

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6В07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Божбанбай Алия Қанапияқызы

Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6В07103-Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

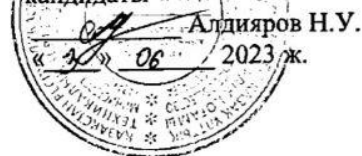
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
Физика-математика ғылымдарының  
кандидаты

Алдияров Н.У.  
« 31 » 06 2023 ж.



Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

Тақырыбы «Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау»

6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

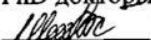
Божбанбай Алия Қанапияқызы

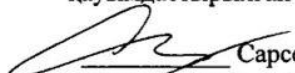
Рецензент:

Ғылыми жетекші:

Ғ. Даукеев атындағы АЭЖБУ  
ЭМЭЖ кафедрасының меңгерушісі,  
PhD докторы

техника ғылымдарының кандидаты,  
қауымдастырылған профессор

 Шыныбай Ж.С.  
« 31 » 05 2023 ж.

 Сарсенбаев Н.С.  
« 31 » 05 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физика-математика ғылымдарының  
кандидаты

Алдияров Н.У.  
« 3 » 06 2023 ж.



**Дипломдық жобаны орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Божбанбай Алия Қанапияқызы

Жобаның тақырыбы: «Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау»

Университет проректоры Б.А. Жаутиковтың «23» қараша 2023ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 7 » маусым 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, есептік бөлім.

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

Жұмыс презентациясы 22 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атаулардан тұрады.

[1] Н. С. Сәрсенбаев, Н. Т. Исембергенов – Автоматика элементтері мен құрылғылары: оқулық - Алматы : [б. и.], 2009. - 233 с.

[13] Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. –

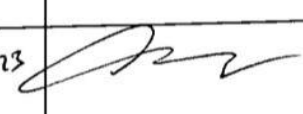
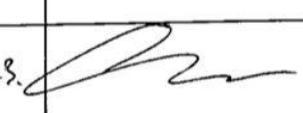
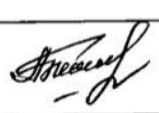
[14] Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266 с.

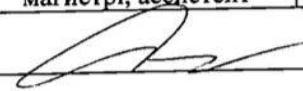
[15] Фашиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2011. — 260. с.

Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	9.02.2023 - 2.03.2023	
Есептік бөлім	14.03.2023 - 20.04.2023	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	30.05.2023	
Есептік бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	30.05.2023	
Норма бақылаушы	Женіс А.Б., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	30.05.2023	

Ғылыми жетекшісі  Сарсенбаев Н.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Божбанбай А.К.

Күні «17» қауыптар 2023 ж.

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жобада шахталық желдеткіш станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін әзірлеу міндеті қарастырылады. Желдету жүйелерінің сипаттамасы, оның түрлері, шахталардағы желдету ерекшеліктері қарастырылды.

Таңдалған желдеткіш пен электр қозғалтқышына талдау жасалынған. Желдеткіш үшін оның сипаттамалары мен тұтынылатын қуаты есептеледі, соның негізінде қолайлы электр қозғалтқышы таңдалады. Көрсетілген электр қозғалтқышы үшін сипаттама беріледі.

Simulink ортасында желдеткіштің жиілікті реттелетін электр жетегінің модельдеу нәтижелері алынды.

## **АННОТАЦИЯ**

В данном дипломном проекте рассматривается задача разработка частотно регулируемого электропривода шахтной вентиляторной станции. Рассмотрены характеристика систем вентиляции, ее виды, особенности вентиляции в шахтах.

Проведен анализ выбранного вентилятора и электродвигателя. Для вентилятора производится расчет его характеристик и потребляемой мощности, на основании которых производится выбор подходящего электродвигателя. Дается описание указанного электродвигателя.

Получены результаты моделирования частотно-регулируемого электропривода вентилятора в среде Simulink.

## **ANNOTATION**

In this thesis project, the task of developing a frequency-controlled electric drive of a mine fan station is considered. The characteristics of ventilation systems, its types, features of ventilation in mines are considered.

The analysis of the selected fan and electric motor is carried out. For the fan, its characteristics and power consumption are calculated, on the basis of which a suitable electric motor is selected. A description is given for the specified electric motor.

The results of modeling a frequency-controlled fan electric drive in the Simulink environment are obtained.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Технологиялық бөлім	7
1.1 Желдету жүйесінің сипаттамасы	7
1.2 Шахтаның желдету әдістері	8
1.3 Желдеткіштің түрлері	12
1.3.1 Осьтік желдеткіштер	13
1.3.2 Ортадантепкіш желдеткіштер	15
1.4 Шахта желдеткіштерінің ерекшеліктері	18
1.5 Шахтаның желдету станциясын автоматтандыру	19
1.6 Технологиялық жабдық таңдау	22
1.7 Электр қозғалтқыштары	25
1.8 Жиілікті реттелетін электр жетектері	28
1.9 Желдеткіш өнімділігі	29
2 Электржетегі элементтерін таңдау және есептеу	30
2.1 ВЦ-7 желдеткіші	30
2.2 Электр қозғалтқышының параметрлерін есептеу	32
2.3 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипатамаларын есептеу және салу	35
2.4 Электржетегінің негізгі элементтерін таңдау	50
2.5 Simulink ортасында шахтаның желдетуді станциясының жиілікті реттелуін модельдеу	52
Қорытынды	56
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	57

## КІРІСПЕ

Жобаның мақсаты. Дипломдық жұмыстың мақсаты шахталық желдеткіш станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін әзірлеу болып табылады. Шахталық желдеткіш түрлерін қарастырып және оның ішінде ортадантепкіш желдеткіштің сипаттамаларын алып, соған сәйкес қозғалтқыш түрін тандап, есептеулер жүргізу арқылы MATLAB ортасында жиілікті реттелетін электр жетегінің моделін жасау болып табылады.

Жобаның міндеті. Шахтаның желдеткіш станциясын зереттей отырып, оның қолданыстағы бір түрін алып, оған есептеулер мен тәжірибелер жүргізу, тиімді әрі артық шығынсыз жұмыс жасайтын электр жетегін жасау.

Тақырыптың өзектілігі. Желдету жүйелері ауадағы зиянды және қауіпті заттардың жоғары концентрациясының жиналуына жол бермей, шахта ауасындағы оттегінің қажетті концентрациясын сақтай отырып, шахтадағы ауаны жаңартуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, желдету шахта ішіндегі температураны бақылауға көмектеседі. Желдету жүйесінің дұрыс жұмыс істеуі немесе желдету жүйесінің жеткіліксіз қуаты шаң, көмірқышқыл газы, көміртегі тотығы, жанғыш газдар, химиялық күйдіргіш заттар кіретін ауадағы зиянды заттардың рұқсат етілген концентрациясының едәуір артуына әкелуі мүмкін. Қызметкерлерге улану түріндегі айқын зияннан басқа, ауадағы жанғыш заттардың жоғары концентрациясы жарылыс пен өртке әкелуі мүмкін. Тек ауа мен жоғары температураның болуы қызметкерлердің жұмыс істеуі үшін адам төзгісіз және қауіпті жағдай туғызады. Ауадағы жоғары температура мен каустикалық заттардың жоғары мөлшері де жабдыққа зиян келтіреді, оның қызмет ету мерзімін азайтады. Осылайша, шахталардың желдету жүйелерін әзірлеу және жетілдіру қазіргі заманғы технологиялар мен инженерлік шешімдердің көмегімен шешілуі тиіс өзекті міндет болып қала береді.

Жұмыстың тапсырмасы мен міндеттері. Бірінші тарауда жиілікті реттелетін электр жетектері және олардың жұмыс істеу принципі сипатталады, шахталық желдету станциялары және олардың жұмысына қойылатын талаптар сипатталады, сондай-ақ электр жетектерін басқарудың негізгі қолданыстағы жүйелеріне шолу жасалады.

Екінші тарауда жиілікті реттелетін электр жетегін басқару жүйесі жасалады, ол үшін электр жетегінің параметрлері есептеледі. Әзірленген жүйе MATLAB ортасында модельденеді.

Қорытындыда алынған негізгі нәтижелер келтіріледі, атқарылған жұмыстың қорытындысы шығарылады.

## 1 Технологиялық бөлім

### 1.1 Желдету жүйесінің сипаттамасы

Желдету – қандай да бір ортада табиғи немесе жасанды ауа алмасуды қамтамасыз ететін және санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес қамтамасыз ететін жүйе. Ауа алмасу дегеніміз – зиянды ауаны таза атмосфералық ауамен ішінара немесе толық ауыстыру.

Шахтаны желдетуге келетін болсақ, бұл адамдар мен машиналар жұмыс істейтін жұмыс орындарының атмосферасындағы зиянды газдарды таза ауамен ыдырату процесі болып табылады. Ол желдету желісі арқылы ауа ағындарын құру арқылы жүзеге асырылады. Ауа ағындары, зиянды қоспалардың ағындары (газдар, шаң, жылу), желдету желісі, желдету қондырғылары және желідегі тарту көздері шахталық желдету жүйесін құрайды. Оның негізгі параметрлері – шахта атмосферасындағы зиянды қоспалардың концентрациясы, желідегі ауаның таралуы, кен қазбалары мен құрылыстарының аэродинамикалық кедергісі, механикалық және табиғи тартым көздерінің дисперссиясы.

Шахтадағы ауа алмасуды есептеу үшін келесі мәліметтер қолданылады:

- шахтаның көлемі;
- шахтада жұмыс істейтін адамдардың саны;
- шахтада жұмыс істейтін жабдықтардың саны;
- желдету шығындарының коэффициенттері (жұмыс жағдайлары, ауадағы ластаушы заттардың болуы және т. б.);

– Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрлігі бекітетін санитариялық қағидаларға сәйкес белгіленетін ауа алмасу жөніндегі нормативтер.

Шахтадағы ауа алмасуды анықтау технологиялық процеске, өндірістік жабдықтың сипатына және оның жұмысы кезінде өндірілетін зиянды заттар мен жылуға байланысты. Өндірістік ғимараттардағы тұрғын және қоғамдық ғимараттардан айырмашылығы, жылуды шығаратын және сіңіретін көздер өте алуан түрлі. Бұл жылу қабылдаудың және тұтынудың барлық түрлерін анықтау қажеттілігін тудырады. Шахталардағы негізгі жылу көздері:

- шахтадағы адамдар шығаратын жылу;
- өндірістік жабдықты қыздыру нәтижесінде бөлінетін жылу;
- жану және химиялық реакциялар нәтижесінде бөлінетін жылу;
- жарықтандыру және электр тұрмыстық аспаптардан бөлінетін жылу.

Шахталарды желдетудің негізгі міндеті – кез-келген басқа құралдармен күресу мүмкін емес ластаушы заттарды қолайлы деңгейге дейін азайту үшін жерасты қазбаларындағы барлық жұмыс орындары мен қозғалыс жолдарын жеткілікті ауамен қамтамасыз ету.

Желдету құрылымдары ауаның таралуын бақылау үшін қызмет етеді. Мақсаты бойынша олар екі топқа бөлінеді: жұмыс орындарын немесе өңделген



кеңістікті оқшаулау үшін (желдету лентельдері, есіктер, клапандар) және ауаны өткізуге немесе оның қозғалысының бағытын өзгертуге арналған (вентиляциялық құбырлар, желдеткіш құбырлар, өткелдер, бойлық қалқалар) .

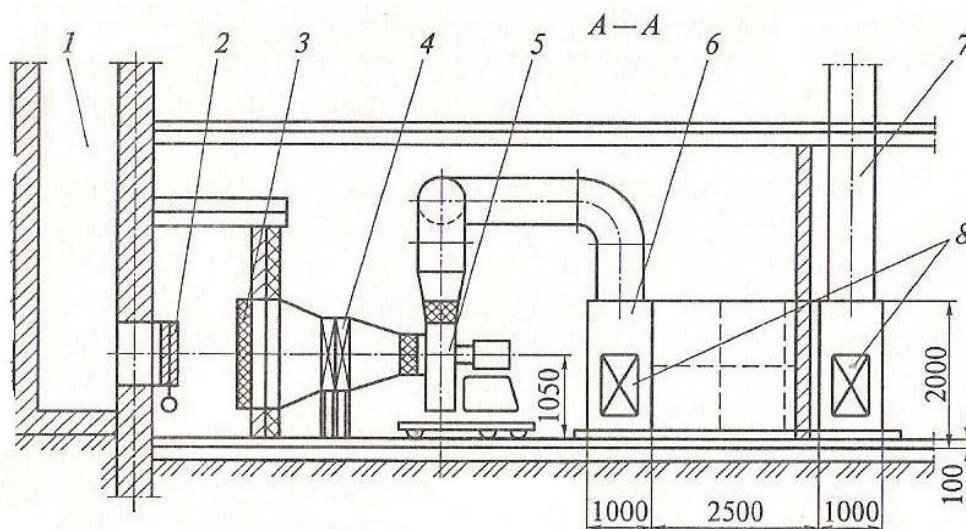
## 1.2 Шахтаның желдету әдістері

Желдетуді жобалау жалпы кен орнын игеру жобасының маңызды бөлімдерінің бірі болып табылады. Желдетудің дұрыс дизайны шахтаға ауаның жеткізілуін және, кеншілердің қауіпсіздігін, денсаулығын және өнімділігін анықтайды.

Сәтсіз құрастырылған және жүзеге асырылған желдету жобасы желдетудің құнын айтарлықтай арттыруы немесе желдетуді қайта құру үшін қосымша шығындарды тудыруы мүмкін. Сондықтан шахтаның желдету әдістері мен схемаларын дұрыс таңдау, жалпы шахталық ойпат пен ауа мөлшерін барынша дәл есептеу, сонымен қатар кен қазбаларында ауаны дұрыс бөлу өте маңызды. Бұл мәселелерді қарастыру желдету жобасының мазмұны болып табылады.

Әдетте әрбір шахтаның желдету жобасы келесі бөлімдерден тұрады:

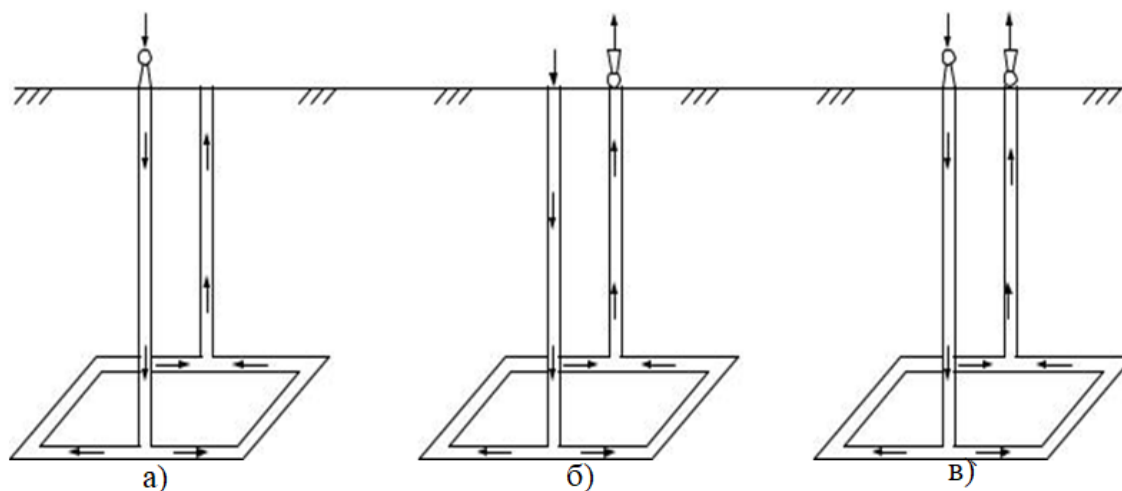
- шахтаның желдету әдісі мен схемасын таңдау;
- ауаның жалпы шахталық мөлшерін есептеу;
- жалпы шахталық ауа көлемін бөлу;
- шахтаның тартылуының есебі;
- негізгі желдеткіш желдеткішті және оған жетекті таңдау;
- желдету құнының есебі.



1.1 - сурет – Шахтаның желдеткіш станциясының құрылымдық схемасы:

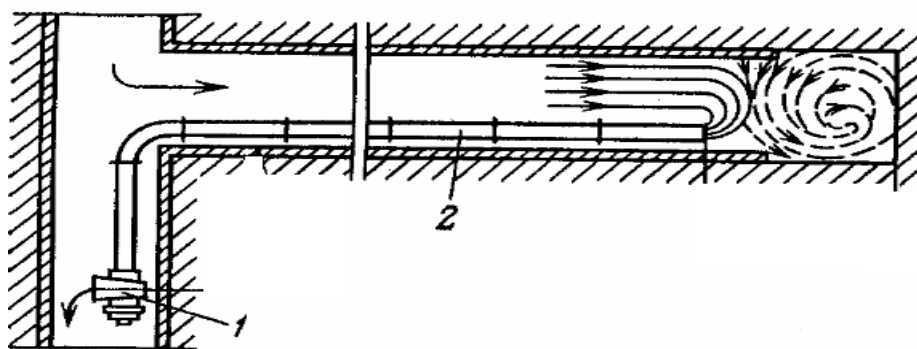
- 1 – ауа қабылдайтын білік; 2 – клапан; 3 – ауа сүзгісі; 4 – калорифер;  
5 – желдеткіш; 6 – шуды басатын құрал; 7 – жеткізу арнасы; 8 – люк.

Шахталарды желдету әдістері қазбаларға ауа беруді сипаттайды. Желдету әдістері сору, айдау және аралас (айдау және сору) болып табылады.



