

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Шагманова Мадина Маратовна

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

5B071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2022

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНУТУ им. К. И. Сатпаева»  
Институт энергетика  
и машиностроения

КОРТАУ А ЖІБЕРІЛДІ  
Кафедра меңгерушісі  
PhD, ассистент-профессор  
Е.А. Сарсенбаев

« 20 » 05 2022 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту»

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Орындаған: Шагманова М.М. Шагманова М.М.

Пікір беруші  
Директор ТОО «NEWGEN  
ELECTRICAL»

Н. Құлышев  
(қолы)  
« 19 » мамыр 2022 ж.

Техн. ғылым магистрі  
сениор-лектор

Ә.О.Бердібеков  
(қолы)  
« 19 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

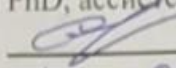
Энергетика кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«21» 01 2022ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Шагманова Мадина Маратовна

Тақырыбы: ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

Университет ректорының 2021 жылғы «24» желтоқсанындағы №489-ПӨ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы «20» мамыр.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Техникалық тапсырма
- б) Желдету қондырғысын есептеу
- в) Желдету қондырғыларында жиілікті түрлендіргіштерді қолдану
- г) Желдету қондырғысының электр жетегі

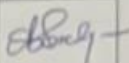
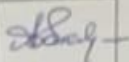
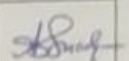
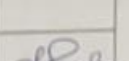
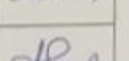
Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

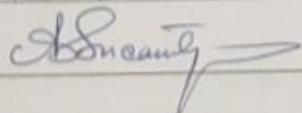
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 11 атау


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Техникалық тапсырма	28.02.2022	жоқ
Желдету қондырғысын есептеу	14.03.2022	жоқ
Желдету қондырғыларында жиілікті түрлендіргіштерді қолдану	01.04.2022	жоқ
Желдету қондырғысының электр жетегі	25.04.2022	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Техникалық тапсырма	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	28.02.2022	
Желдету қондырғысын есептеу	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	15.03.2022	
Желдету қондырғыларында жиілікті түрлендіргіштерді қолдану	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	02.04.2022	
Желдету қондырғысының электр жетегі	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	25.04.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	17.05.2022	

Ғылыми жетекші  Ә.О.Бердібеков  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  М.М.Шагманова  
(қолы)

Күні

«21» ақпан 2022 ж.

## **АНДАТПА**

Тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы шахталық желдету желілерінің кеңеюіне және соның салдарынан шахтаның желдетуінің күрделілігі мен нашарлауына әкелді. Желдету жүйелері қазіргі тау-кен кәсіпорындарының өндірістік процесіндегі ең маңызды және энергияны көп қажет ететін жүйелердің бірі болып табылады. Жиілік түрлендіргіштері бар асинхронды және синхронды электр жетектері желдету қондырғыларының перспективалы жетектері болып саналады.

Бұл жұмыста Костенко атындағы шахтада электр қозғалтқышы мен жиілікті түрлендіргіштен тұратын жиілікті басқаратын электр жетегінің көмегімен желдету жүйесін жетілдіру қарастырылған.

## **АННОТАЦИЯ**

Современное состояние добычи полезных ископаемых привело к расширению шахтных вентиляционных сетей и, как следствие, к усложнению и ухудшению шахтной вентиляции. Системы вентиляции являются одними из важнейших и энергоемких систем в производственном процессе современных горнодобывающих предприятий. В качестве перспективных приводов для вентиляционных установок рассматриваются асинхронные и синхронные электроприводы с преобразователями частоты.

В данной работе рассматривается улучшение вентиляционной системы в шахте имени Костенко путем использования частотно-регулируемого электропривода, который включает в себя электродвигатель и преобразователь частоты.

## **ABSTRACT**

The current state of mining has led to the expansion of mine ventilation networks and, as a result, to the complication and deterioration of mine ventilation. Ventilation systems are one of the most important and energy-intensive systems in the production process of modern mining enterprises. Asynchronous and synchronous electric drives with frequency converters are considered as promising drives for ventilation installations.

This paper discusses the improvement of the ventilation system in the mine named after Kostenko by using a frequency-controlled electric drive, which includes an electric motor and a frequency converter.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Костенко атындағы шахта алаңының сипаттамасы	8
2	Желдету қондырғылары	9
2.1	«Стахановская» шахтасының желдету қондырғылары	9
2.1.1	Осьтік және орталықтан тепкіш желдеткіштерді салыстырмалы бағалау	9
2.2	ВЦД-47М желдеткіші	10
2.3	Техникалық тапсырма	12
2.4	Желдету қондырғысын есептеу	13
2.5	Электр қозғалтқышының параметрлері	16
3	Желдету қондырғыларында жиілікті түрлендіргіштерді қолдану	18
3.1	Түрлендіргіш элементтерін есептеу және таңдау	18
3.1.1	Роторлы түзеткішті есептеу	19
3.1.2	Инвертор клапандарын есептеу	20
3.1.3	Түзетілген ток тізбегіндегі сәйкес трансформатор мен дроссельді есептеу және таңдау	20
3.1.4	Тегістейтін дроссельді таңдау	22
3.2	Желдету қондырғысының электр жетегі	26
3.2.1	Электр қозғалтқышын іске қосу алгоритмі	27
3.3	Ток реттегішін есептеу	28
3.3.1	Айналу жылдамдығын басқару тізбегін есептеу	30
3.4	Жинақталған тарату құрылғысын таңдау	33
3.5	Негізгі желдету желдеткішін электрмен жабдықтауды есептеу	34
3.5.1	Есептік қуатты анықтау	34
3.5.2	Кабельдік желіні есептеу	35
3.5.3	Кабельдің қимасын кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша тексеру	36
	Қорытынды	38
	Қысқартулар тізімі	39
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	40

## КІРІСПЕ

Желдету қондырғысы тау-кен кәсіпорнының өте маңызды нысандарының бірі болып табылады. Кәсіпорынның өнімділігі, оның техникалық-экономикалық көрсеткіштері және қызметкерлердің қауіпсіздігі оның сенімді және үздіксіз жұмысына байланысты.

Шахталардың жер асты тау-кен қазбаларының ауасы газ құрамы мен физикалық параметрлері бойынша атмосфералық ауадан ерекшеленеді. Бұл айырмашылықтар оның қазба жұмыстары кезінде пайда болады. Ауаның газ құрамындағы өзгерістер, әдетте, оттегінің азаюымен, көмірқышқыл газының көбеюімен және тау массивінен бөлінетін әр түрлі газдардың араласуымен көрінеді, көбінесе зиянды, таза атмосфералық ауаға мүлдем тән емес.

Қазіргі заманғы тау-кен кәсіпорны мәжбүрлі желдетусіз мүмкін емес. Желдетуді тоқтату тау-кен өндіру кәсіпорнының барлық жерасты технологиялық кешенін тоқтатуға әкеп соғады. Шахтада жұмыс істейтін адамдардың қауіпсіздігі және өмірі желдету жүйесінің сенімді жұмысымен байланысты. Желдету болмаған жағдайда барлық жұмыс түрлерін өндіруге тыйым салынады.

Бұл жобада желдету қондырғысының электр жетегін жиілік түрлендіргіші сұлбасы бойынша орындалған басқару жүйесін қолдану қарастырылады.

Желдеткіш жабдығына арналған жиілік түрлендіргіші электр қуатын үнемдеуге мүмкіндік беретін жетек білігінің айналу жылдамдығын реттейді. Сондай-ақ, жиілік түрлендіргіші желдеткіштің электр жетегін жұмсақ іске қосу және біліктің бірдей біркелкі тоқтауына байланысты токтың асқын және шамадан тыс жүктелуінен сенімді қорғайды.

## **1 Костенко атындағы шахта алаңының сипаттамасы**

И. А. Костенко атындағы шахта—«АрселорМиттал Теміртау» АҚ компаниясының көмір департаментінің ірі көмір өндіруші кәсіпорны.

Шахта Қарағанды бассейнінің өнеркәсіптік учаскесінің шығыс бөлігінде, Қарағанды қаласынан 6,56 км қашықтықта орналасқан.

1998 жылдың 1 қаңтарында Костенко атындағы шахтаға «Стахановская» шахтасы қосылды. Біріккен кең орнының өндірістік қуаты 2 500 мың тоннаны құрайды. Кен орны шартты түрде екі ауданға бөлінеді: біріншісі тікелей Костенко атындағы шахта, екіншісі «Стахановская» шахтасы. Костенко атындағы біріккен кең орнын 1-суреттен көре аламыз.



**1-сурет - Костенко атындағы біріккен кен орны**

Бұрын шахтада резервуарлардың бірінің түйіскен жерінде жетекті орнату кезінде желдеткіштің уақытша ажыратылуына байланысты апаттар болған, соның салдарынан метанның жиналуы мен жарылуы орын алған, 7 адам қайтыс болған.

Шахталарда жұмыс істеу кезінде басты қауіп метанның жиналуы мен жарылуы болып қала береді. Жарылғыш қоспа атмосферадағы метан концентрациясы 5%-дан асқан кезде пайда болады. Барлық шахталарда тұрған газ талдағыштар кез келген қазбада газ 2%-ға жеткен кезде барлық шахта токтан ажыратылады және жер астындағы барлық адамдар дереу жер бетіне шығуға міндетті. Шахталардағы осы типтегі апаттардың негізгі себептері желдетудің бұзылуы және тау-кен қазбаларында рұқсат етілмеген газдануы және де бақылау құралдарының өшу салдары болып табылады. Сондықтан жетілдірілген желдету электр жетегін пайдалану өте маңызды.



## 2 Желдету қондырғылары

### 2.1 «Стахановская» шахтасының желдету қондырғылары

Қазіргі уақытта шахтада ВМЭ-6 желдету қондырғылары қолданылады.

ВМЭ сериялы жергілікті желдетудің осьтік бір сатылы шахталық желдеткіштері шахталардағы тұйық тау-кен қазбаларын желдету және желдету үшін пайдаланылады. ВМЭ техникалық және аэродинамикалық ерекшеліктері оны салыстырмалы түрде шағын тұйық қазбалар жағдайында пайдалануды көздейді. Шахталарға арналған ВМЭ осьтік желдеткіштері газ және шаң бойынша қауіпті объектілерде пайдаланылуы мүмкін.



**2-сурет - ВМЭ-6 типті желдету қондырғысы**

Бұл типтегі желдеткіштер кішігірім шахталарды желдетуге жарамды, бірақ жылдар өте келе шахтаның ауданы өсіп келеді және желдетуді шахта жұмысшыларының қауіпсіздігі үшін қажет таза ауамен қамтамасыз ете алатын желдеткішпен ауыстыру керек. Сондықтан біз осы осьтік жергілікті желдету қондырғысын неғұрлым қуатты екі жақты орталықтан тепкіш желдету қондырғысына ауыстыруды ұсынамыз.

