

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Ералиев Нұрғиса Ералыұлы

Берілген бақылау сапасы үшін үздіксіз басқару жүйелерінің құрылымдық синтезі

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07103-Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2024

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

Автоматика және ақпараттық
технологиялар

институт директорының м.а.,

PhD докторы, қауымдастырылған
профессор

Кальпеева Ж.Б.

«31» 05 2024 ж.



Дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін
жасау»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

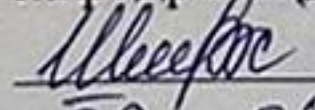
Ералиев Нұрғиса Ералыұлы

Рецензент:

Ғылыми жетекші:

АЭЖБУ, «Жаңартылатын және
баламалы энергия көздері»
кафедрасының меңгерушісі, PhD

техника ғылымдарының кандидаты,
ассоц.профессор

 Шыныбай Ж.С.
«30» 05 2024 ж.

 Н.С.Сарсенбаев
«29» 05 2024 ж.

Алматы 2024

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Автоматика және ақпараттық
технологиялар
институт директорының м.а.,
PhD докторы, қауымдастырылған
профессор

Кальпеева Ж.Б.

« 31 » 05 2024 ж.



**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Ералиев Нұрғиса Ералыұлы

Жобаның тақырыбы: «Шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін жасау»

Университет проректоры Б.А.Жаутиковтың «04» желтоқсан 2023 ж. № «548-П/Ө» бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 04 » 06 2024 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: Шахталық желдеткіш станциялардың өнәмдәләгән реттеу және автоматтандыру.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Шахталық желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу және автоматтандыру;
- б) Электржетегі элементтерін тандау және есептеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

- а) Осьтік желдеткіштің схемасы,
- б) Шахтаны желдету станциясының автоматтандыру схемасы.

Жұмыс презентациясы 17 слайдтарда көрсетілген.

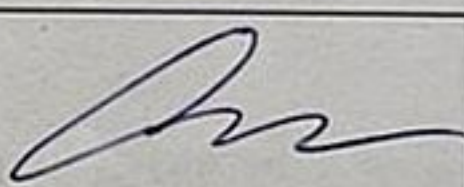
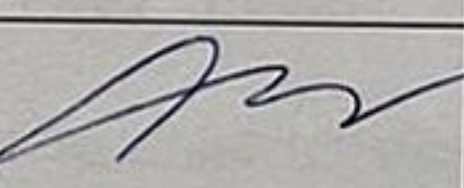
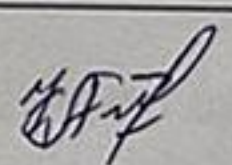
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

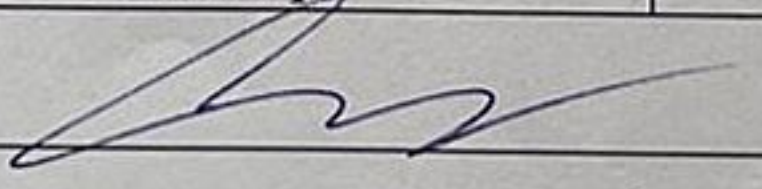
- 1 Фащенко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2019. — 260. б.
- 2 Карасев Б.И. Насосные и воздушные станции. - Мн.: ВШ, 2010.

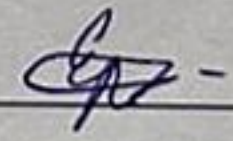
Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім Шахталық желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу және автоматтандыру	05.02.2024 - 01.03.2024	
Арнайы бөлім Электржетегі элементтерін таңдау және есептеу	18.03.2024 - 19.04.2024	

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, ассоц. профессор	01.03.2024	
Арнайы бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, ассоц. профессор	17.05.2024	
Норма бақылаушы	Қадыр Г.А., техника ғылымдарының магистрі	24.05.2024	

Ғылыми жетекшісі  Сарсенбаев Н.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  - Ералиев Н.Е.

Күні « 02 » ақпан 2024 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	7
1 Шахталық желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу және автоматтандыру	8
1.1 Шахталық желдету және желдеткіштердің сипаттамасы	8
1.2 Шахтаның желдету әдістері	9
1.3 Желдеткіштің түрлері	12
1.3.1 Осьтік желдеткіштер	12
1.3.2 Ортадантепкіш желдеткіштер	13
1.4 Шахта желдеткіштерінің ерекшеліктері	15
1.5 Шахтаның желдету станциясын автоматтандыру	16
1.6 Технологиялық жабдық таңдау	18
1.7 Электр қозғалтқыштары	21
1.8 Жиілікті реттелетін электр жетектері	23
1.9 Желдеткіш өнімділігі	24
2 Электржетегі элементтерін таңдау және есептеу	25
2.1 ВЦ-7 желдеткіші	25
2.2 Электр қозғалтқышының параметрлерін есептеу	27
2.3 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипаттамаларын есептеу және салу	30
2.4 Электржетегінің негізгі элементтерін таңдау	44
2.5 Simulink ортасында шахтаның желдетуді станциясының жиілікті реттелуін модельдеу	46
Қорытынды	49
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	50

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 істемеуі 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 Шахталық желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу және автоматтандыру

1.1 Шахталық желдету және желдеткіштердің 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.

Шахталық желдету – бұл санитарлық нормалармен және технологиялық талаптармен белгіленген шахта атмосферасының параметрлерін қамтамасыз етуге арналған шаралар мен құралдардың жиынтығы.

Желдету жүйесі - төрт негізгі: «Желдету желісі», «Желдету блогы», «Желдету құрылғылары» және «Бақылау және басқару» ішкі жүйелерден құралатын және белгіленген санитарлық нормалар мен технологиялық талаптарға сәйкес шектеулі көлемдегі ауа параметрлерінің мәндерін (бөлмелер, кен қазбалары және т.б.) қамтамасыз етуге арналған техникалық қызмет көрсететін жүйе [1].

Желдету желісі – бұл кен қазбаларынан, ауа өткізгіштерден (ұзын секциялар) және жергілікті кедергілерден - (қысқа қималар) тұратын желдету көлемі болып табылады.

Желдеткіш - желдету желісіне ауа үрлейтін машина, ол қысым айырмашылығын тудыратын, оның әсерінен ауа қозғалысын тудырады. Олар жұмыс принципі бойынша, осьтік және центрден тепкіш болуы мүмкін.

Желдету қондырғысы – қажетті желдету ағынын жасауға және оны қалыпты және авариялық шахталық желдету режимдерінде басқаруға арналған техникалық құралдардың (желдеткіштердің), жабдықтардың (реверсивті құрылғы) және құрылымдардың (желдеткіш каналдардың) жиынтығы.

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.);

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.

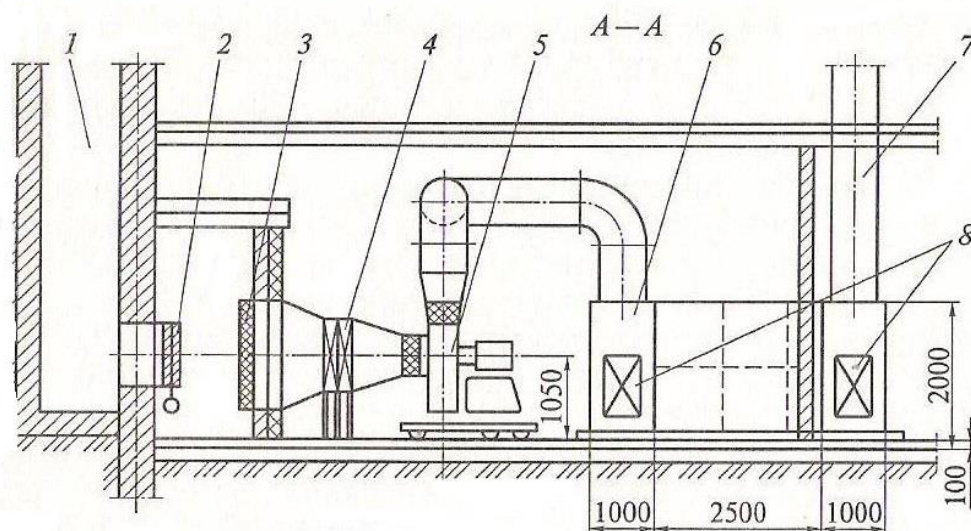
1.2 Шахтаның желдету әдістері

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:

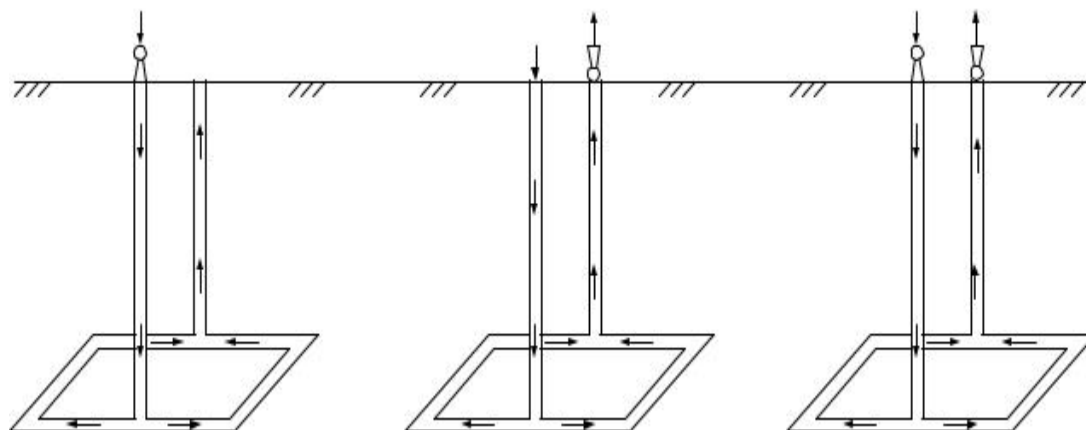
- шахтаның желдету әдісі мен схемасын таңдау;
- ауаның жалпы шахталық мөлшерін есептеу;
- жалпы шахталық ауа көлемін бөлу;
- шахтаның тартылуының есебі;
- негізгі желдеткіш желдеткішті және оған жетекті таңдау;
- желдету құнының есебі.



1.1 - сурет – Шахтаның желдеткіш станциясының құрылымдық схемасы

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

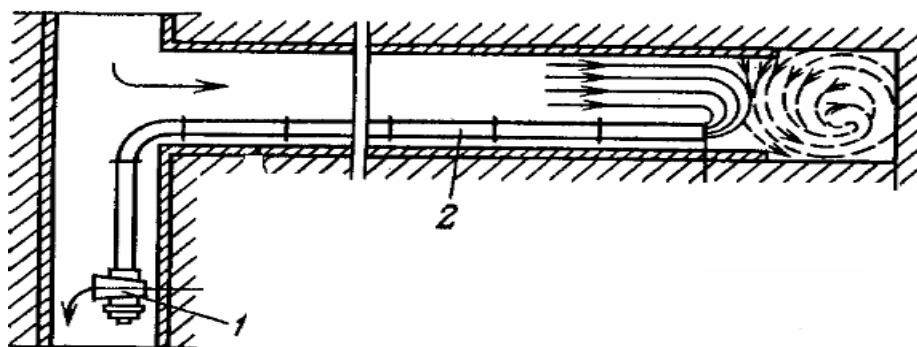
Шахталарды желдету әдістері қазбаларға ауа беруді сипаттайды. Желдету әдістері сору, айдау және аралас (айдау және сору) болып табылады.



1.2 -сурет – Шахтаның желдету әдістері

мұндағы а – айдау әдісі; б – сору әдісі; в – аралас әдісі.

Сору әдісі 1.3 - 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

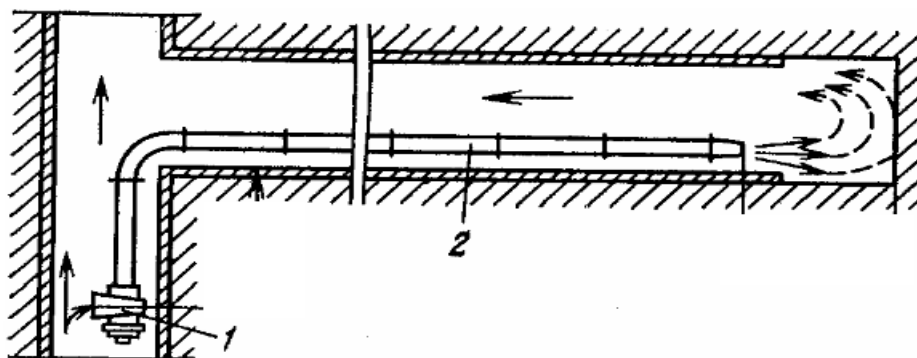
мұндағы 1– сору желдеткіші; 2 – сору құбыры.

Желдеткіштің әсерінен құбырдағы ауаның азаюына байланысты сыртқы ауа құбырға асығады. Бос кеңістікте сорғы дөңгелек болатын сфералық пішінді жылдамдық өрісін жасайды.

Айдау әдісі 1.4-сурет 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.

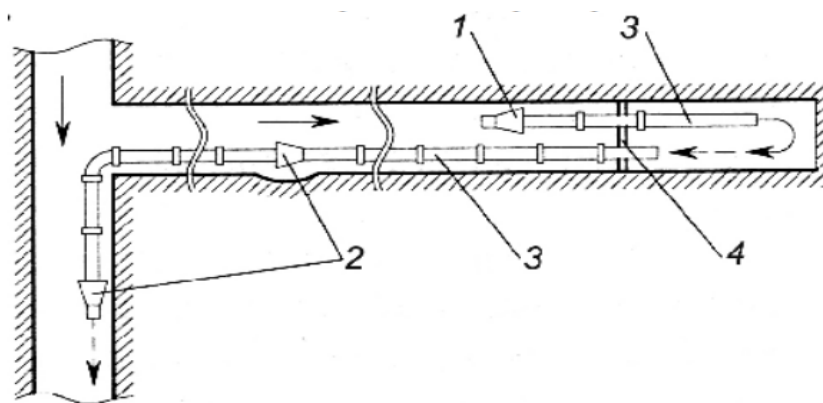
Айдау әдісінің жұмыс істеу схемасы 1.4-суретте келтірілген. Ол кезінде жергілікті желдету желдеткіші 1 негізгі желдету қондырғысы арқылы құрылған шахталық есебінен желдетілетін қазбада орналасады. 2 құбыр, ол арқылы жұмыс тұйық бетінің беткі жағына немесе жер асты камерасына ауа айдалады. Құбырдан шығатын 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

мұндағы 1 – айдау желдеткіші; 2 – айдау құбыры.

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



1.5 - сурет – Аралас әдісінің схемасы

мұндағы 1 – айдау желдеткіші; 2 – сору желдеткіші; 3 – құбыр; 4 – секіргіш.

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.

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.

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.

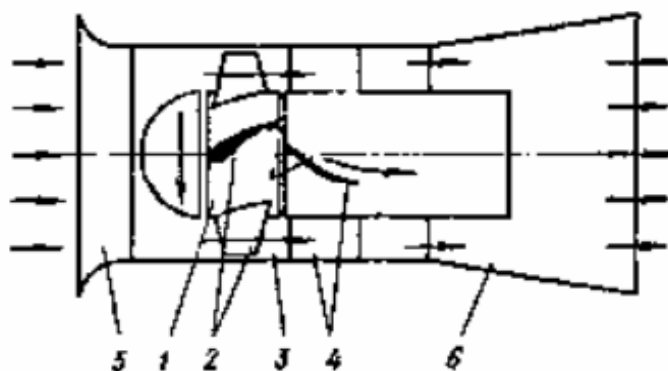
Тау-кен өнеркәсібі үшін шығарылған барлық желдеткіштер «қалақты үрлегіштер» деп аталатын конструкцияға жатады. Бұл түрдегі желдеткіштерде айналмалы ротордың энергиясы потенциалдық және кинетикалық түрге айналады, өз кезегінде қозғалатын ауаға хабарланады.

Ортадан тепкіш және осьтік желдеткіштер ауа қуысының конструкциясына және қозғалтқыштың қалақшаларының орналасуымен ерекшеленеді.

Яғни, 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. Доңғалақ цилиндрлік корпуста немесе оны жиі атағандай, қаптамада 3 айналады. Доңғалақтың артында қозғалмайтын қалақтары 4 бар түзеткіш орналасқан.



1.6 - сурет – Осетік желдеткіштің схемасы

бұл жерде 1 – жұмыс дөңгелегі; 2 – жұмыс дөңгелегінің қалақтары; 3 – қаптама; 4 – түзеткіш; 5 – коллектор; 6 –диффузор.

Осетік 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 осетік 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, осетік желдеткіштердің аэродинамикалық қасиеттерін жақсартады.