1.2 - сурет – Шахтаның желдету әдістері: а – сору әдісі; б – айдау әдісі; в – аралас әдісі.

Сору әдісі а-суретінде көрсетілген. Ол барлық желдету схемаларында газды шахталарда қолданылады. Қазбалардың құлау аймақтары арқылы жер бетімен аэродинамикалық байланысы болған кезде оны пайдалану ұсынылмайды.



1.3 - сурет – Сору әдісінің схемасы: 1– сору желдеткіші; 2 – сору құбыры

Сору әдісінің жұмыс істеу схемасы 1.3-суретте көрсетілген. Ол өрістің шектеулі болуына байланысты ауаны пайдаланудың төмен коэффициентімен (0,08-0,2) сипатталатынын атап өткен жөн.

Желдеткіштің әсерінен құбырдағы ауаның азаюына байланысты сыртқы ауа құбырға асығады. Бос кеңістікте сорғы дөңгелек болатын сфералық пішінді жылдамдық өрісін жасайды. Ол жойылған кезде ауа жылдамдығы күрт төмендейді және құбырдың бір диаметріне тең қашықтықта ауа ағынының

жылдамдығы сору саңылауындағы жылдамдықтың 7% - дан азын құрайды, ал екі диаметр қашықтықта ауа жылдамдығы өте аз болады. Бұл көршілес екенін көрсетеді сору саңылауының әрекеттері қысқа қашықтыққа таралады.

Желдетілетін қазба жағдайында сорылатын ағынның пішіні жақын орналасқан қабырғалардың және қазбаның кенжарының әсерінен өзгереді.

Сору процестерімен қатар газ бұлтының эрозиясына диффузия әсер етеді. Концентрациясы жоғары аймақтан шыққан газдар концентрациясы төмен аймаққа ауысады. Осы өзара әрекеттесу екі фактор (сору және диффузия) кенжар кеңістігін газдардан тазартуды тудырады.

Сору әдісінің артықшылықтары:

– тау-кен қазбаларының кез келген нүктесіндегі ауа қысымы шағын барометрлік шұңқырлардан төмен болғандықтан, желдеткіш тоқтаған жағдайда, күн бетінен ауа тау-кен қазбаларына атмосфералық қысым мен шахтадағы ауа қысымы арасындағы айырмашылықтың әсерінен түседі, бұл әсіресе газ шахталары үшін өте маңызды, өйткені мұндай жағдайларда қазбалардағы қысым көтеріледі, қазбаларды газдандыру процесінің баяулауына әкеліп соқтырады;

– бір орталық желдету қондырғысын да, шахта алаңының қапталына орнатылатын олардың бірнешеуін де қолдану мүмкіндігі;

– бір орталық желдету қондырғысын пайдаланған кезде жұмысы тұрақты, қазбалардағы ауаның таралуын реттеу және реактивті реверсиялау оңайырақ.

Сору әдісінің кемшіліктері:

1) тазарту кенжарларында ауаның ластануын және желдету қарқындылығының төмендеуін тудыратын құлау аймақтары, жарықтар және біліктер арқылы жер бетінен ауа сору;

2) тор клапанының арнасын шахта шаңынан жүйелі түрде тексеру және тазарту қажеттілігі; жалпы шығатын ағынның метан құрамын жүйелі түрде бақылау

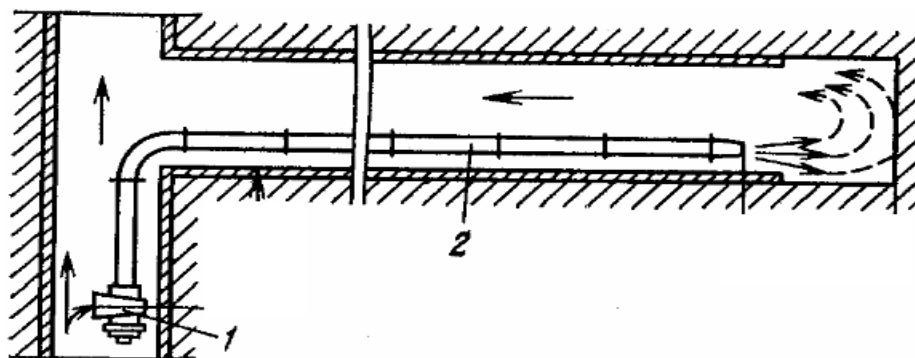
3) қажеттілігі, өйткені ауа ағынының желдету қондырғысы арқылы өту кезінде метанның жарылу ықтималдығы артады.

4) өздігінен жану қауіпті қабаттарда өрттердің пайда болу себебі болуы мүмкін, осыған байланысты өздігінен жануға бейім емес және жер бетімен аэродинамикалық байланысы жоқ көмір қабаттарын игеру кезінде желдетудің сору әдісі өзгереді.

Айдау әдісі б-суретте көрсетілген. Ол жер бетіне жақын орналасқан шахталардың жоғарғы горизонттарын желдету, шағын газ шығару және қазбалар желісінің аэродинамикалық кедергісі, қазбалардың жер бетімен аэродинамикалық байланысы болған кезде қолданылады.

Желдетудің айдау әдісі икемді желдеткіш құбырлар мен жергілікті желдету желдеткіштерін қолдану арқылы кеңінен қолданылады. Айдау әдісі қабырғалардан, шатырдан немесе топырақтан жанғыш немесе улы газдар, сондай-ақ оттегісіз ауа бөлінетін қазбаларда қолданылады.

Айдау әдісінің жұмыс істеу схемасы 1.4-суретте келтірілген. Ол кезінде жергілікті желдету желдеткіші 1 негізгі желдету қондырғысы арқылы құрылған шахталық есебінен желдетілетін қазбада орналасады. 2 құбыр, ол арқылы жұмыс тұйық бетінің беткі жағына немесе жер асты камерасына ауа айдалады, оның бүйір беттерінің бірі қазбаның жоғары жағына орнатылады. Құбырдан шығатын ауа шахтадағы ауамен алмасады, содан кейін қарама-қарсы бағытта қозғалып, шахтаның жұмыс істейтін барлық учаскесін алып, шахтаның шығыс ағынына шығады.



1.4 - сурет – Айдау әдісінің схемасы: 1 – айдау желдеткіші; 2 – айдау құбыры.

Айдау әдісінің артықшылықтары:

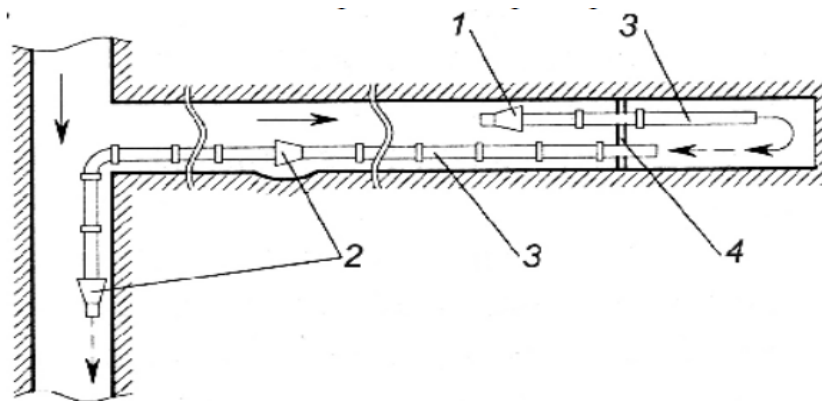
- бір желдету қондырғысын қолдану;
- бір желдеткішке электр энергиясын берудің сенімділігі;
- желдету қондырғысы арқылы таза ауа өтеді.

Айдау әдісінің кемшіліктері:

- ауа беретін оқпанның жанында мөрленген шахтадан жоғары ғимаратты орнату қажеттілігі;
- ауа ағыны мен депрессияны реттеудің үлкен диапазоны бар қуатты негізгі желдеткішті орнату қажеттілігі;
- газ шахталарында желдеткіш авариялық тоқтаған кезде қазбаларды газдандыру және жарылыс қаупі бар ортаның туындау мүмкіндігі.

Аралас әдіс в-суретте көрсетілген. Ал жұмыс істеу схемасы 1.5-суретте келтірілген. Ол шахта қазбаларының үлкен аэродинамикалық кедергісі, қазбалардың жер бетімен аэродинамикалық байланысы, өздігінен жануға бейім көмір қабаттарын жасау кезінде қолданылады.

Желдетудің аралас (айдау-сору) әдісі шахта қазбаларының бір бөлігінде айдап шығару клапанының торымен артық ауа қысымы, ал екінші бөлігінде сору желдеткішімен сирету құрылады.



1.5 - сурет – Аралас әдісінің схемасы: 1 – айдау желдеткіші; 2 – сору желдеткіші; 3 – құбыр; 4 – секіргіш.

Аралас әдістің артықшылықтары:

- шахта қазбалары мен күндізгі бетінің арасындағы қысым айырмашылығының төмендеуіне байланысты жер бетімен аэродинамикалық байланыстың төмендеуі;

- жалпы шахталық депрессияны екі желдеткішке бөлу.

Аралас әдістің кемшіліктері:

- бірнеше желдету қондырғыларының болуы;

- желдетуді басқарудың қиындығы.

Шахтаны желдету әдісін таңдау белгіленген депрессия, ағып кету, шахтадағы ауа таратуды басқару, желдеткіштердің бірлескен жұмысының тұрақтылығы, көмірдің өздігінен жануға бейімділігі, желдету реверсиясының сенімділігі мен басқарылуына байланысты.

Шахталардың желдету желілері бұл желілердің аэродинамикасына әсер ететін әртүрлі параметрлерімен ерекшеленетін жерасты жұмыстарының үлкен санының жиынтығы болып табылады. Бұл параметрлер үнемі өзгеріп отырады, сондықтан желілердің аэродинамикасы да өзгереді.

### 1.3 Желдеткіш түрлері

Шахта жағдайында ауа қозғалысы күштерінің сенімді, қажетті қуат пен басқарылатын көзінің қажеттілігіне байланысты бұл күштердің негізгі көзі ретінде желдеткіш қолданылады.

Желдеткіш – желдету желісіне ауаның кіру және шығу кезінде болатын қысым айырмашылығын тудыратын механикалық қондырғы.

Шахта жағдайында ауа қозғалысы күштерінің сенімді, қажетті қуат пен басқарылатын көзінің қажеттілігіне байланысты бұл күштердің негізгі көзі ретінде желдеткіш қолданылады.

Мақсаты бойынша шахтаның желдеткіштері шартты түрде үш топқа бөлінеді:

- 1) негізгі желдету құрылғылары
- 2) екінші дәрежелі желдету құрылғылары
- 3) жергілікті желдету құрылғылары

Негізгі желдету құрылғылары шахтаның ең маңызды учаскелеріне, соның ішінде өткелдер мен туннельдерге қызмет етеді. Бұл құрылғылар жүйенің негізгі қуат тұтынуын құрайды

Қосалқы желдету құрылғылары негізгі желдетудің қосалқы жабдықтары болып табылады, бірақ сонымен қатар Шахтаның кейбір бөліктерін желдету үшін дербес пайдалануға болады.

Жергілікті желдету құрылғылары жеке алынған үй-жайларды жергілікті желдетуге арналған. Олар жоғары қуатпен ерекшеленбейді, бірақ кішігірім өлшемдерге ие және негізгі желдету жүйесін пайдалану мүмкін емес тұйық және қоршалған аймақтарды желдету үшін қолданылады.

Шахталық желдеткіштердің басқа салаларда қолданылатын желдеткіштердің негізгі айырмашылығы – жеткілікті жоғары қысым параметрлерінде жоғары өнімділік. Бұл желдеткіштердің өнімділігі 500/600 м<sup>3</sup>/с дейін жетуі мүмкін, шахта желдеткіштері жасаған қысым айырмашылығының мәні 0,5/10,0 кПа шектелген. Желдеткіштің ауаны сығу дәрежесі 1,1. Бұл желдеткіштің жұмысына байланысты есептеулерде ауаны сығылмайтын деп санауға мүмкіндік береді.

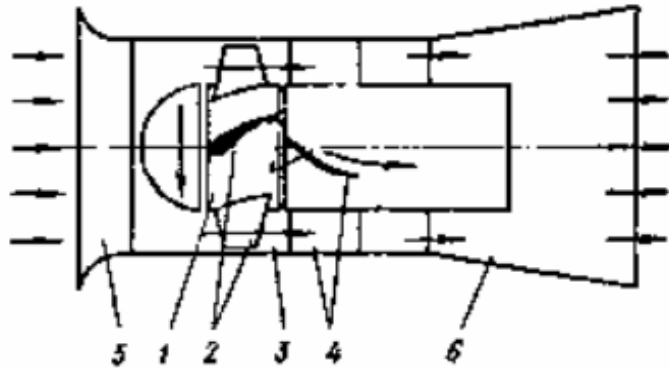
Тау-кен өнеркәсібі үшін шығарылған барлық желдеткіштер «қалақты үрлегіштер» деп аталатын конструкцияға жатады. Бұл түрдегі желдеткіштерде айналмалы ротордың энергиясы потенциалдық және кинетикалық түрге айналады, өз кезегінде қозғалатын ауаға хабарланады.

Қалақшалы желдеткіштер олардағы ауа қозғалысының сипатына және ротордың (дөңгелек) пішініне сәйкес осьтік және ортадантепкіш болып бөлінеді.

### **1.3.1 Осьтік желдеткіштер**

Осьтік желдеткіш 1.6-суретте көрсетілген. Ол жұмыс дөңгелегінен 1 тұрады, оның гильзасында профильді (ұшақ қанаты түрінде) қалақшалар 2 бекітілген. Дөңғалақ цилиндрлік корпуста немесе оны жиі атағандай, қаптамада 3 айналады. Дөңғалақтың артында қозғалмайтын қалақтары 4 бар түзеткіш орналасқан.

Осьтік желдеткіштер әртүрлі модификацияларда келеді. Желдеткіш қондырғылар көбінесе металл парағынан кесілген және қалыңдығы бірдей Парақ қалақтары бар осьтік желдеткіштерді пайдаланады.



1.6 - сурет – Осьтік желдеткіштің схемасы: 1 – жұмыс дөңгелегі; 2 – жұмыс дөңгелегінің қалақтары; 3 – қаптама; 4 – түзеткіш; 5 – коллектор; 6 – диффузор.

Осьтік желдеткіштер ұшақтың қанаты тәрізді немесе жасымық тәрізді Профильді иық пышақтарымен ең аз таралған. Мұндай желдеткіштер пышақтардың айтарлықтай беріктігіне байланысты жапырақ пышақтары бар желдеткіштерге қарағанда үлкен қысымды дамыта алады.

Доңғалақтың артында немесе алдында қозғалмайтын қалақтарды орнататын осьтік желдеткіштер бар. Бұл шпательдер дөңгелектің артында орналасқан кезде желдеткіш бағыттаушы аппарат (егер олар дөңгелектің алдында болса) немесе түзеткіш желдеткіш деп аталады. Түзеткіш және бағыттаушы құрылғыларды орнату дизайнды қиындатса да, осьтік желдеткіштердің аэродинамикалық қасиеттерін жақсартады.

Дөңгелектердің қалақтары асимметриялық немесе симметриялы профильге ие болуы мүмкін. Доңғалақтың симметриялы қалақшалары бар осьтік желдеткіштер реверсивті болып табылады, өйткені жұмыс доңғалақтарының айналу бағыты керісінше болған кезде олардың өнімділігі өзгермейді. Асимметриялық қалақшалары бар желдеткіштер мұндай сапаға ие емес, жұмыс дөңгелегі айналу бағыты өзгерген кезде олардың өнімділігі күрт төмендейді, бірақ бұл желдеткіштер жақсы аэродинамикалық сипаттамаларға ие және тиімділікті арттырады. Бағыттаушы қалақша ауаның жұмыс дөңгелегінің қалақтарынан шығуға диффузорға немесе желіге біркелкі өтуін қамтамасыз етеді және қозғалатын ауа ағынындағы динамикалық қысымды статикалық қысымға ішінара түрлендіреді.

Қысымды арттыру үшін осьтік желдеткіштерді екі немесе көп сатылы түрде жасауға болады. Айырмашылық мынада: білік осі бойымен корпус пен доңғалақ арқылы өту кезінде осьтік желдеткіштегі ауа қозғалысы бір бағытта жүреді.

Дөңгелектердің арасында аралық бағыттаушы қалақ бар. Құрылымдық жағынан бағыттаушы қалақ бекітілген профильді қалақтардан немесе орнату бұрышы реттелетін профильді пышақтардан тұрады. Бағыттаушы аппараттың

мақсаты – оның артында орнатылған жұмыс доңғалағына белгілі, тиімдірек бағытта ауа беру және ағынның кинетикалық энергиясының едәуір бөлігін (динамикалық қысым) потенциалдық энергияға (статикалық қысым) айналдыру. Түзеткіш қалақ екінші жұмыс дөңгелегінің артына ағын бағыты бойынша орнатылады. Екі саты бір білікке немесе бөлек біліктерге (ВОД-16 желдеткіші) болуы мүмкін. Екі кезеңнің болуы желдеткіштің жоғары қысымды дамытуға мүмкіндік береді.

Бір және бірнеше жұмыс дөңгелектері бар осьтік желдеткіш конструкцияларында ағынның аэродинамикалық сапасын жақсартатын және желдеткіштердің тиімділігін арттыратын құрылғылар қолданылады: жәрмеңкелер, кокс, түзеткіш және бағыттаушы аппараттар.