#### *2.1.1 Осьтік және орталықтан тепкіш желдеткіштерді салыстырмалы бағалау*

Желдеткіштердің екі түрінің де артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Орталықтан тепкіш немесе центрифугалармен салыстырғанда, осьтік желдеткіштер ауа ағынын оңай қалпына келтіруге мүмкіндік береді және жұмыс режимдерін реттеуге үлкен мүмкіндіктер бар (бағыттаушы аппараттың пышақтары мен доңғалақтарын бұру арқылы). Олардың өлшемдері мен массасы едәуір өнімділікпен, сондай-ақ жоғары ПӘК-пен ерекшеленеді, оларды дәйекті жұмысқа қосу ыңғайлы. Сонымен қатар, осьтік желдеткіштердің келесі кемшіліктері бар: олардың сипаттамаларының формасы ер-тоқым болып табылады, бұл желдеткіштердің тұрақсыз жұмысына, әсіресе параллель жұмыс істеуге алғышарттар жасайды;

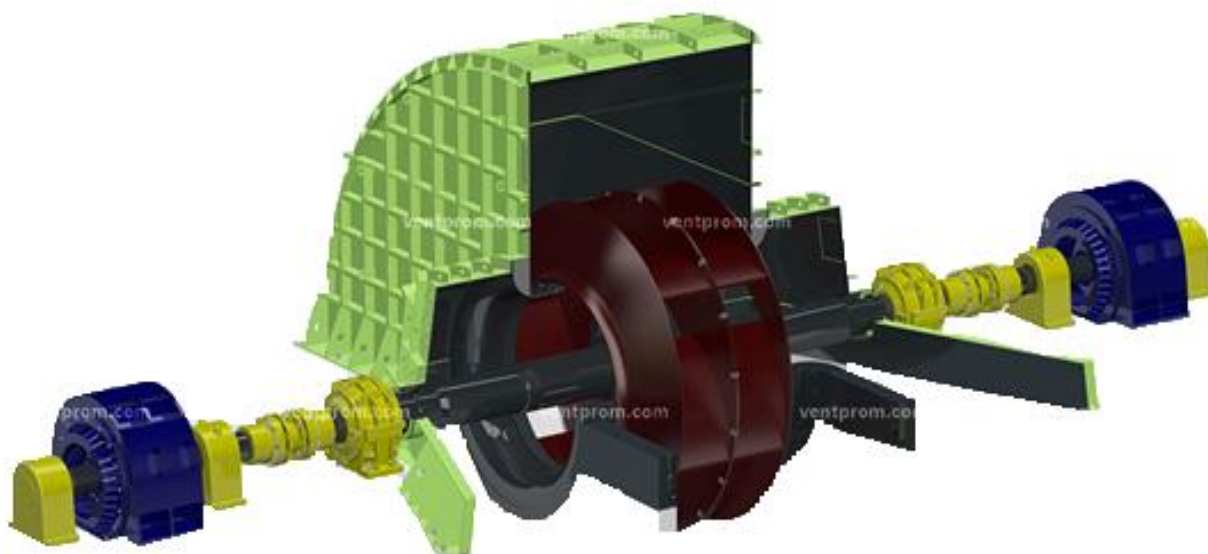
жылдамдықпен жұмыс істеу кезінде қатты шу 90-95 м/с және одан жоғары; ротордың мойынтіректерін тексеру мүмкін емес, бұл желдеткіштердің сенімділігінің төмендеуіне әкеледі; ротордың тепе-теңдік дәлдігіне үлкен сезімталдық.

Орталықтан тепкіш желдеткіштерде бұл кемшіліктер жоқ. Осы тік, үлкен арынды желдеткіштерге қарағанда, олардың жұмыс доңғалақтарының айналмалы жылдамдығы 120-125 м/с жетеді. Орталықтан тепкіш желдеткіштердің құны осы тік желдеткіштерге қарағанда жоғары, сондықтан олардың өтеу мерзімі өте ұзақ. Осыған қарамастан, орталықтан тепкіш желдеткіш «Стахановская» шахтасын желдетуге жарамды.

## 2.2 ВЦД-47М желдеткіші

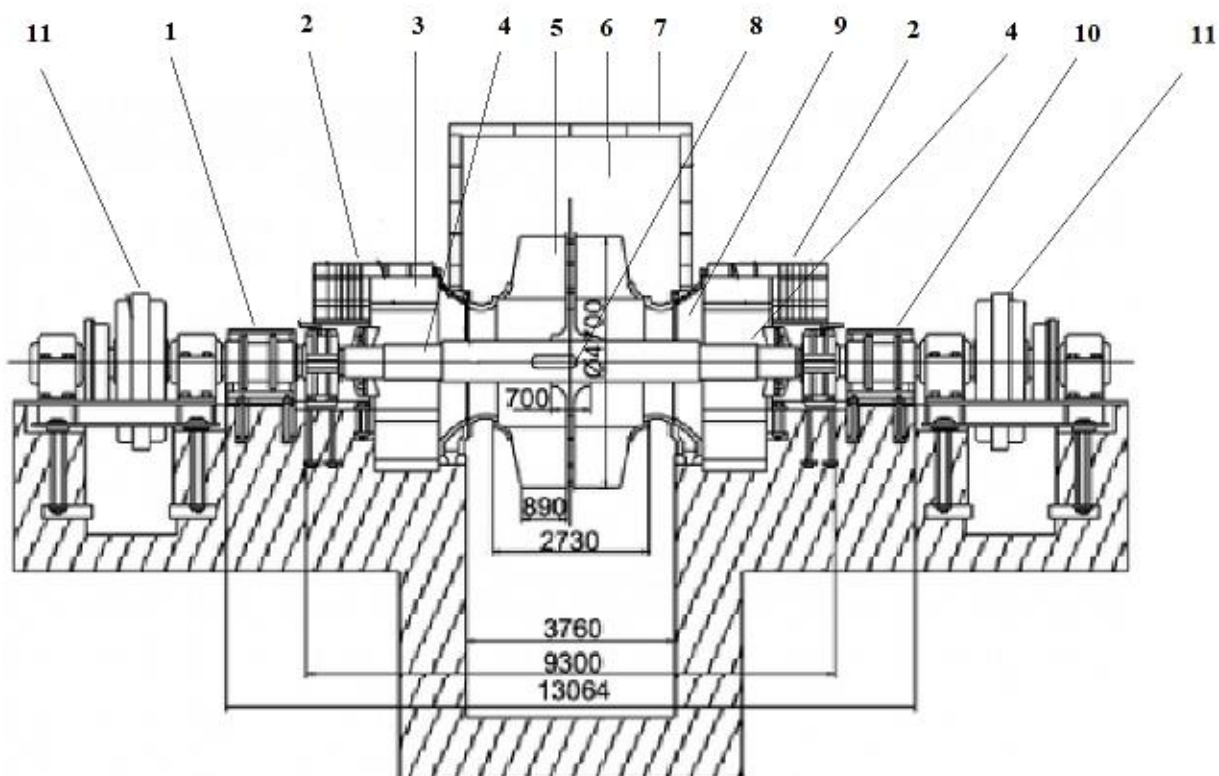
Шахтаны желдетудің жекеленген тәсілі кезінде бір желдеткіш ауаны айдау үшін, екіншісі сору үшін жұмыс істейді; шахтаның желдету жүйесінің үлкен аэродинамикалық кедергісі кезінде, өздігінен жануға бейім пайдалы қазбаларды игеру кезінде (қазбалардың құлау аймағы арқылы жер бетімен аэродинамикалық байланысы кезінде), желдетудің капиталдық сұлбасы кезінде қолданылады.

«Стахановская» шахтасы көмір мен газдың кенеттен шығарылуынан, барлық көмір қабаттары көмір шаңының жарылуынан қауіпті болып келеді. Параметрлері бойынша «Стахановская» шахтасына ВЦД-47М желдету қондырғысын орнату мүмкін. Шахталардағы әрбір желдеткіш қондырғысы екі желдеткіштен тұрады. Сондықтан «Стахановская» шахтасының желдеткіш қондырғысына ВЦД-47М желдеткіші және электр қозғалтқышымен жабдықталған ВЦД-47М желдеткіші орнатылады (3-сурет).



3-сурет - ВЦД-47М желдеткіші

Отандық және шетелдік желдеткіш өнеркәсібіндегі ең ірілері центрифугалық қос кірісті желдеткіштер ВЦД-47М ең терең полиметалл кеніштерін желдетуге арналған. «Стахановская» шахтасына орнатылатын желдеткіш конструкциясы 4-суретте көрсетілген.



1- тісті муфталар; 2-сору қорабы; 3- кіріс конустары; 4-ротор; 5- екі жақты сорғыштың дөңгелегі; 6-статор бөлігінің бүйірлері; 7-диффузор; 8-ступица; 9- осьтік бағыттаушы аппараттың пышақтары; 10-ротор білігіндегі тіректер; 11- куаты бірдей екі жетек қозғалтқышы.

#### 4-сурет - ВЦД-47М желдеткішінің конструкциясы

Екі жақты сорғыштың 5 дөңгелегі ротордың 10 білігіндегі тіректердің ортасында және кілт пен пресс конусына білікке бекітілген 8 ступицада орналасқан. 8 ступица конустық сыртқы беттері бар екі жартыдан жасалған, бұл ауа ағынын 2 сору қорабынан шпатель тәжіне бұрған кезде бағыттауға және ағып кету жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді. Дөңгелек негізгі дискімен ступицаның шеңберіне бұрандалармен бекітіледі, бұл монтаждау мен бөлшектеуді жеңілдетеді, машинаның қызмет ету мерзімін жақсартады.

9 осьтік бағыттаушы аппараттың пышақтары бір уақытта белгілі бір бұрышқа ротор 4 сақиналы жетектің көмегімен орнатылады. 5 желдеткіштің доңғалағының артында розетка орналасқан. Көптеген желдеткіштерде ол спиральды корпус пен 7 диффузордан тұрады.

Желдеткіштегі 1 жетекті тісті муфталар. Сыртқы клиптер кірістірумен өзара байланысты. Желдеткіш біліктері мен 11 қозғалтқышының ұштары

арасындағы кірістіру мен орнату қашықтығының болуы қозғалтқышты бөлшектеместен муфталар мен мойынтіректерді ауыстыруға мүмкіндік береді. ВЦД-47М желдеткішінде 1 негізгі біліктің екі ұшына бекітілген 1 тісті муфталар желдеткішті 11 бірдей қуатты екі жетек қозғалтқышымен байланыстырады.

6 статор бөлігінің бүйірлерінде 9 иық пышақтары орналасқан 3 кіріс конустары бар. ВЦД-47М екі жақты сору желдеткіштері бағыттаушы құрылғылардың дизайнымен ерекшеленеді. Машиналардың көлемін ұлғайту кезінде корпусы сыртынан жабатын құрылғылардың жетек сақиналары осы сақиналардың қаттылығына, оларда ішкі байланыстардың болмауына байланысты механизмдердің жеткілікті анықтығы мен сенімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді. 9 ВЦД-47М желдеткішінің бағыттаушы аппараттарының қалақтары конустары кіру конустарында инелерге ілінген арнайы сақиналы редукторлардың көмегімен бұрылады.

### 2.3 Техникалық тапсырма

*ВЦД-47М желдету желдеткішінің мақсаты және қолдану саласы:*

Электр жетегі айналмалы моментті ВЦД-47М негізгі желдету желдеткішіне беруге арналған.

*Электр жетегіне қойылатын талаптар:*

- тегіс реттелетін жетек;
- реттеу диапазоны  $D=3:1$ ;
- қозғалтқыштың синхронды айналу жиілігі 500 айн/мин.

*Автоматтандыру бойынша талаптар:*

0-10 В аналогтық және сандық сигналдар.

*Электр жетегін қорғау бойынша талаптар:*

- электр жетегі кез келген фазадағы ток жоғалған кезде, қысқа тұйықталу және шамадан тыс жүктелу кезінде электр қозғалтқышының қоректенуін ажырататын қорғаныс құрылғыларымен жабдықталады  $I_{н.пер}=(1,25 \div 1,31)I_{ном}$  2 мин ішінде.

*Пайдалану шарттары:*

- температура диапазоны  $(+1 \div +40)^{\circ}\text{C}$ ;
- $25^{\circ}\text{C}$  кезінде салыстырмалы ылғалдылық 80%.

ВЦД-47М бас желдету желдеткішінің техникалық деректері 1-кестеде көрсетілген.

