

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

Едіге Өркенбек Юсупұлы

Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу

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.

« 27 » 2024 ж.



Дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру»

Орындаған:

Едіге Өркенбек Юсупұлы

Рецензент:

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

Шыныбай Ж.С.

« 30 » 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші:

техника ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор

Сарсенбаев Н.С.

« 27 » 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.
« » 2024 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Едіге Өркенбек Юсупұлы

Жобаның тақырыбы: «Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «04» маусым 2024 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: Өндірістік практикада желдету бойынша жиналған мәліметтер.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- а) желдету жүйесінің жалпы сипаттамасын беру;
- б) сұлба компоненттерін таңдап алу және есептеу, желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау.

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

Жұмыс презентациясы 28 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 14 атаулардан тұрады.

[1] Н. С. Сарсенбаев, Н. Т. Исембергенов. Автоматика элементтері мен құрылғылары: оқулық – Алматы: [б. и.], 2009. 24 – 32ББ.

[3] Голенько В. И., Лебедев Я. Я., Муха О. А. Вентиляция шахт и рудников. - Днепропетровский НГУ. 2012. 72 – 78ББ.

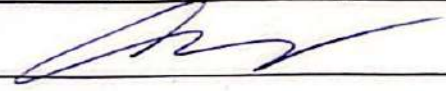
[10] Семенов А. С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MatLab / Вестник Северо - Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2014. № 1. 51 – 59ББ.

**Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім Желдету жүйесінің жалпы сипаттамасы	05.02.2024ж. - 01.03.2024ж.	
Есептік бөлім Сұлба компоненттерін таңдап алу және есептеу	18.03.2024ж. - 15.04.2024ж.	
Желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау MATLAB ортасында электржетек моделін жасау	19.04.2024ж. - 17.05.2024ж.	

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	01.03.2024ж.	
Есептік бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты	15.04.2024ж.	
Желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты	17.05.2024ж.	
Норма бақылаушы	Қадыр Г.А., техника ғылымдарының магистрі	23.05.2024ж.	

Ғылыми жетекшісі  Сарсенбаев Н.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Едіге Ө.Ю.

Күні « 02 » ақпан 2024 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс вентильді каскад сұлбасымен жалғанған асинхронды электржетегін пайдаланатын шахтаның желдетуін автоматты басқару жүйесіне бағытталған. Жұмыста қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеу заңдарын анықтау үшін, аналитикалық теңдеулер арқылы электржетегін зерттеу әдісі ұсынылған. Сонымен қатар дипломдық жұмыс электржетегіне қойылатын талаптарды талдауды, оңтайлы компоненттерді таңдауды, автоматтандырылған электр жетегінің жұмысын тексеруді және оңтайландыруды қамтиды.

Өтпелі процестер және әртүрлі параметрлер Simulink ортасында вентильді каскадтық сұлбасымен жалғанған асинхронды электржетегін компьютерлік модельдеу арқылы зерттелген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа направлена на систему автоматического управления вентиляцией шахты с использованием асинхронного электропривода, соединенного с вентильной каскадной схемой. В работе предложен метод исследования электропривода с помощью аналитических уравнений для определения законов регулирования скорости двигателей. Дипломная работа также включает анализ требований к электроприводу, выбор оптимальных комплектующих, проверку и оптимизацию работы автоматизированного электропривода.

Переходные процессы и различные параметры изучались с помощью компьютерного моделирования асинхронного электропривода, Соединенного вентильной каскадной схемой в среде Simulink.

ANNOTATION

The thesis is aimed at the automatic ventilation control system of the mine using an asynchronous electric drive connected to a valve cascade circuit. The paper proposes a method for studying an electric drive using analytical equations to determine the laws of motor speed regulation. The thesis also includes an analysis of the requirements for an electric drive, the selection of optimal components, verification and optimization of the operation of an automated electric drive.

Transients and various parameters were studied using computer simulation of an asynchronous electric drive connected by a valve cascade circuit in a Simulink environment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Желдету және желдеткіштер туралы түсінік	8
1.2 Шахтаның желдету жүйесі	8
1.3 Шахтаны желдетудің әдістері	10
1.4 Шахтаны желдету схемалары	14
1.5 Желдеткіштердің классификациясы	17
1.6 Желдетудің және желдеткіштердің өнімділігін реттеу	19
1.7 Шахталарды желдетуді автоматтандыру	22
1.8 Қолданылатын технологиялық жабдықтар	25
2 Есептік бөлім	30
2.1 Вентильді каскадты пайдаланатын және вентильді машиналық автоматтандырылған электржетегі	30
2.2 Асинхронды вентиль каскады принципіне негізделген электр қозғалтқышы бар жетек	32
2.3 Асинхронды вентильді каскадтың қысқаша жұмыс истеу принципі	35
2.4 Асинхронды вентиль каскадының жұмысының параметрлері	36
2.5 Сұлба компоненттерін тандап алу және есептеу	37
3 Желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау	46
3.1 Simulink бағдарламасындағы жұмыс пен модельдеудің негізгі түсініктері	46
3.2 MATLAB ортасын пайдаланып электржетек моделін жасау	46
3.3 Басты желдеткіш қондырғысын модельдеу	56
Қорытынды	59
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	60
Қысқартылған сөздер тізімі	61

КІРІСПЕ

Жер асты өнеркәсібіндегі, түсті және қара металлургиядағы брикет өңдеу зауыттарында, технологиялық процестер мен пайдалы қазбаларды тасымалдау кезінде өндірістік үй - жайлардың атмосферасына зиянды газдар, жылу, ылғал және шаң бөлінеді, бұл санитарлық - гигиеналық еңбек жағдайларын айтарлықтай нашарлатады. Кейбір жағдайларда өндірістік үй - жайлардың атмосферасының газдармен және шаңмен ластануы соңғысының жарылғыш және өрт қауіпті концентрациясына әкелуі мүмкін.

Шаңды шығарудың ең қарқынды ошақтары кептіру қондырғылары, пневматикалық байыту цехтары, қайта тиеу және тасымалдау желілері болып табылады.

Өңдеу және брикет зауыттарының өндірістік жайларында қалыпты санитарлық - гигиеналық және қауіпсіз еңбек жағдайларын жасауға ықпал етудің тиімді құралдарының бірі өндірістік желдету болып табылады.

Желдетудің көмегімен өндірістік жайларда қажетті метеорологиялық көрсеткіштерді қамтамасыз етудің ең маңызды міндеті шешіледі - температура, салыстырмалы ылғалдылық және ауа жылдамдығы, сонымен қатар шаңның, ылғалдың және зиянды газдардың шекті рұқсат етілген концентрациясы.

Өндірістік жайлардың ауа ортасына қойылатын талаптар санитарлық қадағалау органдарымен келісілген санитарлық нормалармен және нормативтік материалдармен белгіленеді.

Өндірістік жайлардың атмосферасына шығарылатын әртүрлі зиянды компоненттер де жабдықтар мен құрылыс құрылымдарының жағдайына кері әсерін тигізеді. Сондықтан өндірістік - технологиялық мәселелер де желдеткіштің көмегімен шешіледі. Осылайша, өндірістік үй - жайлардың ауасындағы ылғалдылықты азайту жабдықтың тозуын және коррозиясын азайтады.

Бұл дипломдық жұмыста өнеркәсіптік желдету жүйелерін есептеудің теориялық негізін беруге, сонымен қатар осы мақсаттар үшін автоматтандырылған қозғалтқышты пайдалану, басқару, реттеу және құру тәжірибесін жинақтауға әрекет жасалды.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Желдету және желдеткіштер туралы түсінік

Атмосфера - бұл адам өмірінің ортасы. Оның жер бетіндегі газ құрамы ауаның жоғары қозғалғыштығына және газдардың бөлінуі мен сіңу процестерінің өзара өтелуіне байланысты үлкен тұрақтылықпен сипатталады. Сондықтан Жер бетінде адамның өміріне қажетті ауаның газ құрамын жасанды түрде ұстап тұру мәселесі туындамайды. Алайда, жер бетінен ішінара немесе толығымен алыс бөлімдерде бұл факторлардың әсері әлсірейді немесе мүлдем тоқтайды, ал өндірістік процестер кезінде газдардың бөлінуі мен сіңуіне байланысты ауа құрамының өзгеруі оларды желдетуді қажет етеді. Бөлмені желдетудің мәні таза ауаны беру және тарату, сондай - ақ ластанған ауаны жою болып табылады. Жер асты қазбалары олардың жер бетінен толық оқшаулануына, оларда оттегін сіңіру және газдар шығару процестерінің болуына, ауа температурасының жоғарылауына, күн сәулесінің болмауына байланысты әсіресе желдетуді қажет етеді.

Желдеткіш - бұл ауа өткізгіште қысым айырмашылығын тудыратын машина, оның әсерінен соңғысында ауа қозғалады. Шартты түрде желдеткіштерге 1,1 қысу коэффициентінде 10000 МПа дейінгі қысым айырмашылығын жасайтын машиналар жатады. Үлкен қысым айырмашылығын жасайтын машиналар айдағыш пен компрессорлар деп аталады. Желдеткіштер айдағыш пен компрессорлар бірге ауа класын және басқа газ тәрізді орталарды құрайды. Желдеткіштердегі қысудың аз мөлшері ауаны сығылмайтын орта ретінде қарастыруға мүмкіндік береді, яғни, желдеткіштің кірісі мен шығысындағы ауаның көлемдік шығындарын тең деп санауға болады. Желдеткіште айналмалы жұмыс дөңгелегінен ауаға энергия беру процесі үнемі жүреді. Олардың механикалық өзара әрекеттесуіне байланысты жұмыс дөңгелегі ауаға қысым жасайды, бұл жұмыс дөңгелегінің артында ауа қысымы статикалық жоғарылауды тудырады. Бұл дипломдық жұмыста біз шахталарда қолданылатын желдеткіштерді қарастырамыз.

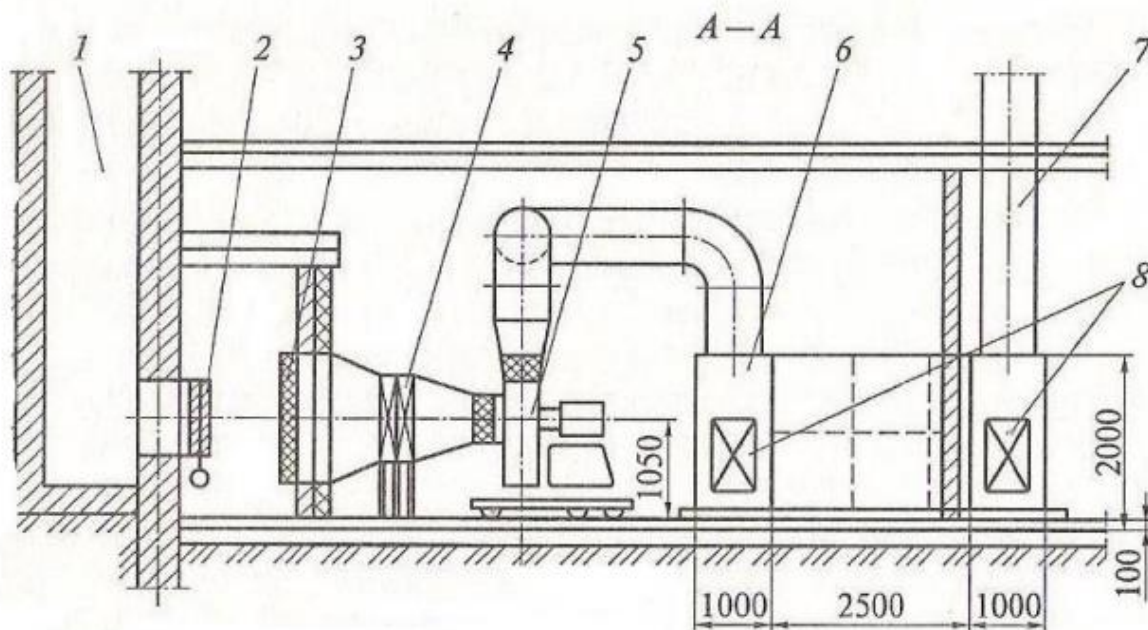
1.2 Шахтаның желдету жүйесі

Шахтаның желдету жүйесі - бұл шахталарда немесе жер асты бөлмелерінде қажетті ауа алмасуды қамтамасыз етуге арналған жүйе. Оның негізгі мақсаты - адамдар үшін қауіпсіз жұмыс жағдайларын сақтау, сондай - ақ оңтайлы температура мен ылғалдылық деңгейін ұстап тұру үшін қажетті ауа айналымын қамтамасыз ету.

Мұндай жүйелерге желдеткіштер, каналдар, сүзгілер, сондай - ақ ауа сапасын бақылау жүйелері кіруі мүмкін. Шахта қызметінде олар жұмысшылардың қауіпсіздігі мен жайлылығын қамтамасыз етуде, сондай-ақ

жабдықтың жұмыс істеуі үшін оңтайлы жағдайларды сақтауда маңызды рөл атқарады.

Шахтаның желдету жүйелерін жобалау үшін шахтаның мөлшері, жұмыс істейтін адамдардың саны, тау - кен түрі және тау жыныстарының сипаттамалары сияқты әртүрлі факторларды ескеруді қажет етеді. Олар шахтаның бүкіл қызмет ету мерзімінде сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ететін етіп жобалануы және қызмет көрсетілуі керек.



1 - сурет – Шахтаның желдету станциясының құрылымдық сұлбасы
1 – ауа құбырының білігі; 2 – клапан; 3 – ауа сүзгісі; 4 – жылытқыш;
5 – желдеткіш; 6 – дыбысты өшіргіш; 7 – тасымалдау арнасы; 8 – шлюз.

Шахта желдеткіштерінің жалпы өнеркәсіптік желдету жүйелерінен бірқатар ерекшеліктері мен айырмашылықтары бар:

- шахта желдеткіштері шахталар мен жерасты үй - жайларында жұмыс істеуге арналғандықтан желдетуге қойылатын талаптар қатаң;

- шахта желдеткіштері әдетте қауіпсіздіктің қатаң талаптарын ескере отырып жасалады, өйткені шахтадағы желдету жүйесіндегі ақаулар газбен улану, түтін шығару немесе оттегі деңгейінің төмендеуіне байланысты жұмысшылар үшін өте қауіпті болуы мүмкін;

- шахта желдеткіштері шаң, жоғары ылғалдылық және коррозия сияқты агрессивті ортадан арнайы қорғалуы керек, бұл шахталарда жұмыс істеудің ерекше жағдайларына байланысты;

- шахта жағдайында инфрақұрылымды зақымдануы немесе жұмысшыларға қауіпті жағдай туғызуы мүмкін күшті ауа ағындарын болдырмау үшін желдеткіштің төмен жылдамдығында желдетудің жоғары деңгейін сақтау қажет;

- шахталық желдету жүйелері, әдетте, желдетудің апаттық сөнуі өте қауіпті болуы мүмкін жағдайларда үздіксіз жұмыс істеуді қамтамасыз ету үшін күрделі бақылау және автоматтандыру жүйелерімен жабдықталынады;

- шахта желдеткіштері жоғары немесе төмен температура сияқты төтенше жағдайларда жұмыс істеуге арналған, бұл олардың сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін арнайы материалдар мен технологияларды қажет етеді.

