды режимде, жұмыстық доңғалағының диаметрдің негізгі орындалуы бойынша);

90 – қысымы, м;

а – жұмыстық доңғалағының қайралған нүктесінің индексі: а, б – жұмыстық доңғалағының кішірейтілген диаметрлері, м – үлкейтілген;

т – біліктің тығыздалған типі: белгіленбесе – екі еселік сальник, т – бірыңғай домалақ тығыздау;

а – ағын бөлігі бойынша орындалу (корпус детальдары): белгіленбесе – сұр шойын (СЧ 25), пкп – сұр шойын коррозияға қарсы корпус пен қақпақты жамылдырған, А – көміртегі қосылған болат (сталь 25Л), К – хромды никельді болат, Б – жұмыстық доңғалағы қоладан жасалынған;

Е – орындалу индексі: Е – сорғылар үшін (агрегаттары), жарылғыш – және өртсөндіргіш өндірістерге пайдалану үшін арналған, қолайлы емес белгісіз – (агрегаттардың) сорғылары үшін, жарылғыш және өртке қауіпті өндірістерде пайдаланбау;

У2 – климаттық орындалуы және орналасу категориясы бойынша;

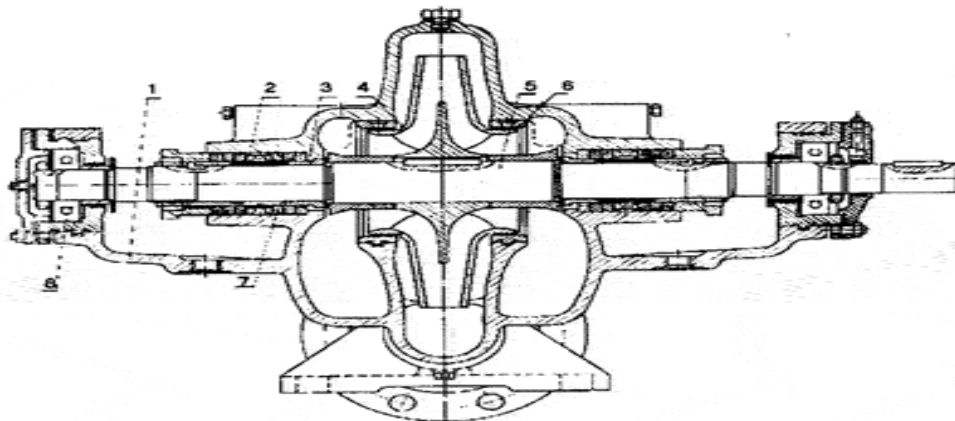
Конструкциясы: горизонтальды, ортадан тепкіш сорғы, бірсатылы сорғы, екі жақтан кіру жұмыстық доңғалағы бар.

Сорғының ағын бөлігіне арналған материалдар: жұмыстық доңғалағы – шойын СЧ20, білігі – болат 45.

1Д типті сорғылар өнеркәсіпті сумен қамтамасыз ету, қалалық сорғы станциясында суды айдап шығу үшін қолданылады.

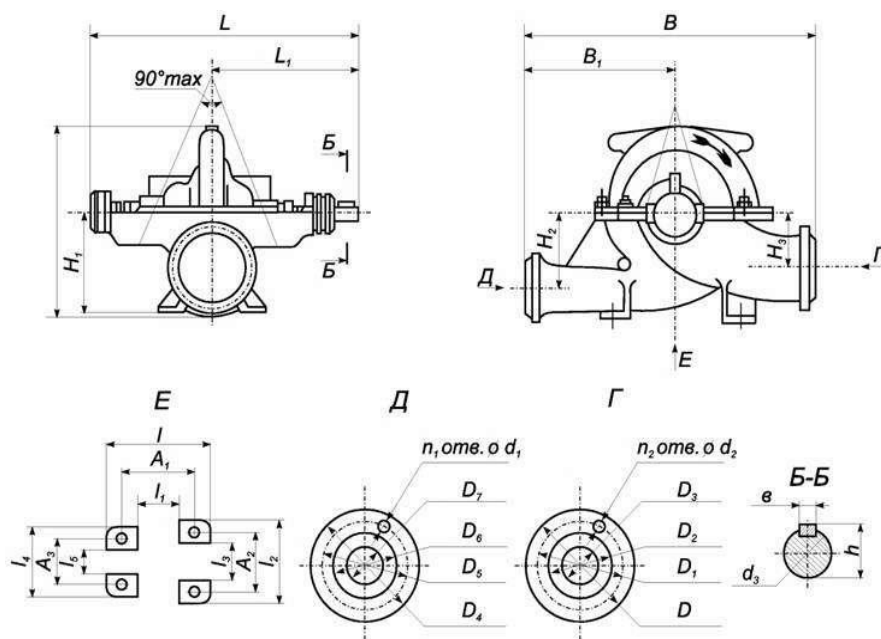
Айдап қотаратын орта:

- су және сұйық, тұтқырлық бойынша суға ұқсас және химиялық активтілігі бойынша;
- айдап қотаратын сұйықтың температурасы  $+85^{\circ}\text{C}$  дейін;
- Сору биіктігі–2,5–6,5м.



3.1 - сурет – 1Д – типті сорғының тілінген сұлбасы

Сорғылар ГОСТ 27.003–90 I (қалпына келтірілетін) ортақ тағайындаңдалған бұйымдар түріне жатады. Сорғылар және агрегаттар климаттық орындалуда және орналастыру категориясы бойынша УХЛ 3.1, У2 және Т2 ГОСТ 15150–69 өндіріліп жатыр . Сорғылар және агрегаттар шетке шығаруға есепке алумен жабдықтаулар электрсорғылар ГОСТ 26–06–2011–79 бойынша сәйкестікте игерілген.



3.2 - сурет – Сорғының габариті өлшемі



Сорғылар және агрегаттар қауіпсіздік талап бойынша ГОСТ Р 52743–2007 сәйкес орындалады.

Кесте 3.1 – Сорғы қондырғысының техникалық мәліметтері

Параметр	Белгіленуі	Мәні	Өлшем бірлігі
Беру	Q	200 (0,055)	м <sup>3</sup> /сағ (м <sup>3</sup> /с)
Сұйық қысымы	H	90	М
Айналу жиілігі	N	2900 (48.3)	айн/мин (сек <sup>-1</sup> )
Максималды тұтынылатын қуат	N	82	кВт
Шекті кавитациялық қор	ΔH	5,5	м, аз емес
Сорғы массасы	M	145	Кг
ПӘК	η <sub>н</sub>	75	%
Серпін моменті	J <sub>н</sub>	1,80	кгм <sup>2</sup>

Сорғыштарды статискалық түрде қараған кезде, суды пайдалану уақыттың көп бөлігі кезінде аз болады. Сорғыш жылдамдығын азайту үшін, қысымды тұрақты түрде ұстау қажет. Желідегі қуаттың пайдалануы аз болады. Сондықтан қозғалтқыштарды сорғыштардың параметрлеріне сәйкес таңдау керек.

Формула бойынша қозғалтқыш білігіне түсетін қуатты есептейміз:

$$P = \frac{g \cdot \rho \cdot Q_{hN} (H_{HN} + \Delta H)}{1000 \cdot \eta_H} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 0,055(90 + 5,5)}{1000 \cdot 0,82} = 62,84 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

мұндағы:  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – еркін түсуді жеделдету;

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  – судың тығыздығы;

$Q_{hN} = 0,055$  – сорыштың нақтылы өнімділігі, м<sup>3</sup>/с;

$H_{hN}$  – сорыштың нақтылы қысымы, м;

$\Delta H = 5,5$  – кавитациялық қор, м;

$\eta_{hN} = 0,82$  – Сорғыштың нақты ПӘК-і.

Сорғыш станцияларында орналасқан қозғалтқыштардың нақтылы қуаттылығы 62,84 кВт артық болуы тиіс. Сорғыш өндірушілерінің ұсынысы бойынша, сипаттамаға сай асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.

Сорғыш өндірушілерінің ұсынысы бойынша және есептелген қуаттылыққа сай, 4АМ, 4АМ250М2У3 сериялы 90 кВт қуатты қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.



3.3 - сурет – 4AM250M2У3 асинхронды қозғалтқыш

4A(4AM) сериясының белгіленуі:

4A(M) X X X X X X X

1 2 3 4 5 6 7 8

1 – (4A, 4AM) серия атауы;

2 – қорғаныс бойынша орындалуы, Н әрпі – IP23 орындалуы, әріптің жоқ болуы IP44 орындалуы болуы мүмкін;

3 – Ақ станина мен щит бойынша орындалуы : А – станина мен щит алюминейден жасалған; Х – станина алюминді, шиты болаттан (немесе материалдың кері болуы); әріптің жоқ болуы – станина мен щит болаттан немесе шойыннан жасалады;

4 – айналу осінің биіктігі (екі немесе үш сан);

5 – станинаның ұзындығы бойынша белгіленген өлшемі: S, M әріптері немесе L (кішкентай, орташа немесе үлкен);

6 – магнит өзекшесінің ұзындығы: А – кішкентай, В – белгіленген өлшемді шарт бойынша сақтап қалса үлкен болады; әріптің жоқ болуы, белгіленген өлшем бойынша(S, M или L) өзекшенің бір ұзындық бойынша орындалады;

7 – полюс саны (бір немесе екі сандар);

8 – климаттық орындалуы немесе орналасу категориясы ГОСТ 15150–69.

Мынадай жүйеде сорғыш қондырғыларын тек қысымды арттыру үшін қолдану жеткіліксіз. Қондырғы энергетикалық шығын мен су тұтынуды азайту, сондай-ақ сумен жабдықтау аппаратураларының саны мен ауқымдылығын минималдандыру мақсатында су арыны желілеріндегі қысымды қамтамасыз ету қажет.

Кесте 3.2 – Электр қозғалтқыштың техникалық мәліметтері

Параметр атаулары	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Шамасы
1.Статор фазасының нақтылы кернеуі	$U_{н1}$	В	380
2.Нақтылы қуат	$P_{н}$	кВт	90
3.Нақты қуат коэффициенті	$\cos \varphi$	–	0,92
4.Нақтылы ПӘК, %	$\eta$	–	92
5.Тоқ тығыздығы	J	А/мм <sup>2</sup>	4,6
6.Электрмагнитті индукция	$B \delta$	Тл	0,75
7.Сызықтық жүктеме	A	А/см	419
8.Нақтылы сырғу, %	S	–	1.4
9.Бастапқы айналма түсу сәтіндегі қысқалық, с.б.	$m_n = \frac{M_{II}}{M_{НОМ}}$	–	1,2
10.Максимальді айналма сәтіндегі қысқалық, с.б.	$m_k = \frac{M_{\max}}{M_{НОМ}}$	–	2,2
11.Минимальді айналма сәтіндегі қысқалық, с.б.	$m_M = \frac{M_{\min}}{M_{НОМ}}$	–	1
12.Бастапқы берілу тоғындағы қысқалық, с.б.	$k_i = \frac{I_{iII}}{I_{НОМ}}$	–	7,5

Кесте 3.3 – Орын басу сұлбасының параметрлері

1. Басты индуктивті кедергі	$X^{\mu}$	Ом	5,2
2. Статор орамының келтірілген активті кедергісі	$R_1^{\prime}$	с.б.	0,020
3. Статор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_1^{\prime}$	с.б.	0,078
4. Ротор орамының келтірілген активті кедергісі	$R^{\prime\prime}$	с.б.	0,016
5. Ротор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_1^{\prime\prime}$	с.б.	0,13
6. Қысқа тұйықталу параметрі	$X_{к,п}$	с.б.	0,16

## 4 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау

### 4.1 Жиілік түрлендіргіші мен күштік сұлбасының элементтері және оның параметрлерінің есептеу

Жиынтық түрлендіргішінің векторлы басқарудағы және скалярлы басқарудағы болады.

Түрлендіргіштің күштік бөлігі келесі бөліктерден тұрады: түзеткіштен, инвертордан, сүзгіштен, тежеуіш резисторынан, қорғау тораптарынан.

Кернеу амплитудасы мен жиілік инвертордағы түрлендіргішпен реттелетіндіктен, түзеткіштік диодтары орындалуы мүмкін, ал басқарылмайтын түзеткіш сызбасында тежеуіш резисторы болуы керек. Түрлендіргішті таңдау үшін, қозғалтқыштың параметрлері ескерілуі керек. Қазіргі заманда Hitachi, Siemens, ABB, Hyundai сияқты компаниялар түрлендіргіштерді өндіріп шығарып жатыр. Олардың бір-біріне айырмашылығы бағасы мен сапасында.