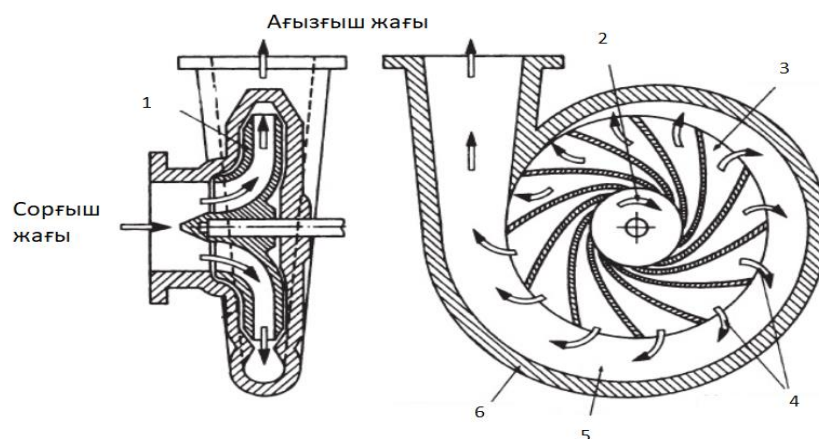
Дөңгелектердің қалақтары асимметриялық немесе симметриялы профильге ие болуы мүмкін. Доңғалақтың симметриялы қалақшалары бар осетік желдеткіштер реверсивті болып табылады, өйткені жұмыс доңғалақтарының айналу бағыты керісінше болған кезде олардың өнімділігі өзгермейді. Асимметриялық қалақшалары бар желдеткіштер мұндай сапаға ие емес, жұмыс дөңгелегі айналу бағыты өзгерген кезде олардың өнімділігі күрт төмендейді, бірақ бұл желдеткіштер жақсы аэродинамикалық сипаттамаларға ие және тиімділікті арттырады.

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 канат 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. 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, корпусының 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

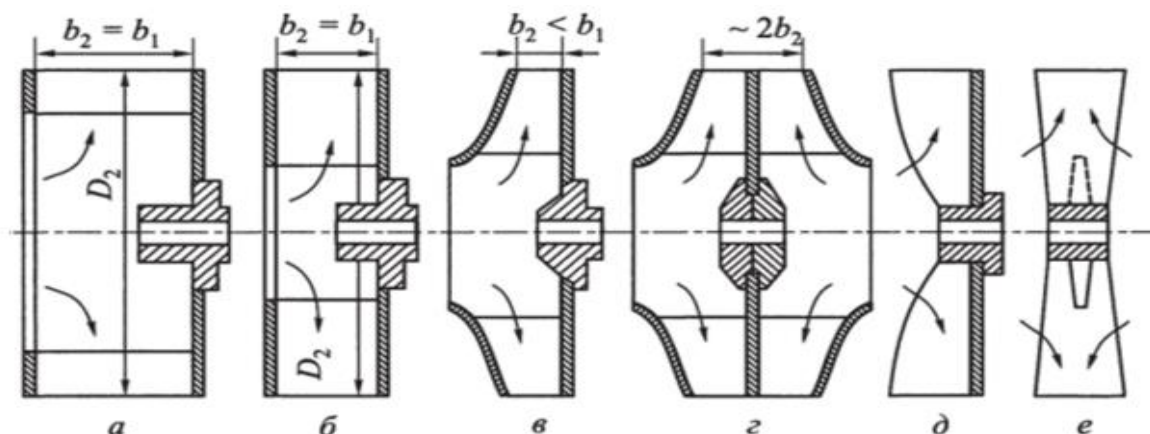
1 – жұмыс дөңгелегі;

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. Желдеткіштердің бұл түрі технологиялық

процестерде зиянды заттарды кетіру және шахталарды желдету үшін кең таралған.



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.

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.

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.

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.

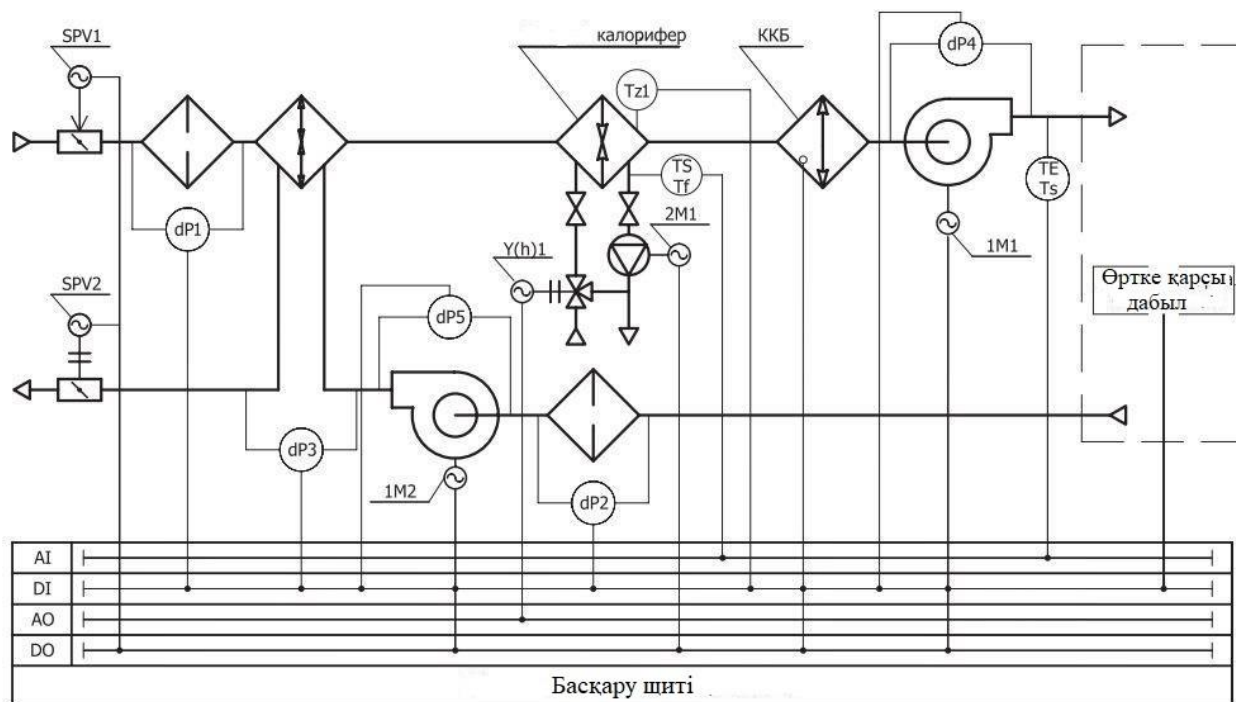
Ауаны таратуды автоматтандырылған басқару жүйелерінің негізгі операцияларын орындау әдістерінің жіктелуі:

- 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.

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.



1.9-сурет – Шахтаны желдету станциясының автоматтандыру схемасы

Автоматты желдету жүйесін орнату бірнеше өте маңызды мәселелерді шешуге мүмкіндік береді:

- жабдық жұмысын қашықтан басқаруды қамтамасыз ету, қажетті желдету режимдерін таңдау және желдету объектісінде қажетті микроклимат параметрлерін орнатуға.
- әрбір механизмнің жұмысын, сондай-ақ бөлмеден ауаны беретін және шығаратын бүкіл желдету жүйесін жеке бақылауға.
- температура деңгейін реттеуге, белгіленген шектен тыс параметрлер мен көрсеткіштердегі барлық өзгерістерге жылдам жауап беруге.
- қолданыстағы желдеткіштердің айналу жылдамдығын реттеуге, сондай-ақ қосымша құрылғылардың қуатын өзгертуге.
- төтенше жағдайда қысқа тұйықталу орын алса немесе өрт қауіпсіздігі ережелері бұзылса, механизмдердің жұмысын тоқтатуға.

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.

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.

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.

Автоматтандыру кешені сенсорлардан, желдетуді басқару пультінен және жетектерден тұрады. 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.

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.

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) 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.

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. Ылғалдылық жаңбырлы маусымда ол 90% - дан, құрғақ маусымда шамамен 30% -ға жетуі 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 1.1-кестеде көрсетілген.

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.

Кесте 1.1 – Қысым датчигі параметрлері

Өндіруші кәсіпорын	Ильма
Қуаты, Вт	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



1.11 - сурет – Шахтаның температура өлшейтін 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 1.2-кестеде көрсетілген.

Кесте 1.2 –Температура датчигі параметрі

Өндіріуші кәсіпорын	Ильма
Кернеу, В	12
Тұтынылатын ток, мА	50-ден аспайды
Температураны өлшеу диапазоны	-55°C - 85°C
Жарылыстан қорғау түрі	po ExiaI
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.

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.

Дегенмен, ең көп таралған қозғалтқыштар айнымалы ток қозғалтқыштары болып табылады. Дизайндың арзандығы мен қарапайымдылығының арқасында осы типтегі электр машиналары кеңінен қолданылды. Айналмалы бөліктегі кернеу қозғалтқыш статор орамаларының айнымалы магнит өрісі арқылы индукцияланады. 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.

