

## Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Қажымұрат Мансур Елеусізұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу

**Научный руководитель:** Абдисаттар Бердибеков

**Коэффициент Подобия 1:** 7.6

**Коэффициент Подобия 2:** 1.2

**Микропробелы:** 5

**Знаки из других алфавитов:** 15

**Интервалы:** 21

**Белые Знаки:** 2

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 19.06.2024

проверяющий эксперт

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қажымұрат Мансур Елеусізұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 7.6

Коэффициент Подобия 2: 1.2

Микропробелы: 5

Знаки из других алфавитов: 15

Интервалы: 21

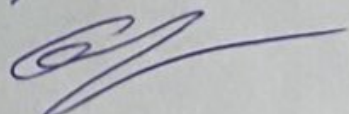
Белые Знаки: 2

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 19.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетика

Сарсембаев Е.А.  


Қажымұрат Мансур Елеусізулы

6В07101 - Энергетика

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

"Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу" дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Қажымұрат Мансур, сорғы станциясына электржетегін және жиілік түрлендіргішті таңдап, оларды талдау барысында есептеу және автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу қарастырылған. Нәтижелер барысында керекті жиілік түрлендіргіш таңдалды.

Арнайы бөлімде теориялық негізде жиілік түрлендіргіші және сорғы қондырғысының не екені қарастырылып, электрқозғалтқышы таңдалып оның, есептемелер жүргізілген болатын.

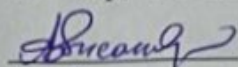
Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады тұрады, олар техникалық бөлім, есептік бөлім және MATLAB бағдарламасында автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жобадағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, есептеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Қажымұрат Мансур теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Қажымұрат Мансур «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын В- «жақсы» 75 баллмен бағалаймын.

**Ғылыми жетекші**  
магистр, аға оқытушы

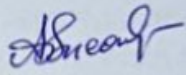
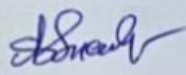
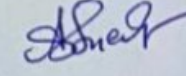
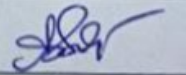
 Ә.О.Бердібеков

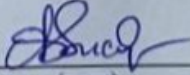
(қолы)  
« 17 » 06 2024 ж.


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне анализ жасау.	05.02.24 – 10.04.24 ж.	КСОҚ
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау.	15.04.24 – 20.05.24 ж.	КСОҚ
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізу	05.02.24 – 10.04.24 ж.	КСОҚ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне анализ жасау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	15.05.24	
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	25.05.24	
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізу	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	12.06.24	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	13.06.03	

Ғылыми жетекшісі  (қолы) Ә.О.Бердібеков

Тапсырманы орындауға алған студент  (қолы) М.Е.Қажымұрат

Күні «05» маусым 2024ж

Қажымұрат Мансур Елеусізұлы

6B07101 - Энергетика

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

"Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу" дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Қажымұрат Мансур, сорғы станциясына электржетегін және жиілік түрлендіргішті таңдап, оларды талдау барысында есептеу және автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу қарастырылған. Нәтижелер барысында керекті жиілік түрлендіргіш таңдалды.

Арнайы бөлімде теориялық негізде жиілік түрлендіргіші және сорғы қондырғысының не екені қарастырылып, электрқозғалтқышы таңдалып оның, есептемелер жүргізілген болатын .

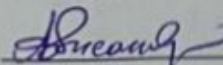
Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады тұрады, олар техникалық бөлім, есептік бөлім және MATLAB бағдарламасында автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жобадағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, есептеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Қажымұрат Мансур теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Қажымұрат Мансур «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын В- «жақсы» 75 баллмен бағалаймын.

**Ғылыми жетекші**  
магистр, аға оқытушы

 Ә.О.Бердібеков  
(колы)

« 17 » 06 2024 ж.

Тақырыбы: «Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу»

6B07101 – Энергетика  
(шифр және мамандық атауы)

Қажымұрат Мансур Елеусізұлы  
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына  
(жұмыс түрінің атауы)

## СЫН ПІКІР

Бұл жұмыста электр энергиясын үнемдеуді және электр жетегін басқаруды қамтамасыз ететін заманауи техникалық шешімдерді қолдана отырып, сумен жабдықтау сорғы станциясының автоматтандырылған электр жетегін құруды көздейді. Зерттеу барысында асинхронды электр қозғалтқышын таңдау, қозғалтқыш параметрлерін, табиғи статикалық сипаттамаларын есептеу, жиілік түрлендіргішін таңдау, электр жетегінің жасанды сипаттамаларын есептеу, сорғының электр жетегін автоматты басқару жүйесін модельдеу жүргізілді.

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

### Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Қажымұрат Мансурдың дипломдық жұмысы В « жақсы» (80 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

Сын-пікір беруші  
ТОО «NEWGEN ELECTRICAL»  
директоры



Б. Кулышев

2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

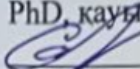
6В07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының

менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

« 25 » 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қажымұрат Мансур Елеусізұлы.

Тақырыбы Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «14» маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны Номиналды су беруі 135 м<sup>3</sup>/сағ, ең жоғарғы қысымның биіктігі 66.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне талдау жасау;

б) Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау;

в) Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізу

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 9 парақ слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет

1 Гинзбург Я. Н., Лезнов Б. С., Чебанов В. Б. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки / Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения. – Москва, 2013.

2 Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в

MATLAB. Учебный курс. – Санкт-Петербург: Издательская группа ИРМ, 2005 – 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Қажымұрат Мансур Елеусізұлы

Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор  
\_\_\_\_\_ Е.А.Сарсенбаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Қажымұрат М

Пікір беруші

Ғылыми жетекші  
аға оқушы

ТОО «NEWGEN ELECTRICAL»  
директоры

\_\_\_\_\_ Б.Н.Кылушев

\_\_\_\_\_ Ә.О.Бердібеков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 ж.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының

меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

\_\_\_\_\_ Е.А.Сарсенбаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қажымұрат Мансур Елеусізұлы.

Тақырыбы Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «14» маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны Номиналды су беруі 135 м<sup>3</sup>/сағ, ең жоғарғы қысымның биіктігі 66.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне талдау жасау;

б) Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау;

в) Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізуСызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 9 парақ слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет

1 Гинзбург Я. Н., Лезнов Б. С., Чебанов В. Б. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки / Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения. – Москва, 2013.

2 Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в

MATLAB. Учебный курс. – Санкт-Петербург: Издательская группа ИРМ, 2005 – 5

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне анализ жасау.	05.02.24 – 10.04.24 ж.	
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау.	15.04.24 – 20.05.24 ж.	
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізу	05.02.24 – 10.04.24 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған  
**қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Сорғы станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесіне анализ жасау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы		
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы		
Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және енгізу	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы		
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы		

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_ Ә.О.Бердібеков  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент \_\_\_\_\_ М.Е.Қажымұрат  
(қолы)

Күні «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024ж

## **АНДАТПА**

Бұл жұмыс режим өзгерген кезде электр энергиясын үнемдеуді және электр жетегін басқаруды қамтамасыз ететін заманауи техникалық шешімдерді қолдана отырып, сумен жабдықтау сорғы станциясының автоматтандырылған электр жетегін құруды көздейді. Зерттеу барысында асинхронды электр қозғалтқышын таңдау, қозғалтқыш параметрлерін, табиғи статикалық сипаттамаларын есептеу, жиілік түрлендіргішін таңдау, электр жетегінің жасанды сипаттамаларын есептеу, сорғының электр жетегін автоматты басқару жүйесін модельдеу жүргізілді.

## **АННОТАЦИЯ**

Данная работа предполагает создание автоматизированного электропривода насосной станции водоснабжения с применением современных технических решений, обеспечивающих экономию электроэнергии и управление электроприводом при изменении режима. В ходе исследований произведен подбор асинхронного электродвигателя, расчет параметров двигателя, естественных статических характеристик, подбор преобразователя частоты, расчет искусственных характеристик электропривода, моделирование системы автоматического управления электропривода насоса.

## **ANNOTATION**

This work involves the creation of an automated electric drive for a water supply pumping station using modern technical solutions that save electricity and control the electric drive when the mode changes. During the research, the selection of an asynchronous electric motor, calculation of engine parameters, natural static characteristics, selection of a frequency converter, calculation of artificial characteristics of an electric drive, modeling of an automatic control system of an electric pump drive was carried out.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Технологиялық бөлім	10
1.1	Технологиялық процесстің талдауы	10
1.2	Басқару жүйесін талдау	11
1.3	Электр жетегінің механикалық бөлігінің есептік сұлбасы	15
1.4	Автоматтандырылған электр жетегіне қойылған талаптар	15
1.5	Автоматтандыруды сорғы қондырғылар жүйесіне талаптар	17
2	Есептік бөлім	18
2.1	Қондырғының параметрлерін есептеу	18
2.2	Қозғалтқыштың қуатын алдын ала есептеу	20
2.3	Электр қозғалтқышын, түрлендіргішті және автоматика құрылғыларын алдын-ала таңдау	21
2.4	Таңдалған электр қозғалтқыштарының бойынша шамадан тыс жүктемеге және қыздыруға тексеру	23
2.4.1	Электр қозғалтқыштарының жүктемелік диаграммаларын құру және қуаттарды нақтылау	23
2.4.2	Ауыстыру схемасының параметрлерін есептеу, құру және табиғи механикалық сипаттамасы	25
2.4.3	Таңдалған электр қозғалтқышын шамадан тыс жүктеме қабілеті мен қызып кетуін тексеру	27
2.5	Автоматтандырылған электр жетегінің қуат сұлбасын есептеу және жобалау	29
3	Электр жетегінің басқару жүйесін әзірлеу	34
3.1	Басқару объектінің құрылымдық сұлбасын әзірлеу	34
3.2	Үшінші контурды реттеушіні синтездеу және оның қасиеттері	36
3.3	Автоматты басқару жүйесінің математикалық моделінің талдауы	39
	Қорытынды	41
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	42

## КІРІСПЕ

Энергетикалық ресурстарды тиімді пайдалану және қоршаған ортаны қорғау бізге жылу және су жүйелерін жабдықтау даму бағытын берді. Қолданыстағы сумен жабдықтау механизмдерін өзгерту және жоспарлау кезінде көбінесе тұйықталған және ағынсыз жүйе жасалады. Сорғы станциясы – су ағынын құруды қамтамасыз ететін жылу және сумен жабдықтау жүйесіндегі негізгі буын.

Өнеркәсіптегі электр энергиясы шығындарының жартысынан көбі электр қозғалтқыштарына жұмсалады. Сондай-ақ, энергияны көп қажет ететін жетек жүйелері компрессорлар, сорғылар және желдеткіштер - циклдік жүктеме режимі бар қондырғылар болып табылады.

Сорғы станциясы үшін автоматтандырылған электр жетегі жүйесін әзірлеу және зерттеу өзекті мәселе болып табылады, өйткені қазіргі қоғам сорғы станцияларының тиімді және сенімді жұмыс істеуіне өсіп келе жатқан қажеттіліктермен бетпе-бет келеді. Мұндай жүйе сорғылардың жұмысын автоматтандыруды және оңтайландыруды, сондай-ақ энергия тиімділігін арттыруды және шығындарды азайтуды қамтамасыз ете отырып, олардың жұмыс процесін айтарлықтай жақсартады. Бұл зерттеудің мұнай-газ, химия және сумен жабдықтауды қоса алғанда, өнеркәсіптің әртүрлі салалары үшін маңызы зор, өйткені ол сорғы станцияларының тиімділігін арттыруға, процестердің сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуге, сондай-ақ ықтимал апаттар мен тоқтап қалу қаупін азайтуға мүмкіндік береді.

Әр түрлі типтегі ғимараттарды сумен және жылумен жабдықтауды орталықтандыру арқылы энергия ресурстарын үнемдеуге қол жеткізуге болады. Технологиялық, шаруашылық және жылыту қажеттіліктері үшін бу мен ыстық су өндірісін дұрыс ұйымдастырылған орталықтандыру, аудандық ірі қазандықтар мен жылу электр станцияларының құрылысы орталықтандыруды дамытуда маңызды рөл атқарады.

Энергетиканың негізгі жүйелерінің бірі жылжымайтын мүліктің барлық объектілерін жылумен жабдықтау болып табылады. Жылумен жабдықтау жүйесінің негізгі мақсаты тұтынушыларды қажетті көлемде және қажетті параметрлерде бумен және ыстық сумен қамтамасыз ету болып табылады.

Орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесіне (ОЖЖ) келесі процестер кіреді: энергияны шығару және босату, салқындатқышты пайдалану және тасымалдау. Органикалық немесе ядролық отынды пайдалану кезінде жылуды өндіру және босату қазандықтарда және жылу электр станцияларында жүзеге асырылады.

Заманауи өндірістің негізгі энергетикалық күші электр жетегі болып табылады, өз кезегінде өнеркәсіпте тиін торлы қозғалтқыштары бар электр жетектері басым болып, электр жетегі тұтынатын энергияның жартысына жуығын тұтынады.

Технологиялық жабдықты модернизациялау реттелетін электр жетектерін

жетілдірудің жоғары динамикасына, сондай-ақ компьютерлік және ақпараттық құралдарды қолдана отырып автоматтандыруға ықпал етеді. Технологиялық жабдықтың ілгерілеуі өндірілетін өнімнің сапасына нұқсан келтірмей, өнімділікті арттыруға ұмтылады. Жетекші электротехникалық корпорациялар көп функциялы пайдалануға арналған икемді бағдарламалау жүйесі болып табылатын компьютерленген автоматтандыру құралдарымен жабдықталған реттелетін электр жетектерін шығарады. Мұндай жүйелерге салынған қаражат ең жылдам өтеледі. Реттеуші электр жетегінің қосымшаларының бірі қосымша технологиялық құрылғылармен бірге реттеу құралдары ретінде қолданыла алады әртүрлі технологиялық параметрлердің, осындай қалай температура, қысым, деңгей, өнімділік және мөлшерлеу.

Сорғының электр жетегі сияқты энергияны көп қажет ететін жабдықты реттелетінге ауыстыру арқылы сорғы қондырғысын жаңарту энергияны үнемдеу мақсатына қол жеткізеді. Диагностика, техникалық қызмет көрсету және визуализация жүйелерін енгізу және белсенді дамыту технологиялық процестермен және басқару процестерімен дұрыс және ыңғайлы жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Коммуналдық жылумен жабдықтау саласында тұтыну деңгейі туралы мәселе өткір түр электр энергиясының, тұрақты құрылыс жаңа тұрғын үйлер ғимараттар бізді сорғы қондырғыларының электр қозғалтқыштарын электрмен жабдықтаудың нақты жеткілікті деңгейі, сондай-ақ су мен жылу энергиясын ұтымды және үнемді беру процесі туралы ойлануға мәжбүр етеді. Осыған байланысты жобаның бұл тақырыбы өзекті болып табылады.

Зерттеу объектісі сорғының асинхронды қозғалтқышы болып табылады.

Зерттеу тақырыбы асинхронды қозғалтқышты басқару жүйесінің математикалық моделі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: сорғы қондырғысының автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу.

Осыны іске асыру үшін осы тапсырмаларды орындау керек:

- технологиялық процессті анализ жүргізу;
- қондырғының параметрлерін есептеу;
- жиіліктік түрлендіргіш және электр жетегі таңдау;
- қозғалтқышты шамадан тыс жүктемеге және қызып кетуіне тексеру;
- электр жетегімен басқару жүйесін әзірлеу;

## 1 Технологиялық бөлім

### 1.1 Технологиялық процесстің талдауы

Осы түрдегі техникалық қондырғыларды сипаттау үшін қолданылатын арнайы терминдер:

Сорғы – бұл жетектің механикалық энергиясын сұйықтықтың қысым қозғалысына түрлендіретін қондырғы немесе арнайы құрылғы, гидравликалық машина.

Сорғы агрегаты (СА) – сорғы, электр жетегі және беріліс механизмінің жиынтығы, мысалы: шкив, муфта, редуктор.

Сорғы станциясы (СС) – сорғы қондырғыларының белгілі бір санын, сондай-ақ қосалқы жүйелер мен жабдықтарды қамтитын кешенді жүйе. Жылыту сорғы станциялары (жылу станциялары) объектілерді қажетті мөлшерде ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған.

Сорғы қондырғысы (СҚ) – сорғы қондырғыларындағы сорғылардың қажетті жұмыс тәртібін қамтамасыз етуге қабілетті құрылғылар кешені. СҚ бір немесе бірнеше сорғы қондырғыларынан, құбырлардан, өшіру және реттеу клапандарынан, бақылау-өлшеу аспаптарынан, сондай-ақ басқару және қорғау аппаратураларынан тұрады [6].

Сорғы қондырғысының үнемді жұмыс істеуі үшін сорғының жұмыс дөңгелектерінің айналу жиілігін өзгертуге негізделген бірқатар ережелер бар, осыған байланысты электр энергиясының шығыны азаяды.

Қазіргі заманғы сорғылардың айналу жиілігінің өзгеруі автоматтандырылған электр жетегінің (АЭЖ) көмегімен жүзеге асырылады.

Электр жетегі электромеханикалық жүйені білдіреді, ол бір-бірімен жұмыс істейтін түрлендіргіштерден тұрады, басқару және ақпараттық құрылғыларды, сондай-ақ сыртқы электрлік, механикалық, басқару және қозғалысқа келтіруге арналған ақпараттық жүйелермен жұмыс машинасының және оны басқарудың атқарушы органдарының технологиялық процесті іске асыру.

Қызмет көрсетілетіндер электр жетектері жиі автоматтандырылған болып шығады, сондықтан, оларды бақылау мұқтаж емес.

Электр жетектеріндегі басқарудың негізгі әдістері бағдарламаланатын микроконтроллерлер және (немесе) өндірістік компьютерлер болып саналады, сондықтан АЭЖ компьютерлендірілген болып саналады. Бұл ұғым технологиялық агрегаттар мен кешендердің бөлігі ретінде компьютерлік автоматика құралдарымен және тармақталған ақпараттық желілермен біріктірілген көп қозғалтқышты электр жетектерінің интеграцияланған жүйелерінде қолданылады.

Электр жетектерінің әртүрлі типтерін зерттеу кезінде оларды жіктеудің көптеген әдістері қолданылады (1.1-кесте).



Кесте 1.1 – Электр жетектерінің классификациясы

Жіктеу	Түрлері
Электр қозғалтқыштарының қозғалысы	Айналмалы, аудармалы, сызықтық, көп координатты
Қозғалтқышты іске қосқыш органмен қосу әдісі	Редукторлық, редукторсыз, конструктивті түрде-интеграцияланған
Реттелушілік	Реттелмейтін, көп жылдамдықты, реттелетін
Электр қозғалтқыштарының саны	Бір-, көп қозғалтқышты
Органдардың атқарушы саны	Жеке тұлға, топтық
Автоматтандыру дәрежесі	Қолмен, жартылай автоматты, қадағалаушы, позициялық, бағдарламалық, тұрақтандырушы

Жіктеу сипаттамаларына мыналар жатады: функционалдық мақсаты, электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру принципі, электр жетегінің құрылымы, техникалық іске асырылуы.

Автоматтандырылған электр жетектерін дамытудың жоғарыда аталған бағыттарының нәтижесінде жетекші электротехникалық фирмалар электр жетектерін әзірлейді және сатады. Негізгі және перспективалы көптеген функциялары мен құрылымдық сериялары бар нарық үшін мүмкіндіктері, оларды техникалық іске асырудың көптеген түрлері әртүрлі машиналар мен механизмдер. Әртүрлі фирмалардың электр жетектерінің негізгі серияларында көптеген ұқсастарды атап өтуге болады. Жылы сыныптамалық тұтынушылық белгілерге электр жетектерінің функционалдық, конструктивтік және энергия үнемдеу мүмкіндіктері, олардың технологиялық жүйелермен электромагниттік үйлесімділігі кіреді.

Жүйелердің қосылуы немесе ыдырауы тиімдірек орындалуы басқару құралдары мен алгоритмдері ғана емес, сонымен қатар параметрлерді қолдану және электрлік, механикалық және функционалдық компоненттердің қасиеттері автоматтандырылған технологиялық кешендер, яғни басқару объектілеріне стандартты түрде жататын компоненттер және жүйелерді жоспарлау өзгеріссіз болып саналады. Жаңа объектілерді жобалау кезінде немесе жетілдіруде қолданыстағы жоғарыда келтірілген фактілерді ескеру маңызды.

Жетілдірілген компьютерлендірілген электр жетегінің көмегімен

бағдарламалық құралдардың үлкен деректер базасымен жабдықталуына байланысты әртүрлі функционалдық мақсаттағы технологиялық жабдықты басқарумен байланысты көптеген функционалдық міндеттерді орындауға болады. Бұл қаражат төменгі (жергілікті жабдықты басқару) және орта деңгейге қолданылады (үйлестірілген басқарма жабдықтармен) деңгейлер басқарманың бағдарланған арналған байланыс бастап жоғарғы (әкімшілік) деңгейі бойынша.

Жобаланатын сорғы қондырғысы келесі техникалық сипаттамаларды қамтамасыз ету тиіс:

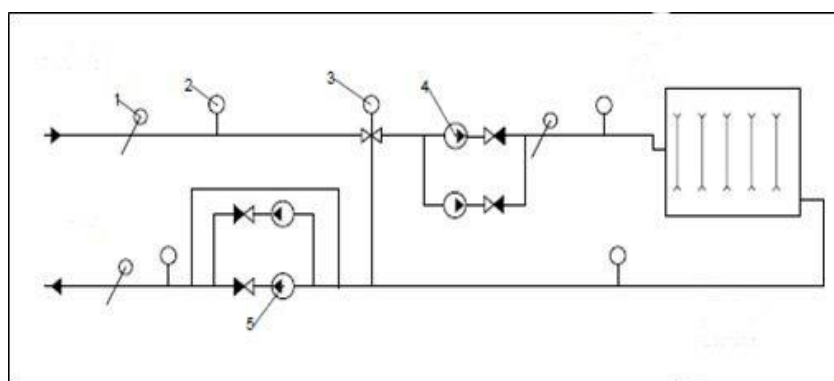
- номиналды су беруі 135 м<sup>3</sup>/сағ;
- максималды қысымның биіктігі 66 м.

## 1.2 Басқару жүйесін талдау

Автоматты басқару жүйесінің (АБЖ) екі басқару режимі бар: автоматты және қолмен. Қол режимі операторға желідегі сұйықтық қысымы өзгерген кезде сорғыларды ауыстыру және реттеу процесін жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл режимде сұйық ортаның қысымы датчиктер арқылы бақыланады, ал сұйықтықтың температурасы орталық есептеуіш бөліммен (орталық жылу нүктесі) реттеледі деп есептейміз.

Автоматты режим операторға тек АЖ-нің (басқару жүйесінің) денсаулығын бақылау және бақылау функциясын қалдырады.

Коммуналдық тұтыну жүйесіне жылу энергиясын жеткізу, тәулігіне тұтыну және бөлу сипаты сызықтық емес және тоқсандағы тұтынушылар санына, сондай-ақ ғимараттың абаттандырылуына байланысты. Жобалық жүйеде тұрғын ауданның жылумен жабдықтауы ашық жүйе арқылы екі құбырмен жүргізілуде – ыстық суды беру және қайтару үшін. Мұндай жылу пунктiнiң сұлбасы 1.1-суретте көрсетiлген.



1 – температура датчигі; 2 - манометр; 3 - үшжолды автоматтандырылған кран; 4 – беру сорғысы; 5 – қайтару сорғысы;

1.1 – сурет – Жылулық пунктiнiң жеңiлдетiлген сұлбасы

Сорғы қондырғысының жылуды беру жұмыс режимі тұтыну режимімен қойылады және жылумен жабдықтау жүйесінің қысымды-реттеуші құрылыстарының болуы.

Жылумен жабдықтаудың сорғы станциясы коллекторды білдіреді, оған ІЛ 80/220 типті екі сорғының сору желілері қалқан клапаны арқылы қосылады. Жылу пунктiнiң ақаусыз жүйесі үшін екі сорғы қарастырылған. Бірінші сорғы - негізгі, екіншісі - апаттық сорғы, сорғылардың функциялары біркелкі тозу және жылу қондырғысын тоқтатпай жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін өзгереді. Сорғы жүйесі қысымды су өткізгіштер арқылы тұтынушылармен қосылады. Жобалық тапсырмаға сәйкес, жылумен жабдықтау жүйесінің жылу қондырғысының осы ұңғымасында құрғақ роторы бар циркуляциялық сорғылар Inline арқылы жүзеге асырылады. ІЛ 80/220 сорғылары температурасы 120 градусқа дейінгі сұйық ортаны қамтамасыз етуге арналған.