#### 1-кесте - ВЦД-47М бас желдету желдеткішінің паспорттық деректері

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Мәні
Дөңгелектің диаметрі	мм	4700
Максималды рұқсат етілген айналу жиілігі	айн/мин	500

*1-кесте жалғасы*

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Мәні
Максималды теориялық тұтынылатын қуат	кВт	4000
Статикалық қысым	кгс/м <sup>2</sup>	80-815
Статикалық тиімділік коэффициенті	-	0,6-0,865
Айналмалы бөліктердің айналу моменті	кг*м <sup>2</sup>	106000

## 2.4 Желдету қондырғысын есептеу

Желдету қондырғысының №1 желдеткішіне ВЦД-47М орнатылған, шахтаның математикалық моделіне сәйкес желдеткішпен берілетін ауа мөлшері 340 м<sup>3</sup>/с-тан аз болмауы қажет, ал ВЦД-47М желдеткішпен берілетін ауа мөлшері, бүгінгі таңда, 90-580 м<sup>3</sup>/с-қа дейін жетеді.

Депрессия:  $h_{СТМІН}=1400$  Па;  $h_{СТМАХ}=8000$  Па.

Шахтаның минималды және максималды эквивалентті саңылауын анықтаймыз.

$$A_{\min}=1,19*\frac{Q}{\sqrt{h_{СТМІН}}}, \text{ м}^3 \quad (1.1)$$

$$A_{\min}=1,19*\frac{340}{\sqrt{1400}} = 10,81 \text{ м}^3 \quad (1.2)$$

$$A_{\max}=1,19*\frac{Q}{\sqrt{h_{СТМАХ}}}, \text{ м}^3 \quad (1.3)$$

$$A_{\max}=1,19*\frac{340}{\sqrt{8000}}=4,52 \text{ м}^3 \quad (1.4)$$

Желдеткіштің өнімділігін көрсететін формулаларға сәйкес желдету желісінің сипаттамалары құрастырамыз.

$$h'=1,41 * \frac{Q^2}{A^2_{\min}} \quad (1.5)$$

$$h'=1,41 * \frac{Q^2}{A^2_{\min}} = 1,41 * \frac{Q^2}{10,81^2} = 0,0121Q^2 \quad (1.6)$$

$$h''=1,41 * \frac{Q^2}{A^2_{\max}} \quad (1.7)$$

$$h''=1,41 * \frac{Q^2}{4,52^2} = 0,069Q^2 \quad (1.8)$$

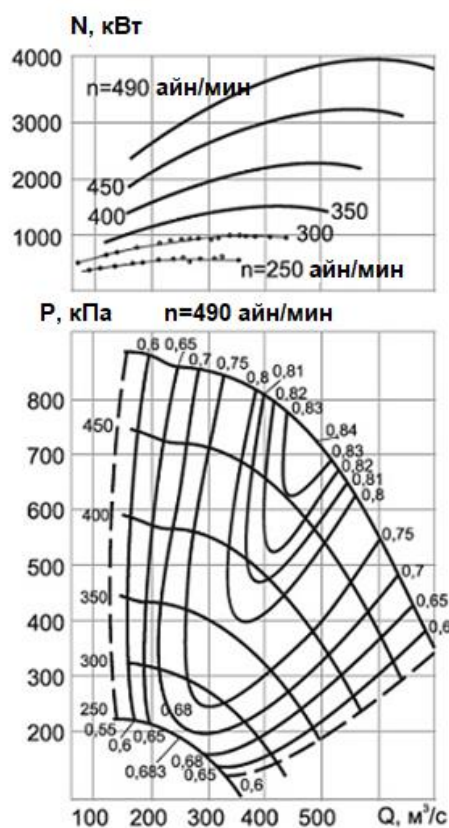
Деректерді 2-кестеге енгіземіз.

### 2-кесте - Желдеткіш депрессиясының өнімділікке тәуелділігі

Q, м <sup>3</sup> /с	50	100	150	200	300	400	500	600
h <sub>min</sub> , Н/м <sup>2</sup>	21,5	86	193,5	344	774	1376	2150	3096
h <sub>max</sub> , Н/м <sup>2</sup>	172,5	690	1552,5	2760	6210	-	-	-

Қолайлы желдету жүйесін таңдаған кезде, ұсынылған модель желдеткішінің аэродинамикалық сипаттамаларына назар аудару керек.

Желдеткіштің аэродинамикалық қасиеттері графиктер түрінде көрсетілген аэродинамикалық сипаттамалар бойынша (5-сурет) желдеткішпен дамытылатын толық P<sub>v</sub> және статикалық P<sub>sv</sub> және динамикалық P<sub>dv</sub> қысымдарының, қуат тұтынуының N толық η және статикалық пәк η<sub>s</sub> желдеткішке кірер алдында белгілі бір газ тығыздығы ρ және оның жұмыс дөңгелегінің тұрақты айналу жиілігі кезінде n өнімділігінен бағалануы тиіс.



5-сурет - ВЦД-47М желінің және желдеткішінің аэродинамикалық сипаттамалары

Өнеркәсіптік желдеткіштердің негізгі аэродинамикалық ерекшеліктері үш негізгі нүктеден тұрады:

- толық немесе жалпы қысымды сипаттайтын шкаламен анықталады. Ол құрылады кезінде желдеткіштің жұмыс өзіне тиесілі еңсеруге кедергісі құрылған, әуе ағындары;

- желдеткіштің қуат шкаласы. Бұл желдеткіштің қозғалтқыш қуатына байланысты;

- желдеткіштің динамикалық немесе статикалық өнімділігін сипаттайтын желдеткіштің тиімділік қисығы.

Желдеткіш білігінің максималды қуаты:

$$N_{\max} = \frac{h_{\text{cmmax}} * Q}{1000 * \eta_{\text{cm}}}, \text{ кВт} \quad (9)$$

$$N_{\max} = \frac{8000 * 340}{1000 * 0,75} = 2040 \text{ кВт} \quad (10)$$

Желдеткіш білігінің минималды қуаты:

$$N_{\min} = \frac{h_{\text{cmmin}} * Q}{1000 * \eta_{\text{cm}}}, \text{ кВт} \quad (11)$$

$$N_{\min} = \frac{1400 * 340}{1000 * 0,65} = 732 \text{ кВт} \quad (12)$$

Резервті ескере отырып, қозғалтқыштың қажетті қуаты:

$$N_{\text{д}} = 1,15 * N_{\max}, \text{ кВт} \quad (13)$$

$$N_{\text{д}} = 1,15 * 2040 = 2346 \text{ кВт} \quad (14)$$

$$P_{\text{н}} = k_{\text{қ}} * N_{\text{д}}, \text{ кВт} \quad (15)$$

мұндағы  $k_{\text{қ}}$  – қор коэффициенті,  $k_{\text{қ}} = 1,35$

$$P_{\text{н}} = 1,36 * 2346 = 3167,1 \text{ кВт} \quad (16)$$

Қор коэффициентін ескере отырып, қуаты бойынша ең жақын электр қозғалтқышын таңдадық. Қуаты  $P_{\text{н}}=3200$  кВт орнатылған АК-13-62-12УХЛ4 электр қозғалтқышы параметрлер бойынша толық қанағаттандырады.

## 2.5 Электр қозғалтқышының параметрлері

АК-13-62-12УХЛ4 фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз. Қозғалтқыштың паспорттық деректері:

- номиналды қуаты  $P_n=3200$  кВт;
- номиналды айналу жиілігі  $n=490$  айн/мин;
- бұрыштық жылдамдық  $\omega_0 = 51,29$  1/с;
- статор орамасына жеткізілетін сызықтық кернеу  $U_n=6$  кВ;
- ротордың номиналды тогы  $I_{2n}=875$  А;
- ротор сақиналарындағы кернеу  $U_{2n} = 680$  В;
- моменттер еселігі  $M_k=2,3$ ;
- пайдалы әсер коэффициенті  $\eta=95,5\%$ ;
- қуат коэффициенті  $\cos\varphi=0,86$ ;
- номиналды сырғу  $S_n=2\%$ ;
- желідегі ток жиілігі  $f=50$  Гц;
- статордың номиналды тогы  $I_{1n}=369$  А;
- статор орамасының белсенді кедергісі  $R_1=0,6$  Ом;
- статор орамасының реактивтілігі  $X_1=5,67$  Ом;
- ротор орамасының белсенді кедергісі  $R'_2=0,01$  Ом;
- ротор орамасының реактивтік кедергісі  $X'_2=0,096$  Ом.

АК кедергісін роторға келтіреміз. Азайту коэффициенті тең болады:

$$K_T=0,95 \frac{U_n}{U_{2n}} \quad (15)$$

$$K_T=0,95 \frac{6000}{680} = 5,74 \quad (16)$$

Роторға келтірілген АК фазасының белсенді және индуктивті кедергісі:

$$R_2=\frac{R'_2}{K_T}, \text{ Ом} \quad (17)$$

$$R_2=\frac{0,01}{5,74} = 0,00174 \text{ Ом} \quad (18)$$

$$X_2=\frac{X'_2}{K_T} \text{ Ом} \quad (19)$$

$$X_2=\frac{0,096}{5,74} = 0,01672 \text{ Ом} \quad (20)$$

Роторға келтірілген АК фазасының жиынтық белсенді және индуктивті кедергісі:



$$R_p = R_2 + \frac{R_1}{K_T^2}, \text{ Ом} \quad (21)$$

$$R_p = 0,00174 + \frac{0,6}{5,74^2} = 0,0199 \text{ Ом} \quad (22)$$

$$X_p = X_2 + \frac{X_1}{K_T^2}, \text{ Ом} \quad (23)$$

$$X_p = 0,01672 + \frac{5,67}{5,74^2} = 0,1888 \text{ Ом} \quad (24)$$

Азайту коэффициенті  $K_T=5,74$ , жиынтық белсенді кедергісі  $R_p=0,0199$  Ом, жиынтық индуктивті кедергісі  $X_p=0,1888$  Ом тең болып шықты.

### 3 Желдету қондырғыларында жиілікті түрлендіргіштерді қолдану

Бұл жүйелерді жобалаудағы негізгі міндеттер ең аз шығынмен тиімді ауа алмасуды қамтамасыз ету, басқа құрылыс инженерлік жүйелерінің жұмыс режимдерімен жұмыс істеуді үйлестіру болып табылады. Айнымалы жиілікті жетекті пайдалану мыналарға мүмкіндік береді:

- желдеткіш қозғалтқыштарды шамадан тыс жүктемелерден, теңгерімсіз жүктемелерден, қоректендіру кернеуінің жоғарылауынан немесе төмендеуінен, қосымша қорғаныс тізбектерін қолданбай жұмыстың басқа қалыпты емес және авариялық режимдерінен қорғауды қамтамасыз ету;

- жүйенің жұмысын қашықтағы жерден бақылау, түтін мен өрттен қорғау жүйелерімен үйлестіріңіз. Danfoss VLT арнайы жиілік түрлендіргіштері жалпы байланыс протоколдарын қолдайды және сонымен қатар Cloud-Control веб-қызметімен үйлесімді;

- жүйе өнімділігін жүктемеге сәйкес реттеу. Жиілік түрлендіргіштері демпферлерді және айнымалы пышақ бұрышы бар қымбат желдеткіштерді қолданбай ауа беруді реттеуге мүмкіндік береді. Қуат тұтынуы нақты жүктемеге пропорционалды;

- оқиғаларға дереу жауап беріңіз және операциялық мәселелерді шешу. Danfoss желдеткіш инверторлары сынған жетек белдігін, ауа ағынын, температураны, ылғалдылықты және басқа ауа параметрлерін бақылау функцияларына ие. Сондай-ақ бұл құрылғылар орнатылған жадқа апатты жазады;

- желдету жабдығын күрделі жөндеу мерзімін ұлғайту. Жұмсақ іске қосу, іске қосу токтарын шектеу, жетек қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеу электр желісіне, кинематикалық схемаға жүктемені азайтады.

Желдеткіштердің жұмысын басқару үшін жиілік түрлендіргіштерін пайдалану көптеген артықшылықтарға ие. Кейбіреулері:

- электр энергиясын тұтынуды азайту;
- жұмсақ старт, оның арқасында динамикалық соққы болмайды;
- басқару процестері автоматтандырылған және жеңілдетілген.

Минустардың ішінде - сатып алудың салыстырмалы түрде жоғары құны. Дегенмен, ол энергияны үнемдеу және пайдалану шығындарын азайту арқылы өзін тез ақтайды.