Фазалық роторлы электр қозғалтқыштары "тиін торы" роторы бар машиналарға тән кемшіліктерден ішінара айырылған. Осы типтегі электр машинасының айналмалы бөлігінде "жұлдыз" схемасына қосылған орамалар бар. Фазалық роторлы қозғалтқыштардың артықшылықтарына үлкен іске қосу моменті, айналу жиілігін реттеудің қарапайымдылығы және іске қосу токтарын шектеу мүмкіндігі жатады.

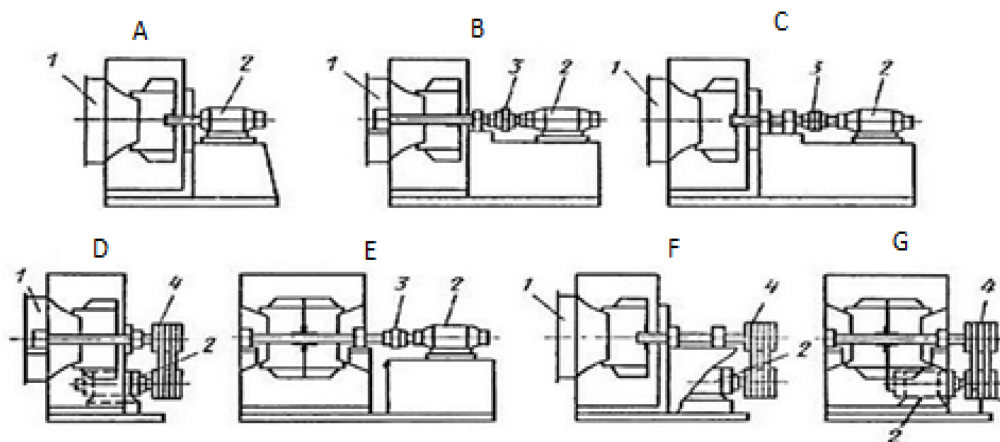
Асинхронды электр қозғалтқыштары сияқты, синхронды машиналардағы ротордың айналуына ротор мен статор өрістерінің өзара әрекеттесуі арқылы қол жеткізіледі. Мұндай электр машиналарының

роторының айналу жылдамдығы статор орамалары шығаратын магнит өрісінің жиілігіне тең.

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.

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. В және Д суреттегі конструкциялары кеңінен қолданылмайды, өйткені кіре берісте орнатылған мойынтірек пен алдыңғы тірек желдеткішке ауаның кіруін қиындатады, тиімділікті төмендетеді.

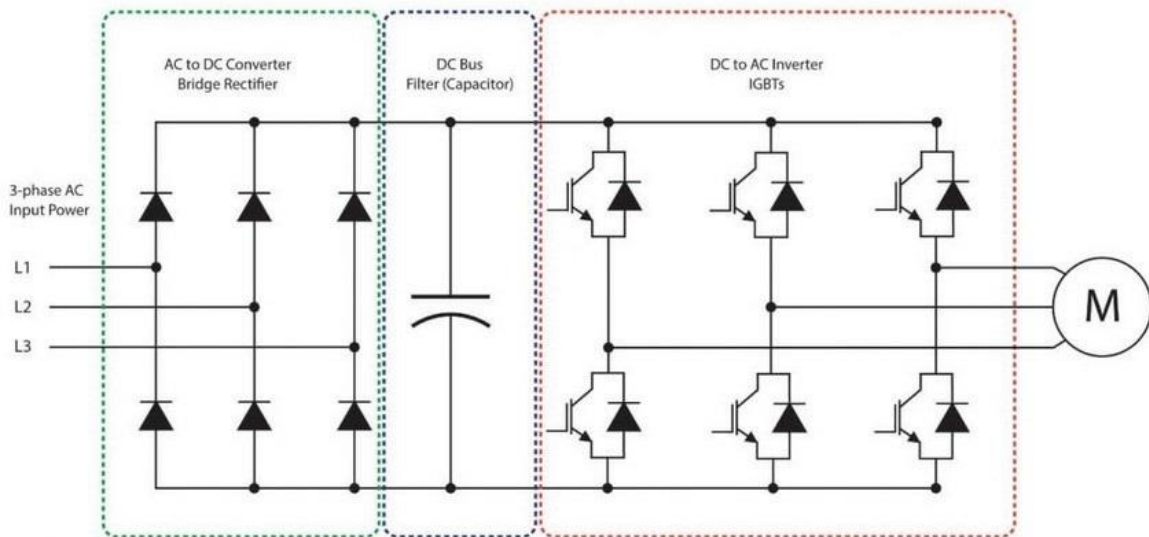
Үлкен диаметрлі немесе үлкен массалы жұмыс дөңгелегі бар электр қозғалтқышы мен желдеткіштің бірдей айналу жиіліктерінде С-суретіндегі орындалуы қолданылады. Екі жақты сору желдеткіштері үшін Е және G орындаулары қолданылады. F орындалуы кеңінен қолданылады, өйткені желдеткішті желіге қосу оңай және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



1.13 - сурет – Жиілікті реттелетін электр жетектегінің функционалды схемасы

1.9 Желдеткіштің өнімділігі

Шахталық желдеткіштің өнімділігін келесі формула арқылы есептеуге болады:

$$Q = VA \quad (1.1)$$

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

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

A – желдету құбырының көлденең қимасының ауданы (м^2)

Желдету құбырындағы ауаның жылдамдығын мына формула бойынша есептеуге болады:

$$v = \frac{(0.5 * P)}{(\rho * D^2)} \quad (1.2)$$

мұндағы P – ауа қысымы (Па)

ρ – 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.

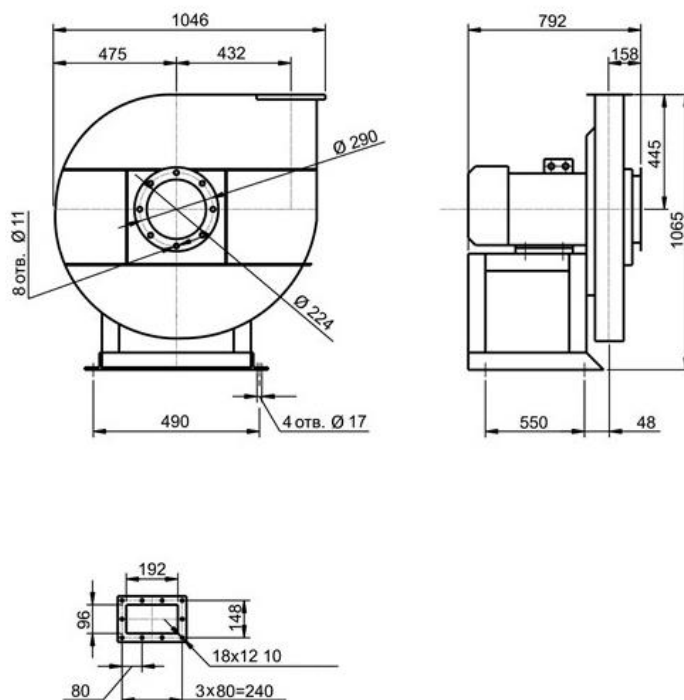
Модель үш өлшемде келеді 8, 6,3 және 5 – бұл жұмыс дөңгелегінің диаметрі 800, 630 және 500 мм көлденең қимасы 10 м², ұзындығы 2300 м дейін шахталарды желдетуді қамтамасыз етеді.

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/м³ 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.

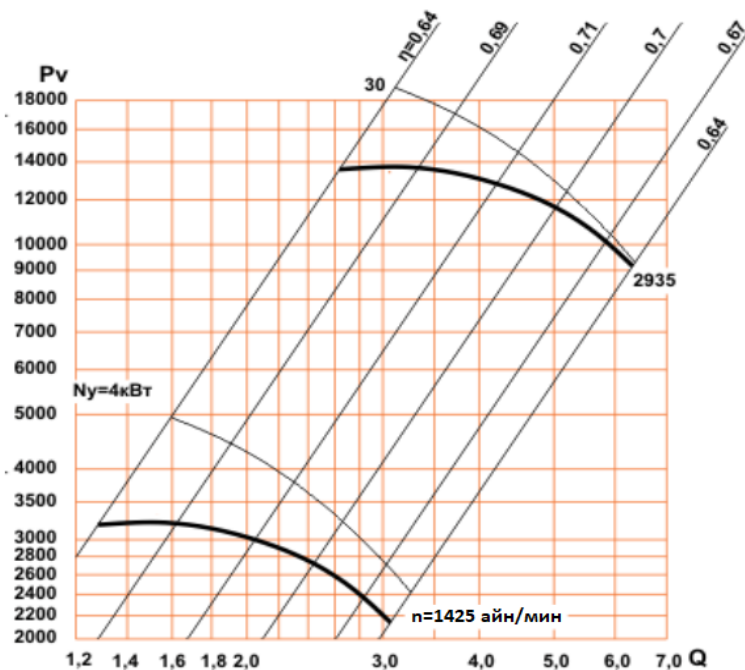


2.1 - сурет – ВЦ-7 желдеткішінің дизайны

ВЦ-7 желдеткішінің сипаттамалары 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.1 – ВЦ-7 желдеткішінің сипаттамалары

Параметр	Шамасы
Жұмыс дөңгелегінің диаметрі , мм	750
Біліктің айналу жиілігі , айн/мин	2880
Статикалық ПӘК	0,7
Өнімділік , м ³ /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°C 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 – $104,6667\text{ c}^{-1}$

Пропорционалдық коэффициент $k - 0,5$

Жүктеме түрі $q - 1,5$

Механизмнің ПӘК $\eta_{\text{мех}} - 0,85$.