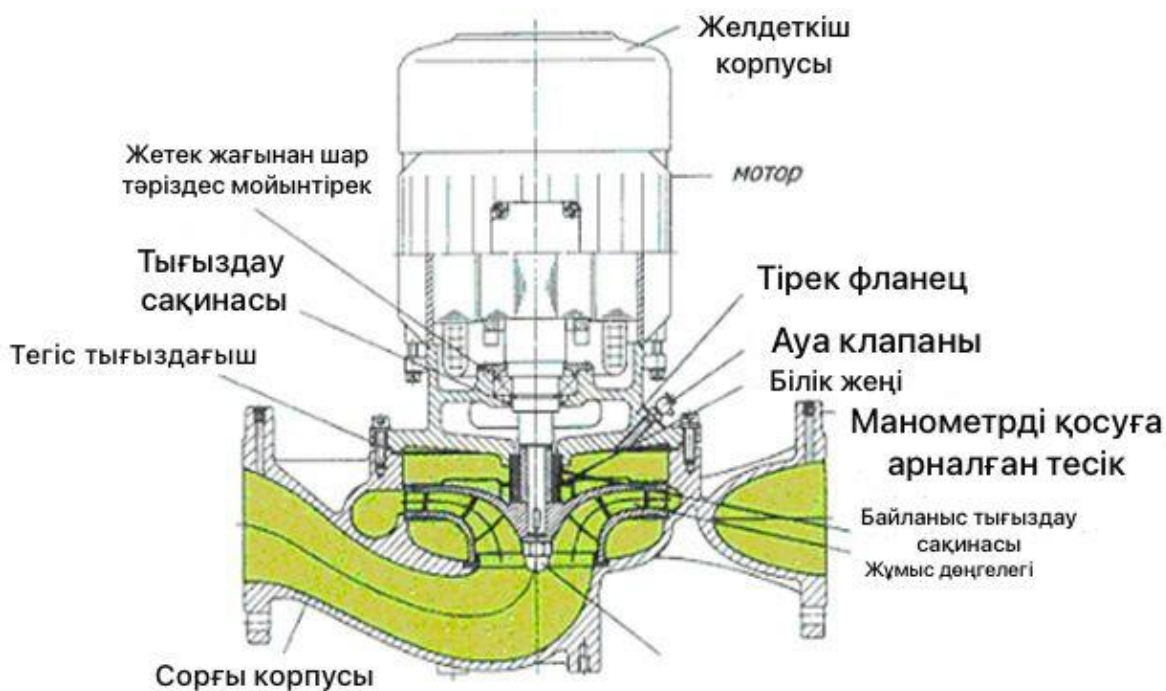
Сорғы қондырғысы ААЖ200LA2 асинхронды қозғалтқышпен қосылад.

ІЛ 80/220 сорғысының артықшылықтары:

- 1) жоғары өнімділіктің арқасында төмен техникалық қызмет көрсету.
- 2) қозғалтқыш корпусында конденсаты шығару үшін саңылаулар бар.
- 3) патенттелген қосқыш конденсаттың сенімді ағуын қамтамасыз етеді, бұл сорғыны Кондиционерлеу және салқындату жүйелері үшін өте қолайлы етеді.
- 4) катафорез жабыны коррозиядан қорғаудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді.

Кесте 1.2 - Сорғының ІЛ 80/220 типті техникалық сипаттамалары

Атауы	Мәні		
Сорғының берілуі, м <sup>3</sup> /сағ	120	130	140
Сорғының берілуі, л/с	33,4	36,2	38,8
Қысым, м	62	61	58
Сорғының рұқсат етілген вакуумметриялық биіктігі, м	6	7	9
Жұмыс дөңгелегінің диаметрі, мм	2200		
Сорғының ПӘК-і, %	91	91,4	92
Жұмыс дөңгелегінің айналуы жиілігі, айн/мин	2494	2697	2900
Сорғының қуаты, кВт	28	28,4	29



1.2 – сурет - ІЛ 80/220 құрғақ роторы бар циркуляциялық сорғының құрылымдық сұлбасы.

ІЛ 80/220 сорғы-құрғақ роторлы айналым сорғысы, фланецті қосылым, ІР 55 қорғаныс класы, сорғы қозғалтқышы сорылатын сұйықтықпен жұмыс аймағынан бөлінген және соңғы тығыздағышпен сенімді қорғалған.

ІЛ 80/220 төмен қысымды орталықтан тепкіш сорғы. Коммуналдық және өнеркәсіптік кешендердегі айналым жүйелерінде пайдалануға арналған. Сорғы роторы құрғақ, жұмыс қысымы 10-нан 16 барға дейін, жалғанған фланецті, қысымды және сорғыш келте құбырлар бір деңгейде орналасады. Бұл модельдегі консольдық сорғылардан айырмашылығы, жұмыс деңгелегі білікте орналасқан, соның арқасында сорғы шығысыактам болады. Көбінесе бұл сериядағы сорғылар кең қуат диапазонына байланысты қазандықтар мен жылу пункттерінде қолданылады. Құрылғы катафорезді жабынның арқасында коррозиядан қорғалған.

Қолдануы:

Жылыту, кондиционерлеу және салқындату жүйелерінде абразивті заттарсыз жылыту жүйелерінің, суық судың және су-гликоль қоспасының суын айдау.

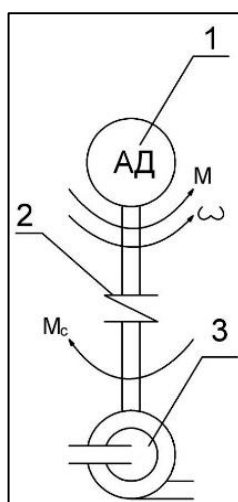
Сорғы қондырғысының жұмыс режимі суды тұтыну режимімен және жылумен жабдықтау жүйесінің реттеуші қондырғыларының болуымен анықталады. 1.3-кестеде шамамен алғанда орташа тәуліктік сағатына ыстық судың таралуы көрсетілген.

Кесте 1.3 - Ыстық судың орташа тәуліктік шығының шамамен алғанда 30 л/с алынады және су бұрудың біркелкіеместік коэффициенті  $K_{жалпы}=1,3$

Тәулік уақыты	Сағаттық шығын, %	Тәулік уақыты	Сағаттық шығын, %
0.1	4.7	12.13	3
1.2	4.1	13.14	2.5
2.3	4.1	14.15	2.5
3.4	4.4	15.16	2.6
4.5	4.7	16.17	3.5
5.6	4.1	17.18	4.1
6.7	4.5	18.19	4.5
7.8	4.5	19.20	4.9
8.9	4.5	20.21	4.9
9.10	4.8	21.22	5.6
10.11	4.6	22.23	4.9
11.12	3.3	23.24	4.7

### 1.3 Электр жетегінің механикалық бөлігінің есептік сұлбасы

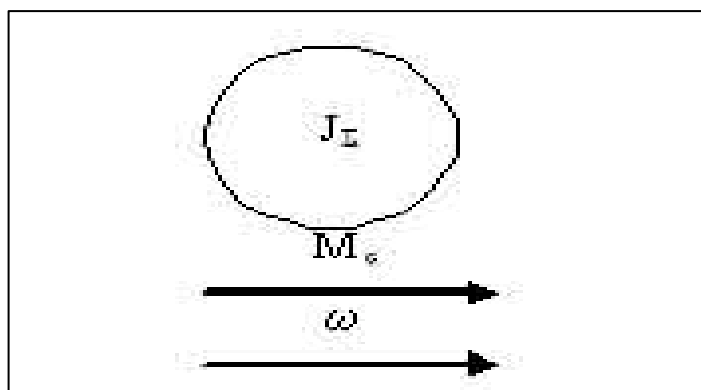
Электр жетегінің механикалық бөлігінің кинематикалық сұлбасы 1.3 - суретте көрсетілген



1 – асинхронды электр қозғалтқышы; 2 – муфта; 3 – сорғы.

1.3 – сурет - Кинематикалық сұлба электр жетегі:

Бір массалық есептік сұлбаны құрастырайық, электр жетегінің кинематикалық сұлбасы негізінде арналған (1.4- сурет)



1.4- сурет - Электр жетегінің механикалық бөлігінің есептік сұлбасы

#### 1.4 Автоматтандырылған электр жетегіне қойылған талаптар

Сорғы - бұл жұмыс уақыты белсенділік күйінен едәуір ұзақ болатын механизм. Жетек қозғалтқышының білігі шамадан тыс жүктелмейді. Жиілікті реттеу диапазоны 2-ережеден жоғары емес.

Механизм білігінің тек желдеткіш функциясы бар, сондықтан механизм білігіндегі статистикалық моменттің кедергісі квадраттағы жылдамдыққа пропорционал.

Электр жетегінің стандартты жұмысы оның жоғары ылғалдылыққа және орташа жоғары температураға төзімділігі, сондай-ақ жоғары сенімділік көрсеткіштерінің болуы болып саналады. Бұл жағдайларда ең жақсы нұсқа асинхронды қысқа тұйықталған ротормен жабылған электр қозғалтқышын пайдалну болады, оның қуаты жиілік түрлендіргішінен жүзеге асырылады. АҚ ҚТ бірқатар артықшылықтарға ие, мысалы, контактілі қосылыстардың (щеткалардың) болмауы, сенімділік, қымбат емес, жиілік түрлендіргішінің көмегімен жылдамдығын жеткілікті дәл реттеуге болады.

Сорғы қондырғыларын басқару станциясы бақылау және басқару жүйесінен, жиілікті түрлендіргіштен, коммутациялық аппаратуралардан, жеңіл іске қосу құрылғыларынан тұрады.

Сорғы қондырғыларын басқару үшін реттелетін асинхронды электр жетегін пайдалану мүмкіндік береді:

- жұмсақ іске қосу электр қозғалтқышының, механикалық қозғалтқышқа түсетін жүктемелер болмауы және желідегі токтың лақтырылуы;

- гидравликалық соққылар болмауы;
  - сорғы қондырғысы тұтынатын қуатты реттеудің барлық диапазонында тиімді пайдалану;
  - сорғы қозғалтқышының қуат коэффициентін 1-ге жақын мәнде қамтамасыз ету;
  - іске қосылғанда және жұмыста шудың деңгейін төмендету;
  - автономды және қауіпсіз жұмыстар қамтамасыз ету;
- Электр жетегі ортадан тепкіш сорғының, лауазымдықпен қанағаттандыру

келесі талаптарға:

- сумен жабдықтау жүйесіндегі тұрақты қысымды кем дегенде 1% дәлдікпен ұстап тұру және қажет болған жағдайда оның деңгейін қолмен реттеу мүмкіндігі;
- технологиялық процеске сүйене отырып, қойылатын талаптар жүктемені сызу кезінде қысымды қалпына келтіру 2 с аспау керек;
- 1-5 секунд ішінде қарқындылық реттегішінен жұмсақ іске қосу режимін қамтамасыз ету;
- сорғы станцияның қолайсыз жұмыс режимдерінен қорғаныстың болуы:

- ҚТ-дан қорғау;
- шамадан тыс токтан қорғау;
- қозғалтқыш орамасының температурасынан асып кетуден қорғау;
- фазалардың жоғалуы мен қисаюынан қорғау;
- электр сорғы агрегаттарын түбіртектегі жұмыстан қорғау режимі;
- индикация арналған беттік панельдер "Желі" "Жұмыс" "Апат"
- жұмыстар режимнің таңдау "Қолмен" / "Автоматты";
- диспетчерлендіру: "Апат"

- электрмен қоректендіру қондырғылар үш фазалыжелілер айнымалы токпен жүзеге асырылады 380/220 В, 50 Гц;

- жылдамдықты реттеу кезінде максималды үнемдеу режимін қамтамасыз ету;

Жоғарыда келтірілген материалға сүйене отырып, электр жетегіне қойылатын талаптарды қалыптастыруға болады, атап айтқанда: жылдамдықты басқаруды 3: 1 қамту, тежеу, қорғаныс дәрежесі IP55, шамадан тыс жүктеме қабілеті 1,5-тен кем емес, UHL4 климаттық өнімділігі, сорғы қондырғысының іске қосылуы және берілген жылдамдыққа дейін дамуы жеңіл болуы керек.

Гибридті технологияларды қолданатын автоматтандырылған электр жетегі жүйелері де бар. Мысалы, электр энергиясын өндіру үшін күн панельдерін пайдаланатын күн электр жетегі жүйесі. Бұл энергия шығындарын едәуір азайтуға және жүйені экологиялық таза етуге мүмкіндік береді

## 1.5 Автоматтандыруды сорғы қондырғылар жүйесіне талаптар

Технологиялық процесті жылдамдату және дәлдеу үшін өндірістік машиналар автоматтандырылады. Толығымен автоматтандырылған процестерде адам факторы өзектілігін жоғалтады, тек споттер мен бақылаушының функцияларын қалдырады. Рационалды - бұл бағдарламалық жасақтаманы басқаруға логиканы өзгертуге, басқарудың икемділігі мен сенімділігін арттыруға мүмкіндік беретін бағдарламаланатын контроллерлерді (микропроцессорлық схемалар) қолдана отырып автоматтандыру тәсілі жүйелер.