Жиілік түрлендіргіштері— қоректендіретін кернеудің деңгейімен жиіліктің өзгеруі арқасында үш фазалық асинхронды қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын басқару үшін арналған. Асинхрондық қозғалтқыштар мен жиілік түрлендіргіштердің қолданылуы әрине қазіргі кезде перспективті, тиімді тәсілдердің қатарына жатады. Өйткені реттелетін тұрақты тоқ электржетегін және реттелмейтін айнымалы тоқ электр жетегін алмастыра алады.

Жиілік түрлендіргіштер —электрқозғалтқыштарды басқаратын универсалды құрылғы. Электрқозғалтқыштарды келесі мүмкіндіктер мен қамтамасыз етеді:

а) Кең диапазонда қозғалтқыштың айналу жылдамдығын сатылы емес реттейді;

б) Айналу бағытын өзгерту (реверстеу);

в) Байсалды іске қосу және тоқтармен 100–120%(тікелей іске қосу кезінде 600–800%) бірге байсалды тоқтату;

г) Асинхронды қозғалтқыштың рекуперативті тежелуі (тежелу резисторінде энергияны тарату) ;

д) Электрқозғалтқыштың жиынтығының қорғалуы;

е) Электр энергияның тиімділігі 40–50%—ға дейін.

Жиілік түрлендіргішін мына шарттар бойынша таңдаймыз:

– түрлендіргіштің кернеуі қозғалтқыш кернеуінен үлкен немесе тең болу:

$$U_{Н ПЧ} \geq U_{Н Д} \quad (4.1)$$

– түрлендіргіштің тоғы қозғалтқыш тоғынан үлкен немесе тең деп алынады:

$$I_{Н ПЧ} \geq I_{Н Д} \quad (4.2)$$

– Қозғалтқыштың қуатына, жиілік түрлендіргіштің қуаты сәйкес келу

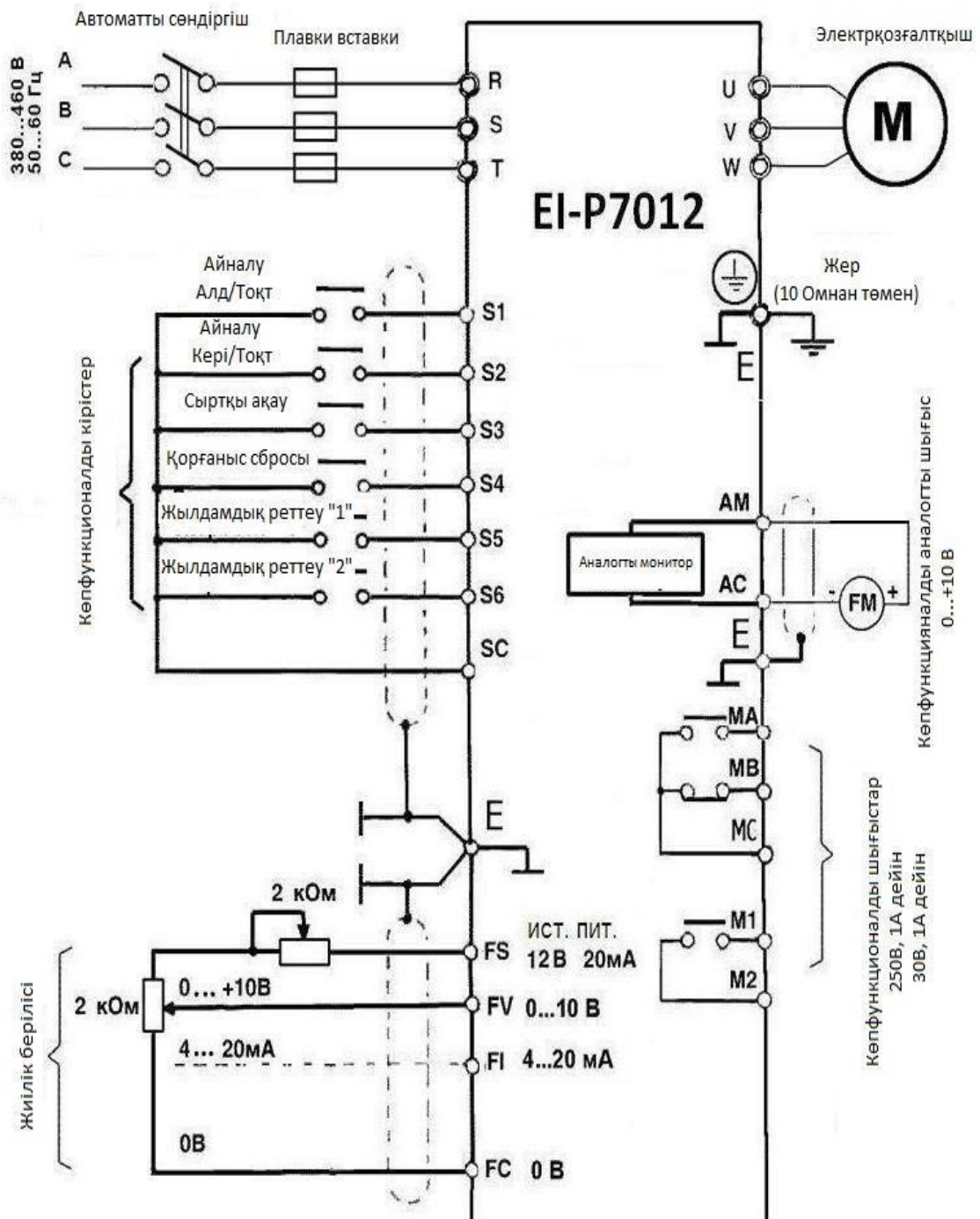
керек.

EL – P7012 типті HYUNDAI фирмасының жиіліктік түрленгішін таңдаймыз.

Бұл жиілік түрлендіргіші векторлық басқаруы және жоғарғы динамикалық сипаттамамен қамтамасыз ететін универсалды түрлендіргіш. Электр жетегінде аз ғана уақыттың ішінде жүктемені өзгертеді.

#### 4.1 Кесте – Жиілік түрлендіргіштің техникалық сипаттамалары

Қозғалтқыштың қолданылатын максималды қуаты, кВт	90
Шығыс сипаттамалар: Түрлендіргіштің толық қуаты, кВА	121
Номиналды шығыс ток, А	100
Максималды шығыс кернеу, (үшфазалы) В	380
Номиналды шығыс жиілікке дейінгі, Гц	480
Қорек көздері: Номиналды кіріс кернеу, В	380
Номиналды кіріс жиілік, Гц	50/60
Рұқсат етілетін кернеуден ауытқулар	+10%, -15%
Рұқсат етілетін жиіліктік ауытқулар	± 4% □ □ 4%
Қоршаған орта көрсеткіштері: Қоршаған орта температурасы	- 10°C –тан + 40°C–қа Дейін
Қатынасты ылғалдылық, көп емес	90%
Түрлендіргіш массасы, кг	70



4.1 - сурет – Жиілік түрлендіргіштің электрлік қосылу сұлбасы

Инвертор мен түзеткіштің күштік элементтерін таңдау және есептеу. Кең импульсты модулятор мен автономды инвертордың қуат көзі кернеуінің есебі.

$$U_H = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{U_{sl}}{\mu_{\max}}, \text{ В} \quad (4.3)$$

мұндағы:  $U_H$  – электрқозғалтқыш статорындағы сызықтық кернеудің номиналды мәні;

$\mu_{\max}$  – Модуляция коэффициентінің максималды шектік мәні;

Берілген АИК  $\mu_{\max} = 1$ . Коммутация үрдісі кезінде салмақ түсетін жиілік периодының белгілі бөлігін алғандықтан, іс жүзінде  $\mu_{\max} < 1$ . Қазіргі заманғы IGBT транзисторларын қолданғанда салмақ түсетін жиілік  $f_K = 1,6$  кГц, ал  $\mu_{\max} \rightarrow 1$  жетеді.

Модуляция коэффициентінің максималды мәнін мына формула бойынша есептеуге болады:

$$\mu_{\max} = 1 - 4f_K t_B \quad (4.4)$$

мұндағы:  $t_B$  – транзистордың өшіру уақыты;

$f_K = 1,6$  кГц кезінде

$$\mu_{\max} = 1 - 4f_K t_B = 1 - 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 0,994 \quad (4.5)$$

Осы формуладан:

$$U_H = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \frac{U_{sl}}{\mu_{\max}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{380}{0,994} = 623,16 \text{ ,В} \quad (4.6)$$

## 4.2 Транзистордың және кері ток диодтары арқылы келетін токтың орташа мәнін есептеу

Транзистор арқылы келетін токтың орташа мәнін есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$I_{VT} = \frac{I_{sm}}{2\pi} \left( 1 + \frac{\pi\mu}{4} \cos\varphi_s \right) \quad (4.7)$$

мұндағы:  $I_{sm}$  – электрқозғалтқыш статорының тогының амплитудалық мәні;

$\varphi_s$  – инвертордың шығысындағы кернеумен және токтың біріншілік коэффициенті арасындағы фазаның ығысу бұрышы;

Есептеу үшін жиілікті реттеуге арналған 4А сериялы асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.

Кесте 5.1 – 4AM250M2 қозғалтқышының мәліметтері

Қуат $P_H$ , кВт	380 В кезіндегі шартты ток $I_H$ , А	Шартты айналу жиілігі $n_H$ , об/мин	Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$
90	95	3000	0.90

Қозғалтқыш қуаты, қуат коэффициенті бойынша статор тогының амплитудалық мәнін табамыз:

$$I_{sm} = \frac{P_H \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} = \frac{90 \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.92} = 209,81 \text{ A} \quad (4.8)$$

Алынған статор тогының амплитудалық мәні бойынша транзистор арқылы келетін токтың орташа мәнін есептейміз:

$$I_{VT} = \frac{I_{sm}}{2\pi} \left(1 + \frac{\pi\mu}{4} \cos\varphi_s\right) = \frac{209,81}{2 \cdot 3.14} \left(1 + \frac{3.14 \cdot 0.994}{4} \cdot 0.92\right) = 57,39 \text{ A} \quad (4.9)$$

Транзистор үшін төменгі жиілікте және неғұрлым ауыр режимдегі жұмыс кезінде, ток жүктемесінің амплитудалық мәні ұзақ уақыт бойы өзгеріп отыратын кездер болады. Бұл жағдайда тиристор арқылы келетін жұмысшы токтың орташа мәні :

$$I_T = \frac{I_{s,m}}{2} (1 + \mu) = \frac{209,81}{2} (1 + 0,994) = 209,18 \text{ A} \quad (4.10)$$

Егер АИК төменгі жиілікте жұмыс істеу керек болса, онда ұзақ уақыт бойы жүктеме тогының амплитудалық мәнін өзгерткен жағдайда, тиристор үшін неғұрлым ауыр режим болады. Кері ток диодтары арқылы келетін токтың орташа мәнін формула бойынша анықтаймыз:

$$I_{VD} = \frac{I_{sm}}{2\pi} \left(1 - \frac{\pi\mu}{4} \cos\varphi_s\right) = \frac{209,81}{2 \cdot 3.14} \left(1 - \frac{3.14 \cdot 0.994}{4} \cdot 0.92\right) = 9,35 \text{ A} \quad (4.11)$$

Төменгі жиіліктегі инвертор жұмысы кезінде диодтың максималды жүктеме режимінде (іске қосу процесінде) токтың мәні:

$$I_D = \frac{I_{s,m}}{2} (1 - \mu) = \frac{209,81}{2} (1 - 0,994) = 0,63 \text{ A} \quad (4.12)$$



Шекті тежелуші моментті арттыру арқылы желіге арнайы тежелуші резисторын  $R_T$  тежелуін уақытқа қою керек. Резистордың кедергісін тежелу кезінде түзеткіш бекітілуі болмайтындай таңдау керек. Кедергіні мына формула бойынша есептейміз:

$$R_T = \frac{U_{II}}{I_{II \max}} \quad (4.13)$$

мұндағы:  $I_{II \max}$  – тежелу кезінде АИК түзеткішке бағытталған тұрақты токтың максималды мәні;

Тұрақты токтың максималды мәнін формула бойынша есептейміз:

$$I_{II} = \frac{3}{4} \mu I_{sm} \cos \varphi_{S1} = \frac{3}{4} \cdot 0.994 \cdot 209,81 \cdot 0.92 = 143,91 \text{ A} \quad (4.14)$$