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

$$M_{\text{cm}} = k\omega^q \quad (2.1)$$

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

Қозғалтқышқа қажет айналу жиілігі:

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

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

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

Нәтижеге сәйкес 4АМУ электр қозғалтқышы электр қозғалтқышы ретінде таңдалды, атап айтқанда 75 кВт номиналды қуаты бар 4А280S6У3 моделі.

Асинхронды қозғалтқыш параметрлері 2.2-кестеде көрсетілген

Кесте 2.2 – Қозғалтқыш параметрлері

Қозғалтқыш түрі	P _{2ном} , кВт	Энергетикалық параметр			Ауыстыру схемаларының параметрлері			
		ПӘК, %	cosφ		R' ₁	X' ₁	R'' ₂	X'' ₂
4A280S2Y3	75	91	0.88	3,8	0.017	0.097	0.013	0.1

Кестеде келтірілген параметрлер мыналар болып табылады:

η – пайдалы әсер коэффициенті,

cosφ – қуат коэффициенті,

X_0 – магниттелу тізбегінің индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген;

R'_1 – статор орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген;

X'_1 – статор орамының индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген;

R''_2 – ротордың орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген;

X''_2 – 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 мәнге тең және қозғалтқыштың білігіне берілетін жүктеме моменті де номиналь мәніне тең деп есептелінеді.

Ол үшін алдымен қажетті есептеу жұмыстарын жүргіземіз.

Статордың номиналды фазалық тогы келесідегідей есептеледі:

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

$$I_{\text{нфаз}} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{\text{нфаз}} \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{75000}{3 \cdot 220 \cdot 0,91 \cdot 0,88} = 208,1252 \text{ A}$$

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 $Z_{\text{н}}$ ауыстыру коэффициентіне көбейту қажет. Оның формуласы келесідей өрнектеледі:

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

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

Алмастыру сұлбасындағы кедергілерді салыстырмалы бірліктен атаулы бірлікке келтіреміз:

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

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

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

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

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

Материалдардан қажетті параметрлерді аламыз. 2.3-кестеде таңдалынып алынған қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы.

Кесте 2.3 – Қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары

Қозғалтқыш түрі	Механикалық сипаттама					ι_n	$v_t, ^\circ\text{C}$	$J_{\partial, \frac{\text{pкгм}^2}{\text{с}^2}}$	$t_{\text{п0}}, \text{с}$	h_0	λ
	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

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

Іске қосу иінкүшінің формуласы:

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

Атаулы бірлік сыйымдылығының формуласы:

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

2.3 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипаттамаларын есептеу және салу

Ток көзі жиілігінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келетін жасанды сипаттамаларда жоғарыда келтірілген механикалық сипаттама теңдігі арқылы есептелініп салынады. Жасанды сипаттамаларды 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:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U'_1}{f_1'^2} = \text{const} \quad (2.16)$$

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:

$$U'_1 = f_1'^2 \cdot \text{const} = 25^2 \cdot 0,088 = 55 \text{ В} \quad (2.18)$$

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 – $U_{\text{фаз}} = 55$

Механизмнің жиілігі $f'_1 = 25$ Гц бойынша есептеулер жүргіземіз:

$$M_{\text{ном}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,02}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,02} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 42,4 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{кри}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,05}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,05} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 71 \text{ Нм},$$

$$M_1 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,083}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,083} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 71 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 67,9 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,2} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 45,1 \text{ Нм},$$

$$M_4 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,4}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,4} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 24,9 \text{ Нм},$$

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 17 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 13 \text{ Нм},$$

$$M_7 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r'_2}{1}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r'_2}{1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right)} = 10 \text{ Нм},$$

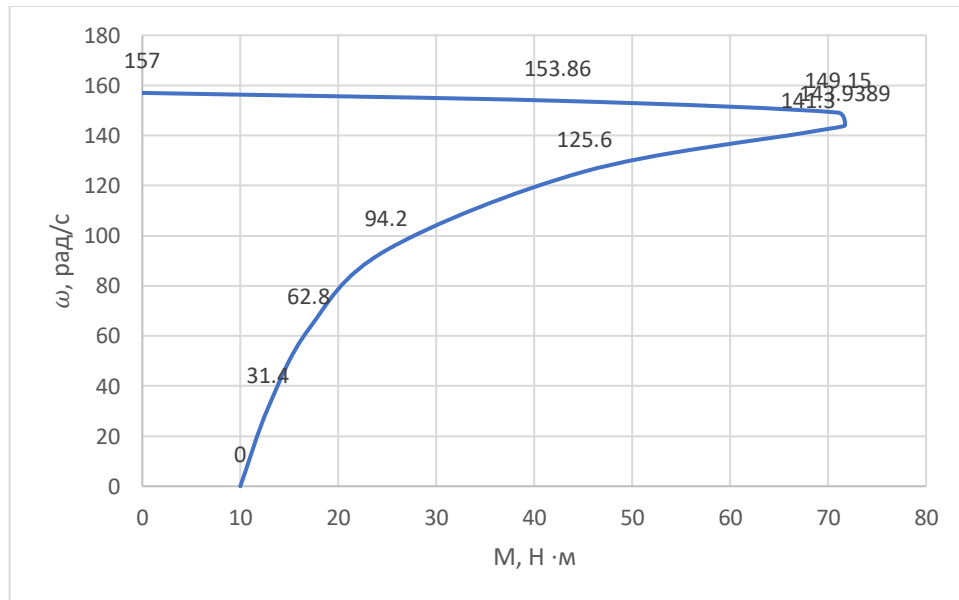
Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1' = 25$ Гц

$$\begin{aligned}\omega &= 2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 157 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_{\text{кри}} &= \omega \cdot (1 - s_{\text{кри}}) = 157 \cdot (1 - 0,083) = 143,96 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_{\text{ном}} &= \omega \cdot (1 - s_{\text{ном}}) = 157 \cdot (1 - 0,02) = 152,66 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_1 &= \omega \cdot (1 - s_1) = 157 \cdot (1 - 0,05) = 149,15 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_2 &= \omega \cdot (1 - s_2) = 157 \cdot (1 - 0,1) = 141,3 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_3 &= \omega \cdot (1 - s_3) = 157 \cdot (1 - 0,2) = 125,6 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_4 &= \omega \cdot (1 - s_4) = 157 \cdot (1 - 0,4) = 94,2 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_5 &= \omega \cdot (1 - s_5) = 157 \cdot (1 - 0,6) = 62,8 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_6 &= \omega \cdot (1 - s_6) = 157 \cdot (1 - 0,8) = 31,4 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_7 &= \omega \cdot (1 - s_7) = 157 \cdot (1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}\end{aligned}$$

Кесте 2.4 – $f_1' = 25$ 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
ω , 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 – $U_{\text{фаз}} = 187$

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

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

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

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

$$M_2 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1'^2 \cdot \frac{r_2'}{0,2}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,1} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 1834 \text{ Нм},$$