Бұл ерекшеліктер шахта желдеткіштерін мамандандырылған және шахталар мен жер асты бөлмелеріндегі ерекше жұмыс жағдайларына бейімдейді.

1.3 Шахтаны желдетудің әдістері

Шахталық желдету желісі арқылы қозғалу жолында ауа қысымының қажетті айырмашылығының қалай алдын алатынына байланысты үрлеу, сору және аралас өткізу әдістеріне бөлінеді.

Шахтаның желдету әдістері мен схемаларын дұрыс таңдау, шахтаның жалпы қуысы мен ауа мөлшерін мүмкіндігінше дәл есептеу, сондай - ақ тау - кен қазбаларында ауаны дұрыс тарату өте маңызды. Бұл жобаның ең маңызды бөлігі - шахтаның желдету әдісі мен схемасын таңдау. Алдымен шахтаны желдету әдістеріне тоқталайық.

Желдету әдісін таңдауға келесі негізгі факторлар әсер етеді:

- аутопсия схемасы;
- шахта алаңын пысықтау тәртібі;
- өңдеу тереңдігі;
- қазбалардың газ көптігі;
- депрессияның мөлшері;
- жер бетімен немесе басқа жерасты құрылыстарымен аэродинамикалық байланыстың болуы;
- қолданылатын өңдеу жүйелері;
- шахта қанаттарының аэродинамикалық кедергісінің арақатынасы;
- табиғи тартудың бағыты мен мөлшері;
- негізгі желдету желдеткіштерін белгілі бір оқпандарда орнату мүмкіндігі;
- үнемділік.

Шахтаны желдетудің үрлеу әдісі - шахтаның ішіндегі ластанған немесе жай "ыстық" ауаны ауыстыру үшін таза ауаны шахтаға сырттан үрлеу әдісі. Бұл әдіс желдеткіштерді немесе үрлегіштерді бетіне орналастырып, ауаны құбырлар немесе желдеткіштер арқылы шахтаға үрлейді.

Желдету әдісі - жүйедегі қысымның төмендеуі ауа беру өндірісіндегі ауа желдеткішінің ауа қысымын жоғарылату арқылы жасалады. Желдеткіштің механикалық энергиясының арқасында оның шығуындағы атмосфералық қысым артады, ал ауа беру өндірісінде ол атмосфераға тең болады.

Өндірістерде қысым дифференциалы пайда болады, бұл $H = P_1 - P_0$ ретінде анықталған бүкіл өндіріс желісінің депрессиясы.

Шахтаның желдетудің үрлеу әдісі келесі қадамдарды қамтиды:

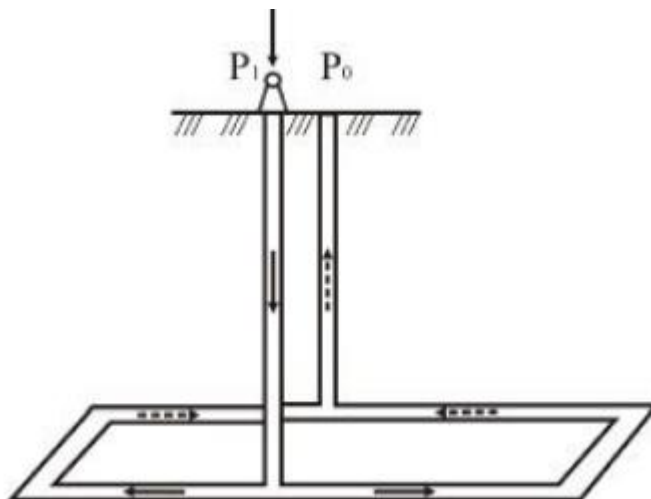
1) Желдеткіш желдеткіштер немесе үрлегіштер шахтаның үстінде немесе басқа қол жетімді жерде орналастырылады;

2) Желдеткіш желдеткіштер құбырларға немесе шахтаның ішіне кіретін арнайы тесіктерге қосылады;

3) Желдету жабдығы қосылады және оның жұмысын қажетті ауа беру көлеміне сәйкес реттеуге болады;

4) Жұмыс барысында шахта ішіндегі ауаның сапасын бақылау және желдеткіштердің жұмысын жағдайдың өзгеруіне сәйкес реттеу маңызды.

Желдетудің үрлеу әдісі шахтадағы ауа сапасын жақсартуды, оңтайлы температура мен ылғалдылықты сақтауды және жұмысшылар үшін қауіпсіз жағдайларды қамтамасыз етуді қамтиды. Дегенмен, бұл әдіс қосымша энергияны тұтынуы мүмкін және үздіксіз жұмысты қамтамасыз ету үшін мұқият жоспарлау мен техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді.



1.1 - сурет – Шахтаны сору әдісі бойынша желдету

Үрлеу әдісінің артықшылықтары:

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

Үрлеу әдісінің кемшіліктері:

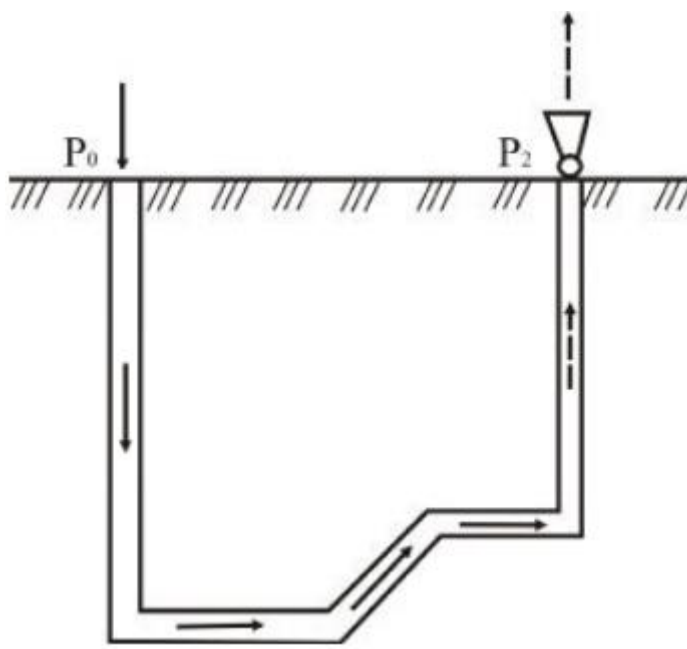
- ауа беретін оқпанның жанында мөрленген шахтадан жоғары ғимаратты орнату қажеттілігі;

- 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.

Шахтаны желдетудің сору әдісі - шахтадан ластанған немесе жай "пайдаланылған" ауаны шахтаның үстінде немесе басқа қол жетімді жерде орналасқан желдеткіштер немесе үрлегіштер арқылы шығаратын әдіс. Бұл әдіс шахтадан шығатын ауаны кетіру және оның балғындығы мен қауіпсіздігін сақтау үшін қолданылады.

Сору әдісі жүйедегі қысымның төмендеуі желдеткіштің жұмысына байланысты ауа беру өндірісінің сирек болуынан туындайтындығына негізделген. Желдеткіштің механикалық энергиясының арқасында өндірістің аузындағы ауа қысымы P_2 - ге дейін төмендейді, ал бетінде ол атмосфераға тең болып қалады. Бұл жағдайда өндірістерде қысымның төмендеуі пайда болады, бұл $H = P_0 - P_1$ - ге тең бүкіл өндіріс желісінің депрессиясы болып табылады.



1.2 - сурет – Шахтаны үрлеу әдісі бойынша желдету

Сору әдісінің негізгі артықшылықтары:

- қапталдағы желдету жүйесінде бір және бірнеше желдеткіш қондырғыларды қолдану мүмкіндігі;
- газ шахталары мен кеніштерде практикалық қолданудың жалғыз мүмкін жолы;
- жалпы желдеткіш горизонттың болуы жұмыстың қауіпсіздігін арттырады;
- желідегі ауаны кері айналдырудың жеңілдігі және бірнеше желдеткіштер жұмыс істеген кезде желдету режимдерін басқару;
- шахта алаңының қапталында орналасқан қазба учаскелерін желдету кезінде үлкен тиімділік.

Бұл әдістің негізгі кемшіліктеріне мыналар жатады:

- құлау аймақтары, жарықтар, Тектоникалық бұзылулар, бұғатталған қазбалар арқылы жер бетінен сорғыштардың болуы;
- әдісті өздігінен жануға бейім пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезінде қолдану ұсынылмайды;
- негізгі желдетудің бірнеше желдеткіш қондырғыларын қолданған кезде ауа ағындарын реттеу процесі күрделене түседі;
- жер бетінен ауа сорғыштардың болуы;
- негізгі желдету желдеткіші арқылы шаң мен газбен ластанған ауа өтеді, бұл оның қызмет ету мерзімін қысқартады және жарылыс қаупін арттырады.

Шахтаны желдетудің аралас әдісі - бұл үрлеу және сору әдістерін біріктіретін аралас тәсіл. Бұл тәсілді күрделі ортада оңтайлы желдету жағдайларын қамтамасыз ету үшін немесе қажет болған жағдайда ауа-райының өзгеруі, шахтадағы әр түрлі белсенділік немесе белгілі бір өндірістің ерекшеліктері сияқты әр түрлі факторларды ескеру үшін қолдануға болады.

Желдетудің аралас (үрлеу - сору) әдісі шахта немесе шахта қазбаларының бір бөлігінде үрлеу желдеткіші артық қысым жасайды, ал екінші бөлігінде сору желдеткішінің жұмысына байланысты ауаның жұқаруы болады. Ауа жіберетін өндірістегі ауа қысымы P_1 , үлкен атмосфералық P_0 , ал көтерілетін P_2 ағынындағы ауа қысымы атмосфералық қысымнан аз шамаға дейін артады. Бүкіл қазба желісінің депрессиясы $H = P_1 - P_2$ шамасына сәйкес келеді.

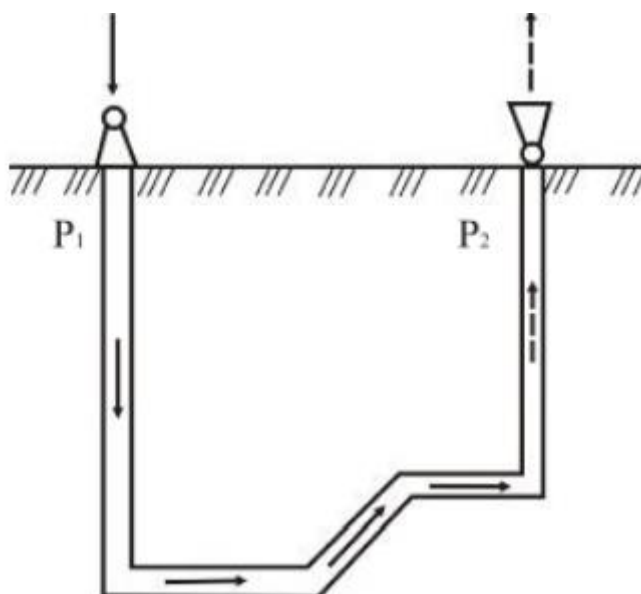
Шахтаның аралас желдетуі келесідей ұйымдастырылған:

1) Желдету жабдығы тиісті жұмыс режиміне орнатылған. Мысалы, жабдықтың бір бөлігі сору режимінде, ал екінші бөлігі үрлеу режимінде жұмыс істей алады;

2) Жабдықтың жұмысы шахтадағы өзгертін жағдайларға байланысты бақыланады және реттеледі. Бұл автоматты басқаруды немесе операторды қолмен басқаруды қамтуы мүмкін;

3) Желдетуді пайдалану процесінде жұмыс істейтін адамдардың саны, өндіру көлемі, ауа сапасының өзгеруі және басқа факторлар сияқты ағымдағы қажеттіліктер мен жағдайларға сәйкес өзгерістер енгізілуі мүмкін.

Біріктірілген әдістің артықшылықтары шахтаның жұмыс жағдайындағы әртүрлі сценарийлер мен өзгерістерге тиімді жауап бере алатын икемді және бейімделгіш жүйені қамтиды. Алайда, оны жүзеге асыру жекелегенге қарағанда күрделі дизайн мен басқаруды қажет етуі мүмкін.



1.3 - сурет – Шахтаны аралас әдіс бойынша желдету

Бұл әдіс шахталарда тау - кен қазбалары мен өздігінен жанатын көмірлер мен кендерді игерудің едәуір ұзындығында қолданылады.

1.4 Шахтаны желдету схемалары

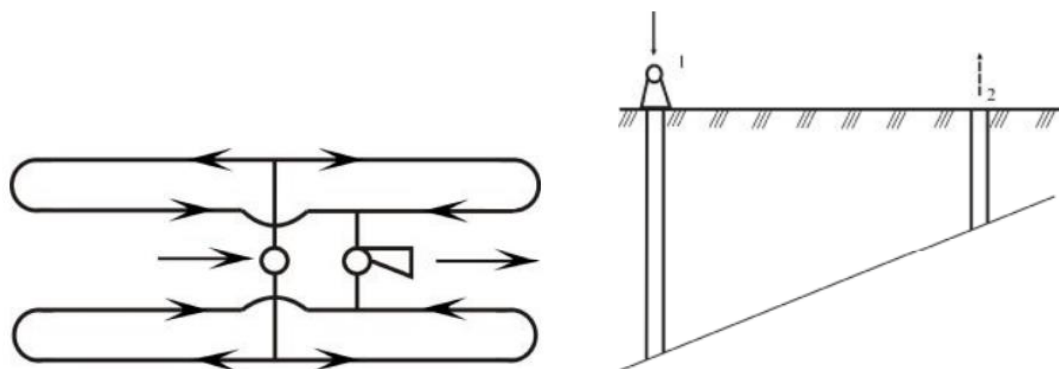
Таза ауа жіберілетін және ластанған ауа шығарылатын жұмыс орындарының саны мен салыстырмалы орналасуына байланысты орталық және бүйірлік желдету схемалары болып бөлінеді.

Шахтаның орталық желдету схемасы - орталық желдеткіш шахтаның ортасынан төмен қарай бағытталған ауа ағынының негізгі көзі ретінде қызмет ететін жүйе. Бұл әсіресе терең және ірі шахталарда желдетудің кең таралған әдістерінің бірі.