#### 3.1 Түрлендіргіш элементтерін есептеу және таңдау

АҚ қуаты текшедегі жылдамдыққа пропорционалды болғандықтан, минималды реттелетін бұрыштық жылдамдық пропорциядан анықталады:

$$\omega_{\min} = \sqrt[3]{\frac{P_{\min} * \omega_0^3}{P_{2H}}} = \sqrt[3]{\frac{732000 * 51,29^3}{3200000}} = 31,37 \frac{1}{c} \quad (25)$$

Максималды сырғанау:

$$S_{\max} = \frac{\omega_0 - \omega_{\min}}{\omega_0} \quad (26)$$

$$S_{\max} = \frac{51,29 - 31,37}{51,29} = 0,388 \quad (27)$$

$\omega_{\max} = \omega_0$  ескере отырып, минималды сырғанау формула бойынша:

$$S_{\min} = \frac{\omega_0 - \omega_{\max}}{\omega_0} \quad (28)$$

$$S_{\min} = \frac{52,33 - 51,29}{52,33} = 0,019 \quad (29)$$

### 3.1.1 Роторлы түзеткішті есептеу

Түзетілген токтың максималды мәні:

$$I_{d\max} = 1,22 * M_k * I_{2H}, A \quad (30)$$

$$I_{d\max} = 1,22 * 2,3 * 875 = 2455,25 A \quad (31)$$

Роторлық топтың вентилі арқылы өтетін ток:

$$I_{VD} = \frac{I_{d\max}}{3 * 0,9}, A \quad (32)$$

$$I_{VD} = \frac{2455,25}{3 * 0,9} = 909,35 A \quad (33)$$

Роторлық топтың вентиліндегі ең жоғары кері кернеу (мұнда  $S_{\max}$ -40% реттеу шегінің теңдігіне негізделген ең жоғары реттеу диапазоны):

$$U_{VD} = 1,414 * U_{2H} * S_{\max}, B \quad (34)$$

$$U_{VD} = 1,414 * 680 * 0,388 = 373,07 B \quad (35)$$

Алынған мәліметтер бойынша D143-1000 диодын таңдаймыз (8-суретте көрсетілген).

Максималды орташа тікелей ток  $I_{FAVm} = 1000 A$ ;  $U_{RRm} = 400 B$ .



**8-сурет - D143-1000 диоды**

### *3.1.2 Инвертор клапандарын есептеу*

Клапандар түзетілген ток пен сәйкес трансформатордың қайталама орамасының кернеуі негізінде таңдалады. Инвертор тобының клапаны арқылы өтетін ток:  $I_{VS}=909,35$  А.

Инвертор тобының (тиристор) вентиліндегі кері кернеу (мұнда  $E_{2T}$ -келісуші трансформатордың қайталама кернеуі):

$$U_{VS}=\sqrt{2} * E_{2T}, \text{ В} \quad (36)$$

$$U_{VS}=\sqrt{2} * 109,81 = 155,29 \text{ В} \quad (37)$$

Есептеулер бойынша ТБ253-1000 тиристорын таңдаймыз (9-суретте көрсетілген):  $I_{FAV_m} = 1000$  А;  $U_{RR_m} = 400$  В.



**9-сурет - ТБ253-1000 тиристоры**

### *3.1.3 Түзетілген ток тізбегіндегі сәйкес трансформатор мен дроссельді есептеу және таңдау*

АҚ реттеу жылдамдықтың жоғарғы диапазонында жүреді, ал ротордағы кернеу ( $U_{2H}S_{max}=263,84$  В) желінің кернеуінен едәуір аз, сондықтан энергия көрсеткіштерін жақсарту үшін сәйкес трансформатор қажет.

Инвертордың бұзылуын болдырмау үшін инвертордың минималды бұрышы  $\beta_{min}>15$  (град)  $\cos\beta=0,966$  қабылданады.

Трансформатордың қайталама орамаларының сызықтық кернеуі:

$$E_{2T} = \frac{U_{2H} * S_{max}}{\cos\beta}, B \quad (38)$$

$$E_{2T} = \frac{680 * 0,388}{0,966} = 273,13 B \quad (39)$$

Қозғалтқыштың ұзақ жүктемесіне сәйкес келетін ротордың түзетілген тогының шамасы:

$$I_{dd} = 1,22 * I_{2H}, A \quad (40)$$

$$I_{dd} = 1,22 * 875 = 1067,5 A \quad (41)$$

Трансформатордың қайталама орамасының тогы:

$$I_{2T} = K_i * I_{dd}, A \quad (42)$$

$$I_{2T} = 0,815 * 1067,5 = 870 A \quad (43)$$

мұндағы  $K_i = 0,815$  - инвертор тізбегінің коэффициенті (үш фазалы көпір үшін).

Трансформатордың қайталама орамасының фазаларының саны  $m_T = 3$ .

Трансформатордың қуаты:

$$S_{mp} = m_T * \frac{E_{2T} * I_{2T}}{\sqrt{3}}, BA \quad (44)$$

$$S_{mp} = 3 * \frac{273,13 * 870}{\sqrt{3}} = 137354,39 BA \quad (45)$$

Трансформатордың орамалық деректері:

- салыстырмалы мәні:  $e_k = 4,8 \%$ ;

- трансформатордың бастапқы орамасының сызықтық кернеуі:  $T_1 = 6000$

В.

Трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі:

$$E_{k,T} = e_k * E_{1T}, B \quad (46)$$

$$E_{k,T} = 0,048 * 6000 = 288 B \quad (47)$$

Трансформация коэффициенті:

$$k_{Tp} = \frac{E_{1T}}{E_{2T}} \quad (48)$$

$$k_{\text{тр}} = \frac{6000}{273,13} = 21,97 \quad (49)$$

Трансформатордың бастапқы орамасының тогы:

$$I_{1\text{T}} = \frac{I_{2\text{T}}}{k_{\text{тр}}}, \text{ A} \quad (50)$$

$$I_{1\text{T}} = \frac{870}{21,97} = 39,6 \text{ A} \quad (51)$$

Қысқа тұйықталудың шығындар:

$$\Delta P_{\text{к,т}} = E_{\text{к,т}} * I_{1\text{T}}, \text{ Вт} \quad (52)$$

$$\Delta P_{\text{к,т}} = 288 * 39,6 = 11404,8 \text{ Вт} \quad (53)$$

Трансформатордың белсенді кедергісі:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к,т}}}{3 * (I_{1\text{T}})^2}, \text{ Ом} \quad (54)$$

$$R_{\text{тр}} = \frac{11404,8}{3 * (870)^2} = 0,005 \text{ Ом} \quad (55)$$

Трансформатордың толық кедергісі:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{E_{2\text{T}} * e_{\text{к}}}{I_{2\text{T}}}, \text{ Ом} \quad (56)$$

$$Z_{\text{тр}} = \frac{273,13 * 0,048}{870} = 0,015 \text{ Ом} \quad (57)$$

Трансформатордың реактивті кедергісі:

$$X_{\text{тр}} = \sqrt{Z_{\text{тр}}^2 - R_{\text{тр}}^2}, \text{ Ом} \quad (58)$$

$$X_{\text{тр}} = \sqrt{0,15^2 - 0,005^2} = 0,14 \text{ Ом} \quad (59)$$

$U_{\text{л}} = 6000 \text{ В}$ ,  $E_{2\text{T}} = 273,13 \text{ В}$ ,  $I_{1\text{T}} = 39,6 \text{ А}$ ,  $I_{2\text{T}} = 870 \text{ А}$ ,  $S_{\text{тр}} = 137354,39 \text{ ВА}$ .

### 3.1.4 Тегістейтін дроссельді таңдау

Тегістейтін дроссельдің индуктивтілігі жағдайдан таңдалады:

$$L_{др} > (3 \dots 5) * \frac{X_p}{2 * \pi * f} \quad (60)$$

$$L_{сд1} = \frac{3 * 0,1888}{2 * 3,14 * 50} = 0,0018 \text{ Гн} \quad (61)$$

$$L_{сд2} = \frac{5 * 0,1888}{2 * 3,14 * 50} = 0,003 \text{ Гн} \quad (62)$$

Дроссель 0,0016 Гн-ден 0,004 Гн-ге дейін таңдалады.  
 СРОС-63/0,5УХЛ4 тегістейтін дроссельді таңдаймыз (10-сурет).  
 Дроссель параметрлері:  $c_d=0,0024$  Гн,  $I_d=1067,5$  А,  $I_{сд}=765$  А.  
 Дроссельдің белсенді кедергісі:  $R_{сд}=0,0012$  Ом.  
 Дроссельдің кедергісі:  $X_{сд}=0,32$  Ом.



**10-сурет - СРОС-63/0,5УХЛ4 тегістейтін дроссели**

ТДП2 тиристорлы диодты қондырғылар және ШДУ басқару станциялары электр жетектерін электрлік тежемей, біртіндеп реттелетін, қайтымсыз фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштардың сериялық және жеке өндірісі негізінде жасауға арналған, ТДП2-1250/400-2Т түзеткішін таңдаймыз.

ТДП2-1250/400-2Т қондырғысының түрін ШДУ6904 басқару станциясымен таңдаймыз, сипаттамалары 4-кестеде көрсетілген.

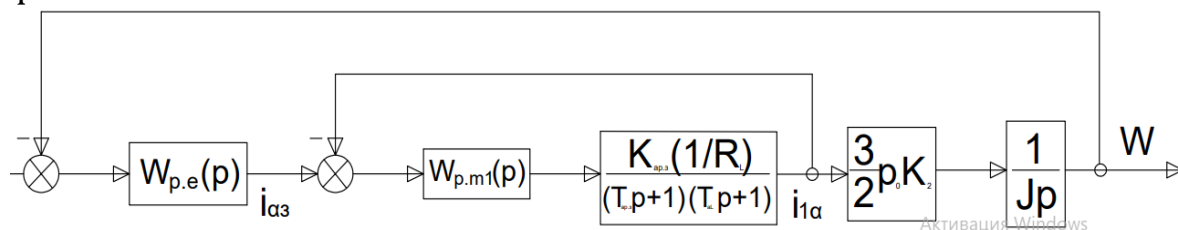
**4-кесте - ТДП2-1250/400-2Т сипаттамалары**

Агрегат түрі	U <sub>н</sub> , В (ротор)	Агрегат тогы (ротор фазасының тогы), А		Қоректендіру желісінің (трансформатордың) кернеуі, В
		I <sub>ном</sub> , А	I <sub>макс</sub> , А	
ТДП2-1250/400-2Т	700	1250	2200	2x400

Электр жетегінің өтпелі процесі (өтпелі режимі) бір тұрақты жұмыс режимінен (немесе ажыратылған күйден) басқа тұрақты күйге өту процесі деп аталады.

Электр жетегіндегі өтпелі процестерді зерттеу 11-суретте

көрсетілген.