Осьтік желдеткіштердің артықшылықтары:

- дизайнның салыстырмалы қарапайымдылығы;
- орнатудың қарапайымдылығы, орнату алаңының аздығы;
- ауа ағынын кері айналдырудың қарапайымдылығы;
- алыстырмалы түрде жоғары өнімділік;
- жоғары тиімділік.

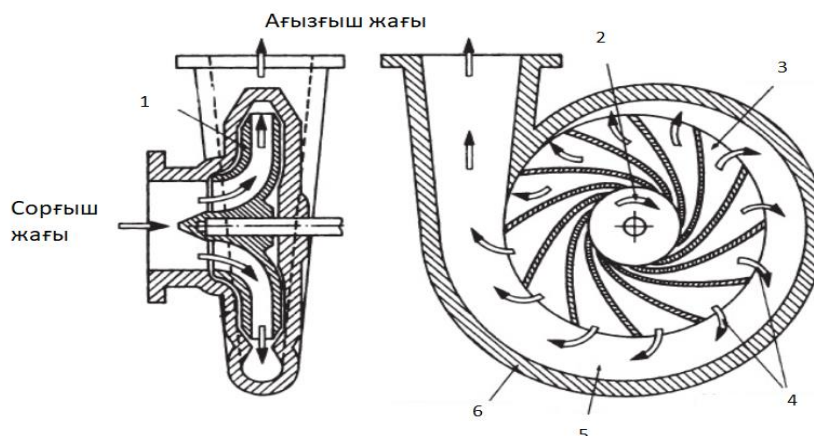
### **1.3.2 Ортадантепкіш желдеткіштер.**

Ортадантепкіш желдеткіш – ауаны немесе басқа газдарды желдеткіштің ортасынан оның айналасына радиалды бағытта жылжыту үшін қолданылатын желдеткіш түрі.

Ортадантепкіш желдеткіштің схемасы 1.7-суретте көрсетілген. Желдеткіштің негізі алдыңғы және артқы дискілердің арасында профильді қанат тәрізді қалақтары олардың кіріс шеті шығысқа қарағанда кіші радиусы бар шеңберде орналасатындай етіп бекітілген дөңгелек 1 болып табылады. Жұмыс дөңгелегі дөңгелек бойымен алға иілген қалақтармен, радиалды және артқа қарай иілген болуы мүмкін, жұмыс дөңгелегі желдеткіш жетегінің энергиясын тасымалданатын ауаға беру болып табылады. Доңғалақ болаттан жасалған спиральды қаптамада 2 айналады. Салқындатқыш қаптама ауаны белгілі бір бағытта беруге және ауа ағынындағы динамикалық қысымды статикалық қысымға ішінара түрлендіруге арналған. Ауа желдеткіштің ішіне айналмалы емес, тек өз осіне қатысты бағыттаушы қалақшаның әрбір қалақшасын 4 бұра отырып орнатылған кіріс коллекторы 3 арқылы сорылады. Бағыттаушы қалақша белгілі бір жылдамдықпен және белгілі бір бұрышпен жұмыс дөңгелегіне ауа беру үшін арналған, бұл желдеткіштің жұмыс режимдерін реттеуге мүмкіндік береді. Ауа жұмыс доңғалағына желдеткіш білігінің осіне параллель түседі, содан кейін қалақтардың және орталықтан тепкіш күштің әсерінен дамып, 90° бұрылады, қалақтардың арасынан өтеді, корпустың шеткі бөлігіне шығарылады. және диффузор 5 арқылы атмосфераға шығады (желдеткіш сорылған кезде).



Диффузор корпусының шығысындағы ағындағы динамикалық қысымды статикалық қысымға қосымша түрлендіргіш болып табылады.



1.7 - сурет – Ортадантепкіш желдеткіштің сұлбасы: 1 – жұмыс дөңгелегі; 2– спиральды қаптама; 3–кіріс коллекторы; 4 – бағыттаушы қалақшалар; 5–диффузор.

Ортадантепкіш желдеткіштер бір немесе қос сорғышпен жасалуы мүмкін. Ауа дөңгелекке екі жағынан, екі бағыттаушы қалақшадан түседі. Қосарланған сору білік мойынтіректерін осьтік қысымнан түсіруге және сору бөлігіндегі қозғалатын ауаға қарсылықты азайтуға мүмкіндік береді. Соңғы жағдай орталықтан тепкіш желдеткіштің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Айналмалы доңғалақ жетек энергиясын қалақтардың көмегімен тасымалданатын ауаға береді. Дөңгелектердің қалақтары болаттан немесе пластмассадан жасалған (кішігірім желдеткіштер үшін).

Ортадантепкіш желдеткіштер  $1,2 \text{ кг/м}^3$  ағын тығыздығында қысымның 1,15-ке дейін көтерілу дәрежесінде шағын қатты материалдары бар газдар мен таза газдар қоспаларын жылжыту үшін қолданылады. Радиалды желдеткіште корпусының кіріс құбырына осьтік бағытта кіргеннен кейін ауа дөңгелектегі бағытын радиалды бағытта  $90^\circ$ -қа өзгертеді және корпусының кохлеясына ауысады.

Желдеткіштердің бұл түрі технологиялық процестерде зиянды заттарды кетіру және шахталарды желдету үшін кең таралған.

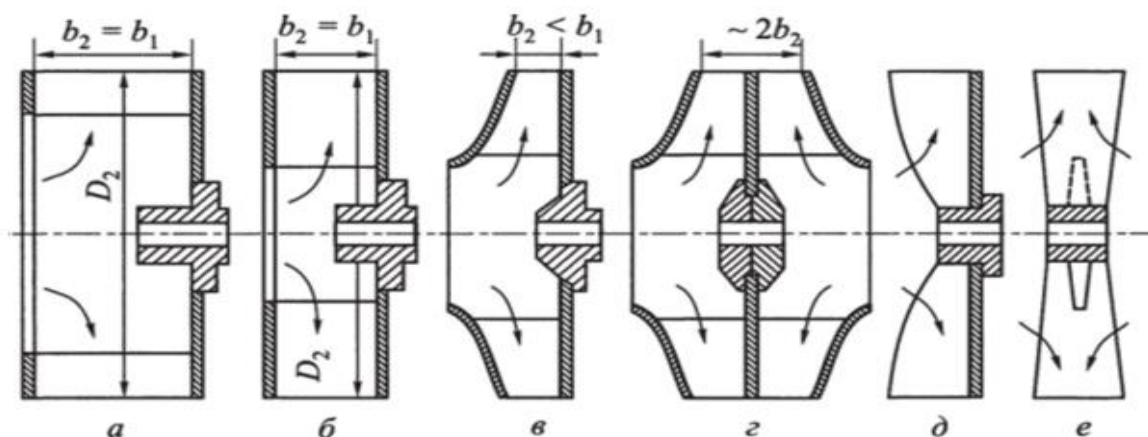
Ортадан тепкіш желдеткіштердің артықшылықтары:

- жоғары механикалық сенімділік және ұзақ қызмет ету мерзімі;
- жұмыстың төменгі айналу жылдамдығын қолданумен байланысты дөңгелектер;
- байланысты жұмыс режимдерінің жоғары тұрақтылығы мен сенімділігі;
- осы желдеткіштердің сипаттамаларының түрі;
- жұмыс кезінде аз шуыл;

- салыстырмалы түрде жоғары депрессия;
- реттеудің үлкен тереңдігі;
- ластанған ауаға сезімталдықтың төмендеуі.

Кәдімгі конструкцияларда  $D_2/D_1$  ортадантепкіш желдеткіштің жұмыс дөңгелегі арасындағы шығыс және кіріс диаметрлерінің қатынасы шағын ( $1,2 \div 1,45$ ) таңдалады, қалақтың радиалды ұзындығы  $D_2$  ( $0,084 \div 0,16$ ) тең.

Желдеткіштер шығаратын қысымға сүйене отырып, оларды үш топқа Бөлу бөлуге болады: төмен қысымды желдеткіштер – 0,98 кПа - дан аспайды, орташа – 0,98 - ден 2,94 кПа - ға дейін, жоғары – 2,94 - тен 11,772 кПа - ға дейін. Желдеткіштің құрылымдық пішіні мен өлшемдері оның берілуіне, қысымына және айналу жиілігіне байланысты анықталады.



1.8 - сурет – Желдеткіш дөңгелектерінің дизайны.

1.8 – суретте желдеткіш дөңгелектерінің конструктивті орындалуының әртүрлі формалары көрсетілген. Барабан (а) және сақина (б) конструкция пішіндері алға қарай иілген иық пышақтары бар төмен қысымды желдеткіштерге тән; (б), (в) және (г) пішіндері артқа иілген иық пышақтары бар төмен, орташа және жоғары қысымды желдеткіштер үшін ерекше.

Пішіні а-суретте көрсетілген дөңгелектерінің қаттылығы мен беріктігі төмен және  $D_2$  диаметрі 40 м/с аспайтын айналмалы жылдамдыққа мүмкіндік береді.

Ені  $b_1=b_2=0,21 \div 0,35$  мм болатын сақина тәрізді дөңгелектер үлкен беріктік пен қаттылыққа ие және 60 м/с-тан аспайтын жылдамдыққа мүмкіндік береді.

Конустық жабын дискісінің пішіні (в және г) дөңгелектің жоғары қаттылығын қамтамасыз етеді және айналмалы жылдамдықты 80 м/с дейін арттыруға мүмкіндік береді.

Доңғалақ пішіні (г) жоғары беріліс дөңгелектері үшін қолданылады және, атап айтқанда, түтін сорғыштар мен үрлеу желдеткіштері үшін қолданылады.

Сондай-ақ, қатты бөлшектермен газ қоспаларын беруге арналған шаң желдеткіштерінде, мысалы, шаң дайындау жүйелерінде қолданылатын ашық бір дискілі және дискісіз дөңгелектер (д және е) кеңінен қолданылады.

#### 1.4 Шахта желдеткіштерінің ерекшеліктері

Шахтада жұмыс жүргізу жағдайында шахтадағы ауа массасы сағат сайын зиянды шығарындылармен толтырылады, олардың ішіндегі ең қауіптісі жанғыш және жарылғыш газ қоспалары болып табылады. Олардың көлемінің рұқсат етілгеннен асып кетуі авариялық жағдайлардың туындауына алып келеді. Дәл осы мақсатта шахтада мәжбүрлі желдету жүйесі үнемі жұмыс істеуі керек.

Шахта желдеткіштерінің негізгі критерийі оның жұмысының сенімділігі болып табылады. Желдету жүйелерінің жұмысын тоқтату қазбаларды өндіру процестерін толығымен тоқтатуға, адамдарды сыртқа шығаруға және сәйкесінше шығындарға әкеледі. Сондықтан пайдаланылатын желдету жабдықтарына сенімділік, өнімділік және тау-кен саласының міндеттеріне сәйкес келетін басқа параметрлер бойынша жоғары талаптар қойылады.

Шахта желдеткіштері арнайы мақсаттағы желдету жабдықтарына жатады. Бұл техника шахтаның барлық элементтерінде, соның ішінде екінші реттік үй-жайларда тәулік бойы ауа алмасуды қамтамасыз етеді. Олардың негізгі ерекшелігі және басқа пайдалану салаларына арналған қондырғылардан айырмашылығы жоғары қысым көрсеткіштері бар жоғары қуат өйткені шахтаға таза ауа ағынын өндіріп қана қоймай, сонымен қатар шахтадан қауіпті газ қоспаларын үрлеу қажет.

Қуатты көп тұтыну желдеткіштің қуат тұтынуына әсер етеді.

Шахтадағы энергия шығынының кем дегенде 10% - ы дәл желдету жүйесіне тиесілі. Осы себепті желдету жүйесін таңдау белгілі бір станцияның талаптарын ескере отырып жасалуы керек, өйткені артық қуаттың көп болуы жалпы энергия шығынын арттырады.

Әр шахтада көптеген жергілікті желдету желдеткіштері жұмыс істейді, олар келесі талаптарға сай болуы керек:

- орталық желдету желісіне қосылу мүмкіндігі;
- дірілге төзімділік және жарылысқа төзімділік;
- жұмыс режимдерін реттеу;
- тығыз үй-жайларда орналастыру кезіндегі қолайлық.

Шахта желдеткіштерінің құрылымдық ерекшеліктері шахта жағдайындағы жұмыс ерекшеліктерінен туындайды және желдетудің қалақшалы айдау құрылғылары болып табылады.

## 1.5 Шахтаның желдету станциясын автоматтандыру

Шахтаны желдетуді автоматтандыру ондаған жылдар бойы бірнеше ауқымды тау-кен жұмыстарының бөлігі болды. Алайда, технология жетілдірілген және сенімді бола бастаған сайын және жер астындағы цифрлық байланыс кең тарала бастаған сайын, жаңа және қолданыстағы шахталар желдету мен автоматтандыру мониторингін енгізуді қарастыруда. Желдетуді автоматтандырған шахталар айтарлықтай артықшылықтарды дәлелдеді.

1) Электр энергиясын үнемдеу және көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту шығындарды үнемдеуге де, көміртегі ізін айтарлықтай азайтуға да әкелетін ең құжатталған артықшылықтардың бірі болды. Жағдайлық зерттеулер энергияны тұтынудың 50% - дан 60% - ға дейін төмендегенін көрсетеді.

2) Жақсартылған қауіпсіздік: жер асты жағдайларын өлшеу және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін тез және тиімді әрекет ету қабілеті мен түсінігі өте маңызды. Ventsim control – бұл бүкіл әлемде қол жетімді жалғыз бағдарламалық жасақтама, ол датчиктерге негізделген жерасты жағдайларын нақты уақыт режимінде модельдеуді ұсынады, бұл шахтадағы барлық жағдайларды, тіпті датчиктері жоқ жерлерде де жақсы түсінуге мүмкіндік береді. Төтенше жағдай сценарийлерін ағымдағы жағдайларға сүйене отырып алдынала модельдеу мүмкіндігі маңызды және негізделген шешімдер қабылдауға көмектесетін қосымша ақпарат береді.

3) Өнімділікті арттыру: жарылыстың тоқтап қалу уақытын қысқарту арқылы өнімділікті 70% - ға дейін арттыра алады. Түтін газдарын тазарту жеделдетіліп, өндірістік тазарту үшін тоқтау уақытын 3 сағатқа дейін қысқартады.

4) Тиімді жұмыс: көптеген шахталар желдетуді басқаруды өзгерту және жер астындағы желдету тізбектерін реттеу үшін қолмен араласуды қажет етеді. Желдетуді автоматтандыру жүйесі жоспарланған немесе автоматтандырылған бағдарламалауды қолдану арқылы осы тапсырмаларды орындау үшін қажетті адам сағатын айтарлықтай азайтады. Қоршаған орта жағдайлары желдетуді басқару элементтеріне қолмен қол жеткізуге мүмкіндік бермейтіндіктен туындайтын кідірістер қазір өткен нәрсе.

Автоматтандыру шахталарға желдеткіштер мен реттегіштердің параметрлері бойынша үздіксіз ақылды шешімдер қабылдау үшін графиктерді, нақты уақыттағы сенсорларды және болжамды желдету нәтижелерін пайдалануға мүмкіндік береді, бұл желдету жағдайларын, өнімділікті оңтайландыруға және қуат тұтынуды азайтуға әкеледі.

Энергияны тұтынуды азайту желдеткіштің айналу жылдамдығын және желдеткіш қақпақтардың ашылу жылдамдығын тиімді таңдау арқылы, сондай-ақ ауаның таралуын басқаруды ауыстыру және ауаны ішінара қайта өңдеу жүйелерін енгізу арқылы жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта қол жетімді

әдебиеттерде шахталардың желдету жүйелерінің апаттық жұмыс режимдеріне, сондай-ақ автоматтандырылған басқару жүйелерін тау-кен жұмыстарын жүргізудің әртүрлі әдістеріне бейімдеуге байланысты мәселе аз қамтылған.

Шахталар мен кеніштердегі ауаны таратуды автоматтандырылған басқару жүйесі ауа таратуды оңтайлы басқару алгоритмдерімен салыстырғанда кеңірек ұғым болып табылады, өйткені қазбалар атмосферасының параметрлері туралы ақпарат жинауды, ақпаратты серверлер мен есептеу блоктарына беруді, ақпаратты сақтауды және оны диспетчердің жұмыс орнында графикалық түрде көрсетуді жүзеге асыратын техникалық құралдар да кіреді. Бұл тізімге сонымен қатар нақты уақыт режимінде оң және теріс реттегіштердің параметрлерін өзгертуге мүмкіндік беретін микроконтроллерлердің техникалық құралдары мен алгоритмдерін қосу керек (мысалы, желдеткіш қондырғылардың жұмыс дөңгелектерінің айналу жиілігі, желдеткіш есіктердің қанаттарының айналу бұрыштары).

Шахталар мен шахталардың желдету желілерінде ауаны таратуды автоматтандырылған басқару жүйелерін құрудың теориялық негіздерін толық сипаттаған алғашқы жұмыс монография болып табылады. Онда осындай жүйелермен орындалатын үш негізгі операция (ақпарат жинау, ақпаратты өңдеу және шешімдерді орындау), сондай-ақ осы операцияларды орындаудың әртүрлі әдістерінің жіктелуі көрсетілген.