Ауа ағынының негізгі арнасы болып табылатын біліктің ортасында тік желдеткіш білігі орнатылған. Бұл магистраль әдетте бетінде орналасады және желдеткішке немесе ауа қозғалысын қамтамасыз ететін басқа құрылғыларға қосылуы мүмкін.

Ауа орталық білікке беріледі және білікке төмен бағытталады. Төменгі деңгейлерде ауаның білікке біркелкі таралуын қамтамасыз ету үшін ауа ағынын бірнеше тармақтарға бөлуге болады.

Орталық желдету схемасы таза ауаның шахта бойынша біркелкі таралуын қамтамасыз етеді, бұл кеншілер үшін қауіпсіз еңбек жағдайларын сақтау және зиянды газдар мен шаңдарды тиімді жою үшін маңызды.



1.4 - сурет – орталық және бүйірлік желдету сұлбалары

Орталық схемалардың артықшылықтары:

- салыстырмалы төмен күрделі шығындар, өйткені екі оқпан өткізіледі;
- шахтаны жылдам іске қосу;
- тіректердегі пайдалы қазбалардың айтарлықтай емес жоғалуы;
- бір желдеткіш қондырғының болуы;
- шахтаның барлық жер үсті құрылымдарының шоғырлануы;
- желдетуді басқарудың қарапайымдылығы.

Орталық схемалардың кемшіліктері:

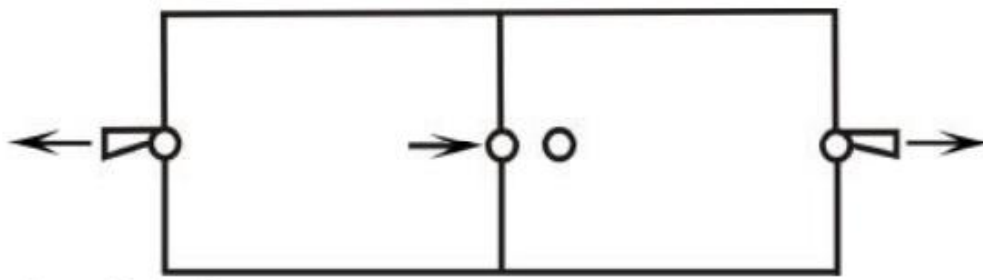
- біліктің айналасындағы аймақта және қозғалыс жолының бойында үлкен ауаның ағуы жаңа және шығатын ағындар;
- желдеткішті реттеу тереңдігін қамтамасыз ету қажеттілігі;
- кен орнының бүкіл ұзындығы бойынша желдету горизонтының қажеттілігі.

Қиғаш сұлба деп те аталатын бүйірлік шахтаның желдету схемасы шахталарда желдетуді ұйымдастырудың балама әдісі болып табылады. Бұл конструкцияда ауа ағындары біліктің бүйір қабырғалары (флангтары) бойымен жасалады, бұл оны ауа орталық біліктен төмен түсетін орталық конструкциядан ерекшелендіреді.

Бұл схемада қабырғалар бойымен төселген арнайы желдеткіш саңылаулардың көмегімен шахтаның бүйір қабырғалары бойымен ауа ағындары жасалады.

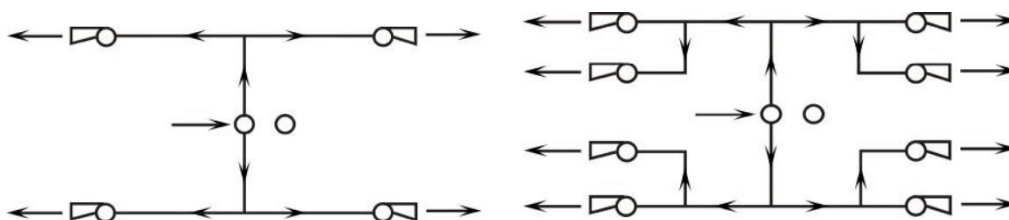
Бұл жұмыс орындарына ауа желдеткіштер немесе басқа құрылғылар арқылы беріледі. Содан кейін ол біліктің бүкіл ұзындығы бойынша біркелкі бөлінеді.

Бүйірлік желдету схемасы, әсіресе, шахтаның орталық кеңістігі көтергіш жабдықтармен немесе басқа құрылымдармен орналасқан жағдайларда немесе шахтаның белгілі бір учаскелерінде ерекше тиімді желдету қажет болған жағдайда пайдалы болуы мүмкін.



1.5 - сурет – Бүйірлік қанат сұлбасы

Ауа беру білігінен үлкен қашықтықта орналасқан қазба алаңдарының аз саны байланысты бүйірлік топтық схема немесе бүйірлік секциялық схема қолданылады.



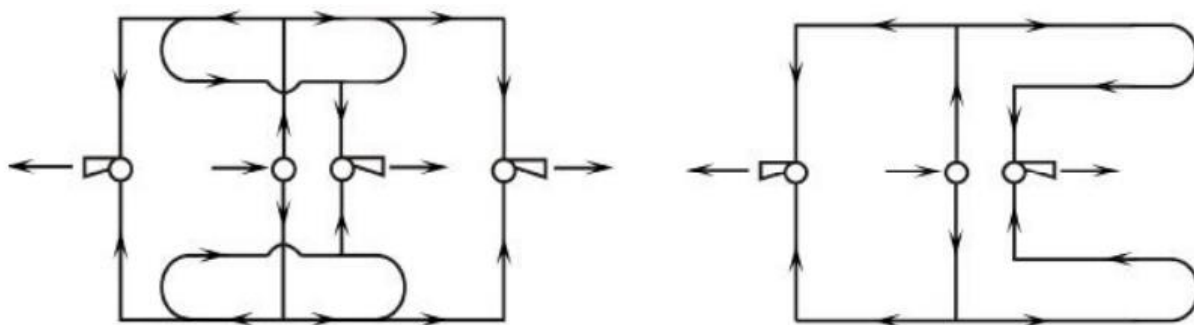
1.6 - сурет – бүйірлік топтық сұлбасы немесе бүйірлік секциялық сұлбасы

Біріктірілген шахталық желдету схемалары оңтайлы тиімділік пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін әртүрлі желдету әдістері мен элементтерін біріктіретін жүйелер болып табылады. Мұндай схемалар орталық және қаптал элементтерін, сондай - ақ шахтада желдетуді қамтамасыз ететін басқа технологиялар мен құрылғыларды қамтуы мүмкін.

Бұл схема шахтадағы ауа ағынын жасау үшін орталық және бүйірлік желдеткіш біліктер пайдаланады. Орталық желдеткіш шахта негізгі ауа ағынын қамтамасыз ете алады, ал қаптал саңылаулары шахтаның белгілі бір учаскелеріне бағытталған қосымша ауа ағындарын қамтамасыз ете алады.

Температура мен қысымның айырмашылығына байланысты табиғи желдетуді де, желдеткіштерді немесе басқа құрылғыларды қолданатын мәжбүрлі желдетуді де пайдаланады. Мысалы, орталық магистраль табиғи желдету үшін қызмет ете алады, ал ауа ағынын арттыру үшін мәжбүрлі желдеткіштерді пайдалануға болады.

Кейбір аралас схемалар өрт немесе газдың шығуы сияқты төтенше жағдайда іске қосылуы мүмкін апаттық желдету жүйелерін қамтуы мүмкін. Бұл жүйелер шахтадан қауіпті газдарды тез жою үшін қосымша желдеткіштерді немесе авариялық желдету шахталарын пайдалануды қамтуы мүмкін.



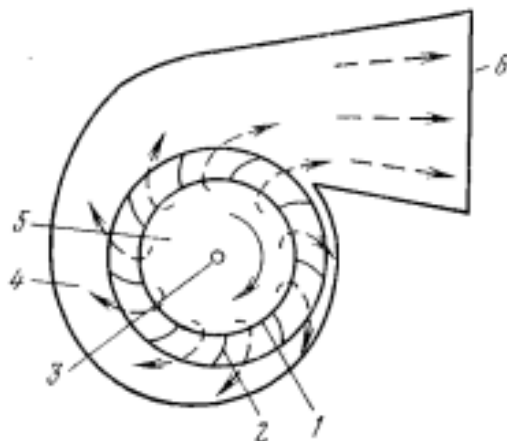
1.7 - сурет – Шахталық желдетудің аралас сұлбалары

Шахталарды желдетудің аралас схемалары өзгермелі жағдайлар мен талаптарға икемді бейімделуге мүмкіндік беретін әртүрлі жағдайларда тиімді болуы мүмкін. Арнайы біріктірілген желдету схемасын таңдау көптеген факторларға байланысты, соның ішінде шахтаның геометриясы мен геологиялық сипаттамалары, қауіпсіздік талаптары және техникалық құралдардың болуы.

1.5 Желдеткіштердің классификациясы

Шахтаның желдетуінде желдеткіштердің әртүрлі түрлері жиі қолданылады, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары бар және шахтаның нақты жағдайлары мен талаптарына байланысты қолданылады. Желдеткіштің белгілі бір түрін таңдау ауа ағынының көлемі, қысым, энергия тиімділігіне қойылатын талаптар, сондай - ақ белгілі бір шахтаның ерекшеліктері және оны пайдалану шарттары сияқты факторларға байланысты. Желдеткіштердің екі түрі бар, олар дизайны мен жұмыс принципі бойынша - ортадантепкіш және осьтік. Олар шахтаны тұтастай немесе оның маңызды бөліктерін және жеке қазбалар мен жұмыс орындарын желдету үшін қолданылады. Мысалы, төмен қысымда ауаның үлкен көлемі үшін осьтік желдеткіштерді қолдануға болады, ал жоғары қысымды жасау үшін ортадантепкіш желдеткіштерді қолдануға болады. Желдеткіштердің әртүрлі түрлерінің комбинациясы белгілі бір білік үшін оңтайлы шешімді қамтамасыз ете алады.

Ортадантепкіш желдеткіштер. Бұл желдеткіштер желдеткіш қалақтары айналғанда пайда болатын орталықтан тепкіш күш арқылы ауа ағынын жасайды. Олар жоғары қысымды қамтамасыз ете алады және ауаны айтарлықтай қашықтыққа тасымалдауда немесе шахтадағы ауа ағынының кедергісін жеңуде тиімді болуы мүмкін.

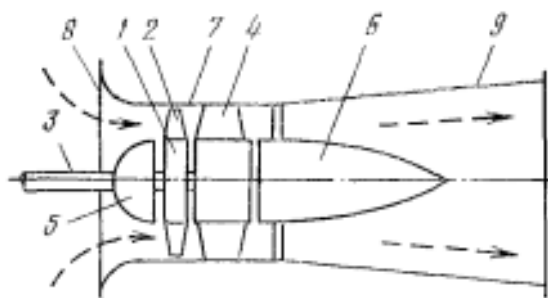


1.8 - сурет – Ортадантепкіш желдеткіштің сұлбасы

Ортадантепкіш желдеткіш спиральдық корпуста орналасқан (4), жұмыс дөңгелегінде айналатын (3), қалақшалары бар (2), жұмыс дискінен (1) тұрады. Ауа желдеткішке ішінде бағыттау құрылғысы орналасқан сору тесігінен (5) кіреді. Жұмыс дөңгелегінде ауа қалақшалардың арасынан олардың қозғалысы бағытында бұралып өтеді және қалақшаның жоғарғы жиегі мен корпус арасындағы кеңістікке лақтырылады, соңғысының ішінде спираль түрінде қозғалуын жалғастырады және қаптаманың кеңеюіне қарай кеңейеді. Ауа желдеткіштен үрлеу тесігі (6) арқылы шығады.

Шахталардағы ортадантепкіш желдеткіштің жұмыс принципі ауа ағынын жасау үшін центрифугалық күшті қолдануға негізделген. Желдеткіштің бұл түрі қалақшалардың орталық осьтің айналасында айналуымен сипатталады, ауа желдеткішке радиусы бойымен беріледі және оның осі бойымен үрленеді. Ауа желдеткішке оның радиусы бойымен түседі. Бұл шахтаның ішіне немесе басқа жер асты кеңістігіне апаратын құбырлар немесе желдеткіштер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Желдеткіш қосылған кезде оның жүздері орталық осьтің айналасында айнала бастайды. Желдеткішке кіретін ауа қалақшаларға түсіп, центрифугалық күштің әсерінен олардың бойымен қозғала бастайды. Ауа қалақшалар бойымен қозғалған кезде оның қысымы артады. Айналмалы қалақшалар тудыратын орталықтан тепкіш күш ауаның қалақтар бойымен қозғалуына және ағын тудыруына әкеледі. Қалақшалар арқылы өткеннен кейін ауа желдеткіштен оның осі бойымен үрленеді. Бұл шахтаға таза ауаны үрлеу немесе одан шығатын ауаны шығару сияқты дұрыс бағытта ауа ағынын жасайды.

Осьтік желдеткіштер. Бұл желдеткіштерде қалақшалар айналатын ось бар. Олар төмен қысымда ауаның үлкен көлеміне жақсы сәйкес келеді және жоғары ауа ағынын қамтамасыз ете алады. Осьтік желдеткіштер шахталарда ауаны үрлеу немесе сору үшін кеңінен қолданылады.



1.9 - сурет – Осьтік желдеткіштің сұлбасы

Осьтік желдеткіш осьте айналатын (3), қалақшалары бар (2), жұмыс дискінен (1) құйрығы бар (5) қалпақтан (6), кіріс коллекторы бар (7) корпуста (8), диффузordan (9) тұрады. Ауа желдеткішке кіріс коллекторы арқылы сорылады, жұмыс істеу дискінен, түзеткіш пен диффузordan өтеді. Желдеткіш дөңгелегі қысқа цилиндр болып табылады.

Осьтік желдеткіштің жұмыс принципі қалақшалардың айналу осіне параллель ауа ағынын құруға негізделген. Ол "үрлейтін" ауа принципі бойынша жұмыс істейді, яғни ауа бір жағынан желдеткішке тартылып, екінші жағынан үрленеді. Осьтік желдеткіш айналасында қалақшалар орналасқан орталық осьтен тұрады. Желдеткіш қосылған кезде қалақшалар сол осьтің айналасында айнала бастайды. Қалақшалар айналған кезде желдеткішті қоршап тұрған ауа қалақтарға қарай бағытталады. Ауа желдеткіштің ішіне тартылып, оның осі бойымен бағытталады. Ауаның осьтік желдеткіш қалақтары бойымен қозғалуы оның қысымының жоғарылауын тудырады. Бұл желдеткіш осі бойымен ауаның қозғалуына және ағынның пайда болуына әкелетін қалақшалардың айналуы нәтижесінде пайда болатын күштің арқасында пайда болады. Қалақшалар арқылы өткеннен кейін ауа желдеткіш осі бойымен сыртқа қарай үрленеді. Бұл қалақшалардың айналу осіне параллель ауа ағынын жасайды.