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

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

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

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

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

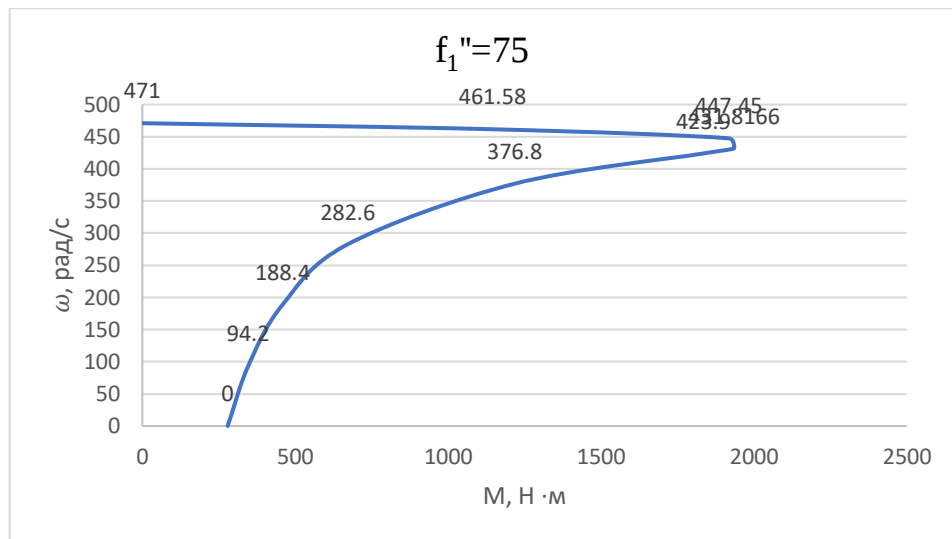
Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1' = 75 \text{ Гц}$

$$\begin{aligned}\omega &= 2 \cdot 3,14 \cdot 75 = 471 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0.02) = 461,6 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0.05) = 447 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0.0832) = 432 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0,1) = 424 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0,2) = 377 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0,4) = 282,6 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0,6) = 188,4 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 0,8) = 94,2 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1},\end{aligned}$$

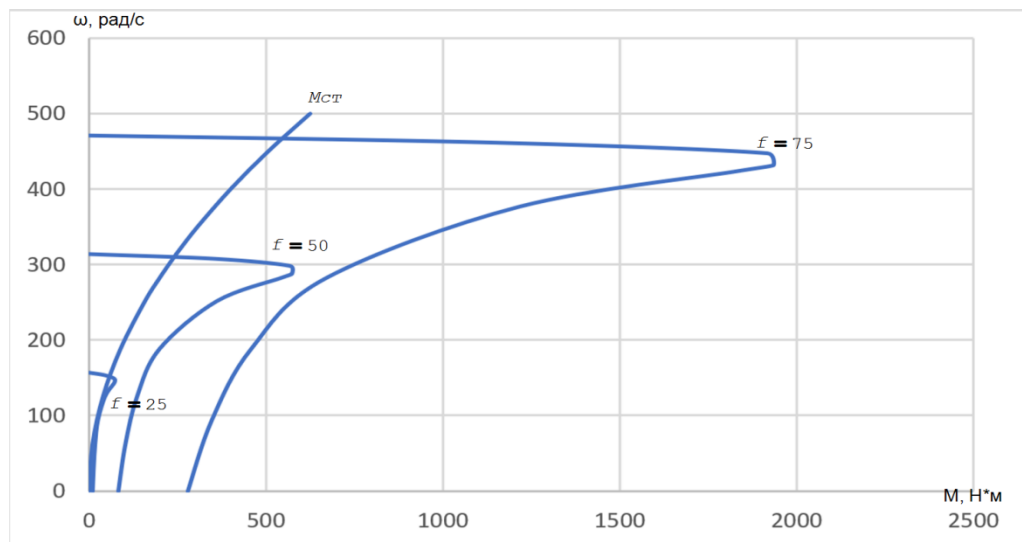
Кесте 2.5 – $f_1'' = 75 \text{ Гц}$ -ке өзгерту арқылы алынған жасанды сипаттама

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω , 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 $M_{CT} = \omega^2$

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:

$$U_1' = f_1'' \cdot \text{const} = 75 \cdot 4,4 = 330 \text{ В} \quad (2.24)$$

Тексеру жүргіземіз:

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

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1' = 25$ Гц

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Механизмнің бұрыштық жылдамдығы $f_1' = 25 \text{ Гц}$

$$\begin{aligned} \omega &= 2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 157 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0.02) = 154 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0.05) = 149 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0.0832) = 144 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,1) = 141 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,2) = 126 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,4) = 94 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,6) = 63 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,8) = 31 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1}, \end{aligned}$$

Механизмнің $f_1' = 75 \text{ Гц}$ жиіліктегі қажетті есептеулер жүргіземіз:

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

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

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

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

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

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

$$M_5 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_{1,0,6}^2 \cdot \frac{r_2'}{0,6}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,6} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 157 \text{ Нм},$$

$$M_6 = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_{1,0,8}^2 \cdot \frac{r_2'}{0,8}}{\omega \cdot \left(\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{0,8} \right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2 \right)} = 118 \text{ Нм},$$

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

Механизмнің жиілігі $f_1' = 75 \text{ Гц}$

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

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

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

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

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

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

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

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

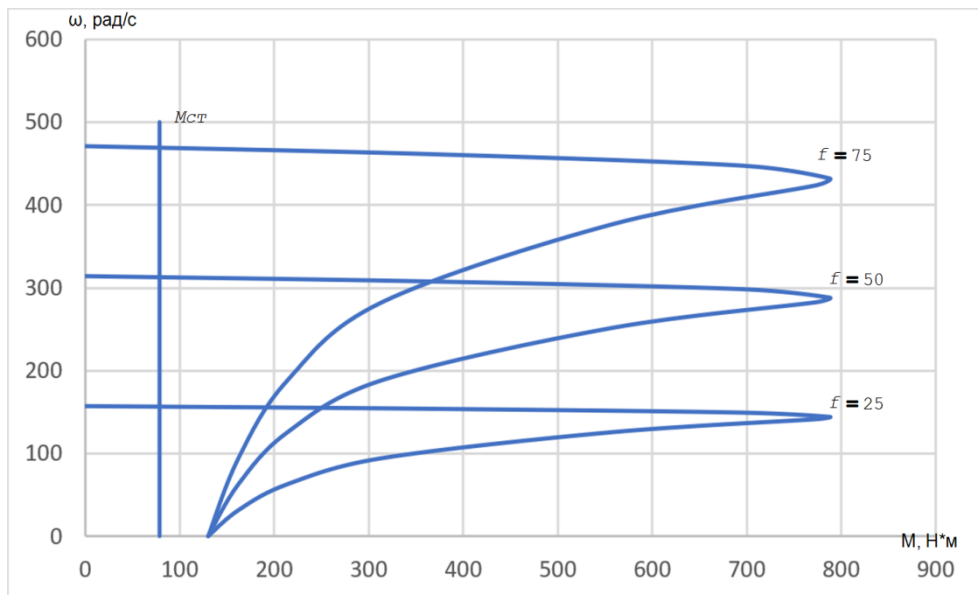
$$\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1},$$

Кесте 2.6 – 25 Гц кезіндегі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω , 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

Кесте 2.7 – 75 Гц кезіндегі

s	0	0,02	0,05	0,0832	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω , 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 $M_{ст} = const$.

Егер жүктеме моменті $M_{ст} = \frac{P_{мех}}{\omega} = const$ 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:

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

Тексеру жүргіземіз:

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

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

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

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 $f_1' = 25 \text{ Гц}$

$$\begin{aligned} \omega &= 2 * \pi * f_1' = 157, \\ \omega &= 157(1 - 0.02) = 154 \text{ c}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0.05) = 149 \text{ c}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0.083) = 144 \text{ c}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,1) = 141 \text{ c}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,2) = 126 \text{ c}^{-1}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= 157(1 - 0,4) = 94 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,6) = 63 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 0,8) = 31 \text{ с}^{-1}, \\ \omega &= 157(1 - 1) = 0 \text{ с}^{-1},\end{aligned}$$

Жиілігі 75 Гц кезіндегі механикалық сипаттама тұрғызуға қажетті есептеулер шығарамыз:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