Осыдан тежеуіш кедергісі (Ом) :

$$R_T = \frac{U_{II}}{I_{II \max}} = \frac{623.16}{143,91} = 4,33 \quad (4.15)$$

### 4.3 Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасын жобалау және оның параметрлерін есептеу

Таңдалған жиілік түрлендіргіштің күштік тізбегі келесідей бөліктерден тұрады:

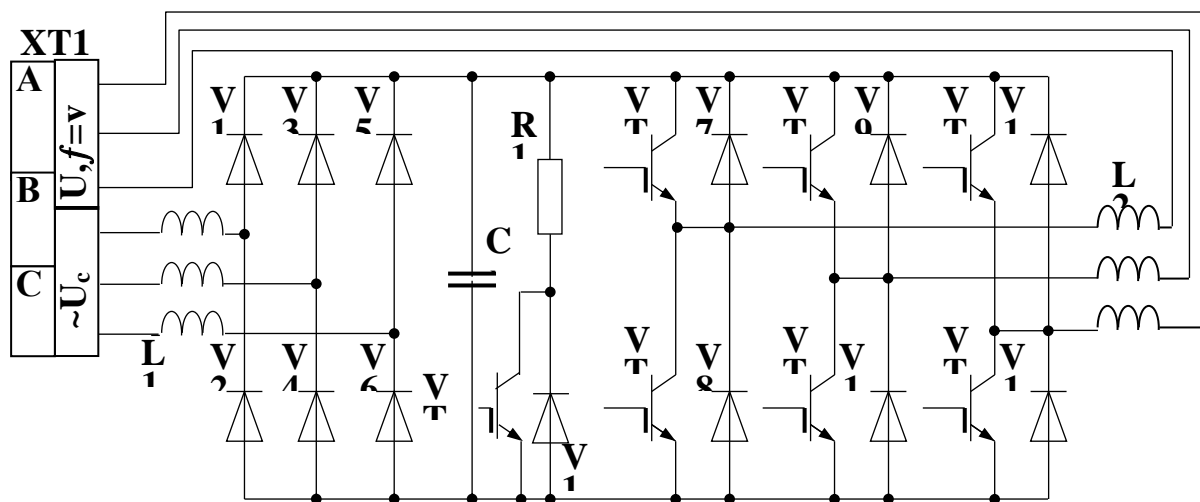
- түзеткіш–түзеткіш элементтер ретінде диодтары қолданылады;
- инверторлар –инвертордың кілттік режимінде қайтымды диодтары бар транзисторды IGBT қолдану, инвертор шығысында жиілікті реттеу үшін инвертор кілттерін қайтадан іске қосу кезінде жиілікті өзгерту керек, инвертор шығысында кернеудің шамасын реттейтін импульстік модуляция арқылы болады;
- тежеу блогы–резистивті жиіліктік тежелуіш үшін қолданылады;
- LC–сүзгіш–кернеуді сүзуге арналған;
- анодты реакторларды–өтпелі кедергілерді сүзуге қолданылады;
- ток кернеуінің ұлғаюынан сақтайтын тізбектер;
- ток шектеуіш кедергілер.

Жоғарыда айтылғандардан, электр жетектің күш сызбасы 4.1 сурет көрсетілгендей түрде болады.

Электр жетектің күш бөліктің сұлбасы 4.2 сурет көрсетілген және ол келесідей күш элементтерінен тұрады:

- $L1 \dots L3$  –ток өсуін жылдамдығын шектеу үшін, ток шектеуіш реакторлар;
- $R_T$  – тежеу кедергісі;

- C – түзеткіш сыйымдылығы;
- VT1...VT6 –инвертор күш блогының транзисторлары;
- $R_{TC}$  – ток шектеуіш кедергісі;
- VD1...VD6 –түзеткіш диоды.
- VD7...VD12– инвертор қайтып оралатын диодтары;
- ДТ – ток датчигі;
- ЦЗП – токтың кернеуінің ұлғайтпайтын тізбектері;
- $L_{DP}$  – тегістеуші кедергісі (дрессель).



4.2 - сурет – Электр жетегінің күштік тізбегінің негізгі сұлбасы

Күш кілттері ретінде IGBT(Integrate Bipolar Transistor) модулін қолданамыз, оның құрамында оқшауланған қос полярлы транзистор және кері диодтары болады. Алдын-ала таңдау:

Статордың шартты фазалық тогы:

$$I_{НОМ} = 100, \text{ A} \quad (4.16)$$

Күш кілті арқылы келетін орташа ток:

$$I_{н. ср.} \geq k_3 \cdot I_{max} \quad (4.17)$$

мұндағы:  $k_3$ – кілт коммутациясы кезіндегі токты қайта жүктеуді ескеретін қор коэффициенті,  $k_3 = 2$ ;

$I_{max}$ –инвертордың күш тізбегі иініндегі токтың амплитудалық мәні:

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{НОМ} = \sqrt{2} \cdot 100 = 141 \text{ A} \quad (4.18)$$

мұндағы:  $I_{НОМ}$ –қозғалтқыштың шартты тогы А.

Өрнек (формула) (4.17) осындай түрде болады:

$$I_{н. ср.} \geq 2 \cdot 141 = 282, A \quad (4.19)$$

Кілт күшіндегі жұмысшы кернеуі:

$$U_{раб.} \geq U_{max} + \Delta U_{п. н.} \quad (4.20)$$

мұндағы:  $U_{max}$  – инвертор кернеуінің амплитуда мәні, В;  
 $\Delta U_{п. н.}$  – кілттегі өтпелі (коммутация) кернеуі, В

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{л} = \sqrt{2} \cdot 380 = 537,4 B \quad (4.21)$$

мұндағы:  $U_{л} = 380 B$  желінің сызықтық кернеуі.

Тоқ кернеуі ұлғаятын мәні  $U_{п. н.} = 560 B$  қабылданады.

Өрнек (формула) (4.20) осындай түрде болады:

$$U_{раб.} \geq 537,4 + 560 = 1097,4 B \quad (4.22)$$

(4.20) және (4.22) формулалары негізінде тізбектен кері диодты жарты көпір түріндегі SKM400GA123D (СКМ400ГА123Д) күш модулі транзистор таңдалады.

Затворға түсетін максимал берілген кернеуі қайталама импульсті кернеудің берілген шегінің мәнінен аспау керек:

$$k_{zu} \cdot k_c \cdot U_{обр.м.} \leq U_{DRM} \quad (4.23)$$

мұндағы:  $k_{zu}$  – кернеудің қоры коэффициенті,  $k_{zu} = (1,3 \div 1,5)$ ;

$k_c$  – жүйедегі кернеудің жоғарылап өсетінің ескеретін коэффициенті;

$k_c = 1,1$ ;

$U_{обр.м.}$  – тетіктегі максималды қайтымды кернеу;

мұндағы:  $U_{ф}$  – қоректендіру фазалық кернеудің мәні,  $U_{ф} = 220 B$

$$U_{обр.м.} = \sqrt{6} \cdot 220 = 538,88 B.$$

$$1,3 \cdot 1,1 \cdot 538,88 = 770,59 \leq (1100)$$

Күш сүзгішінің конденсаторын таңдауды жүргіземіз:

Күш сүзгіші конденсаторының жиынтық сыйымдылығы:

$$C = \frac{U_d T_n}{3 R_n \Delta U_c} \quad (4.24)$$

мұндағы:  $U_d$  – түзетілген кернеудің орташа мәні, В:

$T_H = 0,001$  – жүктеме уақытының тұрақтысы (транзистор коммутациясының жиілігі), с;

$R_H = 0,069$  Ом – жүктеме белсенділік кедергісінің мәні, Ом;

$\Delta U_c$  – конденсатордағы кернеудің шекті жоғарылауы.

Түзетілген кернеудің орташаланған мәнін есептейміз:

$$U_d = k_{cx} \cdot U_\phi = 2,3 \cdot 220 = 506, \text{ В} \quad (4.25)$$

мұндағы:  $U_\phi = 220$  В – жүйедегі фазалық кернеудің мәні;

$k_{cx} = 2,3$  – үш фазалы түзеткіш коэффициенті.

Конденсатордың кернеуінің жоғарылауы:

$$\Delta U_c = 0,1 \cdot U_d = 0,1 \cdot 506 = 50,6 ; \text{ В} \quad (4.26)$$

Жүктеме белсенділік кедергісін есептейміз:

$$R_H = \frac{3 \cdot R_1}{2} = \frac{3 \cdot 0,069}{2} = 0,1 ; \text{ Ом} \quad (4.27)$$

Өрнек (формула) (4.24) осындай түрде болады:

$$C = \frac{506 \cdot 0,001}{3 \cdot 0,1 \cdot 50,6} = \frac{0,506}{15,18} = 0,03, \text{ Ф} \quad (4.28)$$

Конденсатордағы максималды шектік кернеуі анықталады:

$$U \geq \sqrt{2} \cdot U_d ; \text{ В} \quad (4.29)$$

$$U \geq \sqrt{2} \cdot 506 = 713,46 \text{ В}$$

## 5 Электр жетегінің механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу

АҚ–ның нақты сипаттамаларына  $M(s)$ ,  $I_2'(s)$ ,  $I_1(s)$  жатады. АҚ–ның механикалық сипаттамалары боп ротордың айналу жиілігінің  $n = f(M)$  электромагниттік моментіне тәуелділігі саналады.

Бұл сипаттаманы моменттің  $M = f(s)$  сырғанауға тәуелділігін қолданып табуға болады. Бұл жағдайда аналитикалық өрнектер жазбаның шағын қалпына ие болады және қарапайымдырақ тәуелділіктерді береді.

Механикалық сипаттамаларды нақты есептеу әдістері АҚ–ның сырғанауы мен моментті байланыстыратын формуласы (Клосс Формуласы) келесі түрге ие болады:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + s_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot s_k} \quad (5.1)$$

мұндағы:  $a = \frac{R_1}{R_2} = 1,25$ ;

$M_K$  – АҚ–тың белдігіне сынап талдау(критикалық) моменті;

$s_k$  – сынап талдау(критикалық)сырғанауы;

$s$  – ағымдық мәні, сырғанауы.

Критикалық сырғанауды мына өрнек бойынша табамыз:

$$s_k = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)}} = 0,083 \quad (5.2)$$

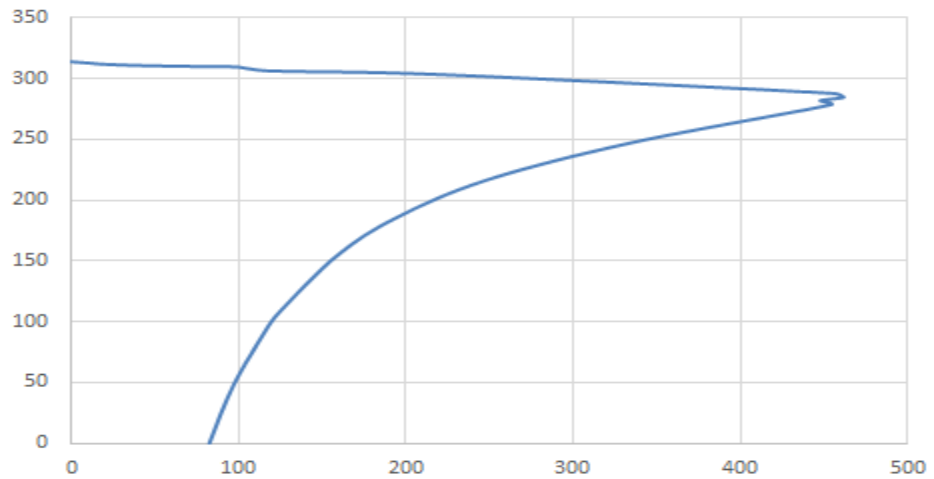
Критикалық сырғанау мен моментті ескере отырып мына формуланы аламыз:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + s_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot s_k} = \frac{1018,36}{\frac{s}{0,083} + \frac{0,083}{s} + 0,2075} \quad (5.3)$$

Сырғанау мәнін  $s$  0  $s$  – ден 1  $s$  – ге дейін беріп, 5 кестеде келтірілген  $M$  мәндеріне ие боламыз.