1.6 Желдетудің және желдеткіштердің өнімділігін реттеу

Тау - кен жұмыстарының жүруіне, жаңаларын салуға және ескі қазбаларды жоюға, шахталарды тереңдетуге, табиғи тартылыс әрекетіне және т.б. байланысты шахтаның желдету желісінің кедергісі өзгереді. Желінің айнымалы кедергісі бар қоректендіру желісіндегі ауаның берілген мөлшерін ұстап тұру үшін желдеткіштердің өнімділігін реттеу қажет. Жаңа желінің кедергісі кезінде ауаның бастапқы көлемін беруді қалпына келтіру үшін жұмыс нүктесі қажетті өнімділікке сәйкес келетіндей желдеткіш сипаттамасын өзгерту қажет.

Желдеткіш жұмысын реттеу әр түрлі аумақтарда, соның ішінде шахталарда, өнеркәсіп орындарында, ғимараттарда және т.б. тиімді желдетуді

және қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды міндеті болып табылады. Желдеткіш жұмысын реттеудің бірнеше негізгі әдістері:

- айналу жылдамдығын өзгерту. Бұл ең көп таралған әдістердің бірі. Желдеткіштер әдетте электр қозғалтқыштарымен, жиілікті түрлендіргіштермен немесе қалақтардың айналу жылдамдығын өзгертуге мүмкіндік беретін басқа құрылғылармен жабдықталған. Бұл әдіс жеткілікті дәл өнімділікті бақылауды қамтамасыз етеді және жағдайлардың кең ауқымында қолданылуы мүмкін;

- желдеткіш сатыларды қолдану. Кейбір желдеткіштерде қажетті өнімділікке байланысты қосуға немесе өшіруге болатын бірнеше кезең бар. Бұл желдеткіш жұмысын өзгермелі жағдайларға бейімдеуге мүмкіндік береді;

- қалақшаларды реттеу. Желдеткіштер қалақшалармен жабдықталуы мүмкін, олардың бұрышын реттеуге болады. Бұл желдеткіш жасаған ауа ағынының мөлшерін өзгертуге мүмкіндік береді;

- айнымалы жетектерді қолдану. Айнымалы жетектер электрмен жабдықтау жиілігін немесе кернеуін реттеу арқылы желдеткіштің жылдамдығын дәлірек басқаруға мүмкіндік береді. Олар жоғары тиімділік пен дәл бақылауды қамтамасыз етеді;

- автоматты басқару. Заманауи бақылау және басқару жүйелері температура, ылғалдылық, газдар және т.б. сияқты қоршаған орта параметрлеріне негізделген желдеткіш жұмысын автоматты түрде реттей алады. Бұл нақты уақытта жүйе өнімділігін оңтайландыруға мүмкіндік береді;

- датчиктерді қолдану. Қоршаған ортаның параметрлерін өлшейтін датчиктерді орнату басқару жүйесіне ағымдағы жағдайларға сәйкес желдеткіш жұмысын автоматты түрде реттеуге мүмкіндік береді.

Шахталық осьтік желдеткіштердің жұмыс дөңгелегі қалақтарының орнату бұрышын өзгерту негізгі желдету үшін желдеткіштердің жұмысын реттеу әдістерінің бірі болып табылады. Бұл процесс «алда» немесе «кешігу дәрежесін» өзгерту ретінде белгілі.

Қалақтардың бұрышы желдеткіш жасаған ауа ағынының мөлшеріне әсер етеді. Орнату бұрышын ұлғайту ауа ағынының көлемін арттырады, ал бұрышты азайту оны азайтады. Осылайша, қалақтарды орнату бұрышын өзгерту білікке қажетті жағдайларға сәйкес желдеткіштің жұмысын реттеуге мүмкіндік береді.

Бұл әдісті қолданудың артықшылығы қарапайымдылық пен жабдықтың салыстырмалы түрде төмен құнын қамтиды. Дегенмен, бұл әдіс айнымалы жетектерді немесе көп сатылы басқару жүйелерін пайдалану сияқты заманауи әдістермен салыстырғанда өнімділікті бақылаудың дәлдігінде шектеулерге ие болуы мүмкін. Оған қоса, қалақ бұрышын өзгерту желдеткішті тоқтатуды және қолмен реттеуді қажет етуі мүмкін, бұл жылдам әрекет етуді қажет ететін жағдайларда тиімді болмауы мүмкін.

Бағыттаушы қалақшаларды орнату бұрышын өзгерту арқылы олар доңғалақтың кіре берісіндегі ауа ағынының бағытын өзгертеді және осылайша желдеткіштің сипаттамаларына әсер етеді. Ағынды дөңгелектің айналу бағытында бұру (сурет 1.10) жасалған қысым мен қуат тұтынуды төмендетеді

(төмен реттеу), ал айналу бағытына қарсы бұрау дамып бара жатқан қысымды арттырады және қуат тұтынуды арттырады (жоғары реттеу).



1.10 - сурет – Бағыттауыш қалақшалардың клапандарының көмегімен осьтік желдеткішті реттеу

Шахталық ортадантепкіш желдеткіштер ол арқылы өтетін ауаны дөңгелектің айналу бағытына қарай бұрайтын бағыттаушы қалақшаларды орнату бұрышын өзгерту арқылы реттеледі. Қалақтарды орнату бұрышы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым ауаның бұралуы көп болады және соғұрлым аз қысым және желдеткіштің қуатын тұтынуы аз болады. Қалақты орнату бұрыштары 0 - ден 90 - ға дейін өзгереді. Қалақтарды бір уақытта айналдыру үшін қашықтан басқару пульті бар арнайы механизм қолданылады басқару.

Желдеткіш өнімділігін реттеудің тағы бір жолы айналу жылдамдығын өзгерту болып табылады. Әдіс кең таралған және тиімді әдістердің бірі болып табылады. Бұл әдіс әсіресе өнеркәсіпте, соның ішінде шахталарда, зауыттарда, ғимараттарда және желдету қажет басқа жерлерде кеңінен қолданылады. Әдісті іске асырудың жолдары:

- жиілік түрлендіргіштері (жиілік түрлендіргіштері): Желдеткіштер әдетте электр қозғалтқыштарымен жабдықталған, оларды жиілік түрлендіргіштері арқылы басқаруға болады. Жиілік түрлендіргіші

қозғалтқышқа берілетін айнымалы токтың жиілігін өзгертеді, бұл өз кезегінде оның айналу жылдамдығын өзгертеді. Бұл кең ауқымда желдеткіш өнімділігін дәл бақылауға мүмкіндік береді;

- кернеуді өзгерту: желдеткіш жылдамдығын өзгертудің тағы бір әдісі - қозғалтқышқа берілетін айнымалы ток кернеуін өзгерту. Бұған автотрансформаторлар сияқты арнайы құрылғылардың көмегімен де қол жеткізуге болады;

- электрондық жылдамдық реттегіштері: желдеткіш жылдамдығын дәл басқару үшін электронды басқару элементтерін пайдалануға болады. Олар механикалық әдістерге қарағанда тегіс және тұрақты басқаруды қамтамасыз етеді.

Желдеткіш жылдамдығын өзгерту арқылы желдеткіш жұмысын басқарудың артықшылықтары жоғары тиімділікті, дәлдікті және жауап беруді қамтиды. Бұл әдіс әдетте аз техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді және басқа әдістерге қарағанда кеңірек басқару ауқымына ие. Дегенмен, процестің нақты шарттары мен талаптарына байланысты басқа бақылау әдістері қолданылуы мүмкін.

1.7 Шахталарды желдетуді автоматтандыру

Шахталарды желдетуді автоматтандыру міндеті кенжарлардың берілген өнімділігі қамтамасыз етілетін, талаптар сақталатын ауаның осындай мөлшерін өндіруге беру мен бөлуге негізделеді. Қауіпсіздік ережелері мен санитарлық-гигиеналық нормалар және желдеткіш қондырғылардың оңтайлы жұмыс режимдеріне қолдау көрсетіледі. Пайдалы қазбаларды қазудың жерасты технологиясының ерекшеліктері бұл тапсырманы тау - кен жұмыстарының бірқатар күрделі мәселелеріне итермелейді.

Қазір шахталардың барлық дерлік желдеткіш қондырғылары автоматтандырылған.

Желдеткіштерді басқаруды автоматтандыру аппаратурасы мынадай негізгі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- қызмет көрсететін персоналдың тұрақты қатысуынсыз сенімді жұмысты қамтамасыз ету;

- басқарудың үш түрінің мүмкіндігін қарастыру;

- диспетчерлік пунктте немесе тұрақты қызмет көрсететін стационарлық қондырғылардың бірінің шахта бетінде болуы тиіс басқару пультінен диспетчер немесе оператор орындайтын қашықтан автоматтандырылған;

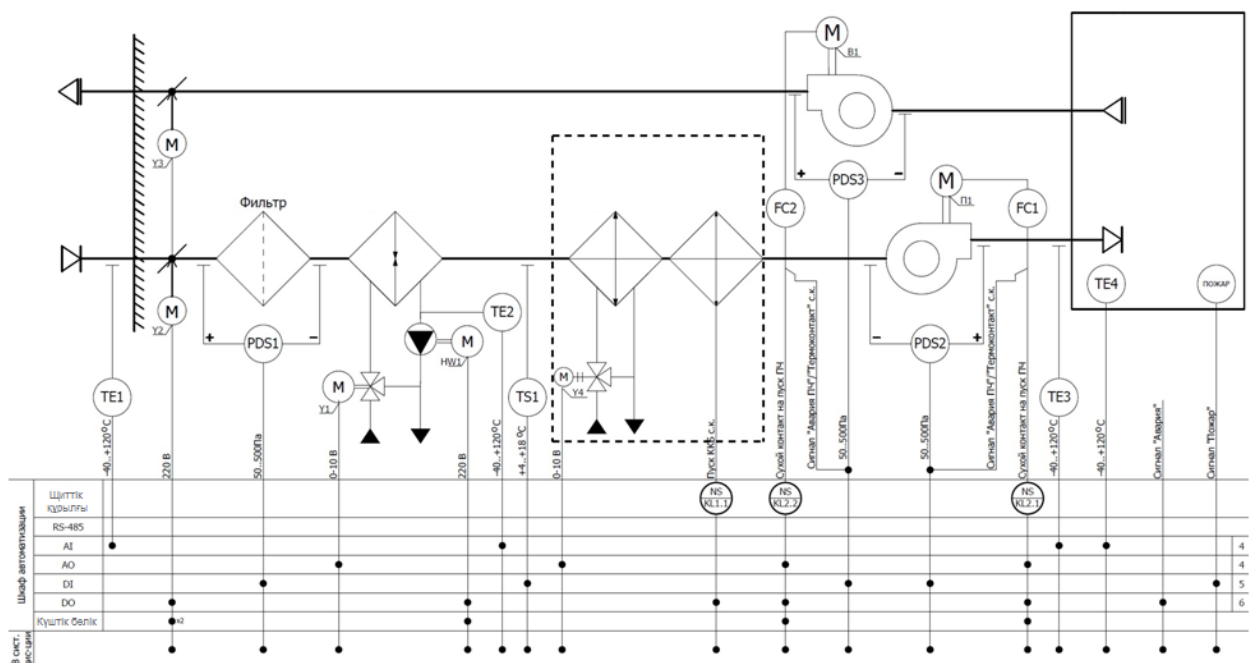
- диспетчерден ұқсас басқарылатын машина залынан қашықтан автоматтандырылған;

- механизмдерді орнату орнынан жергілікті жеке, бұғатталмаған;

- басқарудың бір түрінен екіншісіне ауысу жұмыс істеп тұрған желдеткіш қондырғысының тоқтап қалуына себеп болмауы тиіс;

- желдеткіш агрегатты тоқтатпай бағыттаушы аппарат жабық болған кезде ауа ағынын кері бұруға және бір желдеткіштен екіншісіне ауысуға жол берісін;
- желдеткіштің авариялық ажыратылуын қамтамасыз ету;
- электр тізбектеріндегі "жерге" қатысты қысқа тұйықталулар мен оқшаулаудың бұзылуы;
- басқару станцияларында кернеудің 10 с артық жоғалуы;
- жетек қозғалтқыштарын салқындату жүйесіндегі ақаулар;
- электр қозғалтқыштары мен желдеткіштердің мойынтіректерінің қызып кетуі;
- қозғалтқыштардың асимметриялық жұмыс режимдері және олардың ұзақ уақыт шамадан тыс жүктелуі;
- сәтсіз немесе ұзаққа созылған іске қосу;
- жұмыс істеп тұрған желдеткішті авариялық ажырату қажеттілігін туғызбайтын ақаулар кезінде жарық және дыбыстық ескерту сигналдарын беруді қамтамасыз ету;
- басқарудың кез келген түрі кезінде машина залынан қызмет көрсететін персоналдың желдеткішті авариялық тоқтату мүмкіндігін қамтамасыз ету;
- құлыптауды қамтамасыз ету;
- бақылауды қамтамасыз ету;
- дабылды қамтамасыз ету.

Автоматты басқарудың негізгі құралы ретінде ЩУВ 18 - ВН - ВЧ115 - ЭКО басқару щитін қарастырамыз.



1.11 - сурет – Су жылытқышы, су немесе фреон салқындатқышы бар желдетуді басқару щитінің функционалдық сұлбасы

ЩУВ 18 - ВН - ВЧ115 - ЭКО басқару щитінің негізгі функциялары:

1) Желдеткіштер:

- әрқайсысының қуаты 1,5 кВт - қа дейінгі бір фазалы жеткізу және шығару желдеткіштерін (~220В) басқару бұғатталған түрде жүзеге асырылады (бөлек қосу және басқару мүмкіндігі жоқ);

- желдеткіштердің жылдамдығын іске қосу және басқару сыртқы жиілік түрлендіргіштері немесе жылдамдық реттегіштері арқылы жүзеге асырылады (0 - 10в жылдамдықты басқару үшін терминалдар және жиілік түрлендіргіштерін іске қосу үшін "құрғақ контакт" шығарылады);

- желдеткіш қозғалтқыштарының жұмысын бақылау (қысымның төмендеу датчигі немесе термоконтактілер бойынша);

2) Су жылытқышы:

- 0 - 10В клапанның электр жетегін басқару, 24В клапанның қуаты;

- бір фазалы сорғы, қуаты 0,7 кВт дейін;

- "қысқы" іске қосу қондырғысын алдын ала қыздыру;

- жылу алмастырғышты мұздатудан көп сатылы қорғау: кіретін ауа датчигі, пайдаланылған салқындатқыш (кері су) датчигі және мұздатудан қорғау термостаты бойынша;

- сыртқы температура датчигі бойынша жылыту (қыс) және желдету (жаз) режимдері арасындағы автоматты ауысу алгоритмі;

3) Фреон салқындатқышы:

- релелік "құрғақ" контакт арқылы 1 тізбекті басқару. ККБ іске қосу үшін терминалдар шығарылды;

- салқындатқышты басқару шығатын ауа температурасының датчигі немесе бөлме температурасы бойынша жүзеге асырылады;

- салқындатқыштардың біреуін ғана қолдануға болады, не су, не фреон;

4) Су салқындатқыш:

- 0 - 10В салқындатқыш клапанының электр жетегін басқару, 24В қуаты;

- салқындатқышты басқару шығатын ауа температурасының датчигі немесе бөлме температурасы бойынша жүзеге асырылады;

- салқындатқыштардың біреуін ғана қолдануға болады, не су, не фреон;

5) Ауа клапандары.