### 11-сурет - Өтпелі процестердің құрылымдық сұлбасы

$\alpha$ ,  $\beta$  координаталарындағы индукциялық қозғалтқышты сипаттайтын теңдеулер келесідей:

$$\begin{cases} \frac{d\psi_{S\alpha}}{dt} = U_{S\alpha} - I_{S\alpha} * R_S \\ \frac{d\psi_{S\beta}}{dt} = U_{S\beta} - I_{S\beta} * R_S \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{d\psi_{T\alpha}}{dt} = -I_{T\alpha} * R_T - \omega\psi_{T\beta} \\ \frac{d\psi_{T\beta}}{dt} = -I_{T\beta} * R_T + \omega\psi_{T\alpha} \end{cases} \quad (63)$$

Оларды түрлендіру арқылы мыналарды алуға болады:

$$I_{S\alpha} = \frac{1}{\sigma * L_S} \left( \psi_{S\alpha} - \frac{L_m}{L_T} * \psi_{T\alpha} \right) \quad (64)$$

$$I_{S\beta} = \frac{1}{\sigma * L_S} \left( \psi_{S\beta} - \frac{L_m}{L_T} * \psi_{T\beta} \right) \quad (65)$$

$$I_{T\alpha} = -\frac{L_m}{\sigma * L_S * L_T} * \psi_{S\alpha} + \frac{1}{\sigma * L_T} * \psi_{T\alpha} \quad (66)$$

$$I_{T\beta} = -\frac{L_m}{\sigma * L_S * L_T} * \psi_{S\beta} + \frac{1}{\sigma * L_T} * \psi_{T\beta} \quad (67)$$

$$M_{\Sigma} = \frac{3}{2} * L_{mp} * (I_{r\alpha} I_{S\beta} - I_{r\beta} I_{S\alpha}) \quad (68)$$

$$J_{\Sigma} = J_p + J_{mex} = 3,7 + 4 * 0,795 = 6,88 \text{ кгм}^2 \quad (69)$$

$J_{\Sigma}$ -қозғалтқыш роторының инерциясының және қозғалтқыш білігіне келтірілген желдеткіштің айналмалы бөлігінің инерциясының жалпы моменті.

$\alpha, \beta$  координаталардағы асинхронды қозғалтқышты сипаттайтын теңдеулер тізбегі келесідей:

Номиналды сырғанау:



$$s_n = \frac{n_s - n_n}{n_s} = \frac{500 - 490}{500} = 0,02 \quad (70)$$

Критикалық сырғанау:

$$s_k = (m_k + \sqrt{m_k^2 - 1}) * s_n = (2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1}) * 0,04 = 0,174 \quad (71)$$

Құрылымдық коэффициент  $C_1 = 1,03$

Статордың кедергісі:

$$R_s = \frac{1,5 * \left(\frac{U_n}{\sqrt{3}}\right)^2 * (1 - s_n)}{2 * C_1 * \left(1 + \frac{C_1}{s_k}\right) * m_k * (P_n + \Delta P_m)} = 3,32 \text{ Ом} \quad (72)$$

Ротордың кедергісі:

$$R_r = \frac{P_n + \Delta P_m}{3 * (1 - s_n) * i_k^2 * I_n^2} = 4,782 \text{ Ом} \quad (73)$$

Статор мен ротордың индуктивтілігі:

$$L_s = \frac{l * \frac{U_n}{\sqrt{3}}}{2\pi * f_n * I_n * (\sqrt{1 - \cos^2 \varphi} - \cos \varphi * \frac{s_n}{s_k})} = 3,02 \text{ Гн} \quad (74)$$

Статор мен ротордың шашырау индуктивтілігі:

$$L_{1s} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\frac{U_n}{\sqrt{3}}}{i_k * I_n}\right)^2 - (R_s + R_r)^2}}{4\pi * f_n} = 0,049 \text{ Гн} \quad (75)$$

Өзара индукция:

$$L_m = L_s - L_{1s} = 2,971 \text{ Гн} \quad (76)$$

Ротордың бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_r = n_n * \frac{\pi}{30} = 150,796 \frac{1}{c} \quad (77)$$

Статор өрісінің жылдамдығы:

$$\omega_s = n_s * \frac{\pi}{30} = 157,08 \frac{1}{c} \quad (78)$$

Ротордың реактивті кедергісі:

$$x_r = \omega_r * L_s = 455,4 \text{ Ом} \quad (79)$$

Статордың реактивті кедергісі:

$$x_s = \omega_s * L_s = 474,38 \text{ Ом} \quad (80)$$

Өзара индукцияның реактивті кедергісі:

$$x_m = \omega_s * L_m = 466,68 \text{ Ом} \quad (81)$$

$$T_{эл} = \frac{L_s}{R_{\Sigma}} = 0,373 \text{ с} \quad (82)$$

$$\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r} = 0,026 \quad (83)$$

$$K = \frac{L_m}{L_s} = 0,99 \quad (84)$$

$$\frac{L_m}{L_r} = 0,984 \quad (85)$$

$$\frac{1}{\sigma * L_s} = 12,82 \quad (86)$$

$$\frac{1}{\sigma * L_r} = 12,74 \quad (87)$$

$$\frac{3}{2} * L_m * P_n = 17,826 \quad (88)$$

Келесі мәндер Matlab бағдарламалық қосымшасында асинхронды қозғалтқышты модельдеу кезінде параметрлерге енгізіледі:

$R_s=3,32 \text{ Ом}; R_r=4,782 \text{ Ом}; L_m=2,971 \text{ Гн}; L_s=3,02 \text{ Гн}; L_r=3,02 \text{ Гн}; P_n=4;$   
 $J_{\Sigma}=6,88 \text{ кгм}^2.$

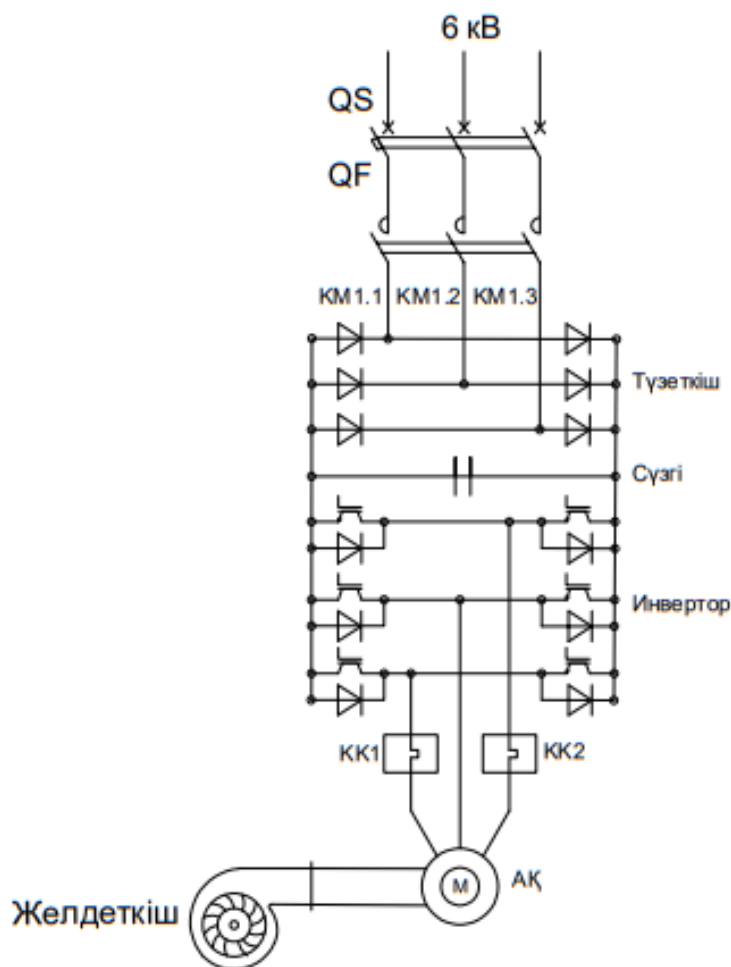
### 3.2 Желдету қондырғысының электр жетегі

Электр жетегі, ең алдымен, қозғалатын заттардың жылдамдығын,

моментін және бағытын басқару үшін қажет. Электр жетектері негізінен станоктар, көліктер, желдеткіштер және т.б. сияқты әртүрлі заттардың жылдамдығын немесе қозғалысын басқару үшін қолданылады.

Желдетудің электр жетегі-бұл құрылғының дәл, жылдам, тиімді жұмысын қамтамасыз ететін маңызды функционалды элемент, желдету және ауа баптау жүйелеріндегі ауа клапандары мен желдеткіштермен пайдалануға арналған. Қазіргі заманғы желдету жүйелері олардың тиімділігін арттыру, жүйенің жұмысында адам факторын азайту үшін автоматтандырылады.

«АрселорМиттал Теміртау» АҚ компаниясының Костенко атындағы шахтасындағы тау-кен қазбаларын желдету үшін №2 желдеткіш оқпанында 12-суретте көрсетілген схемаға сәйкес желдету қондырғылары қолданылған.



**12-сурет - ВЦД-47М желдеткішінің электр жетегінің сұлбасы**

### 3.2.1 Электр қозғалтқышын іске қосу алгоритмі

Бүгінгі таңда асинхронды қозғалтқыштары әлемдегі ең көп таралған электр энергиясын тұтынушылар болып табылады және шаңсорғыш, тоңазытқыш немесе желдеткіш сияқты тұрмыстық құрылғылардан бастап, электр қозғалтқыштарының қуаты МВт-пен өлшенетін ірі өнеркәсіптік қондырғыларға дейін барлық жерде қолданылады. Бұл сорғы станциялары,

конвейерлер, тау-кен қондырғылары, желдету немесе түтін шығару жүйелері және т. б. жерде қолданылуы мүмкін.

Жиілікті реттейтін немесе жиілікті басқаратын жетек-бұл электр қозғалтқышы мен жиілікті түрлендіргішті қамтитын асинхронды қозғалтқыш роторының жылдамдығын басқару жүйесі.

Асинхронды қозғалтқыштар айнымалы ток желісімен берілген бір жиілікте айнала алатындықтан, оларды басқару үшін жиілік түрлендіргіштерді жиі қолданады.

Басқару тізбегінің қатары қорғаныс функцияларын орындайды, іске қосуға рұқсат береді және тыйым салады. Басқару тізбегінің құрамы 3-кестеде көрсетілген.

### 3-кесте - Басқару тізбегінің құрамы

Белгіленуі	Атауы	Түрі	U, кВ
АҚ	Асинхронды қозғалтқыш	АҚ-13-62-12УХЛ4	6
ТДП2	Жиілік түрлендіргіші	ТДП2-1250/400-2Т	6; 10
ВЦД	Желдеткіш	ВЦД-47М	
QF	Бір жақты қызмет көрсету камерасы	КСО-6 (10)-Э2 «Онега»	6; 10
KM1.1, KM1.2, KM1.3	Электр тізбегіндегі вакуумдық контакторлар		6
KK1, KK2	Жылу қорғау релесі		

Қорғаныс сигналы болмаған кезде «Пуск» («SBT») батырмасын басамыз («KM2.1» контактісі), ток KM1.1 катушкасы арқылы өтеді. «SBT» түймесін басқаннан кейін тізбек жабылып, қозғалтқыш «Пуск» түймесін басқаннан кейін тоқтамауы үшін іске қосылады.

«SBC» батырмасын басқан кезде немесе қорғау жүйесі іске қосылған кезде KM1.1 катушкасының тізбегі токтан ажыратылады және жиілік түрлендіргіші жетекті тоқтатады.

### 3.3 Ток реттегішін есептеу

Ағымдағы реттегіш ретінде пропорционалды-интегралды реттегішін таңдаймыз. Реттегішті техникалық оңтайлы күйге келтіру қажет.

Нысанның берілу функциясы келесідей

$$W_{об} = \frac{K_{пр.з} * (\frac{1}{R_{\Sigma}})}{(T_{пр.з} * p + 1) * (T_{эл1} * p + 1)} = \frac{0,3}{(0,01 * p + 1) * (0,373 * p + 1)} \quad (89)$$

ПИ реттегішінің берілу функциясы келесідей:

$$W_{pm} = k_p * (1 + \frac{1}{T_I * p}) = \frac{k_p * T_I * p + k_p}{T_I * p} \quad (90)$$

мұндағы  $k_p$ -реттегіштің динамикалық коэффициенті;  
 $T_I$ -реттеуіштің интегралдау бөлігінің уақыт тұрақтысы.