Автоматтандырылған басқару жүйесіне келесі талаптар ұсынылады:

- басқару жүйесі минималды, максималды және апаттық шығындарды бақылауды қамтамасыз етуі керек;
- жұмыс сорғысы апатқа ұшыраған жағдайда резервтік іске қосу;
- жүйеде сұйықтықтың қажетті қысымын қалыпқа келтіру үшін электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеу;
- негізгі сорғы қондырғысын жүйелі түрде ауыстыру, жүйеге сұйықтықтың берілуін тұрақтандыру;
- қондырғыны жұмсақ іске қосу және белгіленген жылдамдыққа дейін жеделдету;
- сорғы агрегаттарының жетек қозғалтқыштарын жылу жүктемелерінен қорғау;
- шығынға байланысты қажетті қысымды өлшеу;
- қуат кернеуі жоғалған кезде сорғы қондырғысының автоматты үдеткіші;
- ағымдағы сорғыға шығынға байланысты резервтік сорғыны іске қосу және өшіру;



## 2 Есептік бөлім

### 2.1 Қондырғының параметрлерін есептеу

Белгілі бір қондырғылар үшін сорғыларды таңдағанда, кейбір параметрлердің басқаларына тәуелділігі туралы ақпарат болуы керек. Сипаттамаларды құру кезінде тәуелсіз айнымалы ретінде сорғының  $Q$  берілісін пайдаланамыз, себебі ол осы сорғы қондырғысының құбыр жүйесіндегі сұйық ортаның шығынымен тікелей байланысты. Сорғы қондырғысының қалған параметрлерінің өзгеруі судың берілісіне байланысты.

Желінің (құбырдың) статикалық сипаттамасы құбыр арқылы өтетін сұйықтық ағыны мен осы ағынды қамтамасыз ету үшін қажетті  $H$  қысымы арасындағы тәуелділік деп аталады. Ол мына теңдеумен сипатталады:

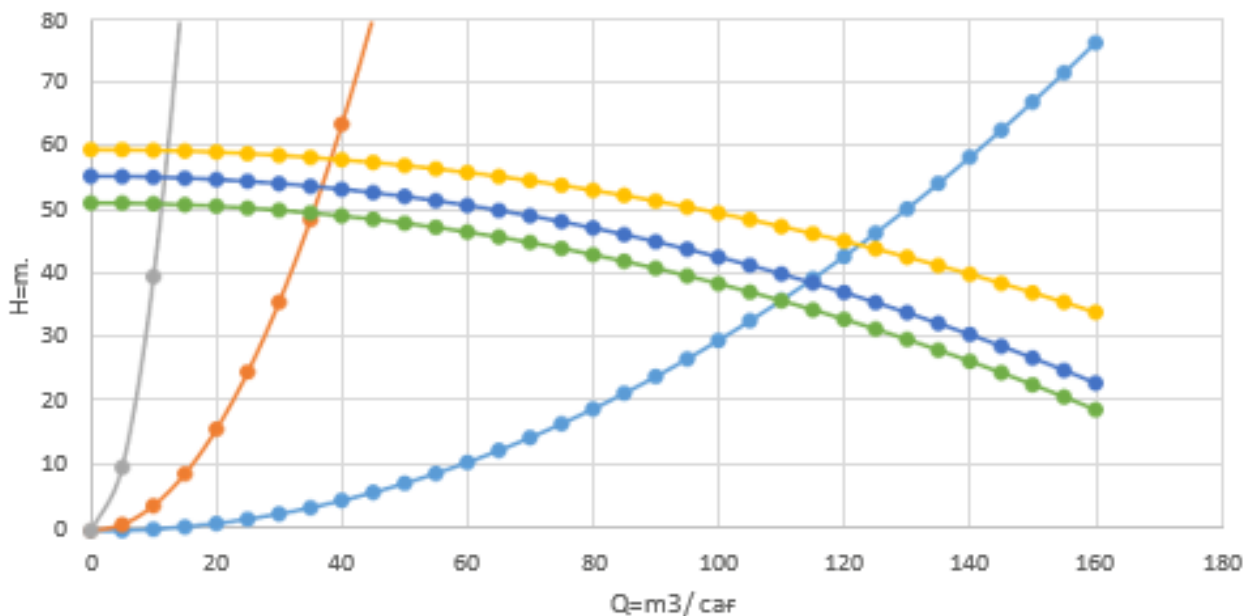
$$H_c = H_{ct} + R * Q_{ном}, \quad (2.1)$$

осы  $H_{ct}$  - қысымның статикалық құраушысы, берілген жағдайда  $H_{ct} = 0$ ;

$R$  - желінің кедергісі, тұрақты мән болып табылмайды, желінің күйіне байланысты  $100R_6$ -ден желіден суды тұтыну болмаған жағдайда  $R_6$  дейін желіден максимум тұтыну кезінде өзгереді, осы  $R_6 = \frac{H_{ном}}{Q_{ном}^2}$  желілердің базалық кедергісі.

Желіден суды тұтыну болмаған жағдайда, желінің кедергісі  $100R_6$  мәніне ие себебі бұл жағдайда су қайтару құбыры арқылы ағып кетеді, сонымен қатар судың ағып кетуі де болады (мысалы, бос қосылыстарда және т.б.).

2.1 формуласы бойынша есептеулер нәтижелері графикалық түрде 2.1-суретте көрсетілген.



2.1 - сурет - Біріктірілген статикалық сипаттамалар

Сорғының статикалық сипаттамасы - бұл дөңгелектің тұрақты айналу жиілігінде  $n$  сорғының берілуіне  $Q$  қысымның биіктігіне  $H$  тәуелділігі.

$$H = H_p \left( \frac{n}{n_{\text{НОМ}}} \right)^2 - C * Q^2, \quad (2.2)$$

осы  $H_0$  - қысым нөлге сәйкес берілгенде,  $H_0 = H_{\text{НОМ}} + C * Q_{\text{НОМ}}^2$ ;

$C$  –коэффициент, анықталады  $C = \frac{H_1 - H_{\text{НОМ}}}{Q_{\text{НОМ}}^2 - Q_1^2}$ , осында  $H_1 = 60$  м;

$Q_1 = 135$  м<sup>3</sup>/сағ - сорғының сипаттамасында нүктелер;

$n$ ,  $n_{\text{НОМ}}$  - сорғының қазіргі және номиналды айналу жылдамдығы.

Сипаттамаларды үшін  $n_{\text{НОМ}} = 2900$  айн/мин; 2697 айн/мин; 2494 айн/мин максималды желідегі суды тұтыну кезінде қысымны деңгейін ұстау үшін, желіден судың тұтынуы тең 50%.

2.1 және 2.2 формулаларын қолдана отырып, біз желінің (кұбырдың) және сорғының (турбомеханизмнің) статикалық сипаттамаларын құрастырамыз.

## 2.2. Қозғалтқыштың қуатын алдын ала есептеу

Электр қозғалтқышының қажетті қуатын (кВт) анықтауға арналған бастапқы деректер сорғының секундтық берілуі  $Q$ (м<sup>3</sup>/с) болып табылады, Қысымның биіктігі  $H$ (м). Сорғының кірісі мен қысымы "сорғылар-желі"

жүйесінің жұмыс режимі нүктесінде қабылданады.

Сорғы білігінің қуаты әдетте сорғы паспортында немесе каталогта көрсетіледі. Резервпен алынған оның мәні сорғының осы түрінің сипаттамаларының жұмыс бөлігінің шекті нүктелерінің берілісі мен қысымына сәйкес келеді.

Дегенмен, жеткізу мен қысымның есептелген параметрлері әрқашан  $N=f(Q)$  сипаттамаларының параметрлерімен сәйкес келе бермейді. Бұл жағдайларда сорғы білігінің қуатын және жетек қозғалтқышының қажетті қуатын анықтау қажеттілігі туындайды. Сорғының қуаты (кВТ) (2.3) формула бойынша анықталады.

Сорғының жетек қозғалтқышының қуаты ескерілмеген жұмыс жағдайларынан шамадан тыс жүктеме болған жағдайда сорғы тұтынатын қуаттан көбірек қабылданады.

МЕМСТ 22247-96 сәйкес қуат резервінің коэффициенті сорғы білігіндегі қуатқа байланысты қабылданады  $k_3$  (кесте 2.1).

Кесте 2.1 – Қуат резервінің коэффициенті

$N_H$	20 кВТ-қа дейін	20 - 50 кВТ	50 - 300 кВТ	300 кВТ – тан жоғары
M	1,0	1,25	1,15	1,5

Қуат резервінің коэффициенті сонымен қатар сорғы білігіндегі қуаттың қоректену мен қысымның есептік мәндеріндегі қатынасына, сондай-ақ қозғалтқыш қуатының ең жақын мәніне байланысты, оның паспорттық деректері сорғы қондырғысының жұмыс жағдайына сәйкес келеді.

Сорғы білігінің қуатын анықтаған кезде, сорғының берілісі, әдетте, қарастырылатын сорғы жұмысының режимдерінің ішіндегі ең үлкенін қабылдайды қондырғылар.

Сорғыларға арналған электр қозғалтқышын таңдағанда, қуатты, сондай-ақ айналу жиілігін, желідегі кернеуді, қозғалтқыштың түрі мен өнімділігін білу қажет.

Әрбір қозғалтқыш, оның түріне қарамастан, номиналды деректермен сипатталады. Қозғалтқыштың номиналды режимі максималды ПӘК-ке сәйкес келеді және қызуға, қуат коэффициентіне, электр беріктігіне қатысты белгіленген стандарттар мен талаптарды қанағаттандырады. Сондықтан, электр қозғалтқышын таңдағанда, қозғалтқыштың қуатын номиналды қуатқа мүмкіндігінше жақындатуға тырысу керек.

Сорғының жетегіне қажетті, қозғалтқыштың қуатын анықтаймыз. Формулань [15] аламыз:

$$P = \frac{\rho * g * Q_{\text{НОМ}} * H_{\text{НОМ}} * k_p}{1000 * \eta_{\text{НОМ}}} = 29,9 \text{ кВт}$$

осы  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  - судың тығыздығы;  
 $K_p = 1.25$  - резерв коэффициенті;  
 $Q_{\text{НОМ}}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) және  $H_{\text{НОМ}}$  (м) - сорғының параметрлері;  
 $g = 9,81 \text{ кг/м} * \text{с}^2$  - еркін құлау жылдамдығы;  
 $\eta_{\text{НОМ}} = 92 \%$  - сорғының номиналды ПӘК-і.

Сорғы агрегаттың есептік қуаты

$$P_{\text{а рас}} = \frac{P_{\text{н рас}}}{\eta_{\text{Д}} * \eta_{\text{ТЖ}}}, \quad (2.3)$$

осы  $\eta_{\text{Д}}$  - электр қозғалтқышының ПӘК-і.

$\eta_{\text{ТЖ}}$  - жиіліктік түрлендіргіштің ПӘК-і.

$$P_{\text{а рас}} = \frac{29,9}{0,92 * 0,95} = 34,3 \text{ кВт}$$

### 2.3 Электр қозғалтқышын, түрлендіргішті және автоматика құрылғыларын алдын-ала таңдау

Жобаланған қондырғы үшін электр жетегі ретінде біз жиілікті түрлендіргіш жүйесі бойынша құрастырылған үш фазалы асинхронды электр жетегін қолданамыз. Шынында да, жиілікті түрлендіргіш жүйесін қолдану жетек жылдамдығын жеткілікті кең шектерде біркелкі өзгертуге мүмкіндік береді, бұл сорғы қондырғысындағы қысымның біркелкі реттелуін қамтамасыз етуі керек және нәтижесінде айтарлықтай сорғы қондырғысы тұтынатын энергия мөлшерін азайтыңыз.