Ауаны таратуды автоматтандырылған басқару жүйелерінің негізгі операцияларын орындау әдістерінің жіктелуі:

1) Ақпарат жинау: а) қолмен; б) автоматтандырылған (стационарлық датчиктердің көмегімен);

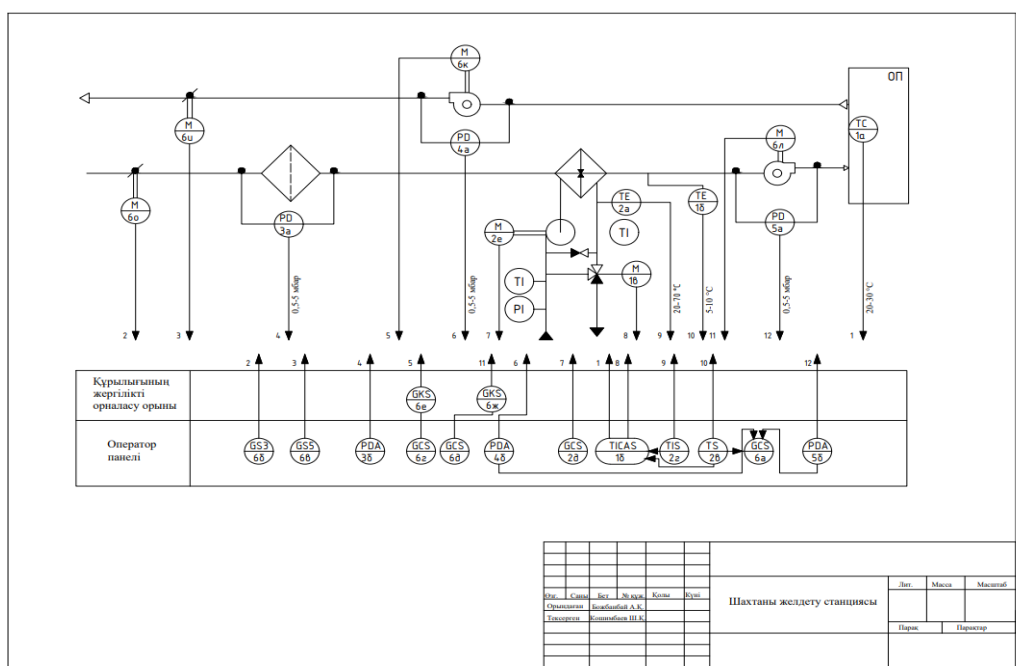
2) Ақпаратты өңдеу: а) арнайы есептеу құрылғыларын қолданбай қолмен; б) арнайы есептеу құрылғыларын қолдана отырып, (желдету желісінің компьютерлік моделінде) бастапқы деректер қолмен енгізіледі; в) ақпарат жинау жүйесімен ұштасқан желдету желісінің компьютерлік моделінің көмегімен автоматтандырылған; г) ақпарат жинау жүйесімен де, желдету құрылғыларының реттегіштерімен де ұштасқан микроконтроллерлер алгоритмдерінің көмегімен автоматтандырылған.

3) Шешімдерді орындау: а) қолмен орнында; б) қолмен қашықтықтан (диспетчерлік бөлмеден); в) автоматты түрде.

Ақпаратты өңдеу – деп газдардың шығыстары және (немесе) концентрациялары бойынша басқару қателігін анықтау және оң және теріс реттегіштер үшін қажетгі басқару әсерлерін есептеу түсініледі. Шешімдерді орындау деп оң және теріс реттегіштердің жұмыс режимдерінің тікелей өзгеруі түсініледі.

Энергияны тұтынуды азайту желдеткіштің айналу жылдамдығын және желдеткіш қақпақтардың ашылу жылдамдығын тиімді таңдау арқылы, сондай-ақ ауаның таралуын басқаруды ауыстыру және ауаны ішінара қайта өңдеу жүйелерін енгізу арқылы жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта қол жетімді

әдебиеттерде шахталардың желдету жүйелерінің апаттық жұмыс режимдеріне, сондай-ақ автоматтандырылған басқару жүйелерін тау-кен жұмыстарын жүргізудің әртүрлі әдістеріне бейімдеуге байланысты мәселе аз қамтылған.



1.9 - сурет – Шахтаны желдету станциясының автоматтандыру схемасы.

Кен қазбаларын желдету үшін ауаны беру қуатты желдеткіш қондырғылардың көмегімен жүзеге асырылады. Әдетте, олар жер бетінде орналасады және желдеткіш шахта арқылы кен қазбаларына ауа береді.

Турбиналық залда желдету қондырғыларынан басқа басқару жүйелері, жоғары вольтты жабдықтар, басқару пульттері және оператордың бөлмесі орналасқан.

Бұл жабдықтың барлығы автоматты басқару жүйелерімен басқарылатын бір кешенде жұмыс істейді.

Ауа жапқыштары шахтаға жеткізу үшін жылу қондырғылары арқылы өтетін ауаны қыздыру кезінде жабылады. Желдеткіш кері режимде болғанда немесе ауаны жылыту қажет емес жылы мезгілде ауа демпферлері ашық болады.

Оператор бөлмесінен желдету қондырғыларының жұмысын бақылау және басқару жүзеге асырылады. Автоматты басқару жүйесінен алынған барлық деректер оператордың автоматтандырылған жұмыс компьютеріне келеді, онда деректер мұрағатталады және желдету блогының ағымдағы параметрлері көрсетіледі. Сондай-ақ, желдету қондырғысының жұмысы туралы деректер шахтаның жалпы диспетчерлік пунктіне беріледі

## 1.6 Технологиялық жабдық таңдау

Жалпы алмасу жүйелерін автоматтандыру принципі температураны, ауа ылғалдылығын және басқа да функционалдық көрсеткіштерді жүйелі түрде тексеруге негізделген. Басқарудың бірінші деңгейі датчиктермен қамтамасыз етіледі, олардан ақпарат орталықтандырылған контроллерлерге түседі. Басқару сигналдары деректерді талдаудан кейін контроллерден жетектерге келеді. Егер температура төмендесе, жылытқышты іске қосу туралы шешім қабылданады. Көмірқышқыл газының деңгейі көтерілсе, ауа беру жүйесі іске қосылады. Қақпа клапандары, клапандар, жылытқыштар, айналым сорғылары контроллерлермен басқарылады.

Жеткізу-шығару вентиляциясы мен ауаны баптау жүйесіндегі автоматиканың қосалқы функциясы аспаптар мен құрылғылардың дұрыс жұмысын тексеру болып табылады. Жабдықтың өнімділігі нормадан ауытқыса, контроллер техникалық қызметке ақаудың болуы туралы хабарлайды. Нормадан ауытқулар критикалық мәндерге жеткенде, желдетуді авариялық өшіруді болдырмау үшін контроллер жүйені өшіру туралы шешім қабылдайды. Автоматтандыру кешені сенсорлардан, желдетуді басқару пультінен және жетектерден тұрады.

Шахталық желдетуді автоматтандыру үшін әртүрлі датчиктерді пайдалануға болады, соның ішінде:

- 1) Ауа температурасы мен ылғалдылық датчигі – олар ауа параметрлерін бақылауға және желдету процесін реттеуге мүмкіндік береді.
- 2) Қысым датчиктері – шахтаның ішіндегі және сыртындағы қысымның айырмашылығын өлшеу үшін қолданылады, бұл желдеткіштердің жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді.
- 3) Ауа сапасының датчигі – ауадағы газдар мен шаң сияқты зиянды қоспалардың құрамын анықтай алады және осы көрсеткіштерге сәйкес желдету процесін реттей алады.
- 4) Қозғалыс сенсорлары – шахтада адамдардың болуына немесе тауарлардың немесе жабдықтың қозғалысы сияқты басқа факторларға байланысты желдету жүйелерін басқару үшін пайдалануға болады.
- 5) Газ деңгейінің датчигі – шахтада газ жабдығы пайдаланылса, газ деңгейінің датчигі газдардың концентрациясы рұқсат етілген шектен асқанда сигнал береді және желдету құрылғыларын басқарады.

Шахталық желдетуді автоматтандыруға арналған датчиктерді таңдау үшін келесі параметрлерді ескеру қажет:

- 1) Шахтаның өлшемдері және оны желдетуге қажетті ауа көлемі.
- 2) Зиянды газдар мен шаңды бақылау үшін қандай сенсорлар қажет екенін анықтау үшін ауа сапасы.
- 3) Қандай температура, ылғалдылық және конденсат датчигін орнату керектігін анықтау үшін қоршаған ортаның температурасы мен ылғалдылығы.

4) Ең тиімді сенсорларды және желдетуді басқару жүйелерін таңдау үшін энергия тиімділігі.

5) Қауіпсіздік стандарттары мен талаптарына сәйкес келетін датчикті таңдау.

6) Басқа басқару және бақылау жүйелерімен үйлесімділік және интеграция.

7) Жоба бюджетін қанағаттандыру үшін датчиктің құны мен қолжетімділігі.

Датчиктер – бұл реттелетін объектінің нақты күйі туралы ақпарат алуға қызмет ететін желдетуді автоматтандыру жүйелерінің элементтері. Олардың көмегімен реттеу жүйесінің объектімен келесі параметрлер бойынша кері байланысы жүзеге асырылады: температура, қысым, ылғалдылық және т. б.

Сенсордан алынған ақпарат жүйеге сандық код түрінде берілуі үшін әр сенсор түрлендіргішпен қамтамасыз етіледі.

Датчиктерді орнатудың оңтайлы орындары оларға қоса берілген нұсқаулықта көрсетіледі.

Температура датчиктері – ішкі және сыртқы қолдануға арналған болуы мүмкін; құбырдың үстіңгі қабаты (құбырдың беткі температурасын бақылау үшін) немесе канал (құбырдағы ауа температурасын өлшеу үшін).

Ылғалдылық датчиктері – салыстырмалы ылғалдылықты өлшейтін және деректерді электронды сигналға түрлендіретін электронды құрылғысы бар блок. Сыртқы және ішкі дизайн бар. Ылғалдылық жағдайлары тұрақты жерлерде орнатылады, оларды жылу радиаторларының, кондиционер блоктарының, ылғал көздерінің жанында орнатуға жол берілмейді.

Қысым – датчиктері қысым қосқышына бөлінеді (қысым дифференциалын механикалық өлшеу және электрлік түрлендіру) және аналогтық қысым датчиктері (қысымды бірден электрлік сигналға түрлендіру, мысалы, пьезо элементтері арқылы). Екеуі де өлшеу үшін қолданылады қысым бір нүктеде де, қысым айырмашылығы екі нүктеде де.

Шахтаның температурасы, ылғалдылығы мен қысымы көптеген факторларға байланысты, мысалы, тереңдігі, геологиялық құрылымы, шахтаның мөлшері, оның географиялық орналасуы және т.б. әдетте 1500 метрден асатын шахта температурасы Цельсий бойынша 40-50 градусқа жетуі мүмкін, бірақ одан да жоғары температура болуы мүмкін. Ылғалдылық аймақ пен маусымға байланысты, жаңбырлы маусымда ол 90% - дан, құрғақ маусымда шамамен 30% -ға жетуі мүмкін. Жердегі газдардың қысымы шахтаның тереңдігі мен географиялық орналасуына байланысты болуы мүмкін. Мысалы, 1000 метр тереңдікте қысым атмосфералық қысымнан шамамен 3-4 есе жоғары болуы мүмкін.





1.10 - сурет – Шахтаның қысым өлшейтін датчигі.

Сандық қауіпсіз қысым сенсоры. Ол көмір шахталары мен шахталар жағдайында әртүрлі гидромагистральдарда қолданылады. Гидравликалық құлыпқа орнатылады. Параметрлері 1-кестеде көрсетілген.

1- кесте – Қысым датчигі параметрлері

Өндіруші кәсіпорын	Ильма
Қуаты, В	12
Тұтынылатын ток, мА	20-дан аспайды
Жарылыстан қорғау түрі	PO ExiaI
Шаң мен ылғалдан қорғау дәрежесі	IP54
Жалпы өлшемдері, мм	45×125
Масса, кг	0,5

Деректерді беру модификацияға байланысты RS485 немесе LVDS интерфейсі бойынша жүзеге асырылады.

RS-485 - екі сымды байланыс арнасы арқылы деректерді тасымалдауға арналған стандарт.

Төмен вольтты дифференциалды сигнал беру-электр сигналдарын беру тәсілі және 2001 жылғы ANSI/TIA/EIA-644-а стандарты, бұл мыс бұралған жұп негізіндегі арзан қосылыстар арқылы жоғары жиілікте ақпарат беруге мүмкіндік береді.



1.11 - сурет – Шахтаның температура өлшейтән датчигі.

ДТ1 температура сенсоры  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  дәлдікпен  $+2^{\circ}\text{C}$ -тан  $+85^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі ортаның температурасын өлшеуге арналған. Деректерді беру RS 485 интерфейсі бойынша жүзеге асырылады. Датчик параметрлері 2-кестеде көрсетілген.

2 - кесте –Температура датчигі параметрі

Өндіріуші кәсіпорын	Ильма
Кернеу, В	12
Тұтынылатын ток, мА	50-ден аспайды
Температураны өлшеу диапазоны	$-55^{\circ}\text{C}-85^{\circ}\text{C}$
Жарылыстан қорғау түрі	по Exial
Шаң мен ылғалдан қорғау дәрежесі	IP54
Жалпы өлшемдері, мм	122×42
Салмағы, кг	0,4

## 1.7 Электр қозғалтқыштары

Электр қозғалтқышы – электр энергиясын электр машинасының айналмалы бөлігінің айналмалы қозғалысына түрлендіруге арналған құрылғы. Қозғалтқыштардағы энергияның түрленуі статор мен ротор орамаларының магнит өрістерінің өзара әрекеттесуі арқылы жүреді. Бұл электр машиналары барлық салаларда, электр көліктері мен құралдарының жетегі ретінде, автоматтандыру жүйелерінде, тұрмыстық техникада және т.б. кеңінен қолданылады.

Электр қозғалтқыштарының жұмыс принципі, дизайны, орындалуы және басқа белгілері бойынша әртүрлі түрлері бар. Осы электр машиналарының негізгі түрлерін қарастырыңыз.

Қуат түрі бойынша электр қозғалтқыштары айнымалы ток, тұрақты ток және әмбебап қозғалтқыштарға бөлінеді.

Дизайн бойынша көлденең және тігінен орналасқан білігі бар электр қозғалтқыштары ажыратылады. Сонымен қатар, электр машиналары мақсаты, Климаттық орындалуы, ылғал мен бөгде заттардың түсуінен қорғау дәрежесі, қуат және басқа параметрлер бойынша жіктеледі.

Тұрақты ток қозғалтқыштары электр көлігінің жетегі, өнеркәсіптік жабдық, сондай-ақ жетектердің микро жетегі ретінде кеңінен қолданылады. Олардың келесі артықшылықтары бар:

- қоздыру орамасындағы кернеуді өзгерту арқылы айналу жиілігін реттеу мүмкіндігі. Бұл жағдайда тұрақты ток қозғалтқыштары білігіндегі момент өзгеріссіз қалады.

- басқару схемаларының қарапайымдылығы. Іске қосу, кері айналдыру және жылдамдық пен моментті реттеу үшін күрделі электронды жабдық пен көптеген коммутациялық құрылғылар қажет емес.

- генератор режимінде жұмыс істеу мүмкіндігі. Осы типтегі электр қозғалтқыштарын тұрақты ток көзі ретінде пайдалануға болады.

- жоғары іске қосу моменті. Тұрақты ток қозғалтқыштары крандардың, тартқыш және жүк көтергіш механизмдердің электр жетектерінің бөлігі ретінде қолданылады, мұнда айтарлықтай жүктеме кезінде іске қосу қажет.

Дегенмен, ең көп таралған қозғалтқыштар айнымалы ток қозғалтқыштары болып табылады. Дизайнның арзандығы мен қарапайымдылығының арқасында осы типтегі электр машиналары кеңінен қолданылды. Олардың түбегейлі айырмашылығы сырғанау деп аталатындардың болуы. Бұл электр машинасының қозғалмайтын бөлігінің магнит өрісінің айналу жиілігі мен ротордың айналу жылдамдығы арасындағы айырмашылық. Айналмалы бөліктегі кернеу қозғалтқыш статор орамаларының айнымалы магнит өрісі арқылы индукцияланады. Айналу қозғалмайтын бөліктің электромагниттік өрісі мен ондағы құйынды токтардың әсерінен пайда болатын ротордың магнит өрісінің өзара әрекеттесуін тудырады. Ротордың дизайны бойынша асинхронды электр машиналары қысқа тұйықталған және фазалық роторлы қозғалтқыштарға бөлінеді. Қысқа тұйықталған электр қозғалтқыштары арзандығымен, қысқа мерзімді шамадан тыс жүктемелерге төзімділігімен, қарапайым іске қосу схемасымен ерекшеленеді. Кемшіліктерден Жоғары іске қосу токтары, синхронды режимге кірген кезде айналу жылдамдығының 3000 айн/мин дейінгі шектеулері және айналу жиілігін реттеудің күрделілігі ерекшеленеді.

Фазалық роторлы электр қозғалтқыштары "тиін торы" роторы бар машиналарға тән кемшіліктерден ішінара айырылған. Осы типтегі электр машинасының айналмалы бөлігінде "жұлдыз" схемасына қосылған орамалар бар. Кернеу роторға бекітілген және одан оқшауланған 3 істікшелі сақина арқылы орамға жеткізіледі. Фазалық роторлы қозғалтқыштардың артықшылықтарына үлкен іске қосу моменті, айналу жиілігін реттеудің қарапайымдылығы және іске қосу токтарын шектеу мүмкіндігі жатады. Кемшіліктер де бар және оларға

өлшемдер мен масса, дизайнның күрделілігі, сондай-ақ қозғалтқыштың жоғары бағасы және оған техникалық қызмет көрсету кіреді.