- қайтару серіппесімен де, онсыз да кернеуі 220В болатын қақпақты басқару (ашық / жабық) (кейбір қайтарылмайтын серіппелі жетектер қалқанда қолданылатын 2 нүктелі басқаруды қолдамауы мүмкін екенін ескереміз);

6) Басқада мүмкіндіктері.

- сүзгінің ластануын бақылау (қысымның төмендеу датчигі бойынша);

- қашықтан басқару контактісін жабу/ашу арқылы қондырғыны сыртқы іске қосу/тоқтату мүмкіндігі

- сыртқы температураны өлшеу (NTC 10K типті сенсор);

- ауа температурасын өлшеу (NTC 10K типті сенсор);

- фреон салқындатқышын басқару үшін бөлме температурасын немесе сору ауасын өлшеу (NTC 10K типті сенсор);

- "өрт"сигналы бойынша желдетуді өшіру

- диспетчерлеуді қолдау (RS-485 / Modbus RTU байланыс протоколымен негізгі параметрлердің желілік айнымалылары енгізілген);
- автоматты режимде де, қолмен де желдету/жылыту режимдерін ауыстыру;
- дисплейге мәтіндік шығысы бар төтенше жағдайлар мен қателер туралы хабарлама;
- апталық таймер.

1.8 Қолданылатын технологиялық жабдықтар

Шахтаның желдетуін автоматтандыруға арналған технологиялық құрылғылар шахта жағдайында жұмыс қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Алдымен жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Шахталардағы желдету оттегінің оңтайлы деңгейін ұстап қана қоймайды, сонымен қатар адам денсаулығына қауіпті болуы мүмкін метан немесе көміртегі тотығы сияқты зиянды газдарды жояды.

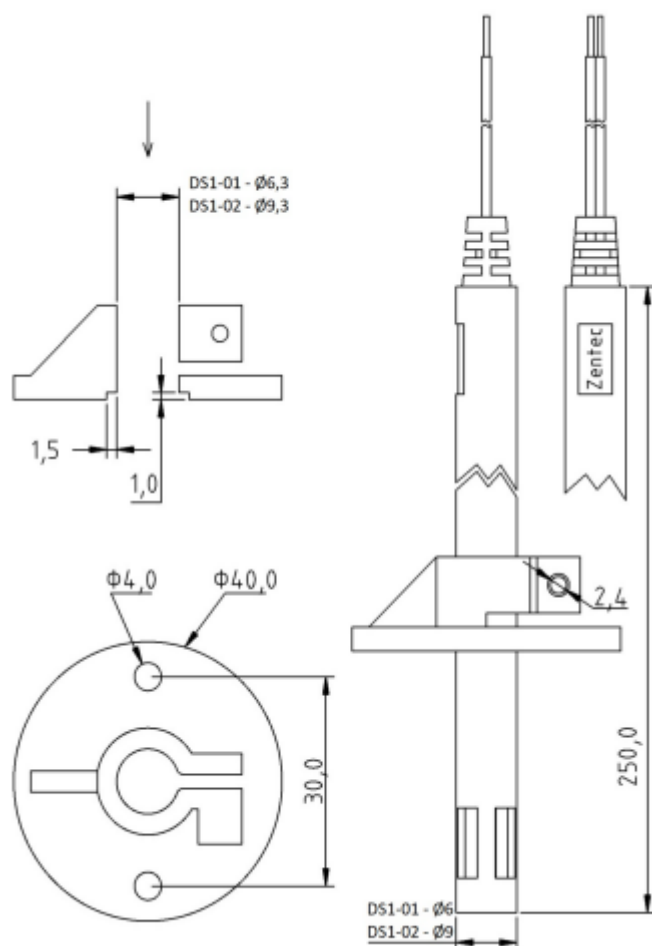
Шахтадағы оңтайлы температураны сақтауға көмектеседі, бұл жұмысшылардың жайлылығы үшін де, жабдықтың қауіпсіздігі үшін де маңызды.

Ауа ағынын басқарады. Автоматтандырылған құрылғылар оңтайлы жұмыс жағдайларын қамтамасыз ету және өнімділікті жақсарту үшін шахтадағы ауа ағынының жылдамдығы мен бағытын реттей алады.

Желдетуді автоматтандыру құрылғыларын энергияны тиімдірек пайдалануға теңшеуге болады, бұл энергия шығындарын азайтуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі.

Автоматты бақылау және бақылау жүйелері кедергі немесе жабдықтың істен шығуы сияқты ықтимал желдету мәселелерін анықтай алады және төтенше жағдайлардың алдын алу үшін тиісті шараларды қолдана алады.

Осылайша, шахтаның желдетуін автоматтандыруға арналған технологиялық құрылғылар жұмысшылардың қауіпсіздігі мен жайлылығын арттырып қана қоймайды, сонымен қатар шахта кәсіпорындарының тиімді және тұрақты жұмысына ықпал етеді. Осы автоматтандыру мысалы ретінде ұсынылған басқару щитінде қолданылатын жабдықтарды айта кетейік.



1.12 - сурет – DS1 - 01 NTC10k каналды температура датчигі

DS1 - 01 NTC10k каналды температура датчигі. Каналды температура датчигі агрессивті емес газдың температурасын өлшеуге арналған. Датчик жеткізу жиынтығына кіретін фланецтің көмегімен құбырға орнатылады. Датчиктің түтікке батырылған бөлігін реттеу 20 - дан 230мм - ге дейін. Қосылатын кабельдің ұзындығы - 1м. Желдету және ауаны баптау жүйелерінде қолданылады. Параметрлері 1.1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1.1 – DS1 - 01 NTC10k каналды температура датчигінің параметрлері

Модель	DS1 - 01	DS1 - 02
Элементтің сезімталдық түрі	NTC10K	PT1000
Өлшенетін температура	- 40...90°C	
Қателік	0,3°C - тан аспайды	
Су асты бөлігі	20 - дан 230мм - ге дейін	
Батыру бөлігінің қорғаныс дәрежесі	IP65	
Қосылу жағының қорғаныс дәреже	IP54	

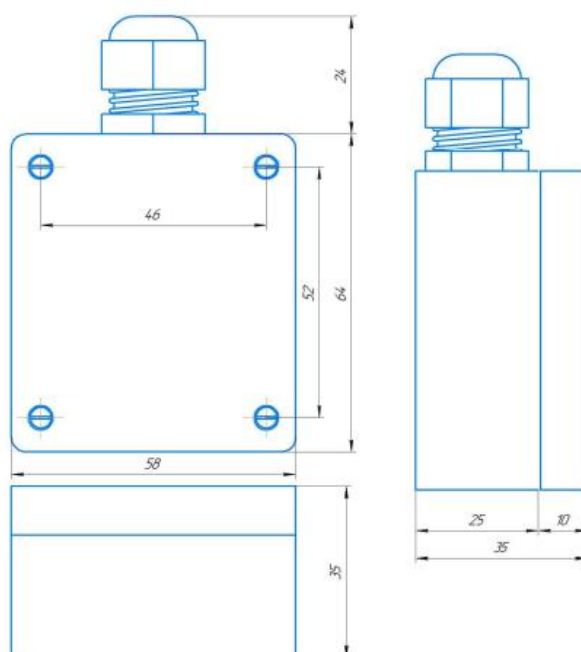


1.13 - сурет – HS1 - 01 NTC10k үстеме температура датчигі

Үстеме сенсор құбырдың беткі температурасын өлшеуге арналған. Параметрлері 1.2 - кестеде.

Кесте 1.2 – HS1 - 01 NTC10k үстеме температура датчигінің параметрлері

Модель	HS1 - 01
Элементтің сезімталдық түрі	NTC10K
Максималды және минималды температура	-40°C және +95°C
Қателік	+/-1%
Сенсордың ұзындығы	30мм
Қорғаныс дәрежесі	IP54

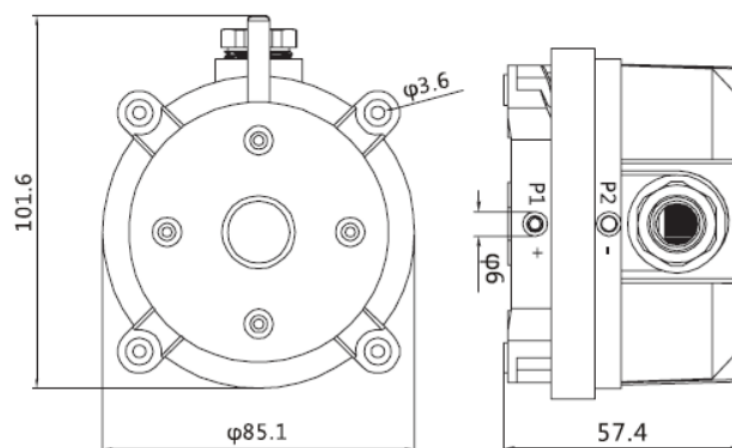


1.14 - сурет – TS - E01 ECO сыртқы температура датчигі

Сыртқы температура датчигі сыртқы температураны өлшеуге арналған. Датчик жылыту жүйелерінде, жылумен жабдықтау және желдету жүйелерінде, көше температурасын бақылау және ауа - райына тәуелді реттеу, немесе қысқы және жазғы режимдерді автоматты түрде ауыстыру үшін қолданылалды. Параметрлері 1.3 - кестеде келтірілген.

Кесте 1.3 – TS - E01 ECO сыртқы температура датчигінің параметрлері

Модель	TS - E01 ECO
Элементтің сезімталдық түрі	NTC10K
Өлшенетін температура	-40...70°C
Қателік	0,3°C - тан аспайды
Батыру бөлігінің қорғаныс дәрежесі	IP65



1.15 - сурет – Дифференциалды қысым сенсоры, Zentec LF32 дифференциалды қысым релесі

LF32 сериялы дифференциалды қысым датчигі желдету және ауаны баптау жүйесінің элементтерінің артық қысымы немесе қысымның төмендеуін бақылауға арналған, мысалы, желдеткіш жұмысын бақылау үшін, сүзгінің ластану дәрежесі, рекупатордың мұз қатуы және т.б. Агрессивті емес және жанбайтын ортада қолданылады.

Датчик жүйенің бақыланатын элементіне "дейін" және "кейін" ауа қысымын өлшейді. Егер қысымның төмендеуі белгіленген мәннен асып кетсе, онда датчиктың түйреуіші ауысады (тізбекті жабады/ашады). Техникалық параметрлер 1.4 - кестеде көрсетілген.

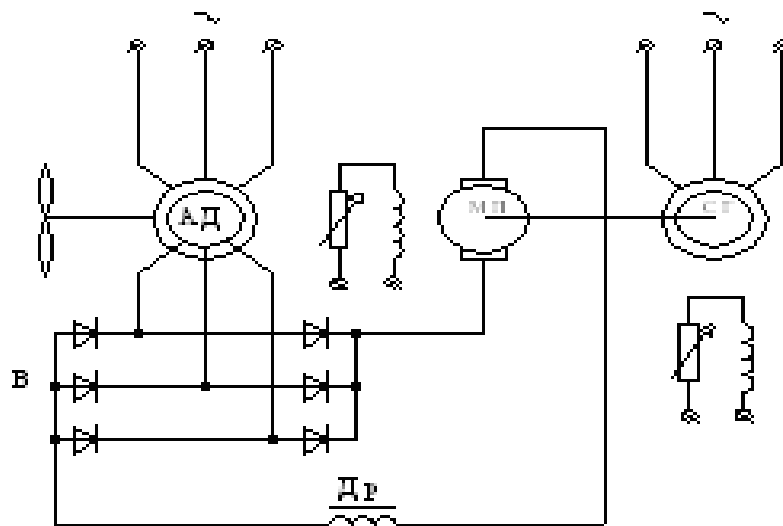
Кесте 1.4 – Дифференциалды қысым сенсоры, Zentec LF32 дифференциалды қысым релесі

Модель	LF32 - 02	LF32 - 03	LF32 - 05
Қысым диапазоны	20 - 200 Па	30 - 300 Па	50 - 500 Па
Дәлдік	$\leq \pm 15\%$		
Релелік байланыс	1,5А, 250 В~ 0,4А, 250 В~		
Максималды қысым	10 кПа		
Жұмыс температурасы	-20...+60°C		
Қорғаныс дәрежесі	IP54		
Салмағы	150 г		

2 Есептік бөлім

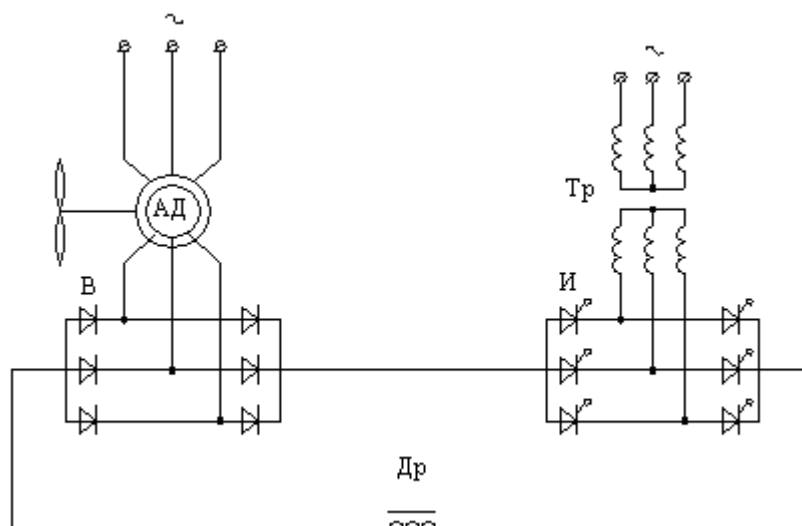
2.1 Вентильді каскадты пайдаланатын және вентильді машиналық автоматтандырылған электржетегі

Вентильді қондырғыларының автоматтандырылған электржетектерінде вентиль каскадтары кеңінен қолданылады. Иондық немесе жартылай өткізгіш вентильдерден жасалған статикалық түрлендіргішті айналмалы машина түрлендіргішінің орнына айналмалы тізбекке қосу оның кең мүмкіндіктерін ашады. Жартылай өткізгіш технологиясының соңғы жетістіктері вентильді-машиналық мен вентильді - каскадтар таралуына әкелді. Осындай каскадтарда асинхронды қозғалтқыштың ротор тізбегіндегі сырғанау энергиясы басқарылатын және басқарылмайтын вентильді қамтитын жартылайөткізгіш немесе иондық түрлендіргішке беріледі.