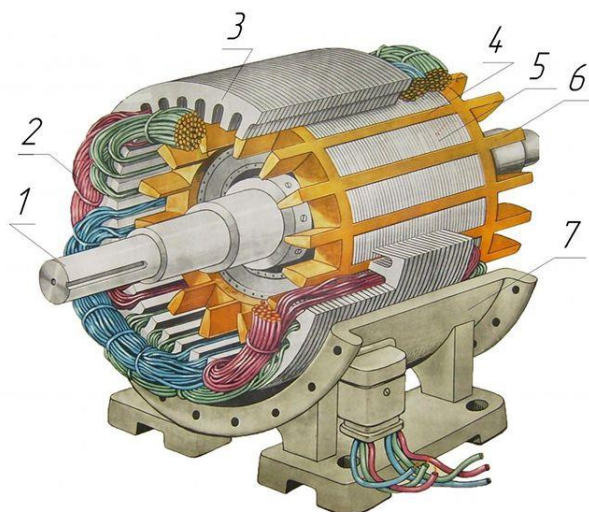
Автоматтандыру бағдарламаланатын орнату контроллерді енгізу арқылы ұсынылады. Бұл жағдайда контроллердің функцияларына мыналар кіреді: желідегі қысымға байланысты электр жетегі үшін тапсырма әзірлеу; негізгі және резервтік сорғыларды ауыстыруды жүзеге асыру негізгі істен шыққан кезде; орнату элементтерінің жай-күйін диагностикалау; негізгі сорғыны шамадан тыс жүктеген кезде қосымша сорғыны қосу; диспетчерлік қызметке авариялық сигналдарды беру.

Қозғалтқыштың алдын ала қуатымен есептелген сорғының техникалық сипаттамаларына сәйкес (2.2 тармақты қараңыз), сондай-ақ

электр жетек жүйесіне сәйкес біз тиін үш фазалы қысқа тұйықталған роторлы AIS200LA2 асинхрондық қозғалтқыштын алдын ала таңдаймыз, номиналды техникалық сипаттамалары төменде келтірілген [15]:

- номиналды қуат: 30 кВт;
- синхронды жиілік айналымдар: 3000 айн/мин;
- номиналды сырғу: 2,5%;
- номиналды ПӘК: 92%;
- $M_{\max} / M_{\text{ном}} = 2,2$ ;
- $M_{\Pi} / M_{\text{ном}} = 2$ ;
- критикалық сырғанау: 12,5%;
- іске қосу тогының еселігі:  $I_{\Pi} / I_{\text{ном}} = 7,5$ ;
- қозғалтқыштың инерция моменті: 0,07 кг \* м<sup>2</sup>
- номиналды cosφ = 0,9;

Таңдалған қозғалтқыштың қорғаныс дәрежесі-IP55, қорғауды қамтамасыз етеді шаң (қауіпті материалдарды тұндырмай), ағыннан қорғауды қамтамасыз етеді: кез-келген бағытта қабыққа ағынмен бағытталған су болмауы керек өнімге зиянды әсер ету ІСАО141 салқындату әдісі-машинаның білігінде орналасқан сыртқы желдеткішпен үрленген қырлы немесе тегіс төсегі бар жабық машина.



2.2– сурет - AIS200LA2 үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы

Құйылған корпуста (7) Электр қозғалтқышының барлық механизмі жинақталған, оның ішінде екі негізгі бөлік – стационарлық статор және жылжымалы ротор. Статорда магниттік қасиеттері жақсы арнайы электротехникалық болат (темір және кремний қорытпасы) парақтарынан алынған өзек (3) бар. Өзек парақтардан жиналады, себебі ауыспалы магнит өрісі

жағдайында өткізгіштерде фуконың құйынды токтары пайда болуы мүмкін, олар статорда бізге мүлдем қажет емес. Сонымен қатар, өзектің әр парағы токтардың ағымын мүлдем жоққа шығару үшін екі жағынан да арнайы лакпен жабылған. Бізге электр тогының өткізгіштік қасиеттері емес, оның магниттік қасиеттері ғана қажет.

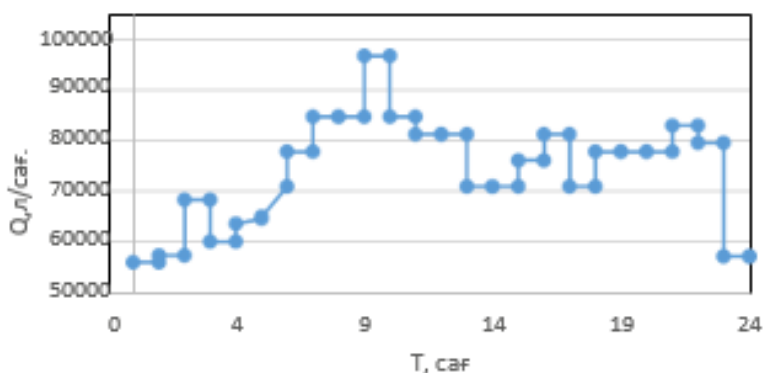
Өзектің ойықтарында мыс эмальданған сымнан жасалған орам (2) салынған. Дәлірек айтсақ, үш фазалы асинхронды қозғалтқыштағы орамалар кем дегенде үш – әр фазаға бір. Сонымен қатар, бұл орамалар белгілі бір тәртіппен ядроның ойықтарына салынған – әрқайсысы екіншісіне  $120^\circ$  бұрыштық қашықтықта орналасқан. Орамалардың ұштары терминал қорабына шығарылады (суретте ол қозғалтқыштың төменгі жағында орналасқан).

Ротор статор өзегінің ішіне орналастырылған және білікте еркін айналады (1). Тиімділікті арттыру үшін статор мен ротор арасындағы алшақтықты минималды етуге тырысыңыз – жарты миллиметрден 3 мм-ге дейін. ротордың өзегі (5) сонымен қатар электрлік болаттан жасалған және оның ойықтары да бар, бірақ олар сымнан орауға арналмаған, бірақ кеңістікте орналасқан қысқа тұйықталған өткізгіштерге арналған. тиін дөңгелегі (4), ол үшін олар өз атын алды.

## 2.4 Таңдалған электр қозғалтқыштарының бойынша шамадан тыс жүктемеге және қыздыруға тексеру

### 2.4.1 Электр қозғалтқыштарының жүктемелік диаграммаларын құру және қуаттарды нақтылау

Тәулігіне ыстық судың орташа тәуліктік шығынын шамамен бөлуге сүйене отырып (1.2-тармақта тұрған, 1.3-кесте) суды тұтыну кестесін құруға болады, 2.3-суретте суды тұтыну сұлбасы келтірілген, бір тәулік ішінде ыстық су шығыны біркелкі болады деп есептей отырып құруға болады.



2.3 – сурет - Суды тұтыну сұлбасы

Ыстық суды тұтыну графигіне сүйене отырып, сұйықтықтың берілуі жылдамдыққа пропорционал, ал турбомеханизм моменті сорғы жылдамдығының квадратына пропорционал екенін ескере отырып, сорғының жылдамдығы мен моментінің, сәйкесінше қозғалтқыштың диаграммаларын құруға болады. Жылдамдық үшін пропорционалдылық коэффициентін теңдеуден табамыз:

$$Q_2=Q_1*(n_2/n_1), \quad (2.4)$$

$Q_1$  және  $Q_2$  - сорғының беруі, тиісінше сорғы жылдамдығымен  $n_1$  және  $n_2$ .

Осылайша түрде, аламыз:

$$Q_2=k*n_2=(n_1/Q_1)*n_2, \quad (2.5)$$

1.2-кестедегі сорғының номиналды деректерін теңдеуге ауыстыра отырып, біз пропорционалдылық коэффициентін аламыз:

$$k = 2900/19 = 152 \text{ (л/с·айн/мин)}.$$

Салыстырмалы жылдамдық үшін сорғы моментін келесідей анықтауға болады:

$$M_{\text{сор}}=M_0+0,95M_{\text{сор}}*\omega^2=4,95+0,95*99*0,93^2=86,2.$$

осы  $M_0$  - момент, механизмдегі үйкеліс күштерімен анықталған момент

сорғының номиналды моментінің 5% - на тең болады;

$M_{\text{сор}}$  - сорғының номиналды моменті, анықтаймыз

$$M_{\text{сор}} = P_{\text{сор}} / \omega_{\text{сор}} ,$$

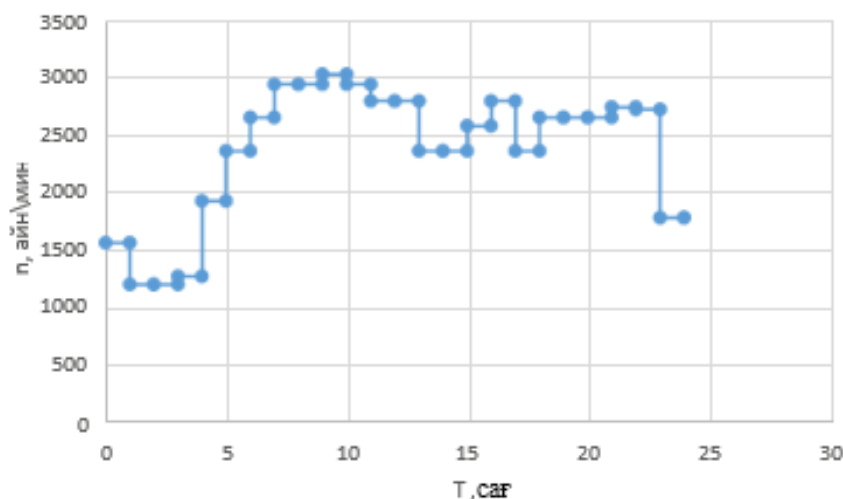
$$M_{\text{сор}}=99 \text{ Н*м},$$

$P_{\text{сор}}$  және  $\omega_{\text{сор}}$  –тиісінше сорғының номиналды қуаты және айналу жиілігі;

$\omega^*$  - сорғының салыстырмалы жылдамдығы:  $\omega^* = \omega/\omega_n = 0,93$ .

2.4, 2.5 формулалары мен су тұтыну сұлбасына сүйене отырып (2.3-сурет) біз 2.4 – суретте келтірілген механизмнің жүктеме диаграммаларын саламыз.

Диаграммадан көріп отырғанымыздай (2.4 - сурет) жүктеме ұзақ мерзімді сипатқа ие, сондықтан бізде қондырғының ұзақ жұмыс режимі бар. Сондықтан таңдалған қозғалтқышты динамикалық жұмыс режимдерін ескермей тексеруге болады.



2.4 – сурет - Қозғалтқыштың жұмыс жылдамдығы

### 2.4.2 Ауыстыру схемасының параметрлерін есептеу, құру және табиғи механикалық сипаттамасы

Таңдалған қозғалтқыштың табиғи статикалық сипаттамасын есептейік. Ол үшін паспорттық мәліметтер бойынша асинхронды қозғалтқышты ауыстыру схемасының параметрлерін есептейміз:

Толық қысқа тұйықталу кедергісі:

$$Z_k = \frac{U_{\text{фн}}}{\lambda_1 * I_H} = \frac{220}{(7.5 * 55)} = 0.5 \text{ Ом,}$$

осы  $U_{\text{фн}} = 220 \text{ В}$  - номиналды фазалық кернеу;

$$I_H = P_H / (3U_{\text{ф. н}} \eta_H \cos \varphi_H) = 55 \text{ А;}$$

$\lambda_1 = 7,5$  - іске қосу тогының еселігі.

Қуаттың іске қосу коэффициенті:

$$\cos \varphi_{\text{іске қосу}} = \cos \varphi_H * \left( \frac{\lambda_{\text{п}} * \eta_H}{\lambda_1 * (1 - s_H)} + \gamma_{\text{ст}} (1 - \eta_H) \right) = 0,274,$$

осы  $\cos \varphi_H = 0,88$  - номиналды қуат коэффициенті;

$\eta_H = 0,92$  - номиналды ПӘК;

$s_H = 0,02$  - номиналды сырғу;

$\gamma_{\text{ст}} = 0,3$  - статор орамасындағы шығындардың номиналды жүктеме кезіндегі толық шығындарға қатынасы;

$\lambda_{\text{п}} = 2$  - еселілік іске қосу моменті.



Қысқа тұйықталудың активті іске қосу кедергісі:

$$R_k = Z_k \cdot \cos\varphi_{\text{іске қосу}} = 0,137 \text{ Ом}$$

Индуктивті қысқа тұйықталу кедергісі:

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = 0,429 \text{ Ом}$$

Статор және ротор фазаларының индуктивті кедергісі [11], Ом:  
 $X_1 = 0,29$ ;  $X'_2 = 0,43$ .

Критикалық сырғу:  $s_k = 12\%$ .

Ротор фазасының берілген активті кедергісі, Ом:  $R'_2 = 0,071$ .

Статор фазасының активті кедергісі, Ом:  $R_1 = 0,12$ .