Реттегіш параметрлерін қабылдаймыз:

$$k_p = \frac{T_{эл1}}{2 * T_{пр.з} * k_0 * k_{\mu}} \quad (91)$$

$$T_I = T_{эл1} = 0,373 \quad (92)$$

$$k_p = \frac{0,373}{2 * 0,01 * 0,3} = 62,16 \quad (93)$$

Мәндерді қойсақ:

$$W_{pm} = \frac{23,19 * p + 62,16}{0,373 * p} \quad (94)$$

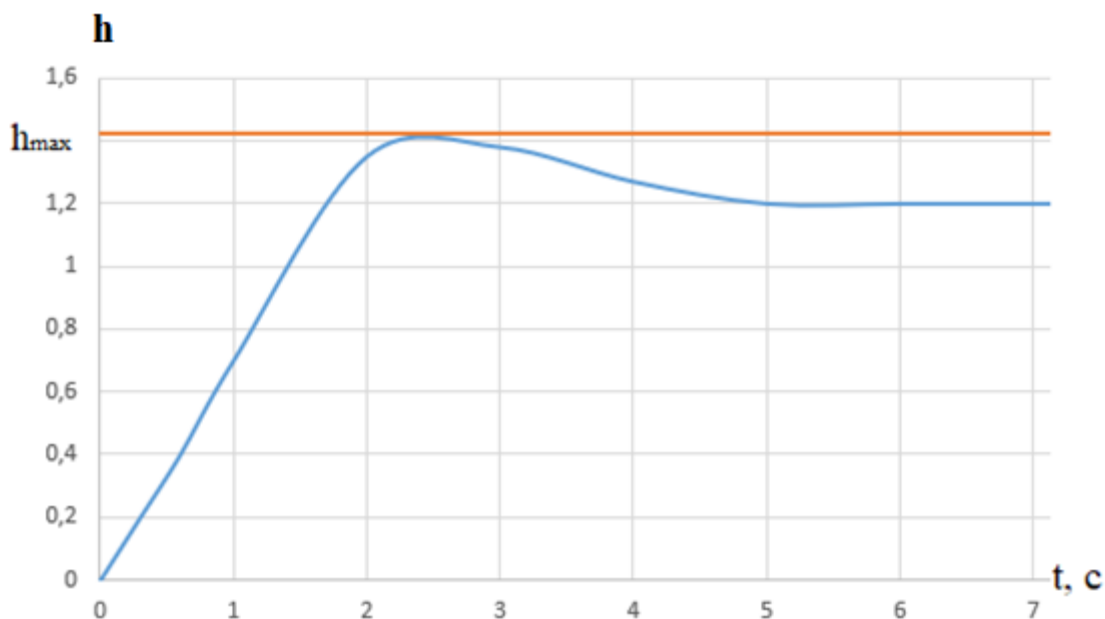
Ашық тізбектің берілу функциясы келесідей:

$$W'_p = \frac{1}{2 * T_{np} * p * (T_{np} * p + 1)} \quad (95)$$

Басқару әсері бойынша тұйық контурдың беру функциясы:

$$W_i(p) = \frac{W'(p)}{W'(p) + 1} = \frac{1}{2 * T_{np} * p * (T_{np} * p + 1) + 1} \quad (96)$$

Реттеуші басқару объектісінің кейбір параметрлерінің өзгеруін бақылайды (тікелей немесе бақылаушылардың көмегімен) және берілген басқару сапасына сәйкес кейбір әсерлердің көмегімен олардың өзгеруіне жауап береді. Реттегіштің интегралды компоненті шығыс сигналын кіріс сигналының секірмелі өзгеру мәніне тең мәнге өзгертетін уақыты ПИ реттеушіндегі өтпелі процесте көрсетіледі.



**13-сурет - Ток реттегішінің өтпелі сипаттамасы**

ПИ реттеуішіндегі өтпелі процестің басында пропорционалды (статикалық бөлік) бірден іске қосылады, содан кейін объектіге әсер астатикалық деп аталатын реттегіштің интегралды бөлігіне байланысты біртіндеп артады. 13-суретте көрсетілген реттегіштің өтпелі сипаттамасы температураның ауытқуы бұдан әрі өзгермейтінін көрсетеді.

Максималды түзету:

$$\gamma = \frac{h_{\max} - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}} = \frac{1,042 - 1}{1} * 100\% = 4,2\% \quad (97)$$

$$\gamma = \frac{h_{\max} - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}} = \frac{1,04 - 1}{1} * 100\% = 4\% \quad (98)$$

### 3.3.1 Айналу жылдамдығын басқару тізбегін есептеу

Токтың басқару тізбегін оған балама берілу функциясымен алмастырып, осылайша тізбекті жеңілдетеміз.

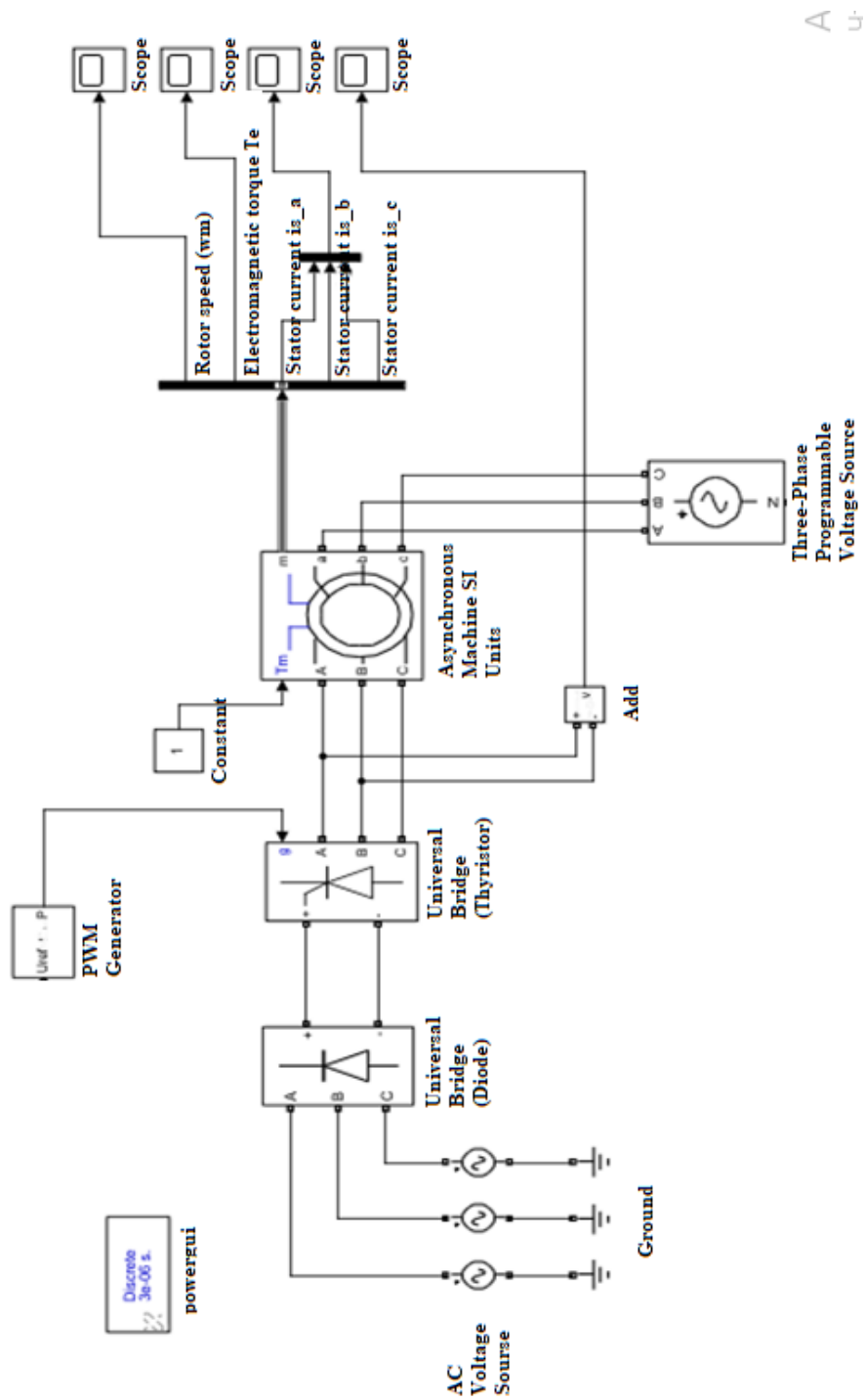
$$W_{\text{эКВ}} = \frac{W_{\text{рм}} + \frac{K_{\text{пр.з}} * \left(\frac{1}{R_{\Sigma}}\right)}{(T_{\text{пр.з}} * p + 1) * (T_{\text{эл1}} * p + 1)}}{1 - \left(W_{\text{рм}} + \frac{K_{\text{пр.з}} * \left(\frac{1}{R_{\Sigma}}\right)}{(T_{\text{пр.з}} * p + 1) * (T_{\text{эл1}} * p + 1)}\right)} = \frac{62,16 * (0,76 * p + 1)}{0,0851 * p^3 + 9,0608 * p^2 + 46,7362 * p + 62} \quad (99)$$

Коэффициенттері бар пропорционалды интегралды реттегішті қолданамыз.

$$k_{pc} = \frac{2 \cdot J}{3 \cdot p_n \cdot k_2 \cdot a_n \cdot a_c \cdot T_\mu} = \frac{2 \cdot 6,88}{3 \cdot 4 \cdot 0,992 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,01} = 12,84 \quad (100)$$

$$T_{pc} = 4 \cdot T_\mu = 0,04 \quad (101)$$

Matlab бағдарламалық ортасында АК-13-62-12УХЛ4 қозғалтқышының моделін енгізу сұлбасы 14-суретте көрсетілген.

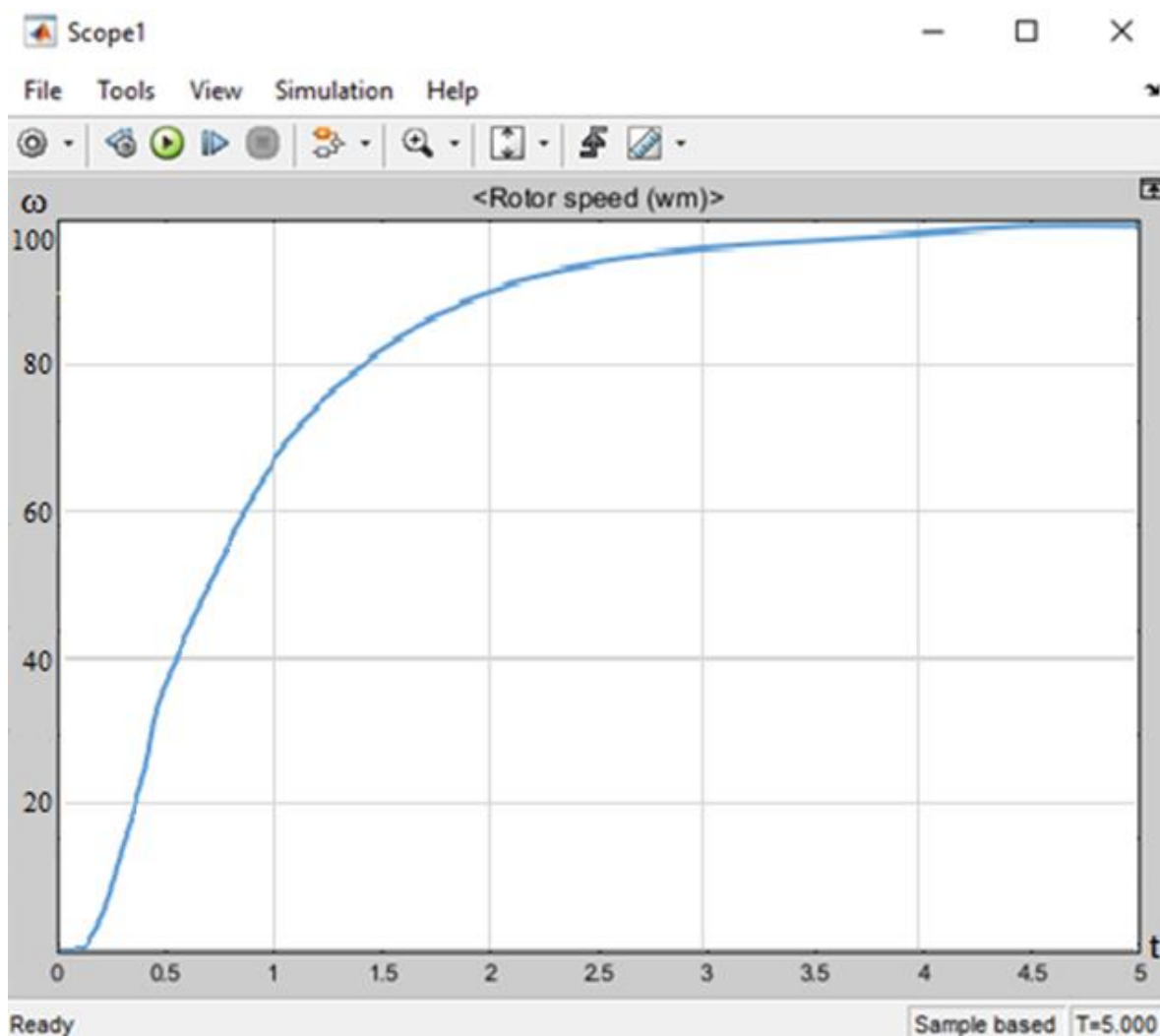


14-сурет - Matlab бағдарламалық ортасында қозғалтқыштың осы моделін енгізу сұлбасы

Электр жетегінің өтпелі немесе динамикалық режимі-бұл жетектің бір тұрақты күйінен екіншісіне ауысу кезіндегі жұмыс режимі, ол іске қосу, тежеу, бұру және білікке жүктемені күрт қолдану кезінде пайда болады. Бұл режимдер ЭҚК, бұрыштық жылдамдық, момент және токтың өзгеруімен сипатталады.