Кесте 5.1 – Сырғанау мен момент бойынша келтірілген мәндер

S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega$	278	247	216	185	154	108	92	55	30	0
M	454	335	248	194	159	124	116	100	331	299



5.1 - сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Электр механикалық сипаттамалар  $I_1(s)$  статор тогы мен  $I_2(s)$  ротор тогының сырғанауға тәуелділігін көрсетеді:

$$I_2 = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2}{S}\right)^2 + X_K^2}} \quad (5.4)$$

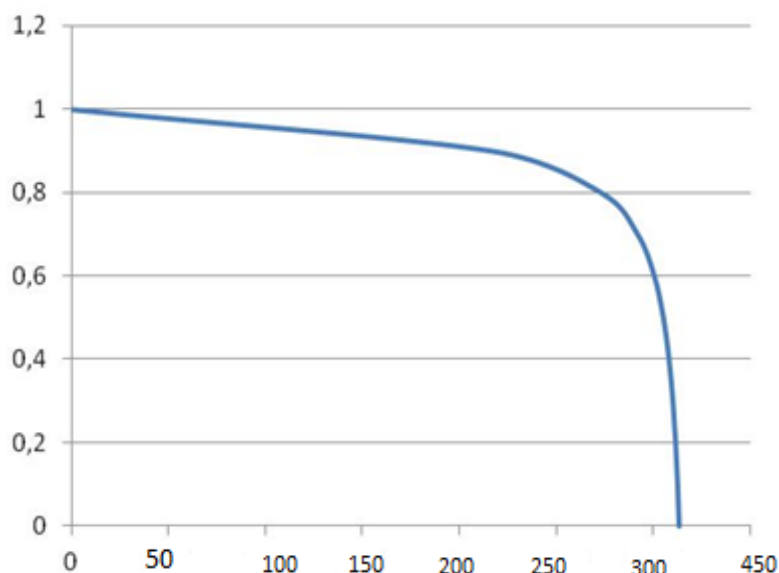
мұндағы:  $U_H$ —статор орамының номиналды фаза кернеуінің мәні, В.  
 $X_K$ —қысқа тұйықталудың индукциялық фазалық кедергісі, Ом.

$$I_2 = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,05 \pm \frac{0,04}{S}\right)^2 + (0,48)^2}} \quad (5.5)$$

$S=0$  ден  $S=1$  сырғанау мәндерін қоя отырып,  $I_1(S)$  және  $I_2(S)$  ток мәндері есептеліп, 5.2 кесте түрінде көрсетіледі.

Кесте 5.2 – Келтірілген ротор тогы мен жиіліктің мәндері

S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega$	278	247	216	185	154	108	92	55	30	0
$I_2$	53,9	104	150	190	225	293	300	350	400	450



5.2 - сурет – Ротор тогының сырғанауға тәуелділігінің  $I_2(s)$  графигі

$I_1$  тоғы  $I_2$  ротор токтарының және  $I_{\mu H}$  магниттеу тогының векторлық қосындысы болып табылады. Статор ток модулін келесі есептік өрнек бойынша алуға болады:

$$I_1(s) = \sqrt{\left(\hat{I}_2\right)^2 (1 + 2 \cdot \alpha) + I_{\mu H}^2}, \quad (5.6)$$

$$\alpha = \frac{I_{\mu H}}{I_{2PP}} = \frac{16.21}{455.48} = 0.036$$

мұндағы:

$$I_{2PP} = \frac{U_H}{\sqrt{R_1^2 + X_K^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,05^2 + 0,48^2}} = 455,48, \text{ A} \quad (5.7)$$

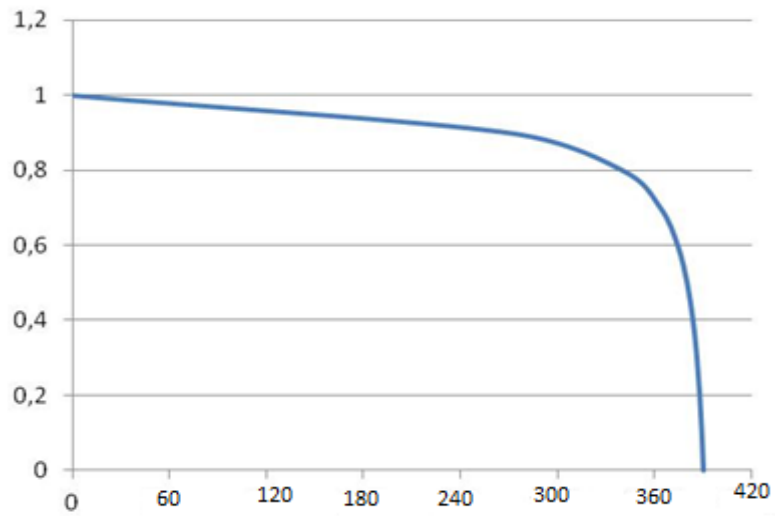
$I_{\mu H}$  – магнителудің номиналды тогы келесідей жолмен анықталады:

$$I_{\mu H} = I_{1H} \left( \sin \varphi_H - \frac{\cos \varphi_H}{\lambda_H + \sqrt{\lambda_H^2 - 1}} \right) = 95,35 \left( 0,39 - \frac{0,92}{2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}} \right) = 16,21 \text{ A} \quad (5.8)$$

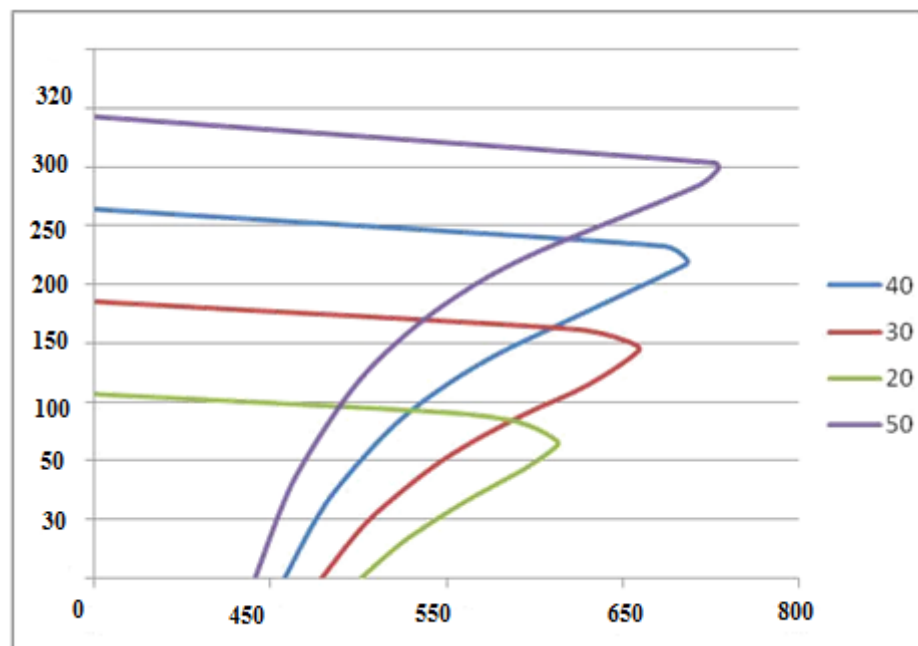
мұндағы:  $\lambda_n$  – кезең бойынша қозғалтқыштың қайта жүктелу қабілеттілігі ;

Ток тәуелділігі  $I_1(s)$ –ті табу үшін,  $s$  және  $I_2(s)$  мән беріп есептеп анықталады:

$$I_1(s) = \sqrt{(I_2')^2 + (1 + 2 \cdot \alpha) + I_{\mu H}^2} \quad (5.9)$$



5.3 - сурет – Статор тогының сырғанауға тәуелділігінің  $I_1(s)$  графигі



5.4 - сурет –  $f = 50, 30, 20, 40$  болған кездегі асинхронды қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларының графигтері



## **6 Басқару жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу және электр жетегі басқару жүйесін жобалау**

### **6.1 Электр жетектің функционалды сұлбасы**

Электр жетегі жүйесінің бұрын қабылданған шешім негізінде оны автоматтандыруды іске асыру үшін, электр жетегінің функционалды сұлбасын құруға болады.

БП – Басқару пульті

БПБ – Басқару программасының блогі

ЭБЖ – Электр жетегінің басқару жүйесі

Т – түзеткіш

АИК – автономды инвертор кернеуі

АҚ – Асинхронды электр қозғалтқыш

С – Ортадан тепкіш сорғыш

Қд – құбырлар желісінің қысым түсіру датчигі

Электр жетегінің автоматты басқару жүйесі, басқару объектісінен және реттеуіштен тұрады. Басқару объектісі ретінде, энергияны түрлендіретін электр жетек жиынтығын, электрқозғалтқышты қоректендіретін, және жұмыстық органы ретінде ортадан тепкіш сорғы қондырғысы муфт арқылы қозғалтқыш білігімен бірге бірлескен деп біз түсініп жатырмыз. Реттеуішті есептеу және іске асыру, электр жетегі автоматты басқару жүйесінің берілген тапсырма бойынша есептеу арқылы іске асырылады. Бұл кезде реттелетін өлшем–желідегі сұйықтың қысымы. Жиілік түрлендіргіште реттеуіш жүзеге асырылған, электр қозғалтқышты қоректену үшін таңдалған, бізге тек қана реттеуіштің түрін, параметрлерін беріп, есептеу қажет.

### **6.2 Сорғы қондырғысының математикалық сипаттамасы**

Механикалық беру моментінің электр қозғалтқыштан жұмысшы органға муфта арқылы келетін электр жетегінің теңдеуінің түрі:

$$M - M_c = J_c \cdot d\omega/dt, \quad (6.1)$$

$$H_c = RQ^2 \quad (6.2)$$

мұндағы:  $H_c$  –желідегі сұйық қысымы ;

$R$  – желінің кедергісі (сұйықтың шығын функциясы);

$Q$  –сұйықтың шығыны .

Желіге берілетін сорғының тегеуріні мына түрде анықталынады:

$$H_H = H_0 \cdot \omega^{*2} - CQ^2 \quad (6.3)$$

мұндағы:  $H_0$  – тиек жабық кездегі қысым;

$\omega^*$  – сорғы білігінің салыстырмалы айналу жылдамдығы ;

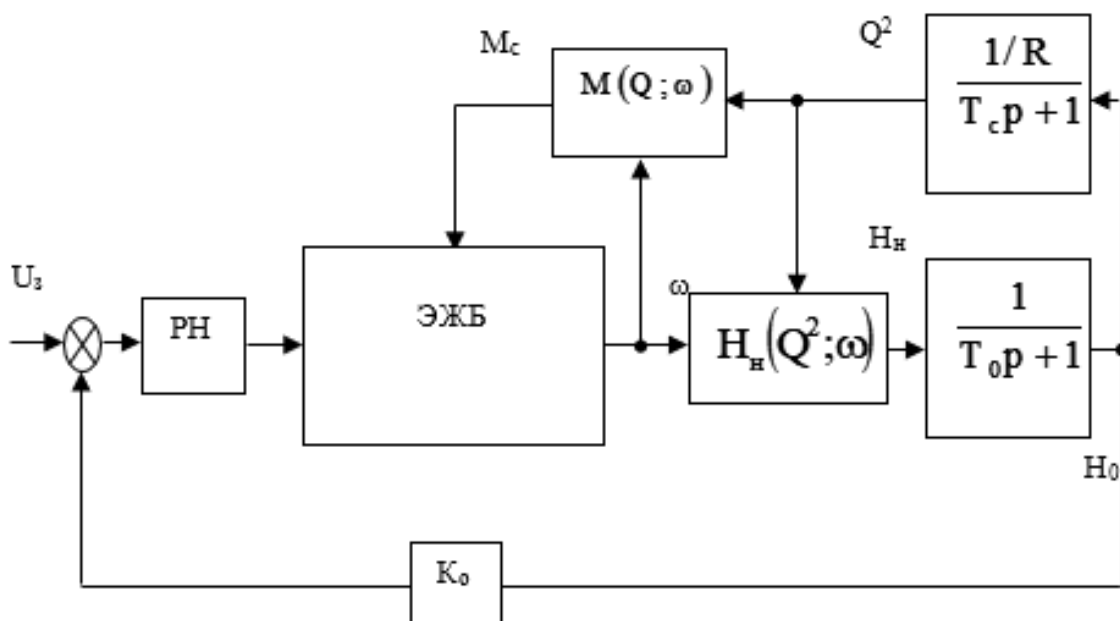
$C$  – коэффициент;

$Q$  – сұйық шығыны.

Желінің реттелетін шамасы ретінде қысым болып табылады, оны сорғы тегеурінің үлкейту арқылы өзгертеді. Статикалық тегеурін жоқ кездегі сұқұбырының желісін, желідегі кедергінің қарама–қарсы мәніне тең болатын және тұрақты уақытқа қарағанда (0,5с ) салыстырмалы түрде үлкен, беріліс коэффициенті бар апериодикалық буын түрде көрсетіледі. Нәтижесінде, қарастырылатын буынның кіріс сипаттамасы желінің тегеуріні болады, ал шығыс сипаттамасы ретінде– желідегі сорғының берелісі болып табылады.