Критикалық момент:

$$M_k = \frac{3 \cdot U_{\Phi H}^2}{2 \cdot \omega_{0H} \cdot (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_k^2})} = 370 \text{ Н*М}$$

Бос ток жүрісі:

$$I_0 = I_H \cdot \left( \sin\varphi_H - \frac{S_H}{S_k} \cdot \cos\varphi_H \right) = 18,4 \text{ А}$$

Берілген ротор тогы келесі теңдеумен сипатталады:

$$I'_2 = \sqrt{\frac{M \cdot \omega_0 \cdot s}{3 \cdot R'_2}} = 52 \text{ А.}$$

Магниттеу шығындары:

$$\Delta P_{\text{ст}} = 0,02 \cdot P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 206 \text{ Вт.}$$

Магниттеу тармағының активті кедергісі:

$$R_{\mu} = \frac{\Delta P_{\text{ст}}}{3 \cdot I_0^2} = 0,2 \text{ Ом.}$$

Магниттеу тармағының индуктивті кедергісі:  $X_{\mu} = 12 \text{ Ом}$ .

Электр қозғалтқышының электромагниттік уақыт тұрақтысы:

$$T_э = \frac{1}{2\pi * f * s_k} = \frac{1}{2 * 3.14 * 50 * 0.026} = 0.02$$

### 2.4.3 Таңдалған электр қозғалтқышын шамадан тыс жүктеме қабілеті мен қызып кетуін тексеру

Жоғарыда айтылғандай, жобаланған қондырғы ұзақ уақыт жұмыс істейді, сондықтан қозғалтқышты тексеру үшін салыстырмалы жылдамдықта үш нүктені тексеру жеткілікті  $\omega^* = \omega/\omega_n$ , қозғалтқышты іске қосу кезінде салқындату жағдайларының нашарлауын ескере отырып, 0,5; 0,75; 1-ге тең.

Қозғалтқышты шамадан тыс жүктеме мен қыздыру арқылы тексеруге қажетті шамаларды есептейміз.

Қозғалтқыштың синхронды айналу жиілігін анықтайық:

$$\omega_0 = \pi * n_0 / 30 = 3,14 * 3000 / 30 = 314 \text{ рад/с.}$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігін анықтайық:

$$\omega_n = \omega_0 (1 - s_n) = 314 (1 - 0,02) = 307 \text{ рад/с.}$$

Қозғалтқыштың номиналды моментін анықтайық:

$$M_n = P_n / \omega_n = 30000 / 30 = 97,7 \text{ Н*м.}$$

Кез келген салыстырмалы жылдамдық үшін сорғы моменті  $\omega^*$  ретінде анықтауға болады [6]:

$$M_{ном} = M_0 + 0,9 * M_n * \omega^{*2} \quad (2.6)$$

$M_0$  - механизмдегі үйкеліс күштерімен анықталатын момент, біз сорғының номиналды моментінің 5% - на тең боламыз, Н\*м;

$M_n$  - сорғының номиналды моменті, анықтаймыз:

$$M_n = P_{сop} / \omega_{сop} = 26000 / 303,5 = 85,6 \text{ Н*м,}$$

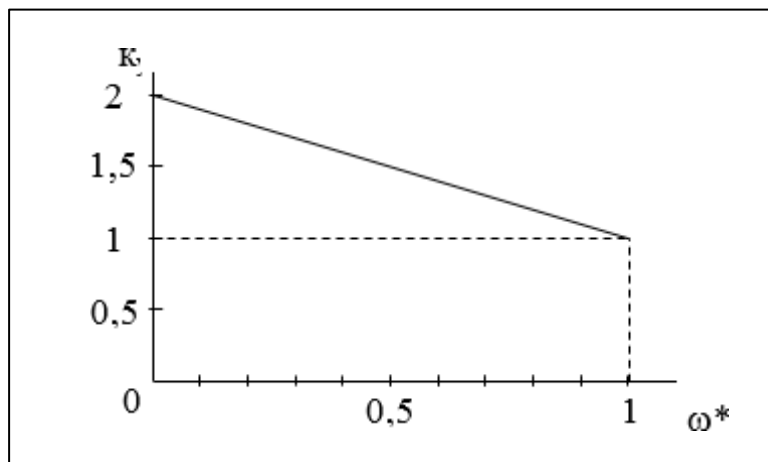
$P_{сop}$  және  $\omega_{сop}$  - тиісінше номиналды қуат және сорғының айналу жиілігі.

Қозғалтқыштың есептелген моменті қозғалтқышты іске қосу кезінде салқындату жағдайларының нашарлауын ескере отырып анықталады, салқындату жағдайларының нашарлауын ескере отырып,  $k_y$  коэффициентін енгіземіз, оның мәндері 2.5-суретке сәйкес қабылданады.

Осылайша, қозғалтқыштың жобалық моментінің формуласы

келесідей болады:

$$M_{\text{есеп}} = K_y * M_{\text{бізді}}, \quad (2.7)$$



Бірінші жағдай үшін жоғарыда келтірілген ойларға сүйене отырып ( $\omega^*=1$ ) бізде

2.5 - сурет - Салқындату коэффициентінің жылдамдыққа тәуелділігі

$$M_{\text{сop}} = 0,05 * 85,6 + 0,95 * 85,6 * 1 = 85,6 \text{ Н*м};$$
$$M_{\text{есеп}} = 21,41 * 1 = 85,6 \text{ Н*м}.$$

Екінші жағдай үшін ( $\omega^*=0,75$ ) аламыз:

$$M_{\text{сop}} = 0,05 * 85,6 + 0,95 * 85,6 * 0,75^2 = 50,02 \text{ Н*м};$$
$$M_{\text{есеп}} = 12,51 * 1,25 = 62,5 \text{ Н*м}$$

Үшінші жағдай үшін ( $\omega^*=0,5$ ) аламыз

$$M_{\text{сop}} = 0,05 * 85,6 + 0,95 * 85,6 * 0,5^2 = 24,6 \text{ Н*м};$$
$$M_{\text{есеп}} = 24,6 * 1,5 = 36,9 \text{ Н*м}.$$

Барлық үш жағдайда да салқындатудың нашарлауын ескере отырып, қозғалтқыштың жобалық моменті қозғалтқыштың номиналды моментінен ( $M_{\text{есеп}} < M_{\text{сop}}$ ), демек, қозғалтқыш шамадан тыс жүктеме жағдайларын да, қызып кету жағдайларын да қанағаттандырады.

## 2.5 Автоматтандырылған электр жетгінің қуат сұлбасын есептеу және жобалау

2.3 тармағында алдын ала таңдалған және 2.4 тармағында қыздыру және шамадан тыс жүктеме арқылы сыналған сорғы жетегінің электр қозғалтқыштарын қуаттандыру үшін біз Васса, Финляндияда жасалған Vacon 100 industrial жиілік түрлендіргішін қолданамыз.

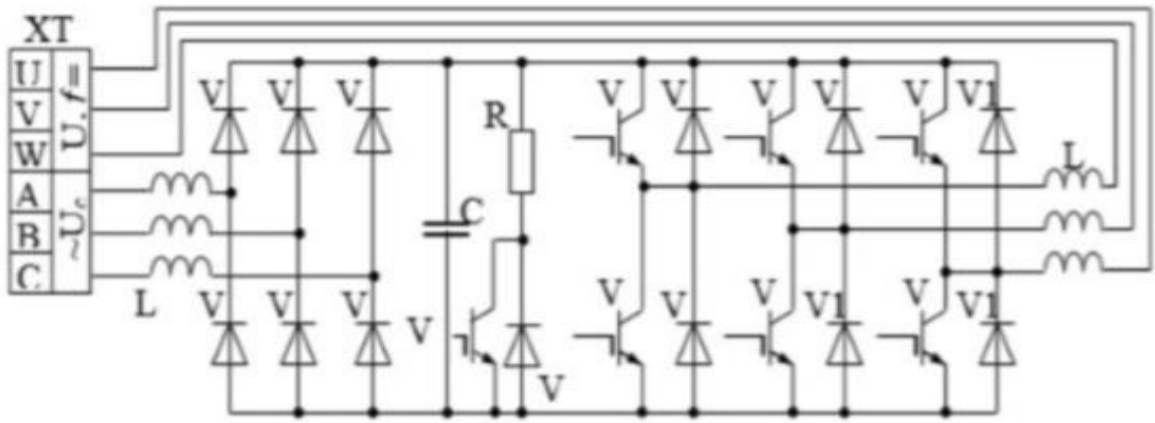


2.6- сурет - Vacon 100 өнеркәсіптік жиілік түрлендіргіші

Бұл түрлендіргіш қуаты 37 кВт-қа дейінгі асинхронды үш фазалы электр қозғалтқыштарын жиілікті басқаруға арналған.

Түрлендіргіштің қолдану аясы: тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығындағы, энергетикадағы сумен және жылумен жабдықтаудың сорғы станциялары, химия өнеркәсібіндегі технологиялық сорғы қондырғылары, машина жасау және басқа салалардағы кәсіпорындардағы айналмалы сумен жабдықтау станциялары.

Бұл түрлендіргіштің қуат тізбектерінің шамамен жеңілдетілген схемасы 2.7- суретте көрсетілген. Бұл тізбектің барлық элементтері есептелген және түрлендіргіштің бөлігі ретінде жеткізіледі.



2.7- сурет - Жиілік түрлендіргішінің қуат тізбектерінің жеңілдетілген сұлбасы

100 частустrial типті жиілік түрлендіргішінің негізгі параметрлері:

- қуат желісінің номиналды кернеуі  $3 \times 380-500$  В, 50/60 Гц;
  - жетек қозғалтқышының номиналды қуат кернеуі  $3 \times 380$  В, 50 Гц;
  - жетек қозғалтқышының номиналды қуаты түрлендіргіштің конструкциясына байланысты 3,4 - 1180 кВт–тан аспайды (біз 000-3L түрлендіргішін қабылдаймыз-0072-5-0140-2 , жетек қозғалтқышының қуаты 37 кВт-қа дейін есептелген);
  - жиілікті реттеу диапазоны 2,5-тен 60 Гц-ке дейін;
  - кернеуінің шығу пішіні - импульстік, гармоникалық заң бойынша модуляцияланған, шығыс жиілігін реттеудің барлық диапазонында токтың квазисинусоидты түрін қамтамасыз етеді.;
  - номиналды режимдегі түрлендіргіштің пайдалылық коэффициенті 0,9-дан кем емес;
  - түрлендіргіштің қуат коэффициенті-0,95 кем емес;
  - жиілік түрлендіргіші жабық жылытылатын бөлмелерде жұмыс істеуге арналған аудандарда с қоңыржай климаты бар, климаттық орындалуы, орналастыру санаты 4 МЕМСТ 15150-69;
  - қоршаған орта жарылғыш емес, құрамында коррозиялық булар мен газдар металдар мен оқшаулауды бұзатын концентрацияларда жоқ, өткізгіш шаңмен қанықпаған;
  - қоршаған орта температурасы  $0 +40^{\circ}$ , салыстырмалы ауаның ылғалдылығы - 100% дейін;
  - шкафтың қорғау дәрежесі IP54.
- Түрлендіргіш жиіліктер қамтамасыз етеді:
- берілген қарқынмен электр қозғалтқышын жеңіл іске қосу;
  - қуат кернеуі қалпына келтірілгеннен кейін бірдей қарқынмен жеңіл өздігінен іске қосу
  - реттеу (берілген сигналға сәйкес), мысалы, қысымды реттеудің жабық жүйесінде сорғы шығаратын қысым

- электр қозғалтқышының қоректену кернеуінің жиілігін қолмен көрсете отырып, реттелмейтін режимде жұмыс істеу;
- электр қозғалтқышы мен түрлендіргішті шамадан тыс жүктеме токтарынан және қысқа тұйықталудан қорғау;
- түрлендіргіште қуат кернеуі мен қосылған күйдің болуыболуы туралы жарық дабылы, электрқозғалтқышының қуат жиілігінің көрсеткіші, қорғаныс арналарының іске қосылуы бар.
- резервтік сорғының реттелмейтін электр қозғалтқышын жүйеге қосу және оны қажетіне қарай ажырату үшін сигналдарды әзірлеу ;
- электр қозғалтқышты қоректендіру желісінің кернеуінің жол берілмейтін төмендеуінен және жоғарылауынан қорғау;

Жиілік түрлендіргіші келесі режимдерде жұмыс істей алады:

Басқару пультінен шығыс кернеуінің жиілігін анықтайтын қолмен басқару режимі: жиілік түрлендіргішті жүктемеге (электр қозғалтқышына) қоспас бұрын беріледі; жұмыс кезінде жиілік түрлендіргіші берілген жиілікке дейін үдетіледі және онда қалағанша жұмыс істейді, бұл режимде сыртқы технологиялық координат сенсорынан сигнал электр жетегінің жұмысына әсер етпейді, жетекті тұйық тізбекке қосқан кезде сыртқы технологиялық параметр бойынша реттеу электр жетегінің бұл жұмыс режимін отладчик ретінде пайдалануға болады.