Асинхронды электр қозғалтқыштары сияқты, синхронды машиналардағы ротордың айналуына ротор мен статор өрістерінің өзара әрекеттесуі арқылы қол жеткізіледі. Мұндай электр машиналарының роторының айналу жылдамдығы статор орамалары шығаратын магнит өрісінің жиілігіне тең.

Қозғалтқыштың бекітілген бөлігінің орамасы үш фазалы кернеуден қуат алуға арналған. Тұрақты кернеу ротордың электромагниттеріне қосылады. Айқын полюсті және жанама полюсті орамдарды ажыратыңыз. Төмен қуатты синхронды қозғалтқыштарда тұрақты магниттер қолданылады.

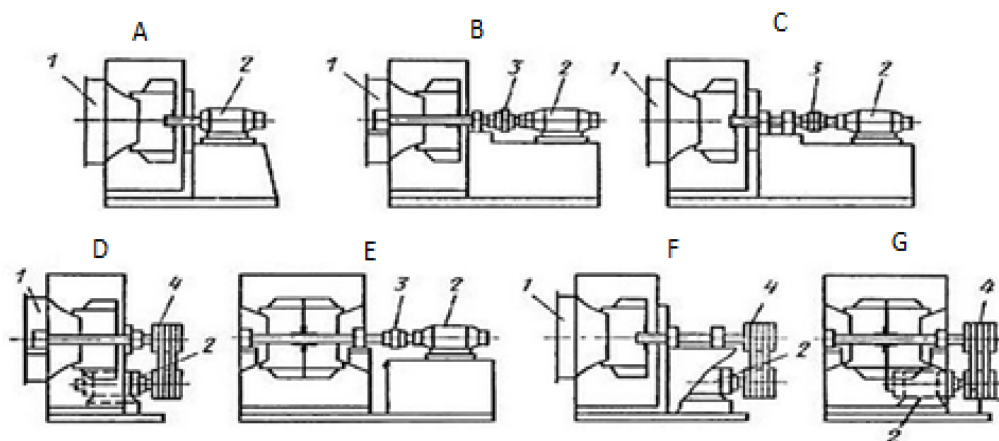
Синхронды машинаны іске қосу және үдеткіш асинхронды режимде жүзеге асырылады. Ол үшін қозғалтқыш роторында "тиін торы"дизайнының орамасы бар. Тұрақты кернеу электромагниттерге асинхронды режимнің номиналды жиілігіне дейін үдеткеннен кейін ғана беріледі. Синхронды қозғалтқыштардың өзіндік ерекшеліктері бар. Оларға шамадан тыс жүктемелерге төзімділік, шағын реактивті компонент, жоғары тиімділік, ауыспалы жүктеме кезінде тұрақты айналу жылдамдығы жатады. Кемшіліктерге дизайнның күрделілігі мен жоғары бағасы, қуат үшін тұрақты кернеудің қажеттілігі және айналу жылдамдығын реттеудің қиындығы жатады.

Жеке топқа айнымалы ток желісінен және тұрақты кернеу көздерінен жұмыс істей алатын әмбебап электр қозғалтқыштары бөлінеді. Олар электр құралдарында, тұрмыстық техникада, сондай-ақ басқа да қуаты аз құрылғыларда қолданылады. Мұндай электр машинасының дизайны тұрақты ток қозғалтқышынан түбегейлі ерекшеленбейді. Негізгі айырмашылық –магниттік жүйенің дизайны және ротор орамалары. Магниттік жүйе магниттік шығындарды азайту үшін бір-бірінен оқшауланған бөлімдерден тұрады. Мұндай машинаның роторының орамасы 2 бөлікке бөлінген. Айнымалы токпен жұмыс істегенде, кернеу оның жартысына ғана беріледі. Бұл радио кедергілерді азайту, коммутация жағдайларын жақсарту мақсатында жасалады.

Артықшылықтарға кернеудің екі түрімен де қуат алу мүмкіндігі, жоғары айналу жылдамдығы және қосымша құрылғыларсыз жылдамдықты реттеу мүмкіндігі жатады. Кемшіліктерге шектеулі қуат және айнымалы токпен жұмыс істейтін коммутацияның кемшіліктері жатады.

Желдеткіштер электр қозғалтқыштарына келесі жолдармен қосылады:

- 1) желдеткіштің жұмыс дөңгелегі электр қозғалтқышының білігіне бекітілген;
- 2) гидравликалық немесе индукторлық (электрлік) сырғанау муфталары арқылы реттелетін үздіксіз ауыспалы беріліс.



1.12 - сурет – желдеткіштерді электр қозғалтқыштарымен байланыстырудың құрылымдық схемалары.

Жалпы алғанда, барлық конструкцияларда: 1 – сору коллекторы; 2 – Электр қозғалтқышы; 3 – серпімді муфта; 4 – клиникалық беріліс.

Шағын өлшемді желдеткіштер үшін А-суретте көрсетілген электр желдеткіші қолданылады. Мұндай орындау салыстырмалы тыныштықты, қондырғынынақтамдылығын, беріліс шығындарының болмауына байланысты оның сенімділігі мен үнемділігін қамтамасыз етеді. В және D суреттегі конструкциялары кеңінен қолданылмайды, өйткені кіре берісте орнатылған мойынтірек пен алдыңғы тірек желдеткішке ауаның кіруін қиындатады және тиісінше желдеткіш өзі арқылы өтетін ауа массасының мөлшеріне теріс әсер етеді, тиімділікті төмендетеді.

Үлкен диаметрлі немесе үлкен массалы жұмыс дөңгелегі бар электр қозғалтқышы мен желдеткіштің бірдей айналу жиіліктерінде С-суретіндегі орындалуы қолданылады. Екі жақты сору желдеткіштері үшін Е және G орындаулары қолданылады. F орындалуы кеңінен қолданылады, өйткені желдеткішті желіге қосу оңай және қажет болған жағдайда жетек белдіктерін оңай және тез ауыстыруға болады.

## 1.8 Жиілікті реттелетін электр жетектері

Айнымалы жиілік жетектері нақты қажеттілікке сәйкес ағынды немесе қысымды реттеу үшін қолданылады. Олар сорғы жабдықтарына немесе желдеткіштерге берілетін қуат жиілігін реттейді.

Айнымалы жиілік жетегі айнымалы ток қозғалтқышының айналу жиілігін реттеу жүйесі болып табылады. Ол электр қозғалтқышына берілетін электр қуатының жиілігін реттейді. Айнымалы жиілік жетегі – бұл реттелетін жылдамдықты

жетектің ерекше түрі. Жиілікпен басқарылатын жетектерді реттелетін жиілік жетектері, реттелетін жылдамдық жетектері, айнымалы ток жетектері немесе инвертор жетектері деп те атайды. Автоматты жиілікті басқару айнымалы токты тұрақты токқа, содан кейін қажетті жиіліктегі айнымалыға түрлендіретін бастапқы электр тізбегінен тұрады. Автоматты жиілікті реттеу кезінде ішкі энергия шығыны – 3,5% деңгейінде бағаланады.

Жиілікті реттейтін жетектер сорғы жабдықтары мен станоктардың жетектерінде, компрессорларда, сондай-ақ үлкен ғимараттардағы желдету жүйелерінде кеңінен қолданылады. Желдеткіштердің жиілікпен реттелетін электр қозғалтқыштары жүйенің қажеттіліктеріне қатаң сәйкес келетін ауа көлемін беру арқылы энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді. Автоматты жиілікті реттеуді қолдану себептері қолданудың функционалды мақсатына да, энергияны үнемдеуді қамтамасыз ету қажеттілігіне де байланысты болуы мүмкін. Нақты қажеттілікке сәйкес ағынды немесе қысымды реттеу қуат тұтынуды азайтады.

### 1.9 Желдеткіштің өнімділігі

Шахталық желдеткіштің өнімділігін келесі формула арқылы есептеуге болады:

$$Q = VA \quad (2.1)$$

мұндағы  $Q$  – желдеткіштің сыйымдылығы ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$V$  – секундына метрдегі ауа жылдамдығы ( $\text{м}/\text{с}$ )

$A$  – желдету құбырының көлденең қимасының ауданы ( $\text{м}^2$ )

Желдету құбырындағы ауаның жылдамдығын мына формула бойынша есептеуге болады:

$$v = \frac{(0.5 * P)}{(\rho * D^2)} \quad (2.2)$$

мұндағы  $P$  – ауа қысымы (Па)

$\rho$  – ауа тығыздығы ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )

$D$  – желдету құбырының диаметрі метр (м)

Ауа жылдамдығын және желдету құбырының көлденең қимасының ауданын есептегеннен кейін, көрсетілген формула бойынша шахталық желдеткіштің өнімділігін табуға болады.

## 2 Электржетегі элементтерін таңдау және есептеу

### 2.1 ВЦ-7 желдеткіші

Осы дипломдық жоба аясында ВЦ-7 желдеткішінің модельдері өнеркәсіптік объектілердің желдету жүйелеріне арналған желдеткіш ретінде таңдалды.

ВЦ-7 моделі – бұл өнеркәсіптік және тұрғын үйлердегі климаттық және желдету жүйелерінде қолданылатын жоғары қысымды желдеткіштер. Сондай-ақ, жабдық басқа технологиялық және санитарлық мақсаттарда, мысалы, сұйық отынды жағу үшін астық кептіргіштерге сығылған ауаны беру үшін қолданылады.

Модель электр қозғалтқышының білігінде орналасқан жұмыс дөңгелегімен орындалады. Өнеркәсіптік пайдалануға арналған радиалды жабдық тот баспайтын немесе көміртекті болаттан жасалған. Сондай-ақ, гетерогенді металдардан жасауға және титан мен алюминийден жарылысқа төзімді модельдер шығаруға болады.

ВЦ-7 желдеткішінің келесі ерекшеліктері бар:

- 1) айналмалы типті спиральды корпус;
- 2) жоғары қысым;
- 3) бір жақты сору;
- 4) 12 артқа иілген иық пышақтарының болуы;
- 5) дөңгелектің солға және оңға айналу мүмкіндігі.

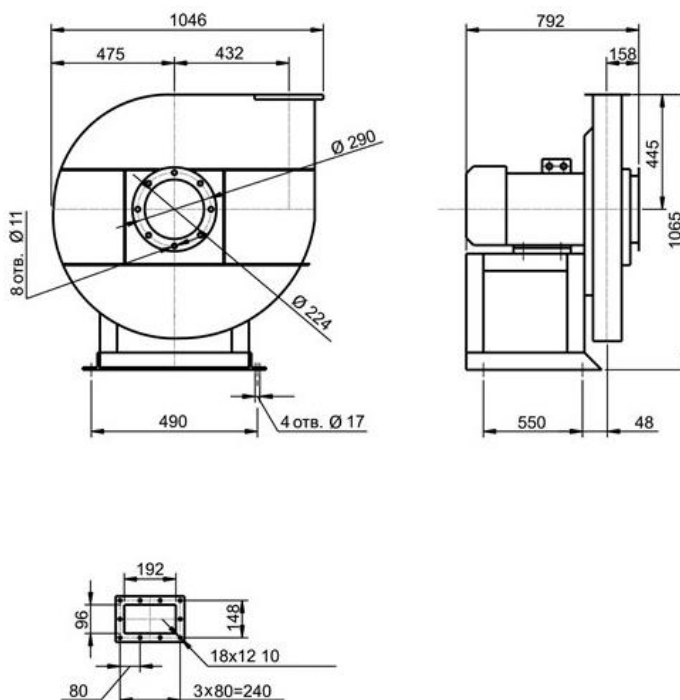
Модель үш өлшемде келеді 8, 6,3 және 5 – бұл жұмыс дөңгелегінің диаметрі 800, 630 және 500 мм көлденең қимасы 10 м<sup>2</sup>, ұзындығы 2300 м дейін шахталарды желдетуді қамтамасыз етеді.

Техникалық сипаттамаларға сәйкес, ВЦ-7 моделі ауаның агрессивті емес массаларын жылжытуға қызмет етеді, сонымен қатар ауаның көміртекті болатқа қатысты агрессивтілігі + 80°C аспауы керек, ауада үлкен шаң фракцияларының, қатты қоспалардың болуына жол берілмейді, ал талшықты және жабысқақ заттардың концентрациясы 0,1 г/м<sup>3</sup> аспауы керек.

Желдеткіштер -40°C-тан +40°C-қа дейінгі температурада қоңыржай аймақтарда пайдалануға арналған. Жабдықты орналастырудың екінші санатына сәйкес жабық бөлмелерде, ашық ауаға қол жетімді ғимараттарда және көшеде (шатырдың астында) пайдалануға болады.

ВЦ-7 шахтасының желдеткіші ауаның кіріске түсуі және оны шығару арқылы шығару принципі бойынша жұмыс істейді. Ол ортадантепкіш сорғы принципі бойынша жұмыс істейді. Жұмыс дөңгелегі бар айналмалы доңғалақ болып табылатын желдеткіш роторы ауаның вакуумын жасайды, оны кіріс арқылы сорып, шығыс арқылы шығарады. Желдеткіш қалақшалары оның айналу осіне бұрышта орналасқан, бұл доңғалақ айналу кезінде ауаның кірістен шығысқа қарай спираль түрінде қозғалуына әкеледі.

Бұл желдеткіш шахталар мен жерасты қазбаларында таза ауаны кіргізу және ластанған ауаны шығару үшін қолданылады.



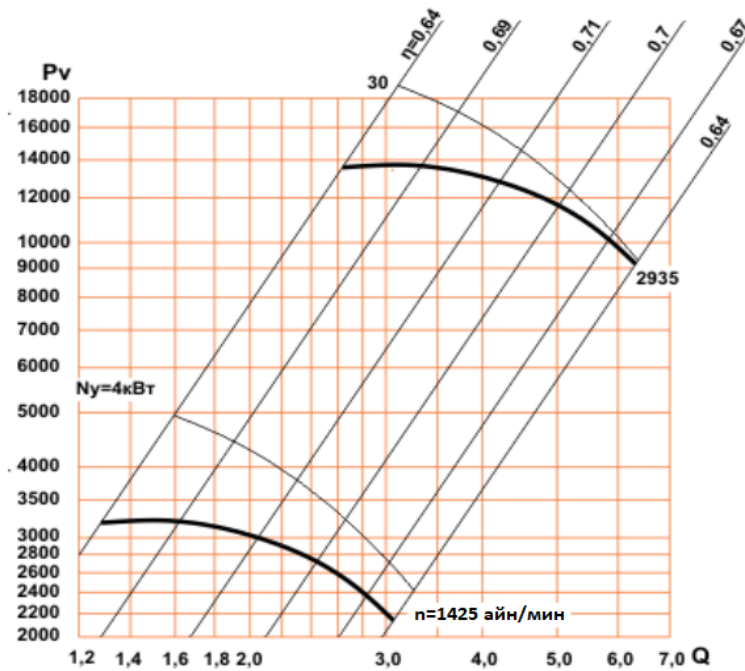
2.1 - сурет – ВЦ-7 желдеткішінің дизайны

ВЦ-7 желдеткішінің сипаттамалары 3-кестеде көрсетілген.

3 - кесте – ВЦ-7 желдеткішінің сипаттамалары

Параметр	Шамасы
Жұмыс дөңгелегінің диаметрі , мм	750
Біліктің айналу жиілігі , айн/мин	2880
Статикалық ПӘК	0,7
Өнімділік , м <sup>3</sup> /с	2,78
Статикалық қысым , Па	9157
Айналу жылдамдығы , айн/мин	3000
Өнеркәсіптік пайдалану саласындағы қуатты тұтыну , кВт	18,5
Желдеткіштің массасы , кг	374





2.2 - сурет – ВЦ-7 желдеткішінің аэродинамикалық сипаттамалары

2.2-суретте ВЦ 7-15 желдеткішінің аэродинамикалық сипаттамалары қозғалатын ортаның температурасы 20° С және барометрлік қысым 760 мм сын.бағ. көрсетілген.

## 2.2 Электр қозғалтқышының параметрлерін есептеу

Қажетті технологиялық элементтерге сәйкес асинхронды қозғалтқыштың түрін таңдаймыз.

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы – 104,6667 с<sup>-1</sup>

Пропорционалдық коэффициент k – 0,5

Жүктеме түрі q – 1,5

Механизмнің ПӘК η<sub>мех</sub> – 0,85.

Берілген мәндерге сәйкес қозғалтқыш білігіне түсетін жүктеменің өзгерісі заңдылығы белгілі және төмендегі өрнекке сәйкес анықталады деп есептейміз:

$$M_{cm} = k\omega^q \tag{2.1}$$

$$M_{cm} = k\omega^q = 0,5 \cdot 104,6667^{1,5} = 535,4 \text{ Нм}$$

Қозғалтқышқа қажет айналу жиілігі:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 104,6667}{3,14} = 1000 \frac{\text{айн}}{\text{с}} \quad (2.2)$$

Қозғалтқыштың түрі және оның айналу жиілігін реттеу әдісі алдын-ала белгілі деп есептеп, белгілі қатынас бойынша қажетті қуаттың мәнін анықтаймыз:

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{ст}} * n}{9575} = \frac{535,4 * 1000}{9575} = 55,9 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

Нәтижеге сәйкес 4АМУ электр қозғалтқышы электр қозғалтқышы ретінде таңдалды, атап айтқанда 110 кВт номиналды қуаты бар 4А280S6У3 моделі.