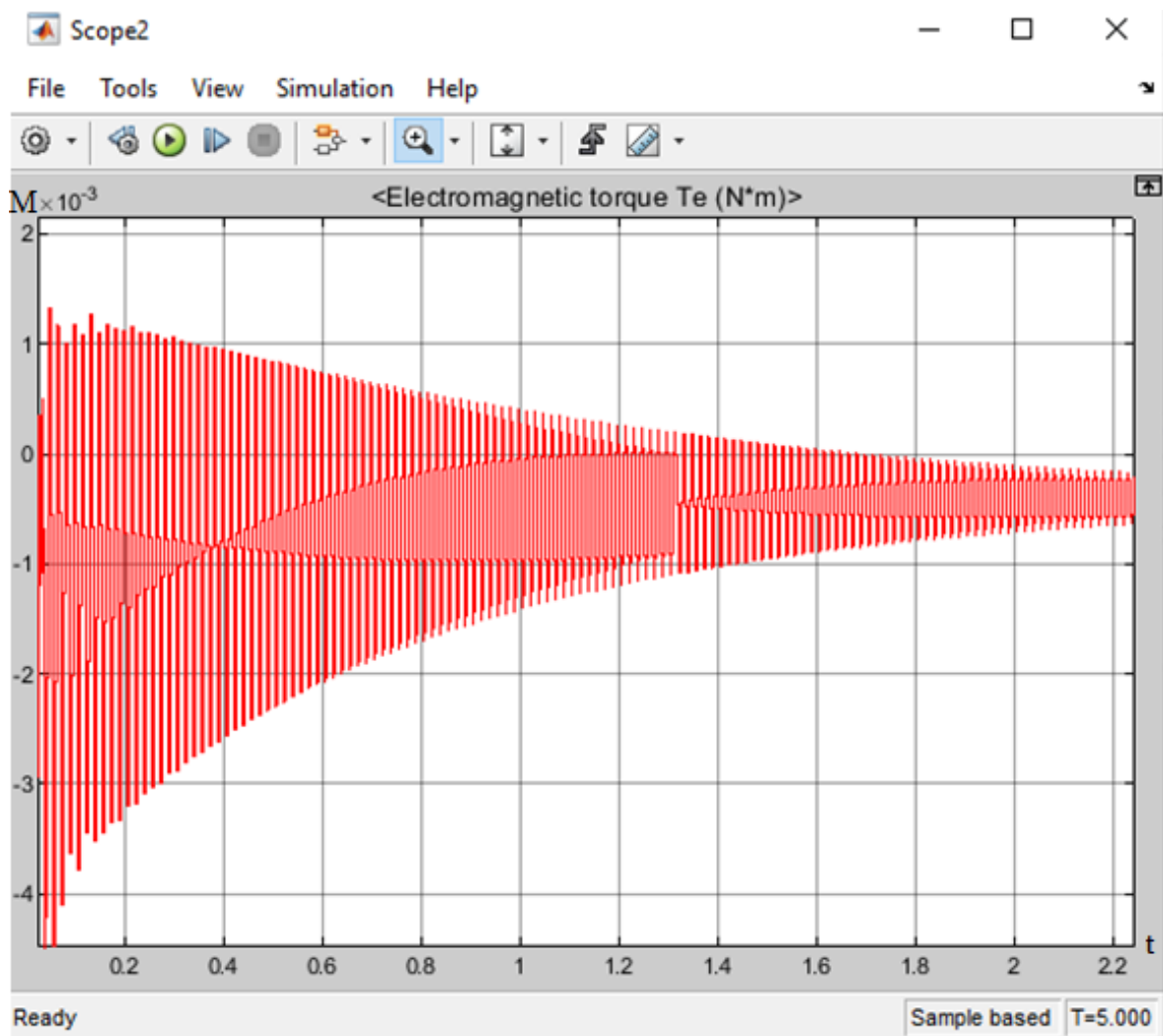
Электр жетегінің өтпелі режимдерін зерттеудің практикалық маңызы зор. Оларды есептеу нәтижелері электр қозғалтқыштары мен жабдықтардың қуатын дұрыс анықтауға, басқару жүйесін есептеуге және электр жетегінің өндірістік механизмдердің өнімділігі мен сапасына әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Электр жетегінің өтпелі режимінде өтпелі механикалық, электромагниттік және жылу процестері бір уақытта өзара байланысты. 15-суретте және 16-суретте сәйкесінше айналу жиілігі мен момент бойынша өтпелі графиктер көрсетілген.



**15-сурет - Іске қосу режиміндегі жылдамдық бойынша өтпелі процесс**





**16-сурет - Іске қосу режиміндегі момент бойынша өтпелі процесс**

Асинхронды қозғалтқышты іске қосу кезіндегі жылдамдық пен моменттің эксперименттік графиктерін талдау нәтижесінде үлкен инерция моменті мен жүктеме моменті кезінде өтпелі процестің басындағы АҚ моментінің қисығында төмендеуі баяу өтетін көптеген шыңдар бар екенін атап өтуге мүмкіндік береді.

### **3.4 Жинақталған тарату құрылғысын таңдау**

ЖТҚ таңдау қуат қосқышын таңдауға дейін азаяды, өйткені жабдықтың басқа элементтері оның параметрлеріне сәйкес келеді. Қуат қосқыштары номиналды кернеу мен ток, орнату түрі және жұмыс шарттары бойынша таңдалады.

Есептік ток және номиналды кернеу бойынша КСО-2УМ таңдаймыз, 18-суретте көрсетілген.



**18-сурет - КСО-2УМ жинақталған тарату құрылғысы**

ЖТҚ-ның негізгі техникалық сипаттамалары 5-кестеде келтірілген.

**5-кесте Жинақталған тарату құрылғысының техникалық сипаттамалары**

Параметрдің атауы, көрсеткіштер	КСО-2УМ	Алынған мәліметтер
Номиналды кернеу, кВ	6; 10	6
Номиналды ток, А:	1000	213
Номиналды қосу тогы, кА	12,5; 20	19,25
Эл.динамикалық тұрақтылық тогы, кА	51	
Жылу кедергісі тогы, кА	20	
Ажыратқыштың маркасы	ВБЭ-10-20/1600	

### 3.5 Негізгі желдету желдеткішін электрмен жабдықтауды есептеу

#### 3.5.1 Есептік қуатты анықтау

$S_p$  толық қуатын анықтауға дейін азаяды, ол үшін  $P_p$  белсенді есептеу қуатын және  $\cos\varphi_p$  есептелген қуат коэффициентін анықтау қажет:

$$P_p = k_c * P_{уст} \tag{102}$$

мұндағы  $k_c$ - келесі формула бойынша анықталатын сұраныс коэффициенті:

$$k_c = 0,29 + 0,71 * \frac{P_{нд}}{P_{уст}} \quad (103)$$

$P_{нд}$ -учаскедегі ең үлкен қозғалтқыштың номиналды қуаты, кВт;  
 $P_{уст}$ -учаске қозғалтқыштарының белгіленген жиынтық) қуаты, кВт:

$$P_{уст} = \sum P_{ні} \quad (104)$$

Екі жүктеме кестесін жасаймыз:

6-кесте

Атауы	$P_{ном}$ кВт	$\cos\varphi$	$\eta$	$I_{п}$ , А
Қозғалтқыш АОК-2700-6-1000У2	2700	0,88	0,96	1320
ТМ-1000/6/0,4-0,23	850	0,85		

$$K_c = 0,29 + 0,71 * \frac{2000}{2850} = 0,79 \quad (105)$$

$$P_p = 0,79 * 2850 = 2251,5 \text{ кВт} \quad (106)$$

$$\text{Есептік } \cos\varphi_p = \sum P_{ні} * \frac{\cos\varphi_{ні}}{P_{уст}} \quad (107)$$

$$\cos\varphi_p = 0,87, \cos\varphi_p = 0,49 \quad (108)$$

Содан кейін толық есептеу қуаты анықталады:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos\varphi_p} \quad (109)$$

$$S_p = \frac{2251,5}{0,87} = 2587,9 \text{ кВА} \quad (110)$$

### 3.5.2 Кабельдік желіні есептеу

Кабель өткізгіштерінің қимасын таңдау (тиісті электр қозғалтқыштарының номиналды тогы бойынша)  $I_p \leq I_{доп}$  шартына сәйкес жүргізіледі.

Магистральдық кабельдің көлденең қимасы осы кабельдің есептелген тогымен анықталады:

$$I_{рм} = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi_p} \quad (111)$$

$$I_{pM} = \frac{2251,5 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 0,87} = 217 \text{ A} \quad (112)$$

19-суретте көрсетілгендей, СБН 3x50 маркалы екі параллель кабельді ұзақ уақытқа жарамды  $q=50 \text{ мм}^2$ ,  $I_{доп}=290 \text{ A}$  токпен қабылдаймыз.



**19-сурет - СБН 3 маркалы кабель**

$$R_M = R \cdot L = \frac{0,387}{2} \cdot L = 0,1935 \text{ Ом} \quad (113)$$

$$X_M = X \cdot L = \frac{0,083}{2} \cdot L = 0,0415 \text{ Ом} \quad (114)$$

Трансформаторға арналған кабельдегі есептелген токты анықтаймыз:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_{CB}} = \frac{1 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 0,85} = 96,3 \text{ A} \quad (115)$$

*3.5.3 Кабельдің қимасын кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша тексеру*

Қалыпты режимде:

$$\Delta U_M + \Delta U_D = \Delta U_{\Sigma} \leq U_{доп} \quad (116)$$

мұндағы  $\Delta U_M$ ,  $\Delta U_D$  - тиісінше магистральдық және коректендіруші кабелдегі кернеудің жоғалуы, В;

$U_{доп}$  - кернеудің рұқсат етілген жоғалуы.

$U_H = 6000 \text{ В}$ ,  $\Delta U_{доп} = 300 \text{ В}$ .