Сыртқы технологиялық координат датчигінен сигнал бойынша шығыс кернеуінің жиілігін автоматты реттеу режимі: шығыс кернеуінің жиілігі сыртқы технологиялық параметр датчигінен (қысым датчигінен) басқару жүйесіне түсетін сигналдың ағымдағы шамасына байланысты автоматты түрде таңдалады.

Тегістейтін дроссель L1 оның индуктивтілігі мүмкіндігінше үлкен болуы керек, ал ондағы фазалық кернеудің төмендеуі 3% -дан аспауы керек деген негізде таңдалады. Сонда түрлендіргіштің кіріс қуаты келесідей анықталады:

$$P_k = P_{эк} / (\eta_{эк} * \eta_T), \quad (2.8)$$

осы  $P_{эк}$  - жетек қозғалтқышының қуаты;

$\eta_{эк}$  - Жетек қозғалтқышының ПӘК-і ;

$\eta_T$  - түрлендіргіштің ПӘК-і.

2.8 формуласы бойынша есептеулерден кейін таңдалған электр қозғалтқышы мен түрлендіргіштің параметрлерін ескере отырып, біз мынаны аламыз:

$$P_k = 30 / (0,92 * 0,9) = 35 \text{ кВт.}$$

Түрлендіргіш фазасының кіріс тогын анықтауға болады:

$$I_k = P_k / (3 \cdot K_k \cdot U_{фк}), \quad (2.9)$$

$K_k$  – түрлендіргіштің қуат коэффициенті;  
 $U_{фк}$  - номиналды фазалық кернеу желілер.  
2.9 формуласы бойынша:

$$I_k = 35000 / (3 \cdot 0,95 \cdot 220) = 55,8 \text{ А.}$$

Дроссельдегі фазалық кернеудің номиналды мәннен 3% рұқсат етілген төмендеуін орнату арқылы дроссельдің реактивтілігін табуға болады:

$$X = \Delta U_{қосымша} / I_k, \quad (2.10)$$

2.10 формула бойынша, аламыз:

$$X = 220 \cdot 3\% / 55,8 = 0,118 \text{ Ом.}$$

Индуктивті қарсылықты біле отырып дроссельдің индуктивтілігін табу:

$$L = X / 2\pi f, \quad (2.11)$$

$f$  - қоректендіру кернеуінің жиілігі.

Осылайша, 2.11 формуласына сәйкес біз аламыз:

$$L = 0,434 / 314 = 0,00138 \text{ Гн.}$$

Жоғарыда келтірілген есептеулерге сүйене отырып, біз келесі параметрлермен тапсырыс бойынша тегістейтін дроссель L1 шығарамыз деп болжаймыз:

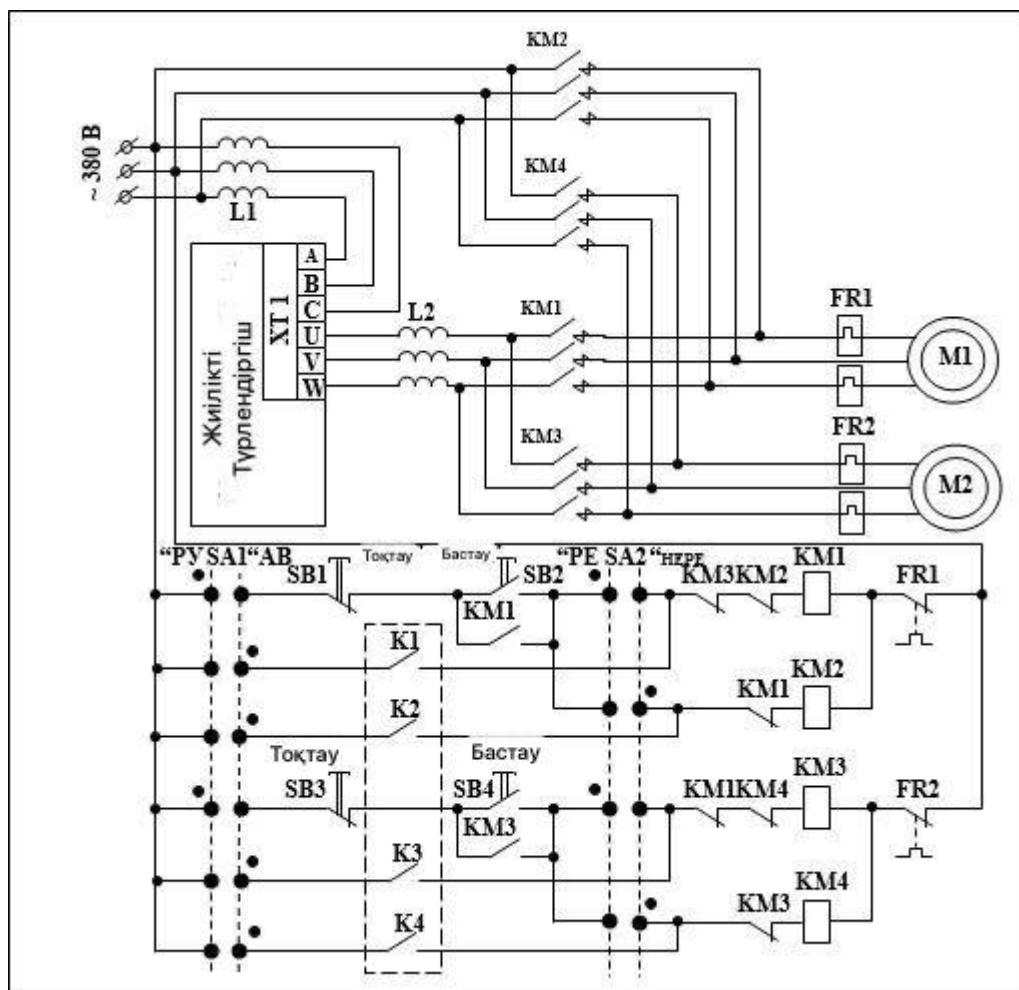
- индуктивтілік орамдар -  $L = 0,59 \text{ мГн}$ ;
- жол берілетін қуат шашырау  $P_\Sigma = 2\%$ ,  $P_{кiр} = 190 \text{ Вт}$ .

Тегістейтін дроссель L2 түрлендіргіштің құжаттамасына сәйкес индуктивтілікке ие болуы керек [11], қозғалтқыш статорының индуктивтілігіне шамамен тең. Сонымен қатар, L2 дроссельінің рұқсат етілген диссипация қуаты қозғалтқыштың номиналды қуатының 2% -нан аспауы керек. Осылайша, біз келесі параметрлермен тапсырыс бойынша тегістейтін дроссель L2 шығаруды болжаймыз:

- рұқсат етілген шашырау қуаты  $P_\Sigma = 2\%$ ,  $P_{эк} = 600 \text{ Вт}$ .

- орамның индуктивтілігі  $L=2$  мГн;

Электр жетегі мен автоматтандыру жүйесіне, сондай-ақ таңдалған электр жетегі жүйесіне қойылатын талаптардың негізінде сорғы қондырғысының резервтік сорғыны мезгіл-мезгіл ауыстырып, қажет болған жағдайда қосымша сорғыны қосып, қолмен және автоматты режимде жұмыс істеу қажеттілігі бар екенін байқауға болады. Жоғарыда аталған коммутацияларды ескере отырып, сорғы қондырғысының электр тізбектерінің сұлбасын жасаймыз. Күш тізбектерінің дамыған сұлбасы 2.8 - суретте келтірілген.



2.8 – сурет - Қуат тізбегінің жеңілдетілген сұлбасы



### 3 Электр жетегінің басқару жүйесін әзірлеу

#### 3.1 Басқару объектінің құрылымдық сұлбасын әзірлеу

Интеграция уақытының тұрақтыларының мәнін және қысым реттегішінің интегралды және пропорционалды бөлігінің коэффициенттерін алу, сорғының электр жетегінің жұмыс істеу ерекшеліктерін зерттеу үшін Simulink қосымшасын қолдана отырып, MATLAB бағдарламалық пакетінің ортасында жүзеге асырылған математикалық модельді қолдана отырып, оның жұмысын модельдейміз [14].

Математикалық модель құру үшін Simulink құрылымдық схемаларға қажетті барлық элементтері бар кітапханалардың қажетті санын ұсынады. Бұл визуалды бейнелеу элементтері, мысалы, осциллограф, ХҮ графигі; сілтемелердің әртүрлі түрлері: пропорционалды, апериодтық, интегралды; әр түрлі шектегіштер, қосқыштар; барлық көздер: тұрақтылар, генераторлар және т. б. Тиісінше, жобалаудың міндеті-автоматтандырылған электр жетегінің математикалық моделін іске асыра отырып, автоматты басқару жүйесінің құрылымын қайта құру. Шешілетін мәселенің мақсаты мен көлеміне байланысты модельге құрылымның әр элементінің салыстырмалы бірліктердегі есептік деректері енгізіледі. Есептеу процесінде жүйеге қажетті әсерлерді енгізу мүмкіндігі бар (бұзылу және басқару бойынша), нәтижесінде әртүрлі процестердің осциллограммаларын алуға болады.

Сорғының электр жетегінің моделін құру желдеткіш пен сорғы қозғалтқышының модельдері ротордың айналу жылдамдығын - жалпы шаманы қолданатындай етіп жүргізілуі керек. Бұл жағдайда электрлік бұрыштық жылдамдық қолданылады

Сорғы шығаратын қысым мөлшері келесі өрнекпен сипатталады: алынған қысымның тәуелділігі  $H$ ,  $M$ . беру көлеміне  $Q, m^3/c$ :

$$H = \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 - CQ^2 \quad (2.12)$$

$H$  - көтергіш сорғының қысымы;

$\omega$  - біліктің айналу жылдамдығы, айн/мин;

$\omega_n$  - біліктің номиналды айналу жылдамдығы, айн/мин;

$C$  - конструктивтік коэффициент,  $C=1$  қабылдаймыз.

Сорғы жұмыс істейтін Магистраль жылумен жабдықтау жүйесінің оңтайлы жұмыс істеуі үшін қажетті  $Q$  сорғысы мен  $H$  қысымы жұмысындағы беру көлемі арасындағы байланыс ретінде сипатталады:

$$H = H_c \frac{Q^2}{R}, \quad (2.13)$$

$H_c$  – жылу пункті мен тұтынушының биіктік айырмашылығына байланысты қысым;

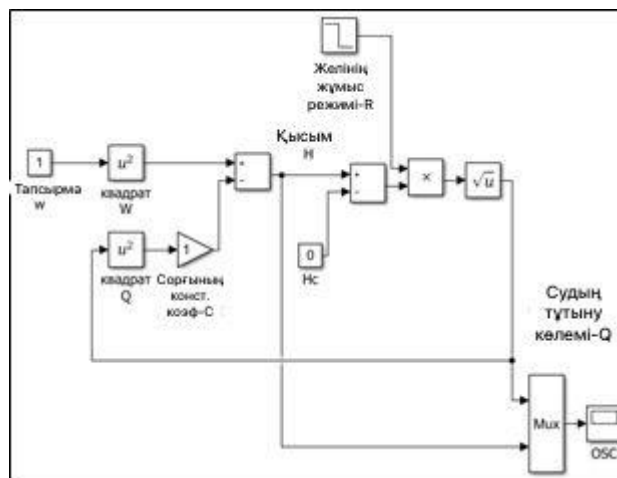
$R$  – жүйенің кедергісінің өзгеруін сипаттайтын коэффициент;

$Q$  – көлем су, талап ететін үшін өтінімдерді беру тұтынушыға м<sup>3</sup>/сағ.

Магистральдық модельді жүзеге асыру үшін магистраль сипаттаманы шығыс параметрі қайтару көлемінің мәні болатындай етіп түрлендіреміз:

$$Q = \sqrt{(H - H_c * R)}, \quad (3.1)$$

Simulink көмегімен 2.12 және 3.1 формулаларына сүйене отырып, сорғы - магистраль жүйесінің моделін құрамыз



3.1 - сурет - Сорғы - магистраль жүйесінің моделі

$R=1$  коэффициентінің мәні жүйенің номиналды (мүмкін болатын ең жоғары) режимдегі жұмысына тең, максималды қысым кезінде; минималды өнімділікте  $R$  мәні нөлге жақын, бірақ  $0$  мәні жылу жүйесінің жұмысы кезінде мүмкін емес.