Асинхронды қозғалтқыш параметрлері 4-кестеде көрсетілген

4 - кесте – Қозғалтқыш параметрлері

Қозғалтқыш түрі	P <sub>2ном</sub> , кВт	Энергетикалық параметр			Ауыстыру схемаларының параметрлері			
		ПӘК, %	cosφ	X <sub>0</sub>	R' <sub>1</sub>	X' <sub>1</sub>	R'' <sub>2</sub>	X'' <sub>2</sub>
4A280S2Y3	110	91	0.88	3,8	0.017	0.097	0.013	0.1

Кестеде келтірілген параметрлер мыналар болып табылады:

$\eta$  – пайдалы әсер коэффициенті,

cosφ – қуат коэффициенті,

X<sub>0</sub> – магниттелу тізбегінің индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген,

R'<sub>1</sub> – статор орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген

X'<sub>1</sub> – статор орамының индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген,

R''<sub>2</sub> – ротордың орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген,

X''<sub>2</sub> – ротор орамының индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген.

Енді осы қозғалтқыш бойынша механикалық сипаттамаларын саламыз. Механикалық сипаттаманы салу асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының теңдеуін номиналь режим үшін есептейміз, яғни қозғалтқышқа

берілетін кернеу мен оның жиілігі стандарт мәнеге тең және қозғалтқыштың білігіне берілетін жүктеме моменті де номиналь мәнеге тең деп есептелінеді.

Ол үшін алдымен қажетті есептеу жұмыстарын жүргіземіз.

Статордың номиналды фазалық тогы келесідегідей есептеледі:

$$I_{\text{нфаз}} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{\text{нфаз}} \cdot \eta \cdot \cos\varphi} \quad (2.4)$$

$$I_{\text{нфаз}} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{\text{нфаз}} \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{110000}{3 \cdot 220 \cdot 0,91 \cdot 0,88} = 208,1252 \text{ А}$$

мұндағы  $U_{\text{нфаз}}$  – статордың номиналды фазалы кернеуі

$P_2$  – қозғалтқыш білігіне берілетін пайдалы қуат (Вт).

Ауыстыру схемасының параметрлері салыстырмалы бірлікте берілген, ал сипаттаманы есептеу және салу үшін бұл параметрлерді өлшем бірлікті шамаларға ауыстыру қажет, ол үшін берілген мәндерді  $Z_H$  ауыстыру коэффициентіне көбейту қажет. Оның формуласы келесідей өрнектеледі:

$$z_H = \frac{U_{\text{нфаз}}}{I_{\text{нфаз}}} \quad (2.5)$$

$$z_H = \frac{U_{\text{нфаз}}}{I_{\text{нфаз}}} = \frac{220}{208,1252} = 0,6103 \text{ Ом}$$

Алмастыру сұлбасындағы кедергілерді салыстырмалы бірліктен атаулы бірлікке келтіреміз:

$$r_1 = R'_1 \cdot z_H = 0,017 \cdot 0,6103 = 0,0104 \text{ Ом}, \quad (2.6)$$

$$x_0 = X_0 \cdot z_H = 3,8 \cdot 0,6103 = 2,3191 \text{ Ом}, \quad (2.7)$$

$$x_1 = X'_1 \cdot z_H = 0,097 \cdot 0,6103 = 0,0592 \text{ Ом}, \quad (2.8)$$

$$x'_2 = X''_2 \cdot z_H = 0,1 \cdot 0,6103 = 0,061 \text{ Ом}, \quad (2.9)$$

$$r'_2 = R''_2 \cdot z_H = 0,013 \cdot 0,6103 = 0,0079 \text{ Ом} \quad (2.10)$$

Материалдардан қажетті параметрлерді аламыз. 5-кестеде таңдалынып алынған қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы.

5 - кесте – Қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары

Қозғалтқыш түрі	Механикалық сипаттама					$t_n$	$v_t, ^\circ\text{C}$	$J_\theta, \frac{\text{м}^2}{\text{ркгм}^2}$	$t_{\text{п0}}, \text{с}$	$h_0$	$\lambda$
	$M_H$	$M_M$	$M_K$	$S_{\text{ном}}, \%$	$S_K, \%$						
4A280S2Y3	1,2	1,0	2,2	2,0	83	7,0	2,7	1,1	0,78	270	2.4

Механикалық сипаттама теңдеуі қозғалтқыштың ауыстыру схемасының параметрлері арқылы мына түрде жазылады:

$$M = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{S}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{S} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} \quad (2.11)$$

Номинальды иінкүштің формуласы :

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 9575}{n} \quad (2.12)$$

Максималды иінкүш формуласы

$$M_{\text{к}} = \lambda \cdot M_{\text{ном}} \quad (2.13)$$

Іске қосу иінкүшінің формуласы:

$$M_{\text{п}} = k_{\text{пм}} \cdot M_{\text{ном}} \quad (2.14)$$

Атаулы бірлік сыйымдылығының формуласы:

$$C_1 = 1 + \frac{X'_1}{X_{\text{м}}} \quad (2.15)$$

### **2.3 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипатамаларын есептеу және салу**

Ток көзі жиілігінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келетін жасанды сипатамаларда жоғарыда келтірілген механикалық сипаттама теңдігі арқылы есептелініп салынады. Жасанды сипатамаларды салу үшін токтың кернеуі мен жиілігі арасындағы қатынасты білу керек, яғни қозғалтқыштың асқын жүктемеге қабілеттілігін сақтау мақсатында ток жиілігі өзгергенде кернеуді басқару заңдылығын білу керек.

Кернеуді басқару заңдылығы тапсырмаға сәйкес анықталады және төмендегі заңдылықтардың бірі болып табылуы мүмкін.

Егер жүктеме моменті  $M_{\text{ст}} = \omega^2$ , яғни желдеткіш тәрізді сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U_1'}{f_1'^2} = const \quad (2.16)$$

Осы заңдылық бойынша жиіліктік реттеу әдіс кезіндегі қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларын жиіліктің  $f_1' = 25$  Гц және  $f_1'' = 75$  Гц мәндері үшін есептейміз.

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{220}{50^2} = 0,088 \quad (2.17)$$

Жоғарыдағы формуланы түрлендіру арқылы  $f_1' = 25$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = f_1'^2 \cdot const = 25^2 \cdot 0,088 = 55 \text{ В} \quad (2.18)$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{50^2} = \frac{55}{25^2} = 0,088$$

Тексеріс нәтижесінде шарт дұрыс орындалды. Енді жасанды механикалық сипаттаманы салу үшін есептеу жұмыстарын жүргіземіз:  
Механизмнің бұрыштық жылдамдығы –  $f = 25$  Гц

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot f = 157 \quad (2.19)$$

Пропорционалдық коэффициент  $k = 0,25$

Жүктеме түрі  $q = 2$

Механизмнің ПӘК  $\eta_{\text{мех}} = 0,75$

Айналу жиілігі, айн/мин –  $n = \frac{30 \cdot \omega}{3,14} = 1500$

Фазалық кернеу –  $U_{\text{нфаз}} = 55$

Механизмнің жиілігі  $f_1' = 25$  Гц бойынша есептеулер жүргіземіз:

$$M_H = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 42,4 \text{ Нм}$$

$$M_K = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 71 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 71 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 67,9 \text{ Нм}$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 45,1 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 24,9 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 17 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 13 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 10 \text{ Нм}$$

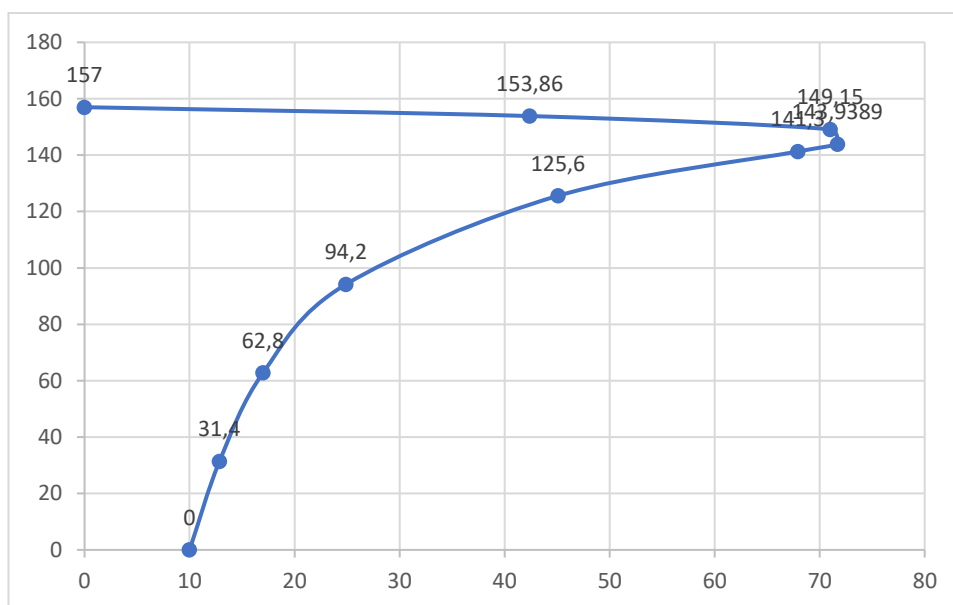
Механизмнің бұрыштық жылдамдығы  $f_1' = 25$  Гц

$$\begin{aligned} \omega &= 2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 157 \text{ с}^{-1} \\ \omega_{\text{кри}} &= \omega \cdot (1 - s_{\text{кри}}) = 157 \cdot (1 - 0,083) = 143,96 \text{ с}^{-1} \\ \omega_{\text{ном}} &= \omega \cdot (1 - s_{\text{ном}}) = 157 \cdot (1 - 0,02) = 307,7 \text{ с}^{-1} \\ \omega_1 &= \omega \cdot (1 - s_1) = 157 \cdot (1 - 0,05) = 298,3 \text{ с}^{-1} \\ \omega_2 &= \omega \cdot (1 - s_2) = 157 \cdot (1 - 0,1) = 282,6 \text{ с}^{-1} \\ \omega_3 &= \omega \cdot (1 - s_3) = 157 \cdot (1 - 0,2) = 251,6 \text{ с}^{-1} \\ \omega_4 &= \omega \cdot (1 - s_4) = 157 \cdot (1 - 0,4) = 188,4 \text{ с}^{-1} \\ \omega_5 &= \omega \cdot (1 - s_5) = 157 \cdot (1 - 0,6) = 125,6 \text{ с}^{-1} \\ \omega_6 &= \omega \cdot (1 - s_6) = 314 \cdot (1 - 0,8) = 62,8 \text{ с}^{-1} \\ \omega_7 &= \omega \cdot (1 - s_7) = 314 \cdot (1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1} \end{aligned}$$

6 - кесте –  $f_1' = 25$  Гц - ке өзгерту арқылы алынған жасанды сипаттама

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	157	154	149	144	141	126	94,2	62,8	31,4	0
M, Н·м	0	42,4	71	71,7	67,9	45,1	24,9	17	13	10

Алынған нәтиже бойынша жасалынған жасанды механикалық сипаттама:



2.3 - сурет –  $f_1' = 25$  Гц-ке өзгерту арқылы алынған жасанды механикалық сипаттама.

Келесі берілген жиілік үшін формуланы түрлендіру арқылы  $f_1'' = 75$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = f_1''^2 \cdot const = 75^2 \cdot 0,088 = 495 \text{ В} \quad (2.20)$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{50^2} = \frac{495}{75^2} = 0,088$$

Тексеріс нәтижесінде шарт дұрыс орындалды. Енді жасанды механикалық сипаттаманы салу үшін есептеу жұмыстарын жүргіземіз:

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы –  $f = 75$  Гц

$$\omega = 2 * 3,14 * f = 471 \quad (2.21)$$

Пропорционалдық коэффициент  $k = 0.25$

Жүктеме түрі  $q = 2$

Механизмнің ПӘК  $\eta_{\text{мех}} = 0,75$

Айналу жиілігі, айн/мин –  $n = \frac{30 * \omega}{3.14} = 4500$

Фазалық кернеу –  $U_{\text{нфаз}} = 187$

Механизмнің жиілігі  $f_1' = 75$  Гц бойынша есептеулер жүргіземіз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1145 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1918 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,0832}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,0832} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1935 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1834 \text{ Нм}$$



$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1216 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 671 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 458 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 347 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 280 \text{ Нм}$$

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы  $f_1' = 75$  Гц

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 75 = 471 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,02) = 461,6 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,05) = 447 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,0832) = 432 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,1) = 424 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,2) = 377 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1}$$

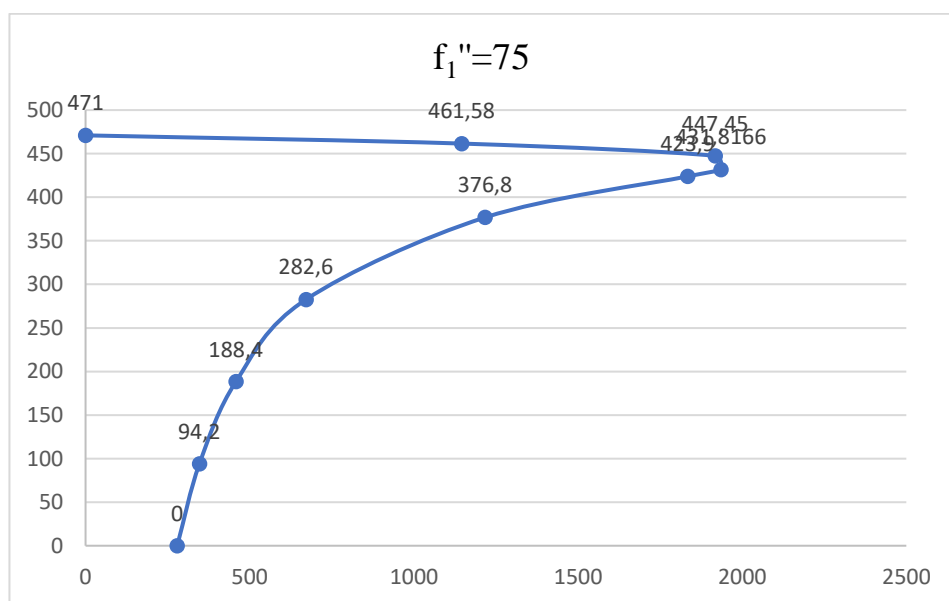
$$\omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}$$

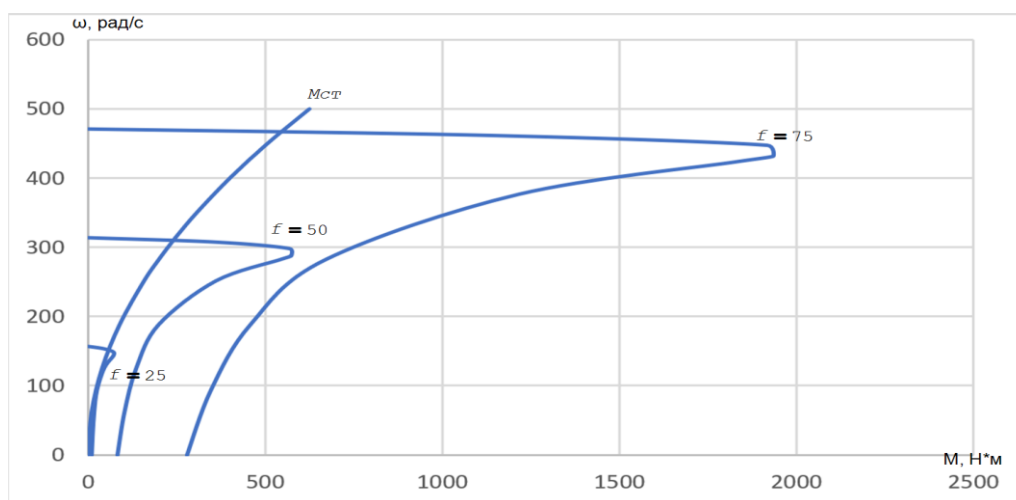
7 - кесте -  $f_1''=75$  Гц-ке өзгерту арқылы алынған жасанды сипаттама

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	471	461,6	447	432	424	377	282,6	188	94,2	0
M, Н·м	0	1145	1918	1935	1834	1216	671	458	347	280

Алынған жасанды механикалық сипаттама графигі 2.4-суретте көрсетілген.



2.4 сурет –  $f_1''=75$  Гц-ке өзгерту арқылы алынған жасанды механикалық сипаттама.