2.1 - сурет – Вентильді - машиналық каскадтың электрмеханикалық сұлбасы

Егер түрлендіргіштен кейінгі энергия электр машинасына бағытталса, онда мұндай каскадтар вентильді - машина деп аталады. Статикалық түрлендіргіш электр желісіне қуат берген жағдайда, олар вентильді деп аталады. Вентильді - машина каскадтары тұрақты қуат схемасы бойынша да, тұрақты момент схемасы бойынша да жасалуы мүмкін, ал вентильді каскадтары көмекші электр машиналарын пайдаланбай тек тұрақты момент схемасы бойынша салынады. Асинхронды қозғалтқыштың айналмалы тізбегінде басқарылмайтын вентильдер қолданылады. Түзетілген кернеу тұрақты ток машинасының (ТТМ) якоріне беріледі. ТТМ сырғанау механикалық энергия 2.1 - суреттегі сұлбада көрсетілген каскад білігіне беріледі.



2.2 - сурет – Асинхронды - вентильді каскадтың құрылымдық сұлбасы

ТТМ қоздыру тогының әртүрлі деңгейлерінде электромеханикалық және электрлік клапан жетегінің механикалық сипаттамалары ұсынылған. Жылдамдықты реттеу қоздыру тогын өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Нөлдік қозу тогында қан қысымының айналу жылдамдығы минималды және синхронды жылдамдықтың кем дегенде жартысын құрайды. Мұндай каскадтың қарапайым схемасы 2.2 - суретте келтірілген. Жұмыс принципі бойынша бұл каскад 2.1 - суретте сипатталған. 2.1 - суретте ТТМ - СГ машиналық қондырғысы мен Tr трансформаторы, сондай - ақ инвертор (И) жасаған және статикалық түрлендіргіш арқылы түрлендірілетін схема көрсетілген. Айналмалы тізбекке қосылған түрлендіргіштің электр қуаты асинхронды қозғалтқыштың сақиналарындағы ротордың кернеуі мен тогының туындыларымен анықталады. Кернеудің көп бөлігі берілген реттеу диапазонындағы кернеудің максималды мәнімен анықталады және ол $E_{2k} s_{\max}$, ал ток айналмалы тізбектегі номиналды токқа сәйкес келеді, яғни I_{2H} . Демек, түрлендіргіштің электр қуаты:

$$P_{np} = \sqrt{3} E_{2k} I_{2H} s_{\max} \quad (2.1)$$

Асинхронды қозғалтқыш тұтынатын қуат:

$$P_H = \sqrt{3} E_{2k} I_{2H} \quad (2.2)$$

онда

$$P_{np} = P_H s_{\max} \quad (2.3)$$

Тұрақты қуат каскадын қарастырайық. Бұл каскадта таңдалған реттеу режиміне қарамастан механикалық қуат өзгеріссіз қалады. Қаскадтың механикалық күші кем және жоғары жылдамдарда бірдей болатынын есептей отырып, келесідей сипаттаймыз:

$$M_H \omega_0 (1 - s_H) = M_H (1 - s_{\max}) \omega_0 + M_{\text{HМП}} (1 - s_{\max}) \omega_0 \quad (2.4)$$

осы тендиктен

$$M_{\text{HМП}} = M_H \frac{s_{\max} - s_H}{1 - s_{\max}} \quad (2.5)$$

(2.4) және (2.5) тен ТТМ номиналды жылдамдық:

$$\omega_{\text{HМП}} = \frac{P_{\text{HМП}}}{M_{\text{HМП}}} = \frac{M_H \omega_0 (1 - s_H) s_{\max}}{M_H \frac{s_{\max} - s_H}{1 - s_{\max}}} = \omega_0 (1 - s_{\max}) \frac{(1 - s_H) s_{\max}}{s_{\max} - s_H} \quad (2.6)$$

$s_H \approx 0$ болатынын ескерсек:

$$\omega_{\text{HМП}} = \omega_0 (1 - s_{\max}) \quad (2.7)$$

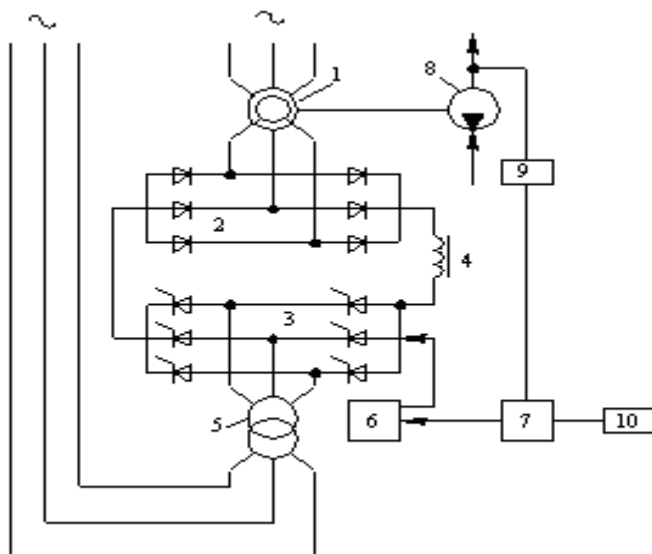
2.2 Асинхронды вентиль каскады принципіне негізделген электр қозғалтқышы бар жетек

Бұл электр жетегіндегі электр қозғалтқышының айналу жылдамдығы асинхронды электр қозғалтқышының ротор орамына берілетін ЭҚК өзгерту арқылы реттеледі. Ротордың сырғанау энергиясы екі элементтен тұратын АВК түрлендіргіші арқылы электр желісіне қайтарылады: бақыланбайтын түзеткіш және басқарылатын инвертор. Жетек сонымен қатар трансформаторды, басқару станциясын және дроссель клапанын қамтиды. Электр жетек тізбегі 2.3 - суретте көрсетілген.

Асинхронды қозғалтқыш синхронды жылдамдықтан төмен жылдамдықпен берілетін энергиямен жұмыс істегенде, оның роторындағы ток түзетіледі. Содан кейін басқарылатын инверторлы режимдегі тиристорлар энергияны желінің айнымалы тогынан қажетті жиіліктегі айнымалы токқа тасымалдайды. Бұл түзетілген ротор кернеуінің әсерінен трансформатордың бастапқы орамасындағы токтың желі кернеуіне қатысты антифазада болуына әкеледі.

Түзетілген кернеу деңгейін ротордың ең аздан номиналды мәніне дейін өзгерту арқылы қозғалтқыштың айналу жылдамдығын толық айналымнан

толық тоқтағанға дейін басқаруға болады. Мұндай жағдайда берілген аралықта жылдамдықты реттеу АВК схемасына сәйкес жақсы орындалады.



2.3 - сурет – АВК бойынша реттелетін желдеткіш электр жетегі
1 – Фазалық роторлы электр қозғалтқышы; 2 – Басқарусыз түзеткіш; 3 – Басқарылатын инвертор; 4 – Реттелетін тегістеуші дроссель; 5 – Сәйкес трансформатор; 6 – Импульсті фазалық реттеу жүйесі (ИФРЖ); 7 – Техникалық реттегіш; 8 – Сорғы; 9 – Техникалық сенсор; 10 – Таратқыш.

Ротор қажетті айналу жылдамдығына жеткенде және кернеуді АВК түрлендіргішінің номиналды кернеуіне сәйкес деңгейге дейін төмендеткен кезде басқару станцияларының контактілері трансмиссиялық резисторларды ажыратады және жиілік түрлендіргішін электр қозғалтқышының роторына қосады. Әрі қарай реттеу АВК түрлендіргішінің түзетілген кернеуін өзгерту арқылы жүзеге асырылады.

Минималды қажетті статикалық қысымды беру арқылы, сорғы жүйесіндегі электр жетегінің сырғанауының максималды мәнін анықтауға болады:

$$s_{\max} = 1 - \sqrt{\frac{H_{\Pi}^*}{H_{\phi}}} \quad (2.8)$$

Белгіленген $s_{\max}$ мәні үшін электр қозғалтқышының ротор орамаларында кернеудің жоғарғы шегі анықталады:

$$U_p = U_{n,p} \cdot s_{\max} \quad (2.9)$$

U_p кернеу негізінде түзеткіштің номиналды желісінің қоректену кернеуі мына шартқа сәйкес анықталады:

$$U_{н.а.} \geq U_p \quad (2.10)$$

АВК түрлендіргішінің номиналды электр тогы:

$$I_{н.а.} \geq I_{н.р.} \quad (2.11)$$

Трансформаторға керекеті қуат, $\kappa B \cdot A$:

$$s_{TP} = 1,1\sqrt{3}U_{2T}I_{н.р.} \quad (2.12)$$

Басқару станциясы айналу жылдамдығын реттеудің қажетті диапазонын ескере отырып, қозғалтқыштың номиналды тоқына сәйкес таңдалады. Бұл диапазон сорғының ең төменгі жылдамдығымен анықталады:

$$D = \frac{n_{мин}}{n_{ном}} = 1 - s_{макс} \quad (2.13)$$

Клапан каскадында, сондай-ақ басқа тізбектерде асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығы ротор тізбегіне қосымша ЭҚК қосу арқылы басқарылады. Бұл қозғалтқыштың жылдамдығын, айналу моментін және реактивті қуатын басқаруға мүмкіндік береді. ЭҚК - нің $E_{доб.а}$ белсенді компоненті ротордың айналу жылдамдығына әсер етеді:

$$E_{доб,а} = E_2 = E_{2H} \times s = E_{2H} \times \left(1 - \frac{\omega}{\omega_0}\right) \quad (2.14)$$

мұндағы $E_{2H} - s = 1$ ротордағы фазалық ЭҚК білдіреді;

s – асинхронды қозғалтқыштың сырғанауы;

ω_0 – асинхронды қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы;

ω – асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығы.

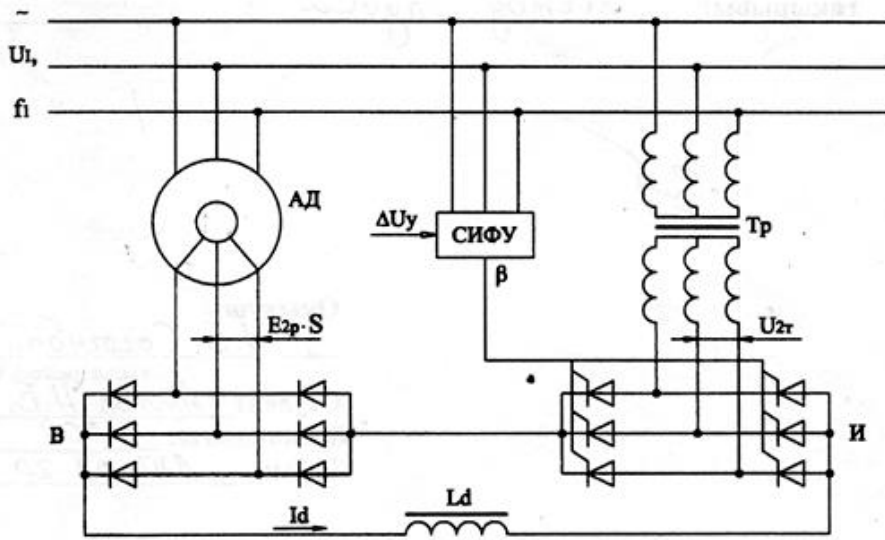
Осы теңдіктен бос жүріс жылдамдығын аламыз:

$$\omega_{xx} = \omega_0 \cdot \left(1 - \frac{E_{доб,а}}{E_{2H}}\right) \quad (2.15)$$

2.3 Асинхронды вентильді каскадтың қысқаша жұмыс істеу принципі

Асинхронды клапан каскады үшін ЭҚК қосымша көзі ретінде вентиль түрлендіргіші, яғни инвертор қолданылады.

Асинхронды вентиль каскадының тізбегі келесі элементтерді қамтиды: роторы бар асинхронды қозғалтқыш, вентиль түрлендіргіші И (инвертор), сәйкес трансформатор, импульстік фазаны басқару жүйесі және тегістеу реакторы.



2.4 - сурет – Ассинхронды - вентильді каскад функционалдық сұлбасы

Келесі формула арқылы түзетілген ток тізбегіндегі эквивалентті кедергіні анықтаймыз:

$$R_g = 3 \times \frac{X_c}{\pi} + 2 \times r_c + r_{dp} + 2 \times r_2 + \left(3 \times \frac{X_p}{\pi} + 2 \times r_1' \right) \times S \quad (2.16)$$

(2.16) теңдіктен

$$S = \frac{E_{du0} \times \cos \beta + I_d \times R_g}{E_{dp0}} \quad (2.17)$$

немесе

$$\omega = \omega_0 \times \left(1 - \frac{E_{du0} \times \cos \beta + I_d \times R_g}{E_{du0}} \right) \quad (2.18)$$

Жоғарыдағы (2.18) теңдіктен E_{du} өзгертіп асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеуге болатынын көреміз. Егер $E_{du} = E_{dp0}$ болса, онда ротор тізбегіндегі ток нольге тең, яғни қозғалыссыз күйде. E_{du} азайтатын болсақ ротор тогы, моменті ұлғаяды және жетек айналу жылдамдығына жетеді.