Магистральдық кабельдегі кернеудің жоғалуы:

$$\Delta U_M = \sqrt{3} \cdot I_{pM} \cdot (R_M \cdot \cos \varphi_p + X_M \cdot \sin \varphi_p), \text{ В} \quad (117)$$

мұндағы  $R_M$ ,  $X_M$  - кабельдің белсенді және индуктивті кедергісі, Ом/км.

$$\Delta U_M = \sqrt{3} \cdot 217 \cdot \left( 1 \cdot \frac{0,387}{2} \cdot 0,87 + 1 \cdot \frac{0,083}{2} \cdot 0,49 \right) = 86,8 \text{ В} \quad (118)$$

$$\Delta U_d = \sqrt{3} * 213 * (0,5 * 0,193 * 0,87 + 0,5 * 0,078 * 0,49) = 37,9 \text{ В} \quad (119)$$

$$\Delta U_\Sigma = 86,8 + 37,9 = 124,7 \leq 300 \text{ В, Шарт орындалады.}$$

Іске қосу режимінде:

Электр қозғалтқыш қысқыштарындағы кернеу:

$$U_\Pi = \frac{U_0 - \Delta U_{н,р}}{1 + \sqrt{3} * \frac{I_\Pi}{U_H} * (R_\Sigma * \cos \varphi_\Pi + X_\Sigma * \sin \varphi_\Pi)} \quad (120)$$

мұндағы  $U_0$  - трансформатордың бос жүрісінің кернеуі;  $\Delta U_{н,р}$  - электр қозғалтқышының іске қосу тогы өтетін желі учаскелеріндегі  $U_H$  кезінде басқа жұмыс істейтін қозғалтқыштардан кернеудің жоғалуы, В;

$$\Delta U_{н,р} = \sqrt{3} * I'_M * (R'_\Sigma * \cos \varphi_p + X'_\Sigma * \sin \varphi_p) \quad (121)$$

мұндағы  $I'_M$  - іске қосылатыннан басқа барлық жұмыс істейтін қозғалтқыштардан магистральдық кабельдегі ток, А;

$I_\Pi$  - қозғалтқыштың іске қосу тогы, (1320 А);

$R_\Sigma = R_M + R_d = 0,29$ ;  $X_\Sigma = X_M + X_d = 0,08$ ;  $\cos \varphi_\Pi$  - қосу кезінде қозғалтқыштың қуат коэффициенті,  $\cos \varphi_\Pi = 0,3 \div 0,5$ .

Іске қосу режимінде  $U_\Pi \geq 0,8 * U_H$  шарты сақталуы тиіс.

Қозғалтқышсыз белсенді қуат:

$$P'_p = P_p - P_d \quad (122)$$

$$I'_M = \frac{P'_p}{\sqrt{3} * U_H * \cos \varphi} = \frac{2251,5 * 10^3 - 2000 * 10^3}{\sqrt{3} * 6 * 10^3 * 0,87} = 45,5 \text{ А} \quad (123)$$

$$\Delta U_{н,р} = \sqrt{3} * 45,5 * (0,29 * 0,87 + 0,49 * 0,0805) = 23 \text{ В} \quad (124)$$

$$U_\Pi = \frac{6300 - 23}{1 + \sqrt{3} * \frac{1320}{6000} * (0,29 * 0,4 + 0,08 * 0,92)} = 5856 \text{ В} \quad (125)$$

$U_\Pi = 5856 \text{ В, } \geq 4800$  шарт орындалады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс «ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту» тақырыбында жасалды.

Бұл дипломдық жоба «Стахановская» шахтасындағы желдетуді жақсарту мақсатында жазылды. Ең алдымен, желдеткіштің конструкциясын, оның техникалық сипаттамаларын қарастыру керек. Әрі қарай, ұсынылған марка бізге сәйкес келетіндігін анықтау үшін желдеткішті есептейміз. Негізгі бөліктің осы бөлімінде біз желдеткіштің депрессиясын, яғни желдеткіштің кірісі мен шығысындағы қысымды қолданамыз. Өнімділік пен депрессияның көмегімен біз желдеткіштің қуатын анықтаймыз. Қуаттың есептелген мәні 3167,1 кВт болды, осы мәнге сәйкес электр қозғалтқышын таңдау керек, сондықтан қуат қорымен қуаттылығы 3200 кВт болатын АК-13-62-12УХЛ4 типті фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз. Әрі қарай, біз осы электр қозғалтқышының параметрлерін қарастырамыз. ТДП2-1250/400-2Т маркалы жиілік түрлендіргішін таңдадық.

Жиілікті реттейтін әдісті таңдағанымызға байланысты, оның бізге сәйкес келетіндігін анықтау, элементтерді есептеу және олардың маркаларын таңдау үшін есептеулер жүргізу қажет болды. Ротор түзеткішінің есептеулері жасалды, біз D143-1000 диодтарының маркасын таңдадық, инвертор есептеулерінің нәтижелері бойынша ТБ253-1000 тиристорларын таңдадық. Есептеулерге сәйкес біз импульстік шамадан тыс жүктеме немесе қуат желісіндегі фазалық кернеудің үлкен теңгерімсіздігі салдарынан түрлендіргіштің зақымдану ықтималдығын төмендететін СРОС-63/0,5УХЛ4 тегістейтін дроссельдерді таңдадық. Осыдан кейін біз MATLAB бағдарламасында асинхронды қозғалтқышты модельдеу үшін қажет параметрлерін есептеуді бастадық.

Әрі қарай, біздің қондырғымыздың электр жетегі туралы бөлік бар, онда біз ВЦД-47м желдету қондырғысының электр жетегінің AutoCAD компьютерлік бағдарламасындағы сызбасын құрадық.

Келесі қадам-қозғалтқыштың тұрақты жылдамдығын ұстап тұру үшін қажет ток реттегішін есептеу. MATLAB бағдарламасында фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқышты модельдеуге кірісеміз, параметрлерді бұрын есептелген мәндермен толтырамыз және іске қосу режимінде жылдамдық пен момент бойынша өтпелі графиктерді аламыз.

Соңғы бөлімде есептік ток және номиналды кернеу бойынша КСО-2УМ жинақталған тарату құрылғысын таңдаймыз. Іске қосу режимінде қозғалтқыштың белсенді қуаты қозғалтқыштың номиналды қуатының 0,8-ге көбейтілуінен асу керек. Есептеулер нәтижесінде, бұл шарттың орындалғанын көре аламыз.

## ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ

- ВЦД - ортадан тепкіш екі жақты желдеткіш;  
АК-13-62-12УХЛ4 - фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш түрі;  
АҚ - асинхронды қозғалтқыш;  
D – диод;  
ТБ – тиристор;  
ТДП2-1250/400-2Т - жиілік түрлендіргіші маркасы;  
ПИ реттегіш - пропорционалды-интегралды реттегіш;  
ЭҚК – электр қозғаушы күш;  
КСО-2УМ - бір жақты типті техникалық қызмет көрсетудің толық тарату құрылғылары;  
ТМ – үш фазалы майлы трансформатор;  
СБН 3 – кабель түрі;  
ҚТ - қысқа тұйықталу токтары.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бердібеков Ә.О. Электржетегі негіздері. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 1996.
- 2 Туғанбаев Ы.Т. Автоматтандырылған электржетегі. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2017- 270 б.
- 3 Нұрлыбаев М. А., Кругликов А. П., Юсупова С. А., Автоматтандырылған электржетегі. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2014 – 188 б.
- 4 Копылов И.П. Проектирование электрических машин. – М.:Энергия, 2002.
- 5 Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин, шахт и рудников. Учебник для вузов. — М.: Недра, 1987. — 277 с.
- 6 Абрамович Б.Н. Основы электроснабжения: Методические указания. С-П.: 1995-180 с.
- 7 Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. Энергоатомиздат, 6-е издание. 1981; 577 с.
- 8 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2-х томах. Том 1. Электроснабжение / Под общ. ред. А. А. Федорова. — М.: Энергоатомиздат, 1986 - 568 с.
- 9 И.И. Алиев Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 2000 – 255с.
- 10 Бабак Г.А., Бочаров К.П., Волохев А.Т. и др. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания. М.: Недра, 1982. — 296 с.
- 11 Медведев Г.Д. – «Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий» М. Недра 1988г.



## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қазақстан Республикасы  
«Сәтбаев университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Электр энергетика мамандығы  
(мамандығы)

бойынша 4 курс оқитын

Шагманова Мадина Маратовна  
(аты-жөні)

ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

Тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Шахталарда жұмыс істеу кезінде басты қауіп метанның жиналуы мен жарылуы болып қала береді. Шахталардағы осы типтегі апаттардың негізгі себептері желдетудің бұзылуы және тау-кен қазбаларында рұқсат етілмеген газдануы және де бақылау құралдарының өшу салдары болып табылады. Сондықтан жетілдірілген желдету электр жетегін пайдалану өте маңызды.

Диплом қорғаушы студент Шагманова Мадина қорғауға ұсынылып отырған жұмыста Костенко атындағы шахтаның желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғыртуды қарастырды. Бұл жобадан желдету қондырғысының электр жетегін жиілік түрлендіргіші сұлбасы бойынша орындалған басқару жүйесін қолдану қарастырылады. Желдеткіш жабдығына арналған жиілік түрлендіргіші электр қуатын үнемдеуге мүмкіндік беретін жетек білігінің айналу жылдамдығын реттейді.

Қорыта айтатын болсақ, жұмыс тыңғылықты орындалған. Ал, Шагманова Мадина Маратовна, 5В071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайық, ал дипломдық жұмысы А (90%) бағасына сай жазылған деп санаймын.

Ғылыми жетекші  
Техн. ғылым магистрі, сениор-лектор



Қолы

Ә.О.Бердібеков

«19» мамыр 2022 ж

Тақырыбы: ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

5B071800 – Электр энергетикасы

(шифр және мамандық атауы)

Шагманова Мадина Маратовнаның

(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына

(жұмыс түрінің атауы)

### СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыс жалпы кіріспеден, 3 бөлімнен тұратын негізгі бөлімнен, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Осы дипломдық жұмыста Қарағанды көмір бассейнінің құрамына кіретін Коетенко атындағы шахтаның №1 желдеткішін жаңғырту қарастырылады. Ол үшін жиілік реттегіш (фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыш пен жиілік түрлендіргіш) жетегін зерттеу, екі жақты центрден тепкіш ВЦД-47М типті желдеткішін есептеу, асинхронды қозғалтқыш пен жиілік түрлендіргішін есептеп, түрлерін таңдау жүргізілді.

Есептеулер нәтижелері MATLAB компьютерлік бағдарламасында асинхронды қозғалтқышын модельдеу кезінде сәйкес блоктарға енгізіліп, іске қосу кезіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі процесстері график түрінде алынды. Жұмыстың аяғында желдету қондырғысын электрмен жабдықтау есептелді, ол жерде іске қосу режиміндегі негізгі шарттың орындалғаны тексерілді.

#### Жұмыс бойынша ескерту:

Кемшіліктер ретінде аздап грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін атап айтуға болады. Дипломдық жұмыстың жалпы деңгейі жоғары, талаптарға сай жазылған.

Сонымен, дипломдық жұмыс мамандық дайындау бағыты бойынша берілетін академиялық дәрежесі мен біліктілігіне сай келеді деп ойлаймын.

#### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Шагманова Мадинаның дипломдық жұмысын А «өте жақсы» (95%) бағасына, ал автор – электр энергетика бакалавры академиялық дәрежесін немденуге лайық деп бағалаймын.



Сын-пікір беруші  
«NEWGEN ELECTRICAL» ЖШС директоры

Н.Б.Кулышев

2022 ж.

## Протокол

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

Автор: Шагманова Мадина Маратовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 1.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 35

Интервалы: 0

Белые Знаки: 40

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:

*Допущена к защите*

Дата 20.05.2022

Заведующий кафедрой *Сарсенбаев Е.А.*



## Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шагманова Мадина Маратовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ВЦД-47М желдеткіш қондырғысының АЭЖ-ін жаңғырту

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 1.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 35

Интервалы: 0

Белые Знаки: 40

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: *допускаю к защите.*

Дата

19.05.2024



*Шагманова М.М.*

*Бердибеков А.О.*

проверяющий эксперт