Жасалған модель реттеуге және басқаруға болатын нақты нысанды көрсетеді.  $H_c$ ,  $R$ ,  $C$  шамаларын өзгерту арқылы модель берілген жүйеде болатын кез-келген процестерді талдауға мүмкіндік береді. Электр жетегінің автоматты басқару жүйесі моделін толықтыра отырып, біз сорғының қолданыстағы моделін модельдейміз.

Біздің мақсатымыз - қысымды автоматты түрде ұстап тұрудың жолын табу, яғни элементтері сәйкесінше беріліс функциялары бар реттегіш, сүзгі және объектінің сілтемесі болып табылатын ауытқуды басқарудың жабық жүйесін құру қажет  $W_p$ ,  $W_\phi$ ,  $W_o$ .

Нысан буынының инерциясы асинхронды қозғалтқыштың, жиілік түрлендіргішінің электр жетегін және реттелетін шамалардың датчиктерін жасайды. Датчиктердің инерциясы жетектің инерциясынан әлдеқайда аз, сондықтан реттегішті құру кезінде оны ескермеуге болады, ал жүйені инерциясыз бірлік кері байланыс ретінде қарастыруға болады.

Жиілік түрлендіргішінің екі ішкі контуры бар – ток контуры және жылдамдық контуры, қысымды реттеу контуры – технологиялық контур қатарынан үшінші болады.

Осылайша, жиілік түрлендіргішінің, объектінің және сүзгінің байланысының тасымалдау функциялары екінші ретті апериодтық байланыс ретінде ұсынылатын болады, екінші тұйық жүйенің стандартты тасымалдау функциясы келесі түрде болады:

$$\Phi_2(p) = \frac{1}{8T_\mu^3 p^3 + 8T_\mu^2 p^2 + 4T_\mu p + 1}, \quad (3.2)$$

### 3.2 Үшінші контурды реттеушіні синтездеу және оның қасиеттері

АБЖ кірісінде қосқыш бар, онда берілген мән мен кері байланыс сигналы арасында қате бөлінеді (кері байланыс коэффициентін реттеу пайдаланушыға қол жетімді). Осылайша, біз сорғы электр жетегінің АБЖ математикалық моделін аламыз (13-сурет), АБЖ математикалық үлгі жүйелер желдеткіш – қозғалтқыш және "ПИ" (пропорционалды-интегралды) реттеуші жүйелер басқарманың қысыммен қамтиды.

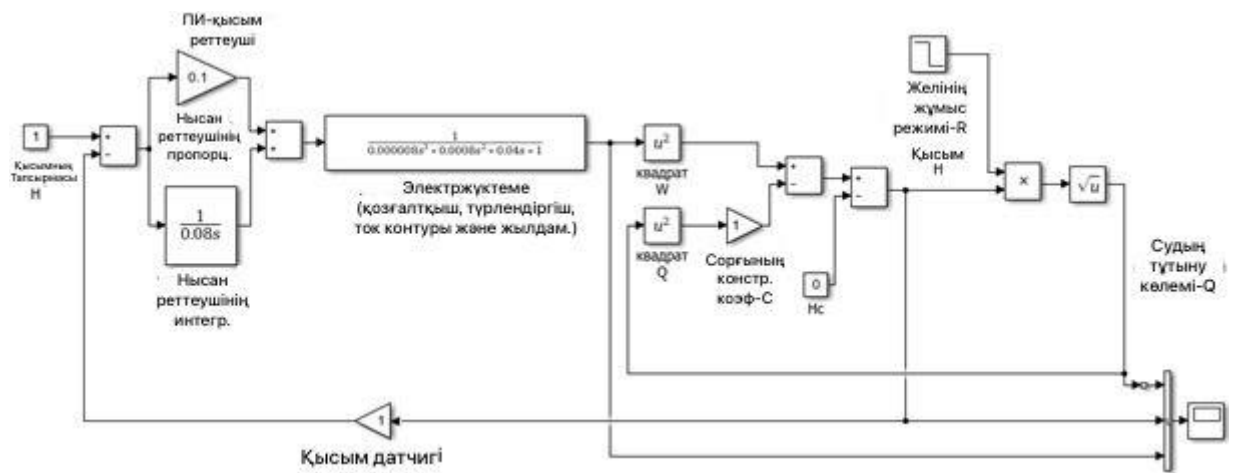
Стандартты техникаға сәйкес қысым реттегішінің беріліс функциясы келесідей:

$$R_3(p) = [W_3(p)]^{-1} * \frac{1}{T_3 p}, \quad (3.3)$$

Іс жүзінде орташа жылдамдықты жетектер үшін уақыттың негізгі (өтелмейтін) тұрақтысының мәні әдетте 0,004-тен 0,01 с-қа дейін қабылданады. Біз 0,01 с-қа тең уақыт константасын қабылдаймыз.

Реттегішті оңтайлы конфигурациялау шарттары келесідей:

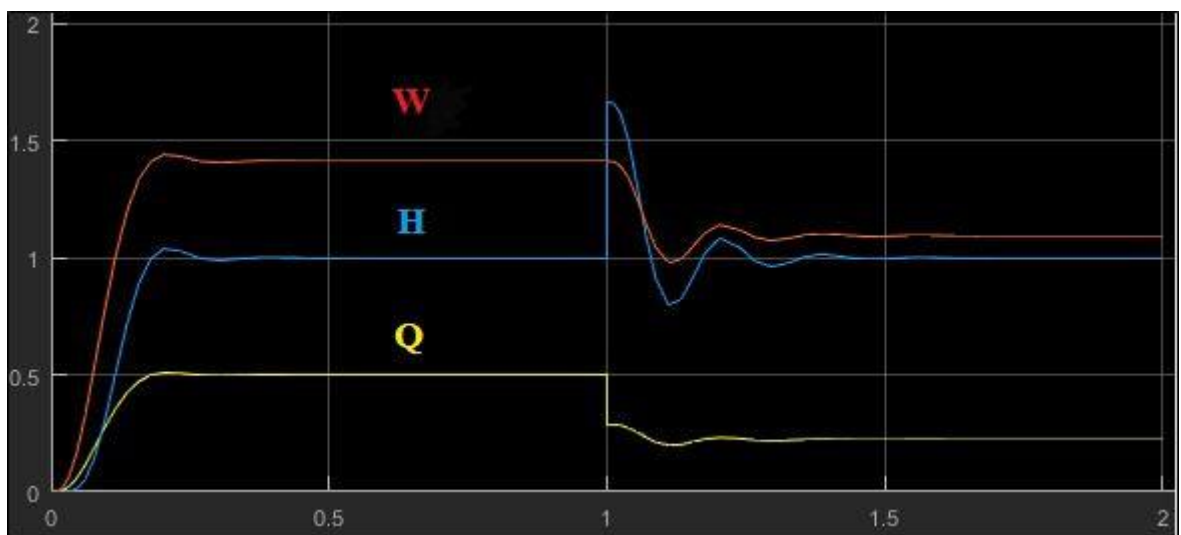
$$\begin{aligned} T_3 &= 2 * T_2 = 4 * T_1 = 8 * T_\mu, \\ T_3 &= 2^3 * 0,01 = 0,08 \text{ с.} \end{aligned} \quad (3.4)$$



3.2 - сурет - Сорғының автоматты басқару жүйесінің математикалық моделі

### 3.3 Автоматты басқару жүйесінің математикалық моделінің анализі

Біз сорғыны автоматты реттеу жүйесінің моделін қолданамыз. Орнату моделін іске қосамыз. Осциллограмманың бірінші секундында қозғалтқышты іске қосудың өтпелі процесі көрінеді. Модульдік оптимумға реттелген жүйенің бір әсерге реакциясына қарағанда сәл көбірек реттеу магистральдың кедергісінің жоғарылауынан туындайды. Әрі қарай, қысымның тұрақты мөлшерін ұстап тұру үшін жүйенің жұмысы айқын 3.3 - суретте көрінеді-график көрсетілген



3.3 - сурет - Қысымды ұстап тұру үшін автоматты басқару жүйесінің жұмыс осциллограммасы

Тұтынуды азайту кезінде келесі процестер жүреді: азайған кезде қысымның шамасы күрт өзгереді (өйткені сорғы бірдей айналу жиілігінде

жұмыс істейді), қысымды ұстап тұру үшін басқару жүйесі сорғының айналу жиілігін баяулатады (азайтады), осылайша оның өнімділігін төмендетеді, нәтижесінде қысымның қалпына келуіне әкеледі.

Бағынышты реттеу жүйелерін конфигурациялау кезінде, жалпы алғанда, келесі жалпыламалар қабылданады:

- бағынышты реттеу жүйесінің әрбір келесі контуры алдыңғысымен салыстырғанда шамамен жартысына жуық жылдамдыққа ие;
- барлық контурлар салыстырмалы түрде аз реттелетін өтпелі процестерді қамтамасыз етеді
- көп тізбекті жүйенің динамикалық қасиеттері және ең алдымен оның өнімділігі контурлыр санымен және өтелмейтін уақыт тұрақтысының шамасы  $T_{\mu}$ ;
- кез-келген контур үшін реттегіш бірдей стандартты схема бойынша жасалады. Жалпы жағдайда I саны бар тізбек үшін беру функциясы формуламен анықталады және келесідей болады:;

$$R_i(p) = K_i + \frac{1}{T_i}, \quad (3.5)$$

$K_i$  - реттегіштің күшейту коэффициенті;

Үшінші тізбекті реттеу процесінің негізгі көрсеткіші:

- бірінші келісу уақыты  $14,5T_{\mu}$  ;
- максимум жету уақыты  $18T_{\mu}$  ;
- аймаққа жету уақыты 5% ауытқулар  $13,6T_{\mu}$  ;
- қайта реттеу  $6,2\%$ .

## ҚОРЫТЫНДЫ

Сорғы қондырғысының автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу және зерттеу нәтижесінде электр энергиясын тұтыну азайды, сонымен қатар сорғының максималды техникалық сипаттамалары қолданылады. Реттелетін электр жетегін енгізу арқылы сорғы жабдықтарының, сондай-ақ ілеспе жабдықтардың қызмет ету мерзімін ұзартуға, электр жабдықтарының жөндеу аралығын арттыруға, сондай-ақ су құбырына техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуға, су шығынын азайтуға болады.

Ол үшін келесі міндеттер шешілді:

- 1)Технологиялық процестің анализі жүргізілді.
- 2)Қондырғылардың параметрлері есептелді.
- 3)Дипломдық жұмыста базалық автоматика жүйесі таңдалды, оның құрамына Vacon 100 industrial жиілік түрлендіргіші және ашық сумен жабдықтау жүйесі бар орталық есептегішке арналған сорғысы кіреді.
- 4)Қозғалтқыштың айналу жиілігін өзгерту арқылы реттелетін сорғы қондырғысының жұмысына зерттеулер жүргізілді.
- 5)Сорғының асинхронды қозғалтқышын басқарудың математикалық моделі жасалды.

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Анхимюк В.Л., Опейко О.Ф., Михеев Н.Н. Теория автоматического управления. Минск, 2000 – 351 с.
- 2 Бошарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г.; Управление электроприводами. – Ленинград.: Энергоиздат, 1982 – 392 с.
- 3 Быстрицкий Г.Ф. / Общая энергетика. Учебник. - Москва: Кнорус.2016 – 243 с.
- 4 Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий. Москва: ИЦ "Академия", 2003 – 304 с.
- 5 Гинзбург Я. Н., Лезнов Б. С., Чебанов В. Б. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки / Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения: Тр. ВНИИ ВОДГЕО. – Москва, 1986 – 361 с.
- 6 ГОСТ 22247-96 Насосы центробежные консольные для воды. Основные параметры и размеры. Требования безопасности. Методы контроля.
- 7 Давыдова О.В. Создание измерителей для оценки компетенций обучающихся. // Вестник университета, 2012, №12.
- 8 Дастин Э. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. – Москва: Лори, 2013 – 567 с.
- 9 Ермоленко А.Д. Автоматизация процессов: Учебное пособие / А.Д. Ермоленко, О.Н. Кашин, Н.В. Лисицын; Под общ. ред. В.Г. Харазов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012 – 304 с.
- 10 Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам. – Москва: Академия, 2011 – 480 с.
- 11 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Москва: Интернет Инжиниринг. 2014 – 627 с.
- 12 Кузнецов Ю.В., Федорова С.В. Энергосберегающие технологии и мероприятия в системах энергоснабжения. Учебное пособие. Екатеринбург: УРО РАН, 2008 – 356 с.
- 13 Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. – Санкт-Петербург: Издательская группа ИРМ, 2005 – 512 с.
- 14 Онищенко Г.Б. Электрический привод. Учебник для вузов. Москва: РАСХН, 2012 – 320 с.
- 15 СТ КазННТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазННТУ, 2023