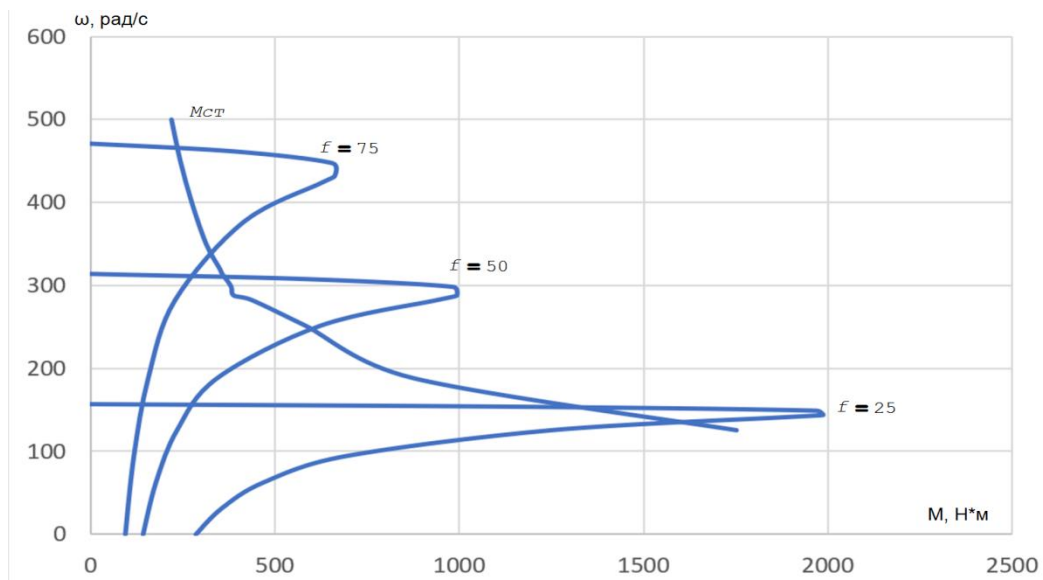
$$\omega = 471(1 - 1) = 0 \text{ c}^{-1},$$

Кесте 2.8 – 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
ω , 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

Кесте 2.9 – 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
ω , 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:

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

Кесте 2.9 – 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:

$$I_{ПЧ} = \frac{M_{max} I_{НОМ}}{M_{НОМ} \lambda_i} \quad (2.24)$$

мұндағы λ_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 түрлендіргіш

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

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

Кесте 2.10 – Үшфазалы Трансформатордың сипаттамасы

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

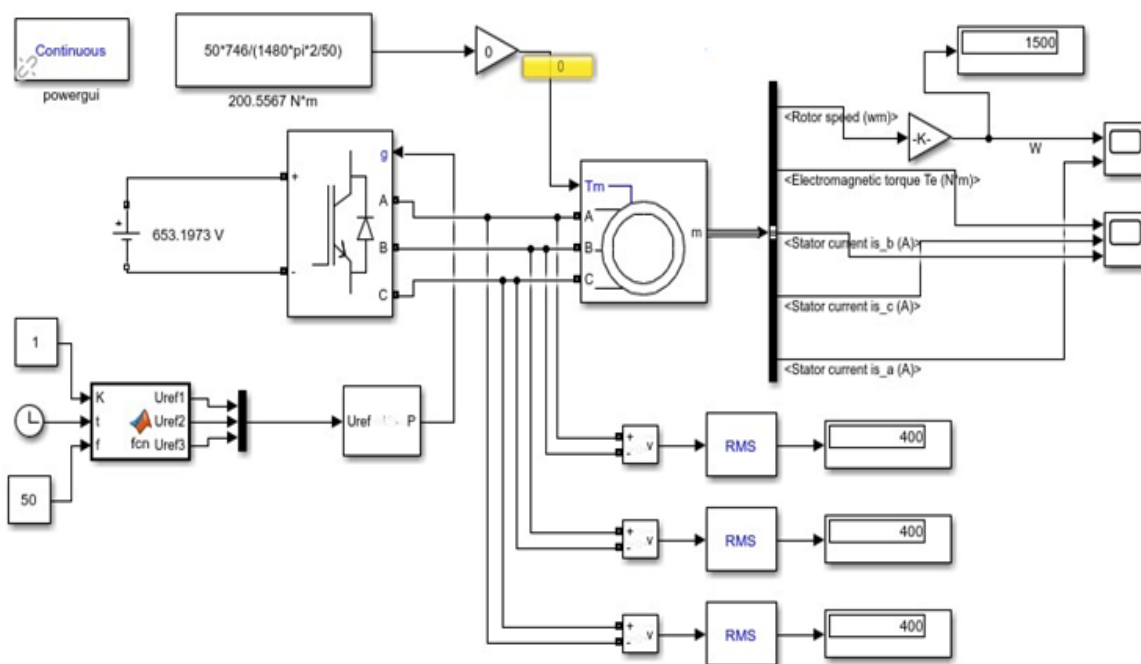
2.5 Simulink ортасында шахтаның желдетуді станциясының жиілікті реттелуін модельдеу

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:

Block Parameters: 220 V 50 Hz

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor, squirrel cage or double squirrel cage) modeled in a selectable dq reference frame (rotor, stator, or synchronous). Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point.

Configuration Parameters Load Flow

Nominal power, voltage (line-line), and frequency [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]: [130952, 440, 100]

Stator resistance and inductance [Rs(ohm) Lls(H)]: [0.219 2.0e-3]

Rotor resistance and inductance [Rr'(ohm) Llr'(H)]: [0.211 2.0e-3]

Mutual inductance Lm (H): 92e-3

Inertia, friction factor, pole pairs [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]: [0.089 0 2]

Initial conditions

[slip, th(deg), ia, ib, ic(A), pha, phb, phc(deg)]:

[1,0 0,0,0 0,0,0]