2.5 сурет – АҚ-тың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамалары.  $M_{ст}=\omega^2$

Егер жүктеме моменті  $M = \text{const}$  сипатта болса, онда кернеуді басқару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{220}{50} = 4,4 \quad (2.22)$$

Жоғарыдағы формуланы түрлендіру арқылы  $f_1' = 25$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = f_1' \cdot \text{const} = 25 \cdot 4,4 = 110 \text{ В} \quad (2.23)$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{50} = \frac{110}{25} = 4,4$$

Жоғарыдағы формуланы түрлендіру арқылы  $f_1'' = 75$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = f_1'' \cdot \text{const} = 75 \cdot 4,4 = 330 \text{ В} \quad (3.23)$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{50} = \frac{330}{75} = 4,4$$

Механизмнің жиілігі  $f_1' = 25$  Гц бойынша есептеулер жүргіземіз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1175 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1968 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1986 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1882 \text{ Нм}$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1249 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 690 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 470 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 356 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 286 \text{ Нм}$$

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы  $f_1' = 25$  Гц

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 157 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,02) = 154 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,05) = 149 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,0832) = 144 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,1) = 141 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,2) = 126 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,4) = 94 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,6) = 63 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,8) = 31 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 1) = 0 \text{ c}^{-1}$$

Механизмнің  $f'_1 = 75$  Гц жиіліктегі қажетті есептеулер жүргіземіз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 391 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 656 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,083}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 662 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 627 \text{ Нм}$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 416 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 230 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 157 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 118 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 95 \text{ Нм}$$

Механизмнің жиілігі  $f_1' = 75$  Гц кезіндегі бұрыштық жылдамдықты есептеу:

$$\omega = 471(1 - 0.02) = 461,58 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0.05) = 452,16 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0.083) = 431,9 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,1) = 424 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,2) = \text{c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ c}^{-1}$$

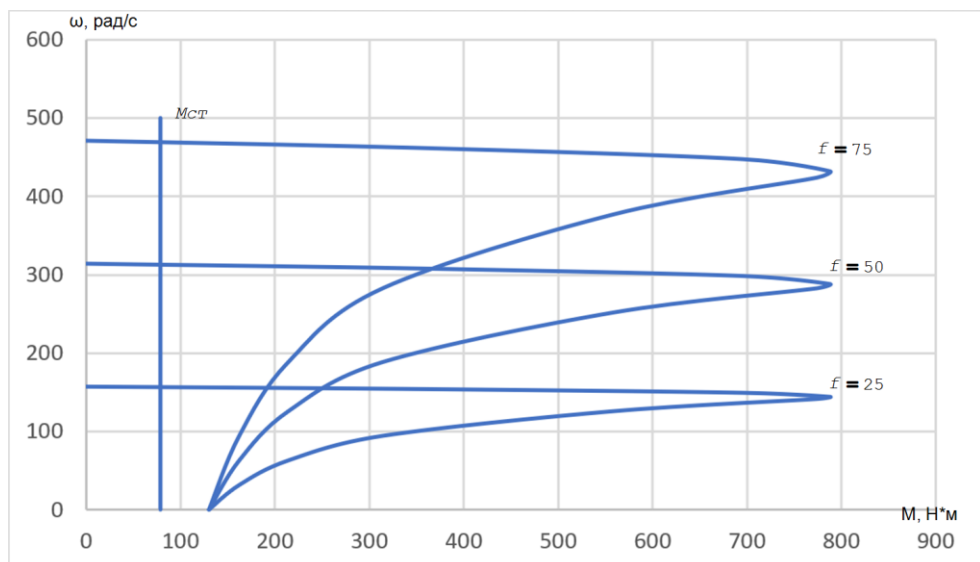
$$\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ c}^{-1}$$

8 - кесте – 25 Гц кезіндегі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	157	154	149	144	141	126	94	63	31	0
M, Н·м	0	358,1	695	788	774	558	314	214	162	130

9 - кесте – 75 Гц кезіндегі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	471	462	447	431	424	377	283	188,4	94,2	0
M, Н·м	0	358,1	695	788	774	558	314	214	162	130



2.6 сурет – АҚ-тың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамалары.  $M_{ст} = \text{const}$ .

Егер жүктеме моменті  $M_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{мех}}}{\omega} = \text{const}$  сипатта болса, онда кернеуді басқару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \frac{220}{\sqrt{50}} = 31,1$$

Жоғарыдағы формуланы түрлендіру арқылы  $f_1' = 25$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = \sqrt{f_1'} \cdot \text{const} = \sqrt{25} \cdot 31,1 = 155 \text{ В}$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{\sqrt{50}} = \frac{110}{\sqrt{25}} = 31,1$$

Жоғарыдағы формуланы түрлендіру арқылы  $f_1'' = 75$  Гц жиіліктегі қажетті кернеуді табамыз:

$$U_1' = \sqrt{f_1''} \cdot \text{const} = \sqrt{75} \cdot 4,4 = 270 \text{ В}$$

Тексеру жүргіземіз:

$$\frac{220}{\sqrt{50}} = \frac{270}{\sqrt{75}} = 4,4$$

Механикалық сипаттама алу үшін қажетті іске қосу кезіндегі қозғалтқыштың иін күшін есептейміз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1175 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1968 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1986 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1882 \text{ Нм}$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1249 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 690 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 470 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 356 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 286 \text{ Нм}$$

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы  $f_1' = 25$  Гц

$$\omega = 2 * \pi * f_1' = 157$$

$$\omega = 157(1 - 0.02) = 154 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0.05) = 149 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0.083) = 144 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,1) = 141 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,2) = 126 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,4) = 94 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 0,6) = 63 \text{ c}^{-1}$$



$$\omega = 157(1 - 0,8) = 31 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega = 157(1 - 1) = 0 \text{ c}^{-1}$$

Жиілігі 75 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер шығарамыз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,02}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 391 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,05}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 656 \text{ Нм}$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,083}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 662 \text{ Нм}$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 627 \text{ Нм}$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 416 \text{ Нм}$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,4}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 230 \text{ Нм}$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 157 \text{ Нм}$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 118 \text{ Нм}$$

$$M_7 = \frac{\rho \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{1}}{\omega \cdot \left( \left( r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 95 \text{ Нм}$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жиілігін  $f_1' = 75$  Гц шығарамыз:

$$\omega = 471(1 - 0.02) = 461,58 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0.05) = 447 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0.083) = 431,9 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,1) = 424 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,2) = 377 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1}$$

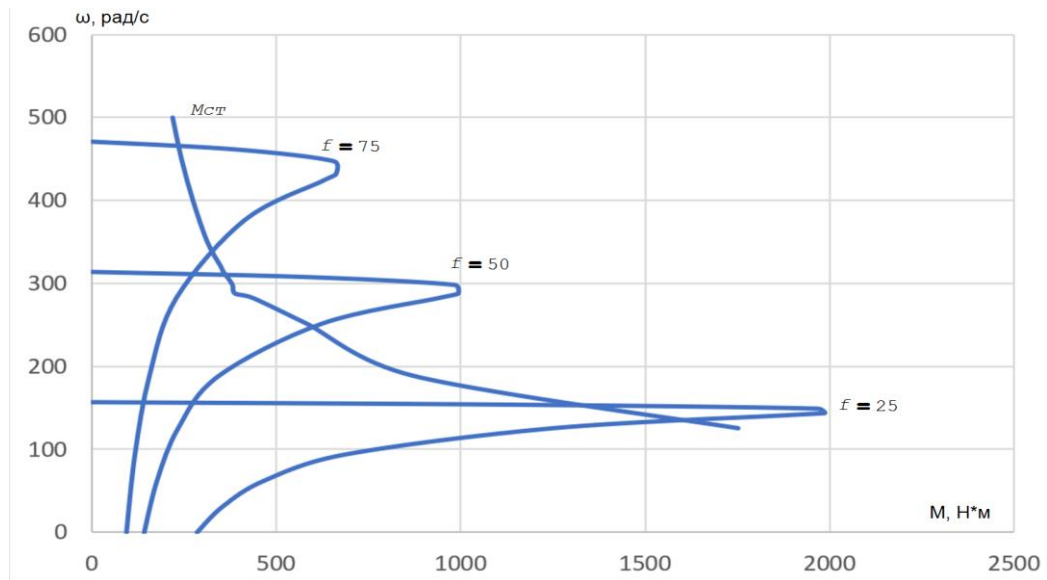
$$\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}$$

10 - кесте – Жиілік 25 Гц кезіндегі есептеу нәтижесі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	157	154	149	144	141	126	94	63	31	0
M, Н·м	0	1175	1968	1986	1882	1249	690	470	356	286

11 - кесте – Жиілік 75 Гц кезіндегі есептеу нәтижесі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\omega$ , рад/с	471	462	447	431	424	377	283	188,4	94,2	0
M, Н·м	0	391	656	662	627	416	230	157	118	95



2.7 сурет – АҚ-тың айналу жиілігін қоректендіруші токтың жиілігін өзгерту арқылы алынған реттеу сипаттамалары.  $M_{CT} = P_{mex} / \omega$

## 2.4 Электржетегінің негізгі элементтерін таңдау

Қарастырылып отырған автоматандырылған электржетегі жиілік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш схемасында құралған болғандықтан, қозғалтқышты басқару схемасының негізгі элементі жиілік түрлендіргіш (ЖТ) болып табылады.

Жиілік түрлендіргішін таңдау электрқозғалтқышының  $P_{ном}$ , (кВт) номиналь қуаты,  $I_{ном}$ , (А) тогы және жылдамдықты реттеу диапазоны  $D = \frac{\omega_{max}}{\omega_{min}}$  параметрлері арқылы жүргізіледі, бұрыштық жылдамдықтың ең жоғары және кіші мәндері қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларынан алынады.

Жиілік түрлендіргіштің қуаты мына теңдіктерден анықталады:

$$P_{ПЧ} \geq P_{CT} = M_{CT} \omega \text{ немесе } P_{ПЧ max} \geq M_{max} \omega$$

12 - кесте – Жиілік түрлендіргіш сипаттамасы

Жиілік түрлендіргіш түрі	Номинальды сыйымдылық	Номинальды ток, А	Номинальды кернеу, В	Қуаты, Вт
CDI-E100G110/P132T4	138/167	214/256	380	110

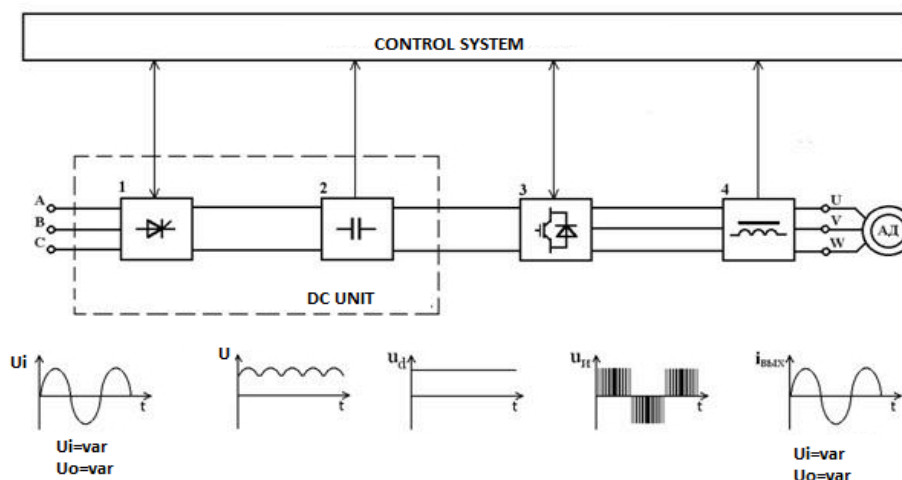
$$P_{ПЧ} = S_{ПЧ} \cdot \cos \varphi_{ПЧ} = 138 \cdot 0,92 = 127 \text{ кВт} \geq P_{CT} = M_{CT} \omega = 77,23 \text{ кВт}$$

Жиілік түрлендіргішінің тогы:

$$I_{ПЧ} = \frac{M_{max} I_{НОМ}}{M_{НОМ} \lambda_i} \quad (3.24)$$

мұндағы  $\lambda_i$  - токтардың еселік мәні.

$$I_{ПЧ} = 210 \text{ A} \geq \frac{M_{max} I_{НОМ}}{M_{НОМ} \lambda_i} = \frac{787,7 \cdot 360,5}{358,1 \cdot 7} = 113,3 \text{ A}$$



2.8 – сурет – Жиілік түрлендіргішінің схемасы

Жиілік түрлендіргіш ток көзіне трансформатор арқылы қосылады, трансформатордың қуаты:  $P_{Tp} \geq P_{ПЧ}$ .

$$P_{Tp} = S_{Tp} \cdot \cos \varphi_{Tp} = 160 \cdot 0,8 = 128 \text{ кВт} \geq P_{ПЧ} = 127 \text{ кВт}$$

13 – кесте – Үшфазалы Трансформатордың сипаттамасы

Трансформатор түрі	Номинальды қуат, кВт	Номинальды кернеу, В	Номинальды ток, А	Номинальды жүктеме
ТСЗ-160	160	0,7	4	5,5

## 2.5 Simulink ортасында шахтаның желдетуді станциясының жиілікті реттелуін модельдеу

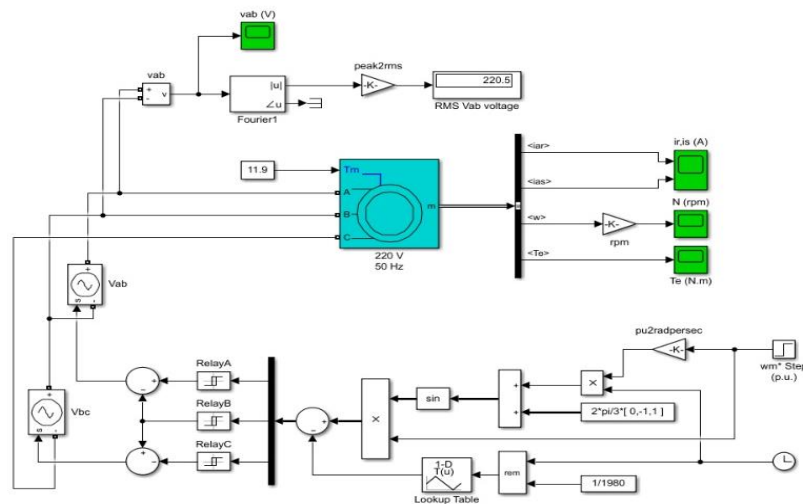
Осыған дейінгі тарауларда электржетегінің қалыптасқан жұмыс режимі кезіндегі қасиеттері мен сипаттамалары, яғни  $M - M_c = 0$  шарты орындалғандағы

қасиеттері зерттелді.

Бұл бөлімде қалыптаспаған немесе өтпелі процесстер, яғни жетектің бір қалыптасқан режимнен екінші күйге көшуі кезіндегі қасиеттері қарастырылады.

Асинхронды электр қозғалтқышының өтпелі процесстерін зерттеудің бірнеше әдістері бар. Бұл жұмыста иммитациялық модельдеу “Matlab” бағдарламасында қолданылды.

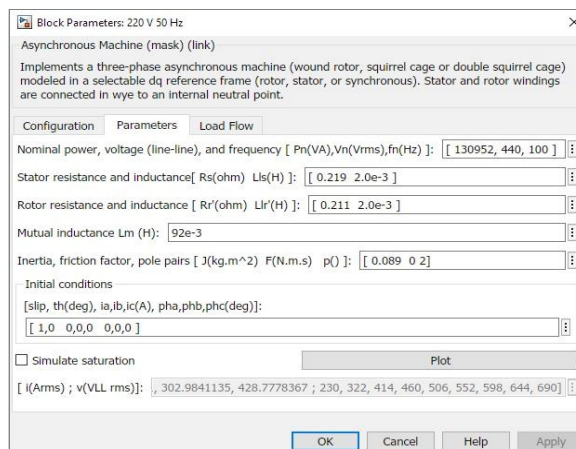
Жиілік түрлендіргішпен асинхронды қозғалтқышты (электр жетегін) қажетті элементтерден бағдарламада жинаймыз.



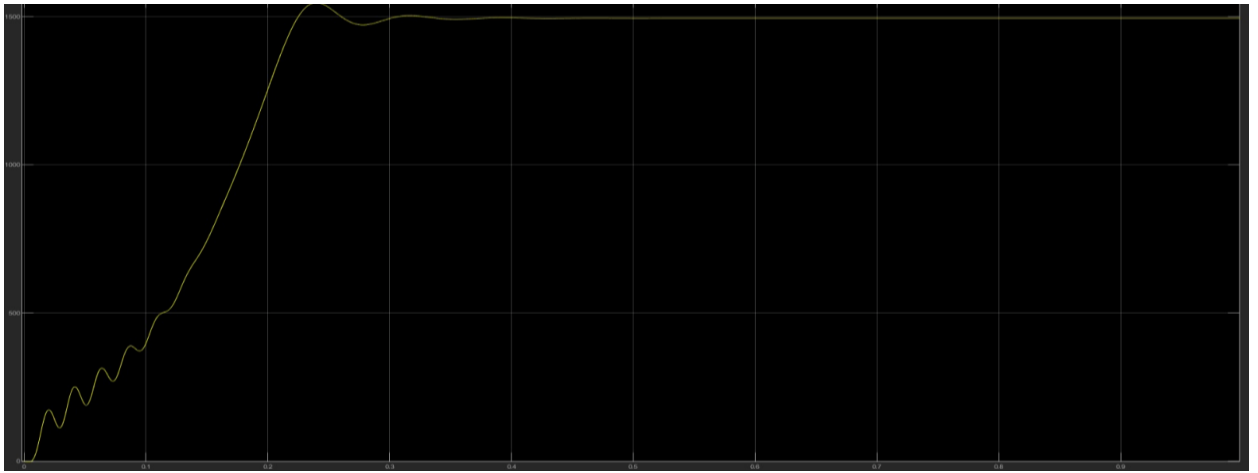
2.8 - сурет – Жиілік түрлендіргіш пен асинхронды қозғалтқыштың бағдарламадағы моделі.

Есептеулер нәтижесінен алынған мәндерді пайдалана отырып, Simulink ортасында шахтаның желдетуді станциясының жиілікті реттелуін модельдеуін аламыз.