2.4 Асинхронды вентиль каскадының жұмысының параметрлері

Түзетілген ротордың тогы:

$$I_d = \frac{(E_{du0} \times S - E_{du})}{R_r} \quad (2.19)$$

(2.19) теңдіктен жетектің бос жүріс режиміне тән ең үлкен сырғанау мәні анықталады, ол $S = S_{0xx}$ тең, ал $E_{du} = 0$ кезінде ротор тобындағы ток мәні де нөлге тең:

$$S_{0xx} = \frac{E_{du}}{E_{dp0}} = \frac{E_{du0} \times \cos \beta}{E_{dp0}} \quad (2.20)$$

Сондай - ақ инвертордың басқару бұрышын реттеу арқылы АВК түрлендіргішінің басқарылатын сипаттамасында бос жүріс жылдамдығын өзгертуге болады:

$$\omega_{0xx} = \omega_0 \times (1 - S_{0xx}) = \omega_0 \times \left(1 - \frac{E_{du0} \times \cos \beta}{E_{dp0}} \right) \quad (2.21)$$

Қозғалтқыштың электромагниті шығаратын моментті ротор тізбегіне берілген Р электромагниттік қуат негізінде анықтауға болады:

$$M = \frac{P_g}{\omega_0} \approx \frac{E_{dp0} \times I_d - \left(3 \times \frac{X_p}{\pi} \right) \times I_d^2}{\omega_0} \quad (2.22)$$

(2.19) теңдікті (2.20) теңдікті ескеріп:

$$I_d = \frac{E_{dp0} \times (S - S_{0xx})}{R_r} \quad (2.23)$$

(2.22) теңдеуді (2.23) теңдеуге қойып, асинхронды вентиль каскадының механикалық сипаттамалары арасындағы теңдікті аламыз:

$$M = \frac{6 \cdot E^2_{2H}}{\omega_0} \left\{ \frac{s - s_0}{R_{\text{эКВ}}} - \left[\frac{3 \cdot x_p \cdot (s - s_0)^2}{R^2_{\text{эКВ}} \cdot \pi} \right] \right\} \quad (2.24)$$

2.5 Сұлба компоненттерін таңдап алу және есептеу

Асинхронды вентильді каскадының қозғалтқыш жұмыс режимінде ротордағы ток үш фазалы көпір түзеткішінің көмегімен реттеледі, ал түзетілген ток тізбегіне қосымша ЭҚК енгізіледі. АВК үшін ЭҚК қосымша көзі ретінде вентильді түрлендіргіші - инвертор қолданылады.

Таңдалған қозғалтқыштың сипаттамалары 2.1 - кестеде көрсетілген.

Кесте 2.1 – Қозғалтқыштың параметрлері

Эл.қозғалт. типi	P ₂ НОМ, Вт	Энергетик алық көрсеткіш		U ₂ В	Механикалық көрсеткіштер			Орын басу сұлбасының параметрлері (қат.бір.)					
		КПД	cos φ ² НОМ		m _k	S ₂ НОМ, %	S _k , %	X ₀	R' ₁	X' ₁	R'' ₂	X'' ₂	
4АНК250М6 УЗ	55	90,5	0,90	170	200	3,0	2,3	19,6	3,3	0,01 7	0,06 1	0,02 5	0,07 3

Клосс формуласын пайдаланып кәдімгі асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын құрайық:

$$M = \frac{2M_{\text{пвх}}}{\frac{s}{s_{\text{кр}}} + \frac{s_{\text{кр}}}{s}}, \quad (2.25)$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 50}{2} = 157 (\text{рад} / \text{с})$$

немесе

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = \frac{60 \cdot 157}{2 \cdot 3.14} = 1500 (\text{айн} / \text{мин})$$

мұндағы f – желінің жиілігі;
 p – жұп полюстердің саны.

Орын басу сұлбаның параметрлерінің мәндерін қажетті өлшем бірліктеріне түрлендіреміз:

$$\begin{aligned}x'_\mu &= x_\mu \cdot z_{ном} = 3,3 \cdot 1,9 = 6,27(Ом) \\r'_1 &= r_1 \cdot z_{ном} = 0,017 \cdot 1,9 = 0,032(Ом) \\x'_1 &= x_1 \cdot z_{ном} = 0,061 \cdot 1,9 = 0,115(Ом) \\r'_2 &= r_2 \cdot z_{ном} = 0,025 \cdot 1,9 = 0,047(Ом) \\x'_2 &= x_2 \cdot z_{ном} = 0,073 \cdot 1,9 = 0,13(Ом)\end{aligned}$$

мұндағы $z_{ном} = \frac{U_{фном}}{I_{фном}} = \frac{220}{100,75} = 1,9(ОМ) .$

$$I_{фном} = \frac{55000}{3 \cdot 220 \cdot 0,91 \cdot 0,90} = 100,75A$$

Номиналды моментті мына теңдікпен анықтаймыз:

$$M_{ном} = \frac{9550 \cdot P_{м}}{n_1(1 - 0,023)} = \frac{9550 \cdot 55}{1465} = 358,5H \cdot м$$

Қозғалтқыштың максималды моментін мына теңдік арқылы анықтай аламыз:

$$M_{п\max} = m_k \cdot M_{ном} = 3 \cdot 358,5 = 1075,5H \cdot м \quad (2.26)$$

мұндағы $m_k = 3$ – моменттердің қысқалылығы.

Каскадтың қозғаушы принципі келесідей: ротордың тұрақты ток тізбегіне US инверторы арқылы қосымша ЭҚК енгізіледі.

Ротор кернеуі түзеткіштің шығысындағы ЭҚК шамасын анықтайды:

$$E_d = k_{CX} \cdot E_{2H} \cdot \cos \beta \quad (2.27)$$

мұндағы E_{2H} – ротор орамында сырғанау $s=1$ болған кездегі сызықты кернеудің мәні;

k_{CX} – түзету сұлбасының коэффициенті, $k_{CX} = 0,815$;

β – тиристор ашылу бұрышы.

Есептеулер үшін басқару тізбегін талдау және механикалық сипаттамаларды шешу кезінде қозғалтқыш моментінің тоқты түзету тізбегінің параметрлеріне тәуелділігін сипаттайтын келесі теңдік ұсынылуы мүмкін:

$$M = \frac{6 \cdot E_{2H}^2}{\omega_0} \left\{ \frac{s - s_0}{R_{\text{экв}}} - \left[\frac{3 \cdot x_p \cdot (s - s_0)^2}{R_{\text{экв}}^2 \cdot \pi} \right] \right\} \quad (2.28)$$

мұндағы $R_{\text{экв}}$ – қозғалтқыш пен түрлендіргіштің техникалық сипаттамаларын ескере отырып, ток тізбегіндегі өзгертілген эквивалентті кедергі.

$R_{\text{экв}}$ – түрлендіргіш сұлбасына орай:

$$R_{\text{экв}} = 3 \cdot \frac{x_c}{\pi} + 2 \cdot r_c + r_{dp} + 2 \cdot r_2 + \left(3 \cdot \frac{x_p}{\pi} + 2 \cdot r_1' \right) \cdot s \quad (2.29)$$

мұндағы $r_1' = r/K_{\text{тд}}^2$ – ротор орамасына қатысты алынған статор орамасының активті кедергісі;

$$K_{\text{тд}} = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{380}{200} = 1,9, \text{ мұнда } U_{2H} = E_{2H};$$

$x_p = x_1' + x_2$ – ротор орамасына қатысты қозғалтқыштың фазасының индуктивті кедергісі;

ω_0 – бұрыштық жиілік (рад/сек);

x_c, r_c – токпен қамтитын реактор фазасының индуктивті және активті кедергісі.

Кесте 2.2 – сырғанауға байланысты эквивалентті кедергінің өзгеруінің нәтижелері

s	0	0,03	0,19	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$R_{\text{экв}}$	0,076	0,08	0,11	0,13	0,152	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26

$s_0 \equiv \cos \beta$ – пропорционалды тиристордың басқару бұрышымен байланысты инверторлар тобының бос жүріс фактивті сырғанауы.

Инвертор тобындағы тиристорлық басқару бұрышының мәндерін өзгерту арқылы асинхронды вентильді каскадының механикалық сипаттамасын құрастырайық.

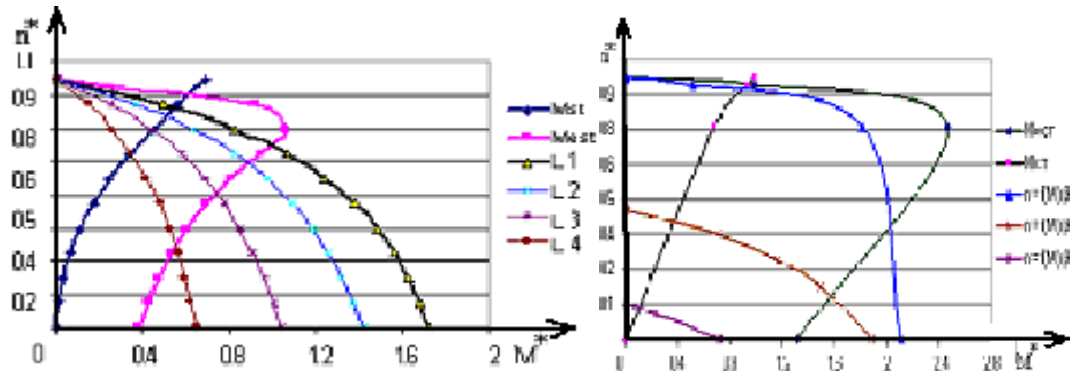
Нәтиже 2.3, 2.4 - кестеде және 2.5 - суретте бейнеленген.

Кесте 2.3 – $s_0 = 0$, басқару бұрышы $\beta = 90^\circ$

s	0	0,03	0,19	1
M, H*M	0	255,8	906,87	1051,9

Кесте 2.4 – $s_0 = 0,5$, басқару бұрышы $\beta = 60^\circ$

s	0,5	0,6	0,7	0,8	1
M, H*M	0	351,8	580,4	747,3	943



2.5 - сурет – Ассинхронды - вентильді каскад сұлбасына сәйкес электржетектің механикалық сипаттамасы

$E_{2H}, I_{2H}, s_{\max}$ параметрлері түзеткіш құрамдастарын таңдау және есептеу үшін пайдаланылады. Вентильдер екі параметр негізінде таңдалады, олар диодтар және тиристорлар:

1) Кернеудің максималды кері мәнімен:

$$U_{\Pi} = K_{3U} \cdot \sqrt{2} \cdot E_{2H} = 1.5 \cdot 1.4 \cdot 250 = 525B$$

мұндағы $K_{3U} = (1.3 \div 1.5)$ – желідегі артық кернеуді ескеретін коэффициент.

2) Ұзақ рұқсат етілген ток бойынша

Ток бойынша қоры бар вентильдер тогы:

$$I_{\partial.\partial on} = K_{3i} \cdot K_{cx} \cdot K_{ox} \cdot I_{CP} \quad (2.30)$$

Осы U_{Π} және $I_{\partial.\partial on}$ арқылы вентильді таңдай аламыз.

Трансформатор қуатын өрнектейтін теңдік:

$$S_{TP} = \frac{P_{DB} \cdot s_{\max}}{0.965 \cdot \eta_{DB}} = \frac{55 \cdot 0.3}{0.96 \cdot 0.92} = 26,04 \text{кВт}$$

Яғни, қозғалтқыш қуатының жартысы оның максималды сырғуына пропорционалды.

Ротор орамасының нөлдік нүктелерін шығарудың күрделілігіне байланысты үш фазалы көпір тізбегінің көмегімен ротор тізбегіндегі түзеткішті таңдаймыз.

Каскадты сұлбасының негізгі сипаттамалары басқару қуаты максималды сырғанау моментіне пропорционалды принципке бағынады. Басқаша айтқанда, ротор тізбегіндегі статикалық түрлендіргіштің қуаты басқару диапазонына сәйкес келеді:

$$P_{\text{пр}} \geq P_s$$

$$\text{мұндағы } P_s = P_1 \cdot s_{\text{max}} = 55 \cdot 0.3 = 25 \text{ кВт}.$$

Ротор тізбегінің түрлендіргіш құрылғысы ретінде қуаттылығы 30 кВт болатын «SIEMENS» Sinamics G120 сериясының түрлендіргішін қабылдаймыз.

Sinamics G120 сериялы түрлендіргіш желіге сүзгі арқылы қосылған. Желілік блоктың түріне байланысты энергия айнымалы ток тізбегінен тұрақты ток тізбегіне немесе екі бағытта да берілуі мүмкін. Қуат диапазоны 500 В - та 5,5 кВт - тан 315 кВт - қа дейін өзгереді. Sinamics G120 сериялы түрлендіргіштің жиілік нұсқасы P00 - IP20. Түрлендіргіштің техникалық мәліметтері 2.5 – кестеде.

Кесте 2.5 – Түрлендіргіштің техникалық мәліметтері

Түрлендіргіштің типтік аталуы	Активті шығыстық қуат, кВт	Номиналды шығыстық ток, А
G120P 6SL3223-0DE33-0AA0	30,0	60,0

Көпір түзеткіш тізбегіндегі қозғалтқыш индуктивтілігі:

$$L_d = 2x_d / \omega_{1H}$$

Үш фазалы көпір түзеткіші үшін ротор тізбегіндегі қозғалтқыштың кедергісін мына теңдеу арқылы көрсетуге болады:

$$R_d = \frac{3x_d s}{\pi} + 2(R_2 + R'_1)s$$

R_d кедергісі айнымалы және қозғалтқыштың сырғуына байланысты. Сонымен қатар, R_d түзеткіш токқа да байланысты, бірақ динамиканы зерттеу

кезінде ескермесек болады. Тұрақты ток тізбегінде тегістейтін дроссельдің болуын ескеріп, инвертор кедергісін келесі формуламен анықтаймыз:

$$R_u = \frac{3x_T}{\pi} + 2(R_T + R_{dp})$$

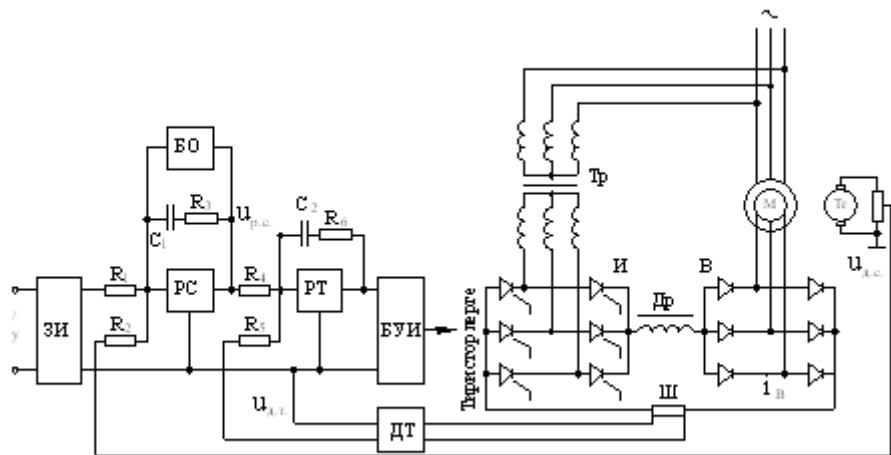
R_u кедергісі тұрақты. Тұрақты ток тізбегіне айналдырылған ротор тізбегіндегі жалпы эквиваленттік кедергі:

$$R_{p.ц.} = R_d + R_u$$

Ротор тізбегінің индуктивтілігі тұрақты және келесі формуламен анықталады:

$$L_{p.ц.} = L_d + L_u = \frac{2x_d}{\omega_{1H}} + L_{dp} + \frac{2x_T}{\omega_{1H}}$$

Асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығын тұрақты ток машинасындағы (ТТМ) қоздыру тогын өзгертіп немесе синхронды генераторда (СГ) немесе екі машина үшін де әртүрлі заңдарға сәйкес бір уақытта өзгертуге болады.