### 6.3 Құрылымдық сұлбаны ойлап құрастыру және оның параметрлерін есептеу

Технологиялық объектінің математикалық сипаттамасын қолданып, қысымды тұрақты ұстап тұратын жүйенің құрылымдық сұлбасын 6.1 суретте көрсетілген.



6.1 - сурет – Қысымды тұрақты ұстап тұратын жүйенің құрылымдық сұлбасы

Электр жетегінің басқару жүйесінің (СУЭП) блогы – электр қозғалтқыштан және жиілік түрлендіргіштен тұрады.

Бұл құрылымдық сұлба басқару объектісінің (сумен қамтамасыз ететін желіге қосылған сорғы) математикалық түрде сипаттамасын көрсетеді. 6.3

формулада көрсетілген  $H_n(Q^2; \omega)$  тәуелділік,  $M(Q; \omega)$  тәуелділік жүктемелік диаграмма арқылы анықталған. Желінің тұрақты уақытын  $T_c=0,5$  с деп аламыз.

Тұрақты уақытпен  $T_0 = 0,01$  с берілген аперидикалық буын, сорғының су шашырау қысымын бақылап тұрады. Қысым арқылы болатын кері байланыс коэффициенті былай анықталынады:

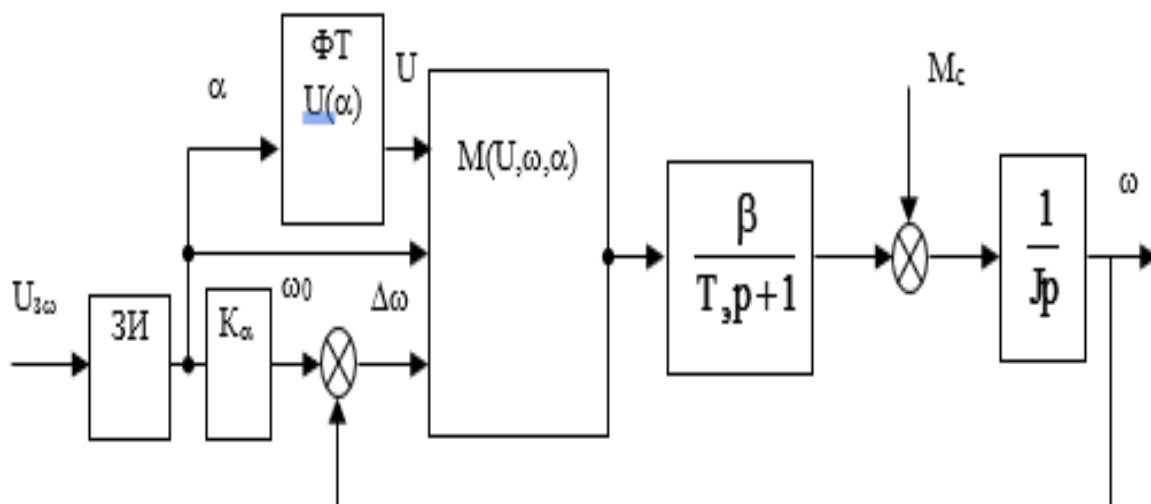
$$K_{oc} = U_{z \max} / H_{\max} \quad (6.4)$$

мұндағы:  $H_{\max}$  – желінің максималды тегеурін (25 м);

$U_{z \max}$  – тапсырма бойынша максималды кернеу, 10 В деп алдық.

Сондықтан,  $K_{oc} = 10/25 = 0,4$  м/В.

Электр жетегінің негізгі теңдеуі арқылы (6.1 формула) және электр жетегінің функционалды сұлбасы берілген кезде электр жетегіні басқаратын жүйенің құрылымдық сұлбасын құрамыз. Құрылымдық сұлба 6.2 сурет көрсетілген.

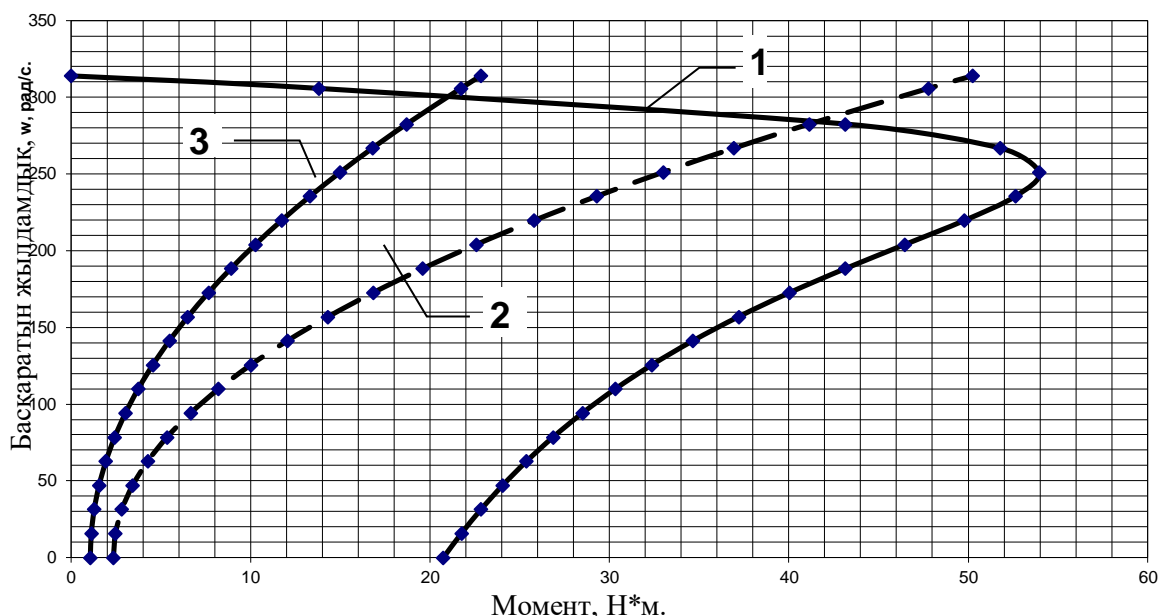


6.2 - сурет – Электр жетегінің басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Бұл құрылымдық сұлба электр жетек басқару жүйесінің, «Жиілік түрлендіргіш–АҚ» математикалық сипаттамасы болып табылады.

Интенсивтілік датчигі, үлкен уақыт тұрақтысынан  $\tau_{зи}$  тұратын аперидикалық буын болып табылады. Уақыт тұрақтысын 10 с деп аламыз. ФП– функционалды түрлендіргіш, таратып жіберу қисық формасының қолданып, қорек көзінің кернеуі  $U$  және салыстырмалы жиілік  $\alpha$  берілген мәні бойынша түрлендіреді. Таратып жіберу қисығының формасын анықтайық. Ол үшін жүктемелік қабілетті ескергенде және ескермегенде сорғы мен электрқозғалтқыштың бірге бірлескен механикалық сипаттамасын алайық.

Бұл график 6.3 сурет көрсетілген. Бұл графикте механикалық сипаттамада үш нүкте таңдап, бұл қисық сызықты аппроксималаймыз. Табиғи сипаттама бойынша қатаң сипаттаманы табамыз.



6.3 - сурет – Сорғы қондырғысы мен электрқозғалтқыштың қатаң механикалық сипаттамасы

$$\beta = M_{\text{ном}} / (\omega_{0\text{н}} \cdot s_{\text{н}}) = 290,69 / (314 \cdot 0,083) = 1015,38 \quad (6.5)$$

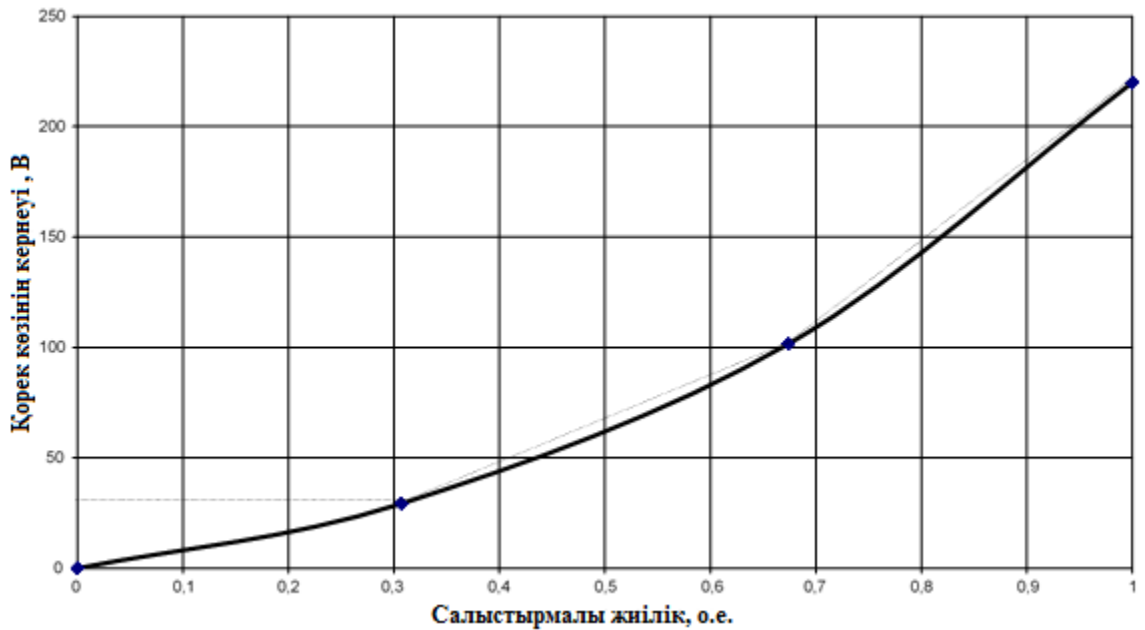
мұндағы:  $M_{\text{ном}}$  – электр қозғалтқыштың номиналды моменті,  $\omega_{0\text{н}}$  – синхронды айналу жиілігі,  $s_{\text{н}}$  – номиналды сырғанау. Таңдалған нүктелердің жылдамдығы мен моментін біле отырып, қатаң механикалық сипаттаманы есептеп, электрқозғалтқыш үшін синхронды жиілікті табамыз.

$$\omega_0 = \omega + M / \beta \quad (6.6)$$

мұндағы:  $\omega$  и  $M$  – график бойынша момент пен жылдамдық (6.4 сурет). Аперидикалық буын тұрақты уақыттымен  $T_s$  электрқозғалтқыштың электрмагниттік қасиеттерін ескереді.  $T_s = 0,122$  с.

Таратып жіберу қисығы және оның аппроксимациясы 6.5 суретте көрсетілген. Қисық сызығы парабола формасы беріліп және де квадраттық тәуелділік  $U(f)$  берілген. Мұндай басқару жүйесі заңы электрқозғалтқыштың статорындағы шығынды азайтуға мүмкіндік береді, бұл сәйкесінше жалпы электр энергия шығындарын азайтады. Аппросикмаланған қисық 0;0 бастапқы нүктелерінен басталмай, өйткені іске қосып жіберу кернеуін көбейту үшін, және де іске қосып жіберу моменті де үлкен болып келеді.

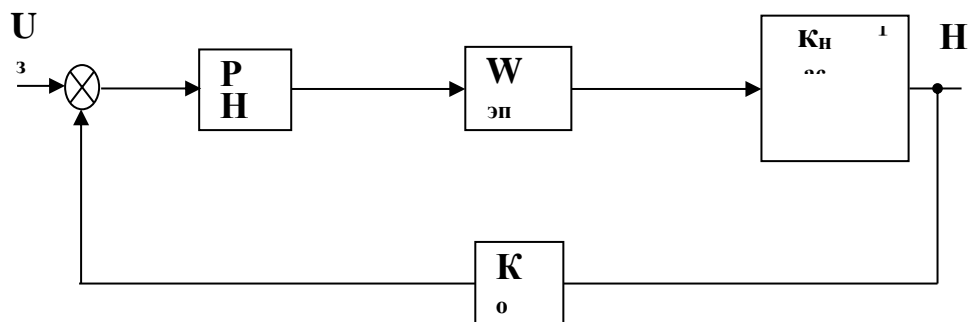
$M(U, \omega, \alpha)$  блогы электрқозғалтқыштың моментін және келесі шамаларды (критикалық моментті және критикалық сырғанауды) қорек көзінің кернеуінің тәуелділіктерін (қорек көзінің жиілігін, қозғалтқыштың жылдамдығын) есептеу жүргізеді. Моментті алдыңғы бөлімде Клосс формуласы бойынша, критикалық сырғанауда, критикалық моментке де есептеу жүргізілген.