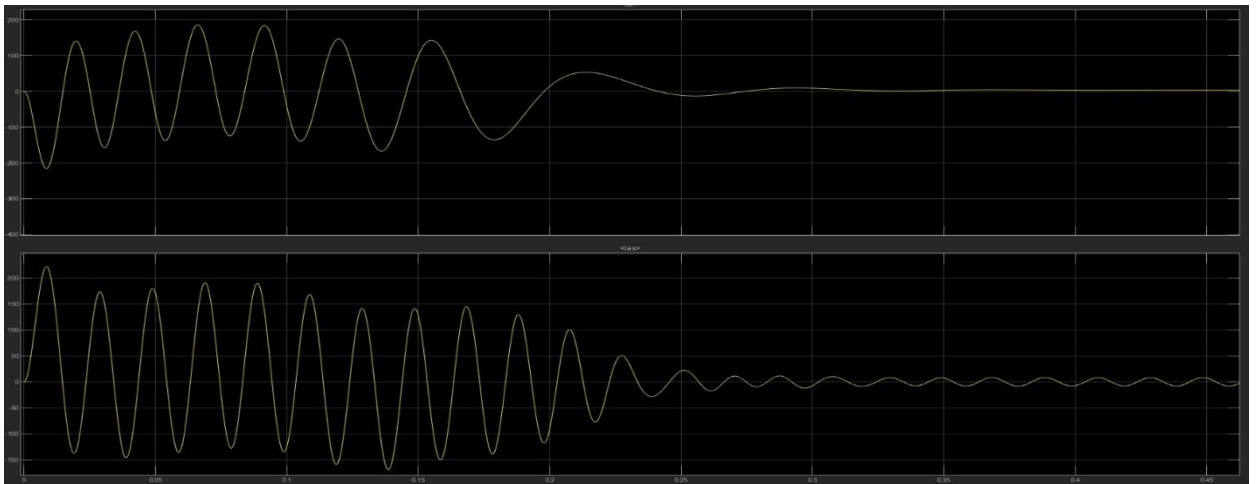
Асинхронды қозғалтқышқа мәндерін енгіземіз:



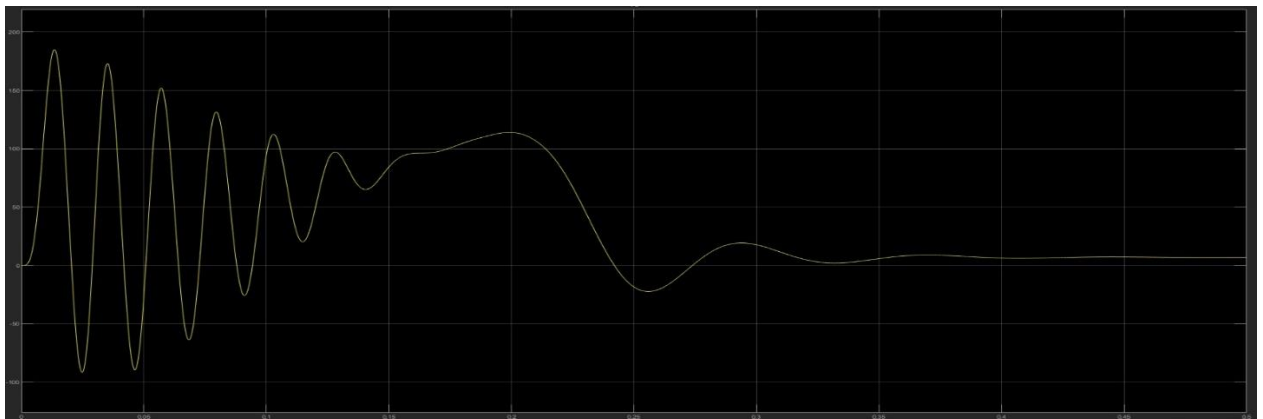
2.9 сурет – Асинхронды қозғалтқыш параметрлері.



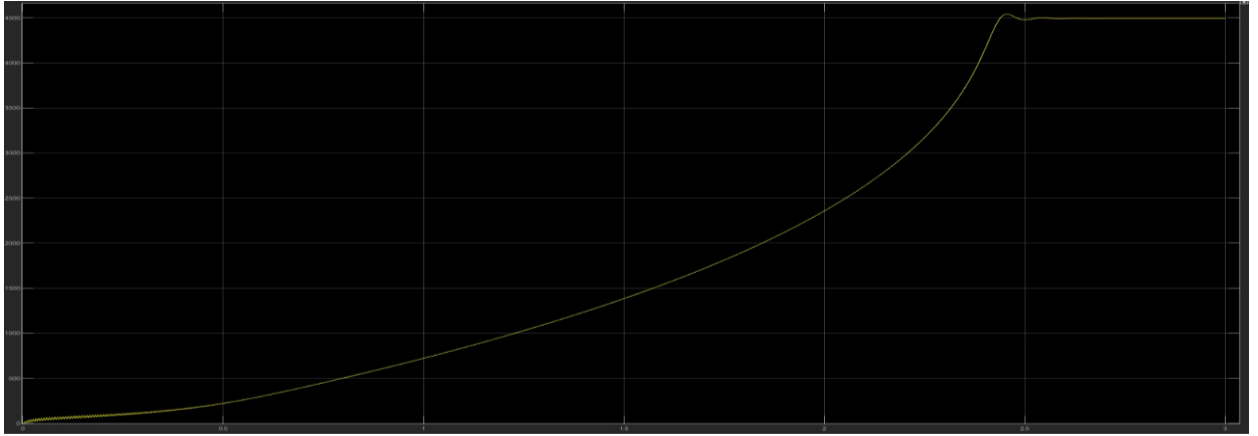
2.10 сурет – Жиілігі 25 Гц іске қосу моментінде айналу жиілігінің өзгеруінің өтпелі процесстері



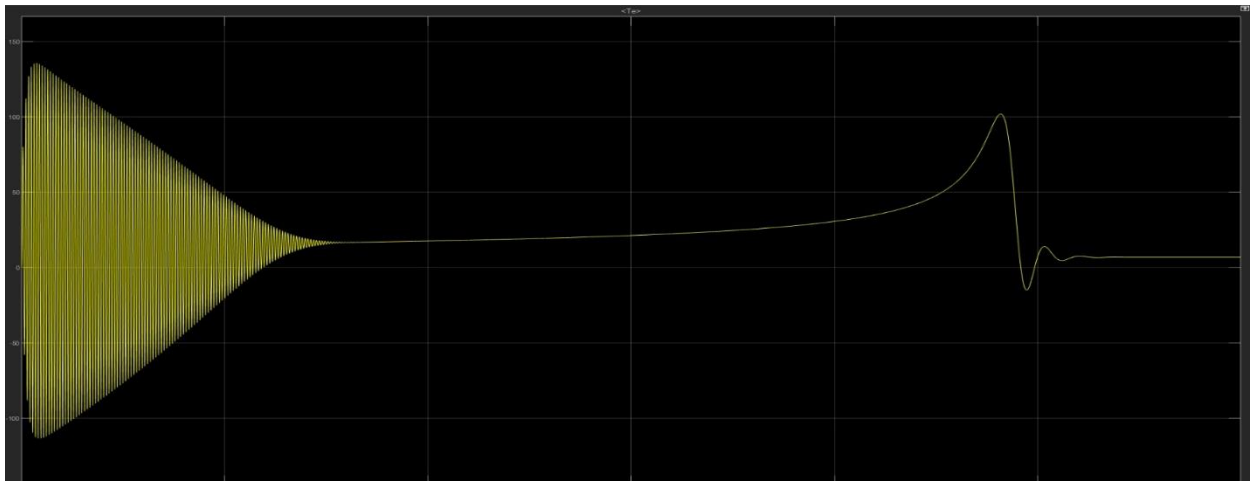
2.11 - сурет – Жиілігі 25 Гц статор мен ротордың іске қосылу моментіндегі тогының өзгеруінің өтпелі процесі.



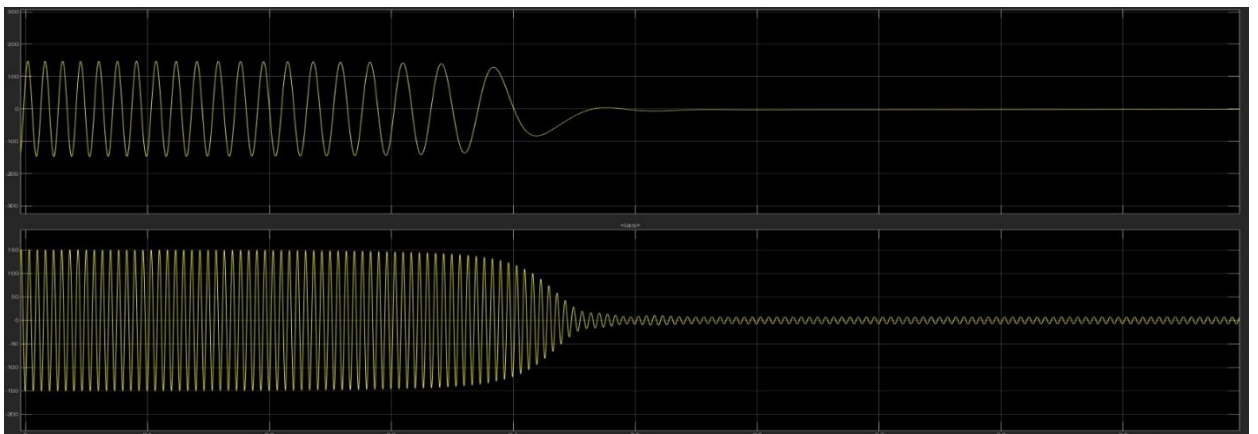
2.12 - сурет – Жиілігі 25 Гц Іске қосу моментінің өтпелі процесі



2.12 - сурет – Жиілігі 75 Гц іске қосу моментінде айналу жиілігінің өзгеруінің процесі.



2.13 - сурет – Жиілігі 75 Гц Асқын жүктемені іске қосу моментінің өтпелі процесі.



2.14 – сурет – Жиілігі 75 Гц статор мен ротордың іске қосылу моментіндегі тогының өзгеруінің процесстері.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмысты орындау барысында шахталарға арналған желдету жүйелерін жобалау ерекшеліктері зерттелді. Желдеткіштердің сорттары зерттелді. Өнеркәсіпте, атап айтқанда шахталардың желдету жүйелерінде қолданылатын осьтік және центрифугалық желдеткіштердің құрылымын салыстыру және сипаттау жүргізілді. Электр қозғалтқыштарының негізгі түрлері зерттелді.

Қозғалтқыштардың әр түрі үшін олардың артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған.

Таңдалған желдеткіш негізінде оның сипаттамаларын, атап айтқанда, тұтынылатын қуатты есептеу жүргізілді. Бұл желдеткіш үшін тиісті қуаттағы асинхронды электр қозғалтқышы таңдалды.

Бұл қозғалтқыш үшін іске қосу кезіндегі параметрлер есептелді.

Simulink ортасында желдету негізінде шахтаның желдету жүйесін модельдеу жүргізілді. Жұмыс процесінде желдеткіштің жылдамдығын басқаруға арналған заманауи асинхронды жиілікпен басқарылатын электр жетегі әзірленді.

Таңдалған асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары есептелген және каталог мәндеріне сәйкес салынған. Сондай-ақ, MatLab Simulink бағдарламалық жасақтама ортасында электр қозғалтқышын іске қосу кезінде өтпелі процесті модельдеу аяқталды. Жиілікпен басқарылатын электр жетегін енгізудің тиімділігі электр энергиясын үнемдеумен, жабдықты пайдалану сенімділігін арттырумен және пайдалану шығындарын азайтумен ғана емес анықталады. Маңызды артықшылығы - жұмыс режимдерін оңтайландыру мүмкіндігі, автоматтандыру деңгейін арттыру, сондай-ақ іске асырудың қарапайымдылығы мен ыңғайлылығы.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Н. С. Сәрсенбаев, Н. Т. Исембергенов – Автоматика элементтері мен құрылғылары: оқулық - Алматы : [б. и.], 2009. - 233 с.
- 2 Смирнов В.И., Петров Ю.А., Разинцев В.И.. Основы проектирования и расчета следящих систем. – М. Машиностроение, 1983г.
- 3 Карасев Б.И. Насосные и воздухоудувные станции. - Мн.: ВШ, 1990.
- 4 Силовая Интеллектуальная Электроника. №2. 2005. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных устройств силовой электроники.
- 5 Витальев В.П., Фаликов В.С. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 6 Бару А.Ю., Эпштейн И.И. Преобразователи частоты для насосных станций // Водоснабжение и санитарная техника, 1986, №3.
- 7 Гинзбург Я.Н., Лезнов Б.С. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки // Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения, 1986.
- 8 Лезнов Б.С. Экономичное регулирование режимов работы насосных станций / Водоснабжение и санитарная техника, 1983. 7
- Лезнов Б.С., Чебанов В.Б., Чурганов А.В. Регулирование режимов работы насосной установки // Водоснабжение и санитарная техника, 1985, №4.
- 9 Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 10 Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под. ред. В.И. Круповича, Ю.Г. Барыбина, М.Л. Самовера. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
- 11 Автоматизированный электропривод / Под. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 12 Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266 с.
- 13 Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы: Учеб. пособие.— Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 196 с.
- 14 Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2011. —260. с.

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

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

**Автор:** Божбанбай Алия Қанапияқызы

**Название:** Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау.

**Координатор:** Сарсенбаев Н.С.

**Коэффициент подобия 1:** 12.8%

**Коэффициент подобия 2:** 6.1%

**Замена букв:** 21

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 3


**Белые знаки:** 0

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

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


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 12.8% и Коэффициент подобия 2: 6.1%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» 05 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

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

«31» 05 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

### Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Божбанбай Алия Қанапияқызы

Название: Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау.

Координатор: Сарсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 12.8%

Коэффициент подобия 2: 6.1%

Замена букв: 21

Интервалы: 0

Микропробелы: 3

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 12.8% и Коэффициент подобия 2: 6.1%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» 05 2023 г.

Дата



Подпись Научного руководителя

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

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба  
(жұмыс түрлерінің атауы)

Божбанбай Алия Қанапияқызы  
(оқушының аты жөні)

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру  
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау»

Орындалды:

а) графикалық бөлім \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ парак  
б) түсініктеме \_\_\_\_\_ 37 \_\_\_\_\_ бет

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада шахталық желдеткіш станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін әзірлеу міндеті қарастырылған. Желдету жүйелерінің сипаттамасы, оның түрлері, шахталардағы желдету ерекшеліктері келтірілген.

Технологиялық бөлімде жиілікті реттелетін электр жетектері және олардың жұмыс істеу принципі сипатталған, шахталық желдету станциялары және олардың жұмысына қойылатын талаптары қарастырылған, сондай-ақ электр жетектерін басқарудың негізгі қолданыстағы жүйелеріне шолу жасалынған.

Есептік бөлімде шахталық желдеткіш түрлерін қарастырып және оның ішінде ортадантепкіш желдеткіштің сипаттамалары алынған. Соған сәйкес қозғалтқыш түрі тандалынып, есептеулер жүргізу арқылы MATLAB ортасында жиілікті реттелетін электр жетегінің моделі жасалынған.

## ЖҰМЫС ҮШІН ЕСКЕРТПЕЛЕР

1. Дипломдық жобада кейбір техникалық сөздерде грамматикалық қателіктер бар.

## ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жобаны А (90%) деп бағалауға, Божбанбай Алия Қанапияқызы автоматтандыру және роботтандыру білім беру бағдарламасы бойынша техника және технология саласының бакалавры дәрежесін беруге лайықты деп ұсынуға болады.

### Рецензент

Ғ. Даукеев атындағы АЭЖБУ, ЭМЭЖ  
кафедрасының меңгерушісі, PhD докторы

(Қызылорда облысының электр жетектері мен электр техника институтының директоры)  
Алиханов А.С.  
Алиханов А.С.

«3» \_\_\_\_\_ 2023 ж.

Ф ҚазҰТЗУ 706-17. Сын-пікір

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Дипломдық жоба үшін  
Божбанбай Алия Қанапияқызы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Тақырыбы: «Шахтаның желдету станциясының жиілікті реттелетін электр жетегін жасау»

Бұл дипломдық жобада шахталық желдеткіш станциясының жиілікпен реттелетін электр жетегін әзірлеу міндеті қарастырылған. Желдету жүйелерінің сипаттамасы, оның түрлері, шахталардағы желдету ерекшеліктері келтірілген.

Технологиялық бөлімде жиілікті реттелетін электр жетектері және олардың жұмыс істеу принципі сипатталады, шахталық желдету станциялары және олардың жұмысына қойылатын талаптар сипатталады, сондай-ақ электр жетектерін басқарудың негізгі қолданыстағы жүйелеріне шолу жасалынған.

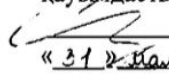
Есептік бөлімде шахталық желдеткіш түрлерін қарастырып және оның ішінде ортадантепкіш желдеткіштің сипаттамалары алынған. Соған сәйкес қозғалтқыш түрі таңдалынып, есептеулер жүргізу арқылы MATLAB ортасында жиілікті реттелетін электр жетегінің моделі жасалынған.

Студент Божбанбай А.Қ. дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін, сонымен қатар еңбекқорлығы мен білімділігін көрсете алды.

Жалпы дипломдық жобаға қойылған тапсырма толық орындалды деп бағалап, студент Божбанбай Алия Қанапияқызын 6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша техника және технология саласының бакалавры дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

**Ғылыми жетекші:**

техника ғылымдарының кандидаты,  
қауымдастырылған профессор

 Сарсенбаев Н.С.

«31» қысқ. 2023 ж.