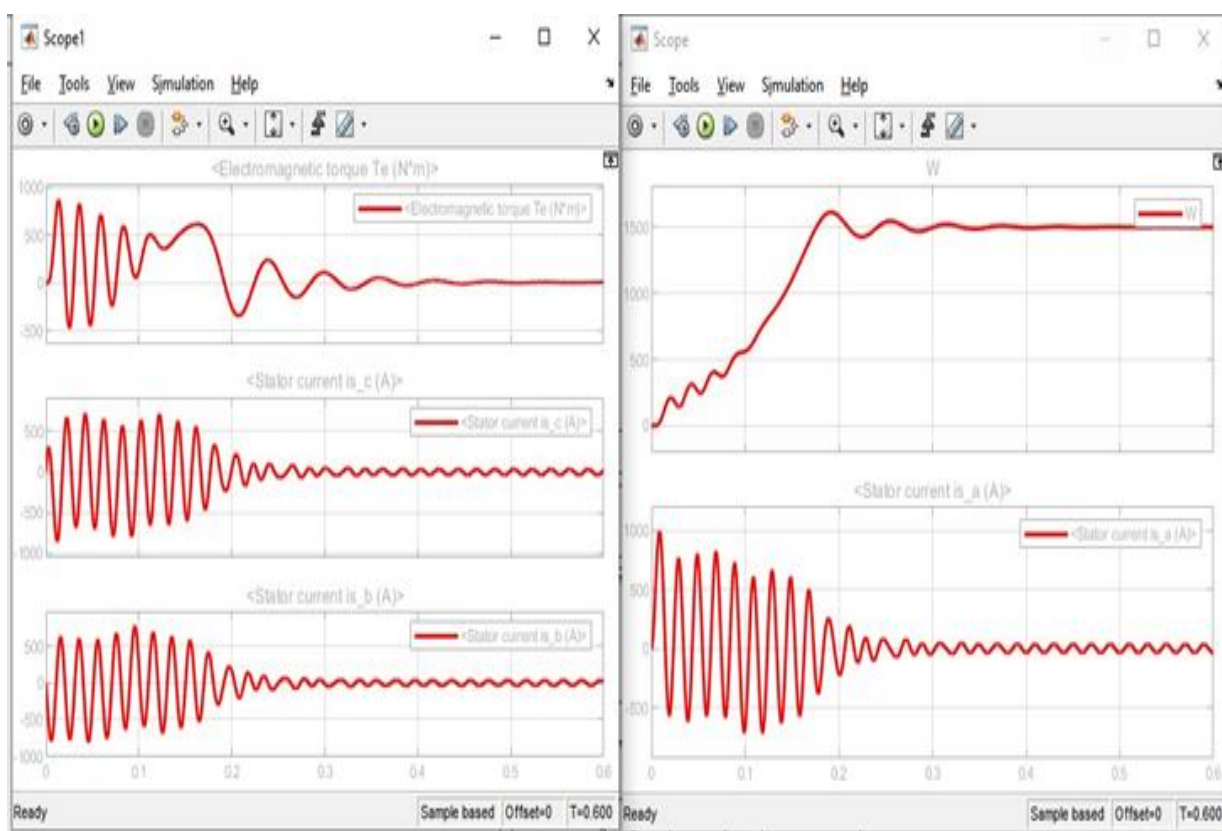
☐ Simulate saturation

Plot

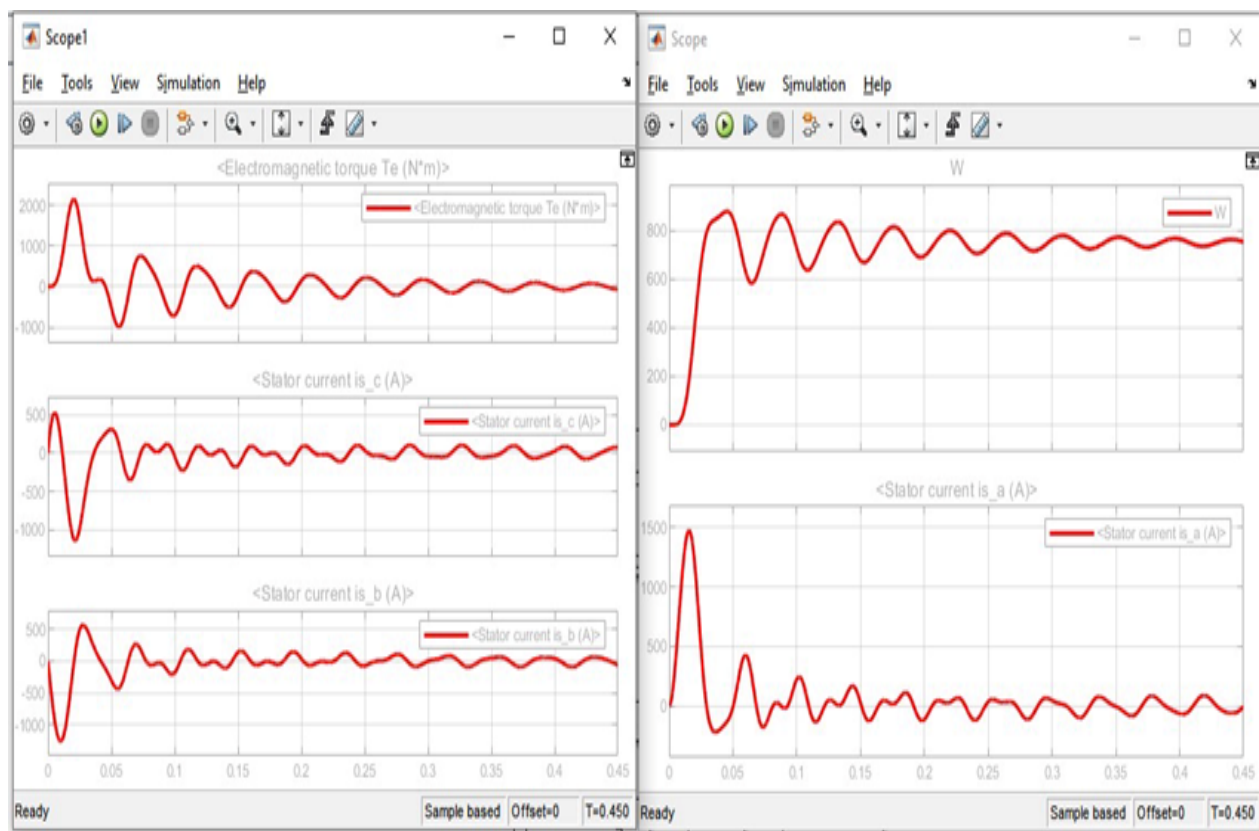
[i(Arms) ; v(VLL rms)]: [302.9841135, 428.7778367 ; 230, 322, 414, 460, 506, 552, 598, 644, 690]

OK Cancel Help Apply

2.9 - сурет – Асинхронды қозғалтқыш параметрлері



2.10 - сурет – Жиілігі 25 Гц іске қосу моментінде айналу жиілігінің өзгеруі



2.11 - сурет – Жиілігі 75 Гц іске қосу моментінде айналу жиілігінің өзгеруі

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты орындау барысында шахталарға арналған желдету жүйелерін жобалау ерекшеліктері зерттелді. Желдеткіштердің түрлері қарастырылды. 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.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы: Учеб. пособие.— Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2015. – 196 б.
- 2 Смирнов В.И., Петров Ю.А., Разинцев В.И.. Основы проектирования и расчета следящих систем. – М. Машиностроение, 2003ж.
- 3 Карасев Б.И. Насосные и воздухоудные станции. - Мн.: ВШ, 2010.
- 4 Панкратов В.В. Силовая Интеллектуальная Электроника. №2. 2005. 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.
- 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 Под. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. Автоматизированный электропривод / - М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 12 В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / – Д.: Национальный горный университет, 2017. – 266 б.
- 14 Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2019. —260 б.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Ералиев Н.

Тақырыбы: Шахатаны желдету станциясының жиіліктік реттелетін электр жетегін жобалау

Жетекшісі: Нурлан Сарсенбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.5

Дәйексөз (35): 0.2

Әріптерді ауыстыру: 12

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 3

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

Дир. нұрлан сарсенбаев
Сарсенбаев Н. С.
Кафедра меңгерушісі

29.05.2024 м

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ералиев Н.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Шахатаны желдету станциясының жиіліктік реттелетін электр жетегін жобалау

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 6

Коэффициент Подобия 2: 3.5

Микропробелы: 3

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

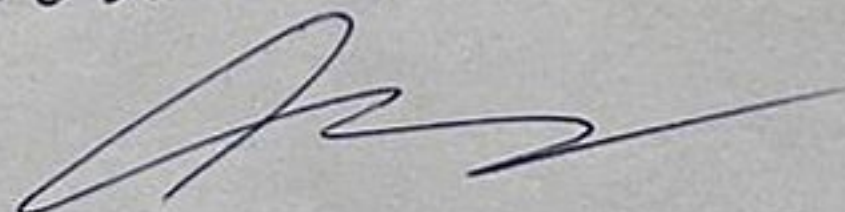
☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 29.05.2024г.



проверяющий эксперт

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

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Ералиев Нұрғиса Ералыұлы
6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Тақырыбы: «Шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін жасау»

Аталған дипломдық жұмыста шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін жасауға зерттеу жүргізілген.

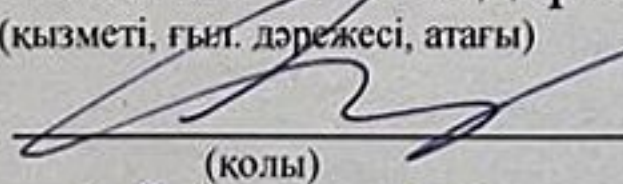
Технологиялық бөлімде желдету жүйесі, желдету желісі, желдету қондырғылары, желдеткіш, желдету әдістері, жайлы толықтай мағлұмат берілген.

Есептік бөлімде берілген желдеткіш түрлері толық зерттеліп, қондырғының тиімділігі ұсынылған. Студент берілген қондырғының математикалық моделі, жүйені әзірлеу мен енгізудің әртүрлі әдістері, электр қозғалтқышының параметрлеріне есептеу жүргізген. Сондай-ақ желдеткіштердің дизайны мен құрылымдарын атап көрсеткен.

Студент дипломдық жұмысты орындау барысында өзінің бейімділігін жақсы ұсына алды. Ералиев Нұрғиса Ералыұлы жұмысты тиянақты әрі нәтижелі түрде орындап шықты. Мамандығы бойынша нағыз маман болып шығуға ұмтылысын көрсете білді. Ералиев Нұрғиса Ералыұлы 6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының кандидаты, ассоц. профессор
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

 Сарсенбаев Н.С.
(колы)

« 28 » 05 2024 ж.

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жоба

Ералиев Нұрғиса Ералыұлы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Тақырыбы: «Шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін жасау»

Орындалды :

- а) графикалық бөлім 15 бет;
- б) түсініктеме жазбасы 50 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Ұсынылған дипломдық жұмыста шахтаны желдету станциясының жиілікпен басқарылатын электр жетегін жасауға толықтай талдау жасалған.

Технологиялық бөлімде шахталық желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу және автоматтандыру яғни, желдету жүйесі, желдету желісі, желдету қондырғылары, желдеткіш, желдету әдістері, Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрлігі бекітетін санитариялық қағидаларға сәйкес белгіленетін ауа алмасу жөніндегі нормативтер атап көрсетілген.

Арнайы бөлімде тандалған желдеткіш түрлері толық зерттеліп, қондырғының тиімділігі ұсынылған. Студент берілген қондырғының математикалық моделі, жүйені әзірлеу мен енгізудің әртүрлі әдістері, электр қозғалтқышының параметрлеріне есептеу жүргізген. Сондай-ақ желдеткіштердің дизайны мен құрылымдарын зерттеп, қорытынды ұсынылған.

Жұмысты бағалау

Жалпы дипломдық жобаны А (90%) деп бағалауға, ал студент Ералиев Нұрғисаға «6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру» білім беру бағдарламасы бойынша «Техника және технологиялар бакалавры» дәрежесін беруге лайық деп есептеймін.

Сын – пікір беруші:

А.Ә.Б.У. «Жаңартылатын және
баламаның энергия көздері»
институтының меңгерушісі, PhD
Шыныбай Ж.С.

«» 2024 ж.