6.4 - сурет – Таратып жіберу қисығының аппроксимациясы

#### 6.4 Құрылымдық сұлбаны сызықтандыру және реттеуішті баптау

Қысымды тұрақты ұстау жүйесінің құрылымдық сұлбасына негіздей отырып, және электржетек басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасына байланысты, ортақ ықшамдалған электр жетегінің құрылымдық сұлбасын келтіруге болады.



6.5 - сурет – Электр жетегінің құрылымдық сұлбасының ықшамдалған түрі

Беріліс коэффициентін  $k_{нас}$  мына түрде анықталады:

$$k_{нас} = H_n / \omega_n = 80/309,06 = 0,258 \quad (6.7)$$

мұндағы:  $H_n$  – желінің номиналды тегеуріні, м;

$\omega_n$  – сорғының номиналды жылдамдығы.

Қысым бойынша кері байланыс коэффициенті  $k_{oc}$  6.4 формуласы бойынша анықталған және мынаған  $0,4 \text{ м/В}$  тен.

Электр жетегінің беріліс функциясы  $W_{эп}$  СУЭП (Электр жетегінің басқару жүйесі) құрылымдық сұлба бойынша мына түрде бола алады:

$$W_{эп} = \frac{k_{эп}}{\tau_{и}p + 1} \quad (6.8)$$

мұндағы:  $\tau_{и}$  –интенсивтілік тұрақты уақыты,  $k_{эп} = \omega_{max}/U_{з max} = 30,6$ .

Электрқозғалтқыштың электрмагниттің тұрақты тоқ уақыты  $T_э=0,122\text{с}$ , зинтенсивтілік датчигі  $\tau_{и} = 10\text{с}$  тұрақты тоқ уақытынан аз болып келеді. Қорытындылай келе, электр жетектің басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы бір ғана апериодикалық буыннан –интенсивтілік датчигі, ал оның тұрақты уақыты электр жетектің басқару жүйесінің инерциондық қасиеттерін анықтайды.

Сондықтан да, бір апериодикалық жүйеден тұратын реттеуіш контурын аламыз, оның задатчик интенсивности тұрақты уақыты беріледі. Реттеуіш контурдың стандартты реттеуіші И–реттеуіш болып табылады.

Техникалық оптимумына келтірейік.

$$W_{PH} \cdot k_{эп} \cdot k_{нас} \cdot k_{oc} = \frac{1}{2\tau_{и}p}, \quad (6.9)$$

$$W_{PH} = \frac{1}{2\tau_{и}p \cdot k_{эп} \cdot k_{нас} \cdot k_{oc}} \quad (6.10)$$

6.10 формуласына коэффициенттерді қойып,  $W_{PH} = 1/ (2\tau_{и}p)$  аламыз. Ақырында, қысым реттеуіші тұрақты уақыты берілген И– реттеуішінен тұрады. Бұл әрине интенсивтілігінің датчигі екі уақыт тұрақтысына тең  $\tau_{и}, T_{PH} = 20 \text{ с}$  болып шығады.

## 6.5 Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру және өтпелі үрдістерін зерттеу

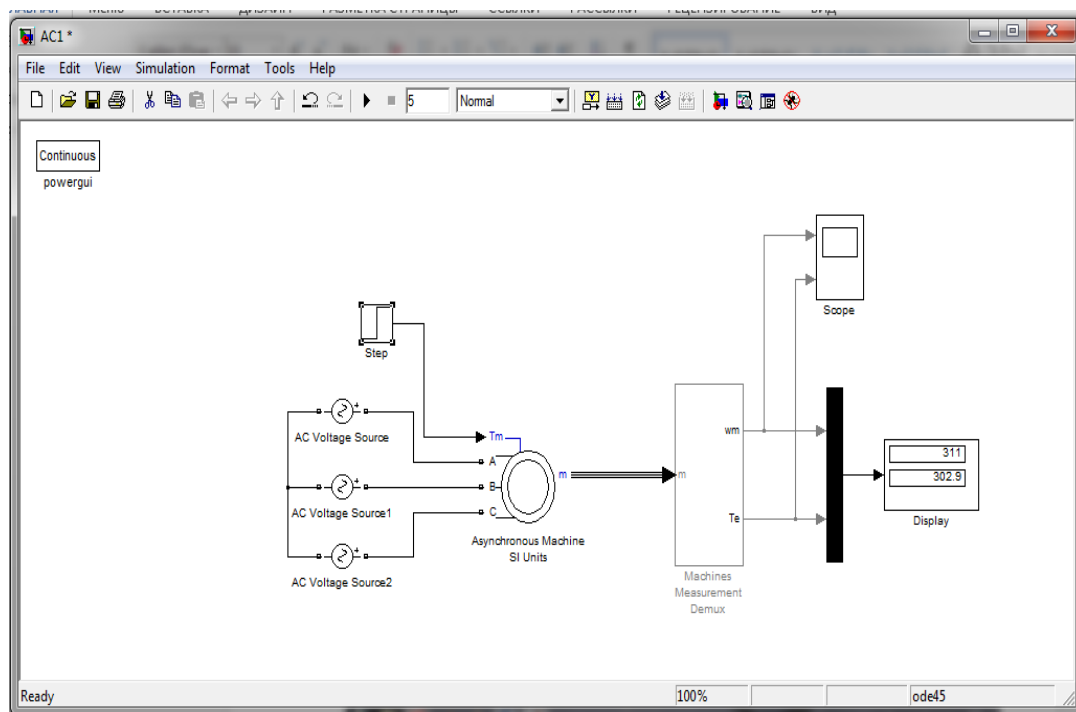
6.6 суретте асинхронды қозғалқыштың MatLab 7.5 бағдарламалық пакетінде жасалған имитациялық моделі көрсетілген. Жартылай өткізгішті электр жетекті зерттеу үшін қолданылатын негізгі пакеттер – Simulink жәе Power System Blockset. Simulink пакеті өзінің қосымшасымен әртүрлі электрмеханикалық жүйені зерттеуге арналған негізгі құрал.

Simulink кітапханасы виртуаль нысандарының жиынтығын көрсетеді. Әртүрлі автоматты басқару жүйесін зерттеуге болады. Барлық блоктардың

параметрлерін баптауға, өзгертуге мүмкіндік жасалған. Машинаның параметрлерін ендіруге арналған блоктың терезесі болады.

Имитациялық модель құрамына мынадай элементтер болады:

– үш фазалы асинхронды қозғалтқышы ( Asynchronous Machine SI Unit блогі);



6.6 - сурет – Асинхронды қозғалқыштың MatLab бағдарламалық пакетінде жасалған имитациялық моделі

– үш бір фазалы кернеу көздері (AC Voltage Source блогі);  
– Three–Phase V–I Measurement – желідегі тоқ пен кернеуді өлшеу үшін арналған үшфазалы мультиметр.

– екі Scope элементі – валдағы момент пен қозғалтқыштың роторындағы айналу жиілігінің, сонымен қатар желідегі тоқ пен кернеудің графигін көруге арналған осциллограф .

– екі Display элементі жылдамдық пен моменттің мәндерін өлшеуге арналған.

– Step – белгілі бір уақытта қозғалтқыш білігіне жүктемесін беруге арналған элемент.

Машинаны зерттеу үшін алдымен баптау( ендіру ) терезесіне оның параметрлерін ендіру керек.

Ендіру терезесінің параметрлері:

– Номинал қуаты (Вт), желілік кернеу  $U_{ж}$  (В), жиілік (f), айналу жылдамдығы айн/мин;

– Статор тізбегінің активті кедергісі  $R_s$  (Ом) и индуктивтілігі  $L_s$  (Гн);

– Ротор тізбегінің активті кедергісі  $R_r$  (Ом) и индуктивтілігі  $L_r$  (Гн); –  
Өзаралық индуктивтілік  $L_m$  (Гн);

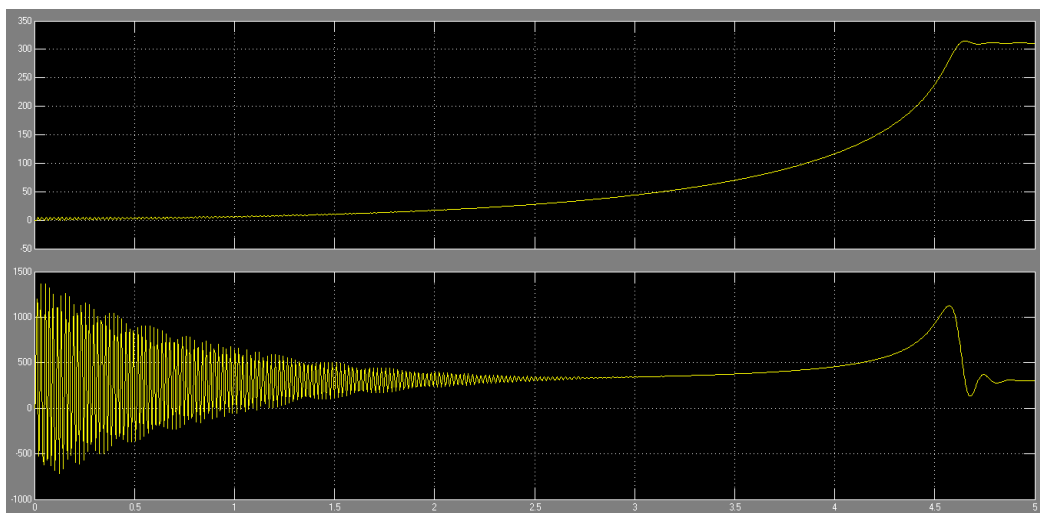
– Машинаның инерциялық моменті  $J$  (N.m.s); – Құрғақ үйкеліс коэффициенті  $F$  (N.m)

Динамикасының мынадай режимдер қарастырамыз:

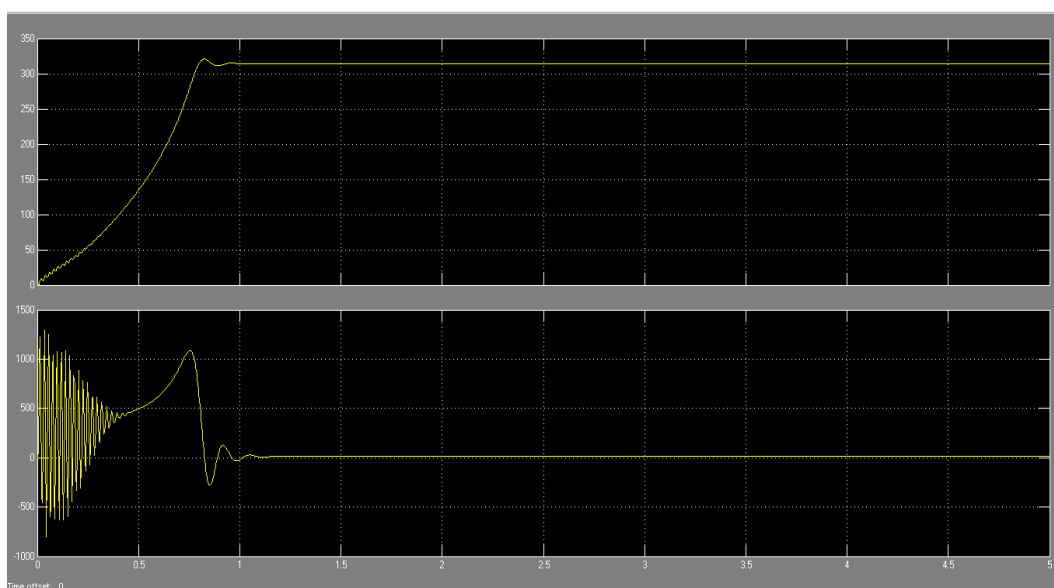
Бірінші режим:  $f = 50$  Гц,  $U_{\text{Л}} = 380$  В, қозғалтқышты жүктемесіз іске қосылады (бос жүріс режимі);

Екінші режим:  $f = 50$  Гц,  $U_{\text{Л}} = 380$  В, ал  $M_c = 290$  Нм= $M_{\text{НОМ}}$  тең жүктеме қозғалтқыш іске қосылғаннан соң 4 с өткеннен кейін беріледі;

Үшінші режим:  $f = 50$  Гц,  $U_{\text{Л}} = 380$  В, ал  $M_c = 0,5M_{\text{НОМ}}$  тең жүктеме қозғалтқыш іске қосылғаннан соң 4 с өткеннен кейін беріледі;

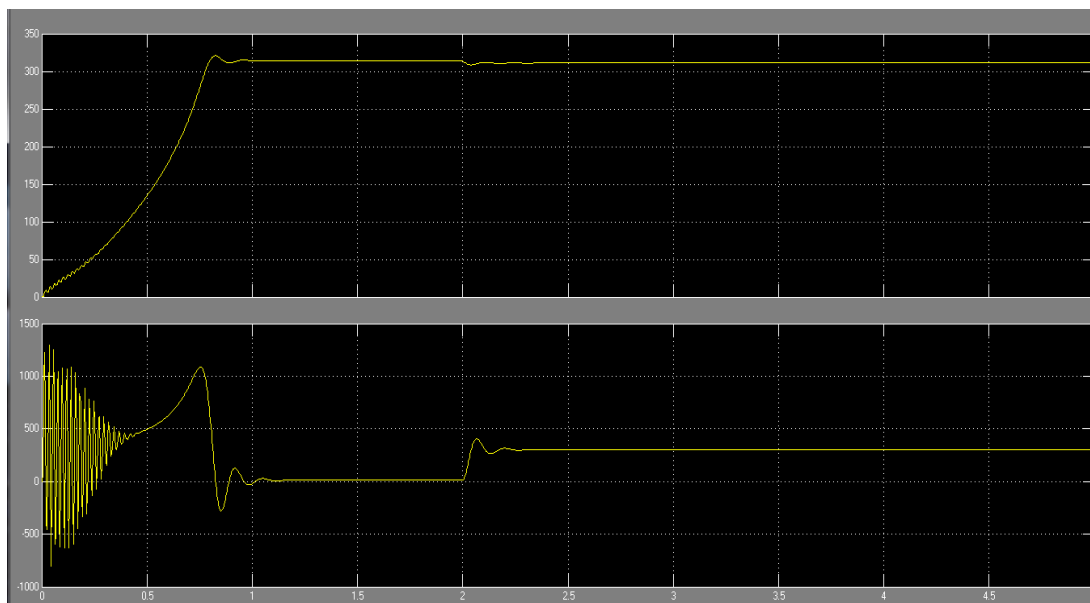


6.7 - сурет – Бірінші режим  $f = 50$  Гц,  $U_{\text{Л}}=380$  В,  $M_c = M_{\text{НОМ}} = 290$  тең кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_e = f(t)$  тәуелділіктерінің графиктері





6.8 - сурет – Екінші режим  $f = 50$  Гц,  $U_{д} = 380$  В, ал  $M_c = 0.75M_{ном} = 217,5$  Нм кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_b = f(t)$  тәуелділіктерінің графиктері



6.9 - сурет – Үшінші режим: жүктеме секірісі кезінде  $f = 50$  Гц,  $U_{д} = 380$  В,  $M_c = 290$  Нм кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_b = f(t)$  тәуелділіктерінің графиктері

## ҚОРЫТЫНДЫ

Өндірісте электр энергияның тұтынушысы ретінде электр жетегі болып табылады. Электр энергиясын үнемдеуді және еңбек өнімділігін арттыру үшін, қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалқыш электр жетектері әр түрлі механизмдерде кең қолданыс тапты.

Дипломдық жобада сумен жабдықтайтын сорғы қондырғысының автоматтандырылған электр жетегі жобаланған. Жобада сорғыш қондырғының түрлері, құрылысы және жұмыс режимін реттеу туралы мәліметтер келтірілген. Берілген тапсырмаға сәйкес, сорғыштың типі және оның жетегі ретінде қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Тиімді жетек ретінде «Жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш (ТЖ–АҚ)» электр жетек жүйесі таңдалып, оның құрылымдық сұлбасы құрастырылған және негізгі элементтерінің параметрлері анықталды. Hyundai фирмасының EL–P7012 типті жиілік түрлендіргіші қабылданды. Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық және жасанды механикалық сипаттамаларының графигтері, электр механикалық сипаттамаларының графигтері анықталды. Электр жетегінің функционалды құрылып, оның параметрлері анықталды. Сорғы қондырғысының математикалық моделі құрылды. Сонымен қатар электр жетегінің имитациялық моделі құрылып, Matlab Simulink пакетінде өтпелі үрдістері зерттелініп, солардың графигтері көрсетілген.

Есептеу жұмыстары Excel бағдарламасын пайдалану арқылы жүргізілді. Алынған нәтижелерді талдау жобаланған электр жетек оған қойылатын талаптарды қанағаттандыратынын көрсетті.

Өмір тіршілігі қауіпсіздік бөлімінде ақаба сулардан тазалау әдістері және сорғы қондырғысын гидроциклондар орнату арқылы ақаба суларды тазалауға есеп жүргізілді.

Экономикалық бөлімінде таңдалынған асинхронды қозғалтқыштың тиімді екені көрсетілді.

## ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

БП - басқару пульті

БПБ - басқару программасының блогі

ЭБЖ - электр жетегінің басқару жүйесі

Т - түзеткіш

АИК - автономды инвертор кернеуі

АҚ - асинхронды электр қозғалтқыш

С - ортадан тепкіш сорғыш

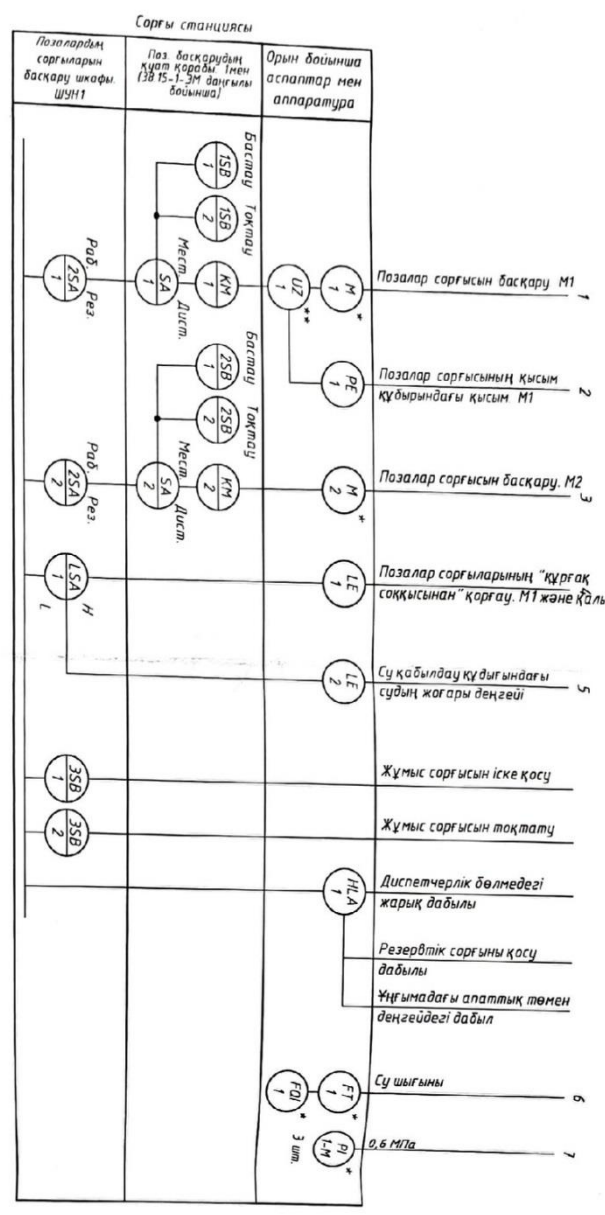
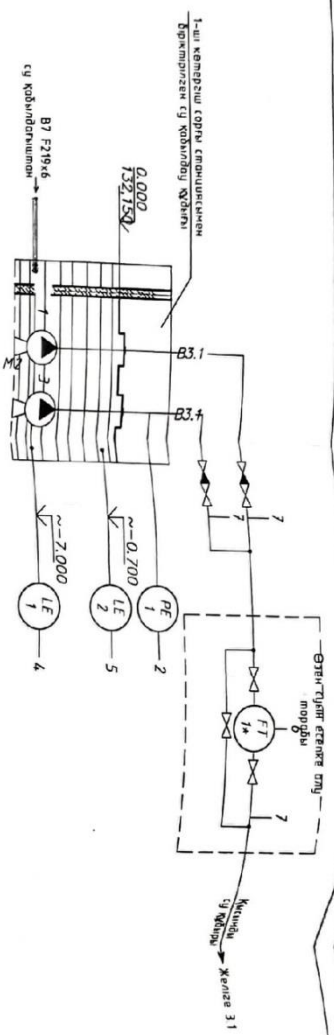
Қд - құбырлар желісінің қысым түсіру датчигі

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кравчик А.Е. Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник. 1982
- 2 Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода, Вестник АУЭС. – 2011, №2.
- 3 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (050718 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы: – АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
- 4 Б.И. Түзелбаев, А.А. Жақыпов. Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). – Алматы: АЭЖБУ, 2008.
- 5 Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,–Алматы, 2009.– 178 бет.
- 6 Алексеев С.Б. Силовые преобразовательные устройства: учеб.пособие. – Алматы: АИЭС, 2006.– 90с.– 2 н.а., 2 ч.з.
- 7 Жумагулов К.К. Трансформаторы: учеб.посо–бие.– Алматы, 2007.– 66с.– 3 н.а., 2 ч.з.
- 8 Сагитов П.И., Мустафин М.А. Айнымалы ток электр жетегі (айнымалы токтары): оқу құралы. –Алматы, 2008.– 58б.– 3 н.а., 2 ч.з.
- 9 Сагитов П.И. Электропривод постоянного тока: Учеб.пособие.– 94с.– 3 н.а., 2 ч.з.
- 10 Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы. – Алматы, 2007.–80б.– 2 н.а., 1 ч.з.
- 11 Карасев Б.И. Насосные и воздухоудные станции. – Мн.: ВШ, 1990.
- 12 Витальев В.П., Фаликов В.С. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 13 Бару А.Ю., Эпштейн И.И. Преобразователи частоты для насосных станций // Водоснабжение и санитарная техника, 1986, №3.
- 14 Гинзбург Я.Н., Лезнов Б.С. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки // Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения, 1986.
- 15 Лезнов Б.С. Экономичное регулирование режимов работы насосных станций / Водоснабжение и санитарная техника, 1983.
- 16 Лезнов Б.С., Чебанов В.Б., Контаутас Р.К. Регулирование насосных агрегатов с рекуперацией энергии скольжения // Водоснабжение и санитарная техника, 1986, №9.
- 17 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008ж.

## **А қосымшасы**

Функционалды автоматтандыру схемасы



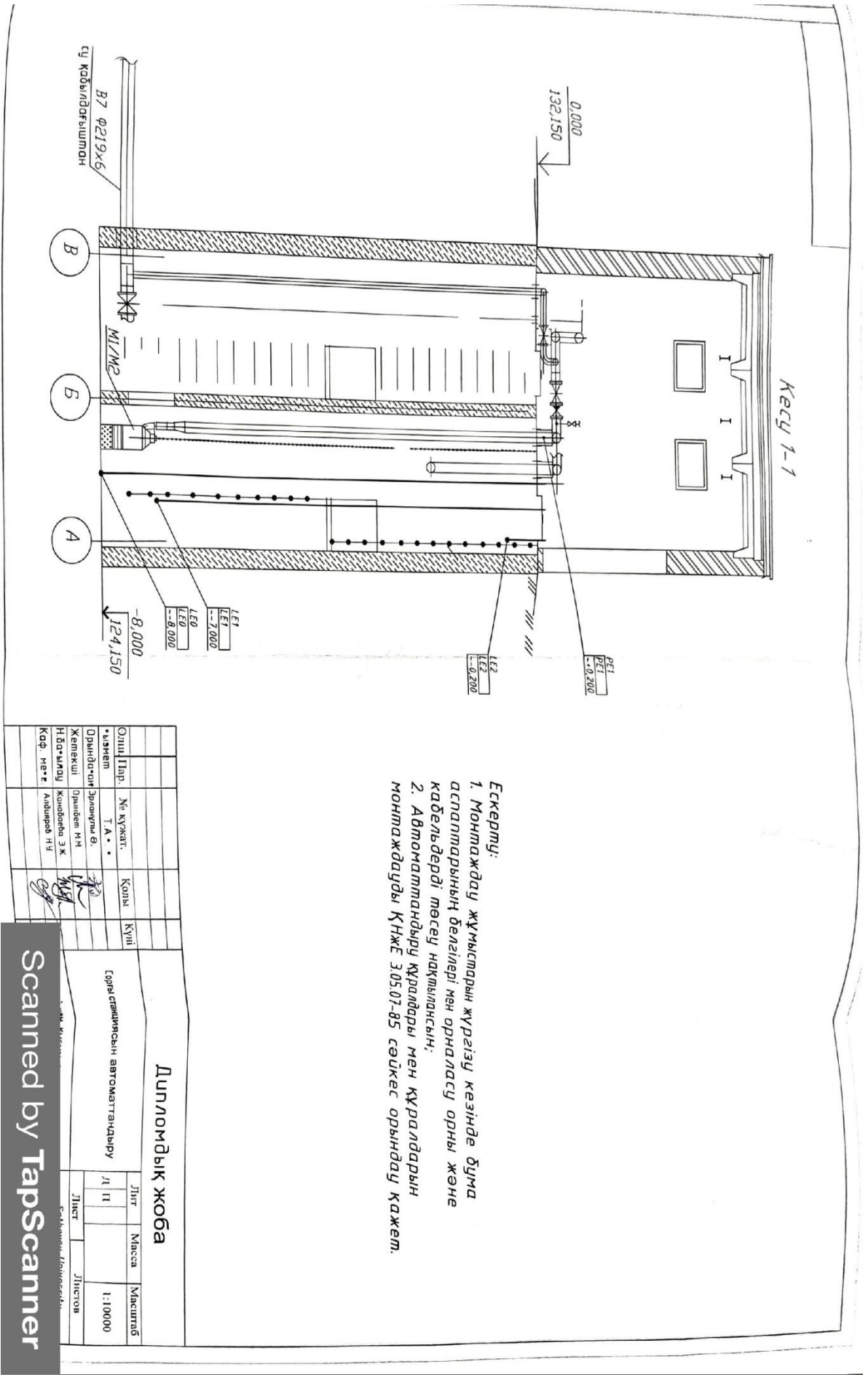
Әріпш. Пар.	Ла. куәлет.	Қолы	Күні
• ызыем	Т.А. •		
Дрындағын	Эмгашлы ө.		
Жемекші	Дрыдем м.н		
Н. Ваымау	Жаыава Э.Ж		
Каф. не. Э	Адыраба н.ч		

**Дипломдық жоба**

Сорғы станциясын автоматтандыру		
Литр	Масша	Масштаб
Д II		1:10000
Функционалды автоматтандыру схемасы		Листов
		Sarbagov University
		Кафедра АДУ – 2023
		меншікшілігі 6807103

## **В қосымшасы**

Деңгей мен қысым сенсорларының орналасу жоспары



- Ескерту:**
1. Монтаждау жұмыстарын жүргізу кезінде бұма аспаптарының белгілері мен орналасу орны және кабельдерді төсеу нақтылансын;
  2. Автоматтандыру құралдары мен құралдарын монтаждауды КНЖЕ 3.05.07-85 сәйкес орындау қажет.

Ортақ Шар.	№ құжат.	Қолы	Күні	Дипломдық жоба		
• Аяқтеш	Т.А. •	<i>[Signature]</i>		Лист	Масша	Масштаб
Орындалған	Әрекеттен өт.	<i>[Signature]</i>		II		1:10000
Жеткізіл	Орындалған	<i>[Signature]</i>		Лист		
Н.Ба.Иди	Қабылдаған ЭЖ	<i>[Signature]</i>				
Қаб. нег.	Алынады Н.И.	<i>[Signature]</i>				

Scanned by TapScanner



## **С қосымшасы**

Жалпы деректер

АБК негізгі жиынтығының жұмыс сызбаларының ведомосы

Тақпақ	Атауы	Ескерту
1	Халты белгілер	
2	Функционалды автоматтандыру схемасы	
3	Электр принципталды қоректендіру схемасы	
4	Электр принципті басқару схемасы (басталуы)	
5	Электр принципті басқару схемасы (жалғасы 1)	
6	Электр принципті басқару схемасы (жалғасы 2)	
7	Электр принципті басқару схемасы (аяқталуы)	
8	Автоматтандыру құралдарының сыртқы сымдарының схемасы	
9	Автоматтандыру құралдарының сыртқы сымдарының сызбасы	
10	Тоқтарды басқару шкафы ШУНІ Жалпы көрініс	
11	Тоқтарды басқару шкафы ШУНІ Жалпы көрініс	
12	Кабельдік трассалар мен автоматтандыру құралдарының орналасу жоспары	
13	Деңгей мен қысым сенсорларының орналасу жоспары	
14	Сыртқы кабельдік трассалардың орналасу жоспары	

Анықтамалық және қоса беріліп отырған құжаттардың ведомосы

Белгілеу	Атауы	Ескерту
	<b>Анықтамалық құжаттар</b>	
ГОСТ	Электр қондырғыларын орнату ережелері	
ГОСТ 5-4.01-200-2010	Сумен жабдықтау жүйелерінің сорғы станциялары	
ГОСТ 30507-85	Автоматтандыру жүйелері	
ГОСТ 1-2-2003	Өлшеу және реттеу құралдары	
	қысым, сирету	
	Қабылдау мен құрылыс негіздеріне орнату	
	<b>Қоса беріліп отырған құжаттар</b>	
32-5-1-4БК С	Жабдықтаудың бұйымдардың және материалдар	

Жалпы нұсқаулар

- Жоба жобалауға арналған тапсырма негізінде және ТКП 45-4.01-200-2010 "сумен жабдықтау жүйелерінің сорғы станциялары" талаптарына сәйкес өзгергенді.
- Жұмыс сызбаларында қабылданған техникалық шешімдер экологиялық, санитарлық-гигиеналық, өртке қорқы қолданыстағы нормалар мен ережелердің талаптарына сәйкес келеді және жұмыс сызбаларында көзделген іс-шаралар сақталған кезде объектінің айналардың өмірі мен денсаулығы үшін қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз етеді.
- Жобаны көзделеді:
  - жылу тасымалдағыштың параметрлерін Жергілікті бақылау;
  - су қабылдау құдығындағы су деңгейін бақылау;
  - позаның сорғыны Басқару шкафының түімесінен жұмыс сорғысын қолмен қосу ШУНІ;
  - жұмыс істемейтін кезде резервтік сорғының уақыт кідірісімен автоматты түрде қосу;
  - су қабылдау құдығындағы судың төменгі авариялық деңгейі кезінде сорғыларды іске қосуға тыйым салу ("құрғақ жүруден" қорғау);
  - қысым датчигі бойынша жиілікті түрлендіргішпен жұмыс істейтін суасты сорғысының өнімділігін реттеу;
  - позалардың сорғыларын басқару шкафында жарық дабылын тексеру мүмкіндігімен сорғылардың жұмыс режимдері мен авариялық жағдайлардың жарық дабылы ШУНІ;
  - жұмыс сорғысы қосылмаған кезде диспетчерлік бөлмеге авариялық-алдын алу дабылы;
  - су қабылдау құдығындағы судың төменгі авариялық деңгейі кезінде диспетчерлік бөлмеге авариялық-алдын алу дабылы.
- Кабельдер архтың үлгілік жобасына сәйкес траншеяға салынады. №1105.03 ТМ "траншеяларда көрнеуі 10 кВ дейінгі күштік кабельдерді төсеу". Траншеялардағы кабельдер сыналдық-қорғаныс таспамен жабылады.
- Автоматтандыру құралдары мен құралдарын монтаждауды "автоматтандыру жүйелері" ҚНЖЕ 30507-85 сәйкес орындау.
- Қорғаныс жерге тұйықтау қондырғысы Рив және қорғаныс жерге тұйықтау қондырғысының қолданыстағы нұсқауларына сәйкес орындалады.
- Автоматика шкафы құрылып жабылуы керек.

Ізм.	Қол. үш.	Лист	№Факт.	Полімер	Дата
Орындалған	Далаза	№ 8	2011		
Жетекші	Құрылыс м.м.				
Полімер					
Полімер					

Статус	Лист	Листов
С	1	14

**Протокол анализа Отчета подобия  
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

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

**Автор:** Эрланұлы Әділет

**Название:** Сорғы станциясын автоматтандыру

**Координатор:** Орынбет М.М.

**Коэффициент подобия 1:** 10.74%

**Коэффициент подобия 2:** 3.99%

**Замена букв:** 206

**Интервалы:** 2

**Микропробелы:** 0


**Белые знаки:** 0

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

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


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 10.74% и Коэффициент подобия 2: 3.99%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«12» Март 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**  
Дипломный проект допускается к защите.

«12» Март 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

### Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

**Автор:** Эрланұлы Әділет

**Название:** Сорғы станциясын автоматтандыру

**Координатор:** Орынбет М.М.

**Коэффициент подобия 1:** 10.74%

**Коэффициент подобия 2:** 3.99%

**Замена букв:** 206

**Интервалы:** 2

**Микропробелы:** 0

**Белые знаки:** 0

#### После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 10.74% и Коэффициент подобия 2: 3.99%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«12» ~~11~~ 2023 г.

Дата

  
Подпись Научного руководителя

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба  
(жұмыс түрінің атауы)

Эрланұлы Әділет  
(Білім алушы)

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру  
( коды мен атауы )

Тақырыбы: Сорғы станциясын автоматтандыру

Жұмыста сорғы станцияларын автоматтандырудың заманауи технологиялары егжей-тегжейлі қарастырылды. Студент қолданыстағы шешімдерге талдау жасады, сонымен қатар әртүрлі автоматтандыру жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырды.

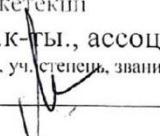
Станцияда процесті бақылау және басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға ерекше назар аударылды. Студент бағдарламалық жасақтаманы дамытудың жоғары өнімді әдістерін қолданды, соның арқасында процесті тиімді автоматтандыруға қол жеткізілді.

Жұмыста сорғы станциясын автоматтандырудың практикалық іске асырылуы жүргізілді, оның нәтижелері өте әсерлі болды. Нәтижелер студенттің технологиялық процестерді автоматтандыру саласында терең білімі бар екенін көрсетеді.

Эрланұлы Әділеттің дипломдық жұмысы дербес, тұтас, қарастырылған технологиялық процесті автоматтандыру тұрғысынан өзекті болып табылады.

Дипломант Эрланұлы Әділет дипломдық жобаның міндетін орындады, 6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша дипломдық жұмыстарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді деп санаймын. Орындалған жұмыстың жоғарыда сипатталған сипаттамасы, нәтижелер деңгейі мен сапасы негізінде студент Эрланұлы Әділет қорғауға жіберіледі және бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайық

Ғылыми жетекші  
Тех.ғыл.к-ты., асоц.профессор  
( должность, уч. степень, звание)



(подпись)

« 3 » маусым 20.13 г.

Орынбет М.М.  
Ф. И.О.

«Қ.И. Сәтбасв атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба  
(жұмыс түрінің атауы)

Эрланұлы Әділет  
(Білім алушы)

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру  
(коды мен атауы)

Тақырыбы: Сорғы станциясын автоматтандыру

Орындалды:

а) парақтардағы графикалық бөлік 70  
б) беттердегі түсіндірме жазба 60

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Жұмыста сорғы станцияларын автоматтандырудың заманауи технологиялары егжей-тегжейлі қарастырылды. Студент қолданыстағы шешімдерге талдау жасады, сонымен қатар әртүрлі автоматтандыру жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырды.

Станцияда процесті бақылау және басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға ерекше назар аударылды. Студент бағдарламалық жасақтаманы дамытудың жоғары өнімді әдістерін қолданды, соның арқасында процесті тиімді автоматтандыруға қол жеткізілді.

Жұмыста сорғы станциясын автоматтандырудың практикалық іске асырылуы жүргізілді, оның нәтижелері өте әсерлі болды. Нәтижелер студенттің технологиялық процестерді автоматтандыру саласында терең білімі бар екенін көрсетеді.

Эрланұлы Әділеттің дипломдық жұмысы дербес, тұтас, қарастырылған технологиялық процесті автоматтандыру тұрғысынан өзекті болып табылады.

## Жұмысты бағалау

Дипломант Эрланұлы Әділет дипломдық жобаның міндетін орындады, 6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша дипломдық жұмыстарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді деп санаймын. Орындалған жұмыстың жоғарыда сипатталған сипаттамасы, нәтижелер деңгейі мен сапасы негізінде студент Эрланұлы Әділет қорғауға жіберіледі және 80% бағамен бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайық.

**Рецензент**  
Т.ғ.к., доцент Өл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
(лауазымы, ғылыми дәрежесі, атауы)  
Туманов И.Р. ФИЗИКА Т.А.Ә.  
(қолтаңба) АКАУЛЬТЕТИ  
« 3 » мырсалы 20... ж.

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

Scanned by TapScanner