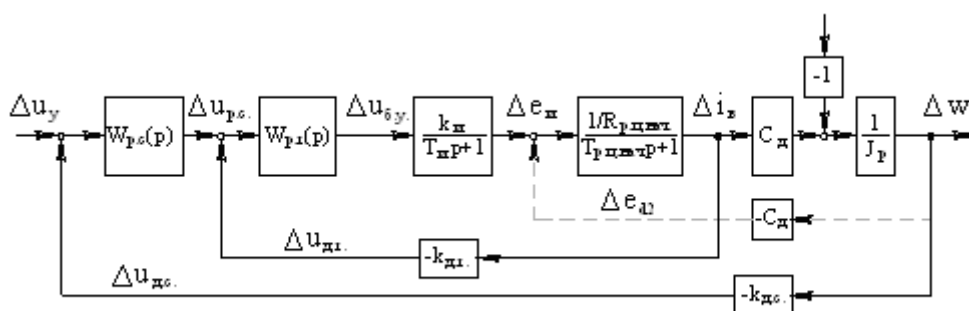
2.6 - сурет – Асинхронды жылдамдығы бар электр жетегі үшін екі тізбекті автоматты басқару жүйесі

Асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығын өзгерту тиімді, себебі сырғанау кезінде жоғалған энергия минималды. Бұл жүйеде жартылай өткізгіштік түзеткіштерді пайдаланады:

$$(1 + T_B p) \Delta i_{B1} = k_B \Delta U_{B1}, \quad (2.31)$$

$$\Delta E_{MITT} = k \Delta i_{B1} \quad (2.32)$$

мұндағы ΔU_{B1} – ТТМ қоздыру орамындағы кернеу өзгеруі;
 Δi_{B1} – ТТМ қоздыру тогының өзгерісі;
 ΔE_{MITT} – ТТМ якорь қысқышындағы кернеу өзгеруі;
 $T_B = \frac{L_B}{r_B}$ – ТТМ қоздыру орамындағы уақыт тұрақтысы;
 $k_B = \frac{1}{r_B}$; $k = \arctg \alpha$ – бұрыштық коэффициент.



2.7 - сурет – Қозғалтқыш құрылымдық сұлбасы

(2.31) теңдеуін (2.32) теңдеуіне қойып, $\Delta E_{MITT} = \Delta u_1$ асинхронды қозғалтқыштың басқару параметрлерін көрсететінін ескеріп, ТТМ теңдеуін табамыз:

$$(1 + T_B p) \Delta u_1 = k_{MITT} \Delta U_{B1} \quad (2.33)$$

Синхронды генератордың қоздыру орамасындағы кернеу өзгерістерін статор қысқышындағы кернеудің өзгеруімен сәйкестендіру арқылы біз мына теңдікті аламыз:

$$(1 + T_{CT} p) \Delta U = k_{CT} \Delta U_{B2} \quad (2.34)$$

мұндағы $T_{CT} = T_0 \frac{x'_{dc} x_{qc} + r_c^2}{x_{dc} x_{qc} + r_c^2}$;

T_0 – жүктемесіз синхронды генератордың қоздыру орамасының уақыт тұрақтысы;

$$x_{dc} = x_d + x_{a,d}; \quad x'_{dc} = x'_d + x_{a,d}; \quad x_{qc} = x_q + x_{a,d}; \quad r_c = r_0 + r_{a,d}; \quad x_d, x'_d, x_q, r_0 -$$

синхронды генератор статорының реактивті және активті кедергісі;

$x_{a.d}, r_{a.d}$ – асинхронды қозғалтқыш реактивті және активті кедергісі.

$$k_{CT} = k_B \frac{\sqrt{(x_{qc}^2 + r_c^2)(x_{a.d}^2 + r_{a.d}^2)}}{x_{dc}x_{qc} + r_c^2} \quad (2.35)$$

Асинхронды қозғалтқыштың Δy_1 және Δy_2 екі басқару параметрінің бірлескен өзгеруі төмендегідей сипатталады:

$$(1 + Tp)\Delta\omega = k_1\Delta y_1 + k_2\Delta y_2 \quad (2.36)$$

Мұндағы әрбір басқару параметрі үшін асинхронды қозғалтқыштың күшейту коэффициенті:

$$k_1 = -\frac{\left(\frac{dM_d}{dy_1}\right)}{\beta}; \quad k_2 = -\frac{\left(\frac{dM_d}{dy_2}\right)}{\beta}$$

(2.33) және (2.34) құрама шешімі тұрақты ток машинасының асинхронды қозғалтқышына тағайындалған беріліс функциясына сәйкес келеді:

$$W_1(p) = \frac{\Delta\omega}{\Delta U_{B1}} = \frac{k_1 k_{MIT}}{(1 + Tp)(1 + T_B p)} \quad (2.37)$$

Белгіленген техникалық талаптарға сәйкес қадағалау жүйесінің электр жетегін есептеу қажет. Анықтамалық кітаптан біз келесі параметрлер бойынша МТК-12-6 типті қозғалтқышты таңдаймыз. Параметрлері 2.6 – кестеде көрсетілген.

Кесте 2.6 – МТК-12-6 типті қозғалтқыштың параметрлері

P_H	s_H	$\cos \varphi$	M_k / M_H	GD_{DB}^2	n	U_H	n_H
55кВт	2.3%	0,90	3	0,29кг* m^2	1500айн / мин	380В	455айн / мин

Қозғалтқыштың номинал моменті:

$$M_H = 975 \frac{P_H}{n_H} = 975 \frac{55}{455} = 358,5H \cdot m$$

Қозғалтқыш роторының тізбегіне $M_H = M_k = 2,5 \cdot M_H = 896,25$ қосалқы ЭҚК беріледі. Қозғалтқыштың статордағы кернеудің өзгеруіне сезімталдық коэффициенті шамамен анықтаймыз:

$$k_d = \left(\frac{dM_d}{du} \right)_0 = \frac{M_{II}}{U_H} = \frac{896,25}{380} = 2,35$$

Алынған нәтиже шамамен алынған, себебі бақылау қозғалтқышы төменгі кернеулерде жұмыс істейді. Қозғалтқыштың күшейту коэффициенті:

$$k_2 = \frac{k_d s_H n_c}{M_H} = \frac{2,35 \cdot 0,23 \cdot 1500}{358,5} = 2,26$$

Уақыт тұрақтысы сәйкес теңдеумен анықталады:

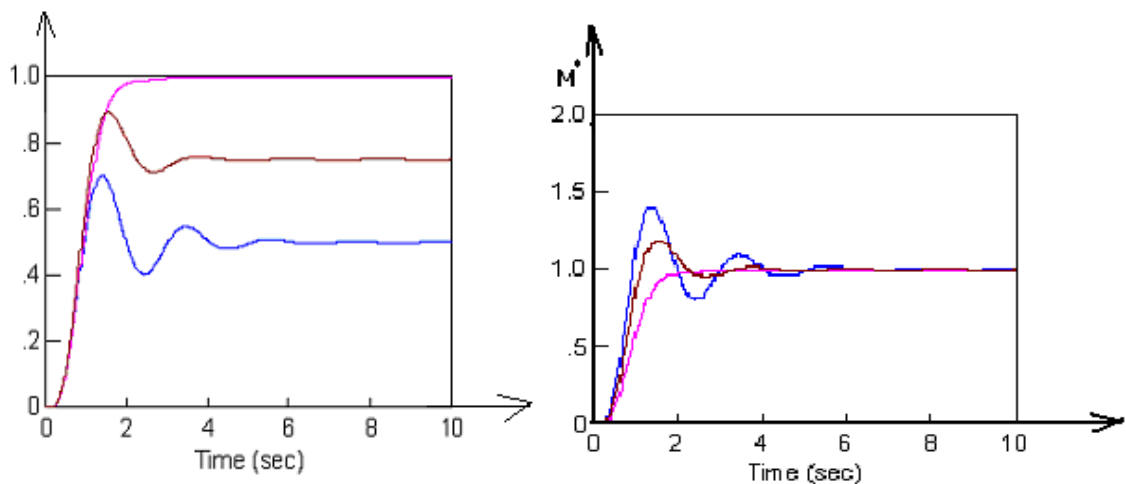
$$T_2 = \frac{GD_{II}^2 s_H n}{375 M_H} = \frac{1,07 \cdot 0,23 \cdot 1500}{375 \cdot 358,5} = 0,0027 \text{сек},$$

$$GD_{II}^2 = GD_d^2 + GD_{Mex}^2 = 0,27 + 0,8 = 1,07$$

Беріліс функциясын келесі түрде жазамыз:

$$W_2(p) = \frac{2,26}{0,0027p + 1}$$

Нәтижені 2.8 – суретте бейнелейміз.



2.8 - сурет – Өтпелі процесс

3 Желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау

3.1 Simulink бағдарламасындағы жұмыс пен модельдеудің негізгі түсініктері

SimPowerSystems кітапханасының құрамдас бөліктері электр құрылғыларын нақты уақытта модельдеуге арналған Simulink бағдарламалық жасақтамасының маңызды бөлігін құрайды.

SimPowerSystems қолданбасының басты артықшылығы - имитациялық әдістерді қолдана отырып, күрделі электр жүйелерін модельдеу мүмкіндігі. Мысалы, SimPowerSystems блоктарын пайдалану арқылы жартылай өткізгішті түрлендіргіштің қуат бөлігін және Simulink блоктарын пайдаланып басқару блогын модельдеуге болады. Бұл схеманы модельдеуді басқа инженерлік модельдеу пакеттеріне қарағанда жеңілдетеді, модельдеу уақытын қысқартады және зерттеу мүмкіндіктерін кеңейтеді.

3.2 MATLAB ортасын пайдаланып электржетек моделін жасау

Электржетек - бұл механикалық энергияны электр энергиясына және керісінше түрлендіру процестерін басқаруға арналған жүйе.

Жетексіз бірде - бір заманауи электр машинасының дизайнын елестету мүмкін емес. Негізінде электр машинасы бар өнімнің сапасы, сондай-ақ функционалдығы мен жұмыс ұзақтығы электржетегінің түріне және оның сипаттамаларына байланысты.

Электр жетектерінің бірнеше түрі бар, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері мен қолданылуы бар. Міне, электр жетектерінің ең көп таралған түрлері:

1) Айнымалы ток қозғалтқыштары: қарапайымдылығы мен сенімділігіне байланысты кең ауқымды қолданбалар үшін пайдаланылады. Олар бір фазалы немесе үш фазалы болуы мүмкін және әртүрлі механикалық жүйелерде қолданылады;

2) Тұрақты ток қозғалтқыштары: жылдамдық пен моментті басқарудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді, бұл оларды дәл орналастыруды немесе жылдамдықты реттеуді қажет ететін жүйелер үшін тамаша таңдау жасайды;

3) Қадамдық қозғалтқыштар: бұл қозғалтқыштар айналымды қадамдарға бөледі, бұл дәл орналасуды қамтамасыз етеді. Олар көбінесе принтерлер, плоттерлер және CNC машиналары сияқты дәл қозғалуды қажет ететін құрылғыларда қолданылады;

4) Синхронды және асинхронды қозғалтқыштар: синхронды қозғалтқыштар айнымалы ток жиілігіне байланысты тұрақты айналу жылдамдығына ие, ал асинхронды (немесе индукциялық) қозғалтқыштар жүктемеге байланысты жылдамдықты өзгертеді.

Электр жетектердің арасындағы ең дамыған түрі - негізгі параметрлерді автоматты түрде басқаратын автоматтандырылған электржетегі.

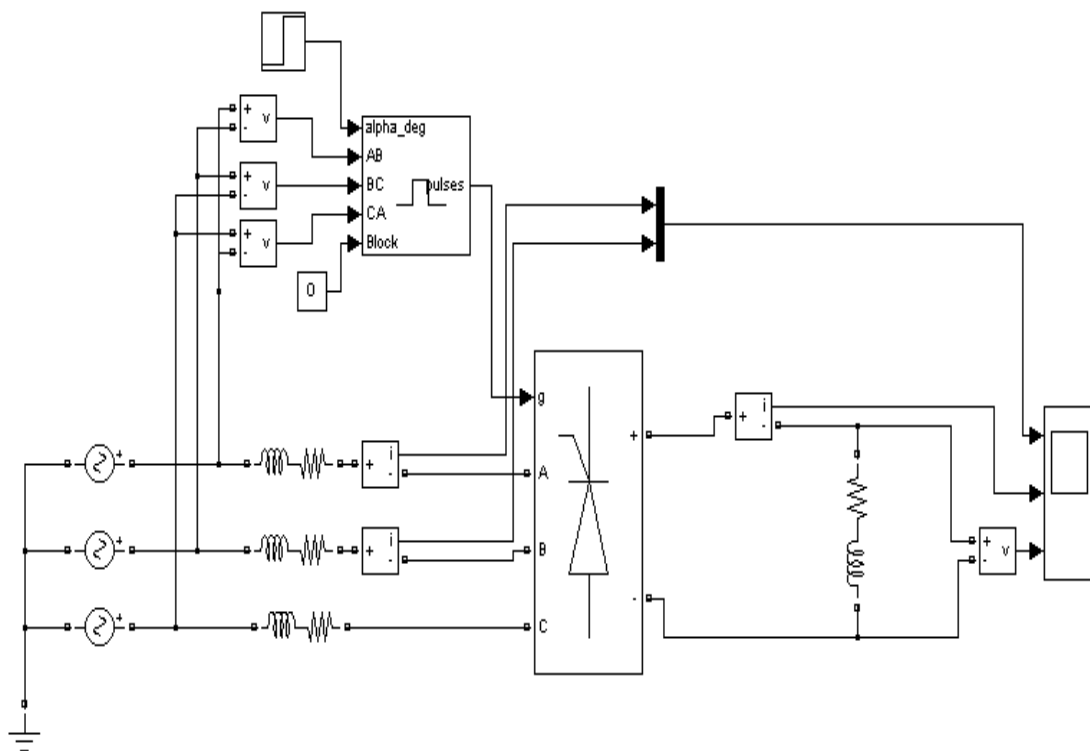
Осы дипломдық жобада ұсынылған электр жетегі айнымалы ток қозғалтқыштары арқылы жасалған екі моторлы автоматтандырылған электр жетегінен тұратын күрделі жүйе болып табылады.

Асинхронды вентильді каскадты жүйесі мен қос моторлы машина негізіндегі қос моторлы электр жетегін компьютерлік модельдеу алгоритмі келесідей болады.

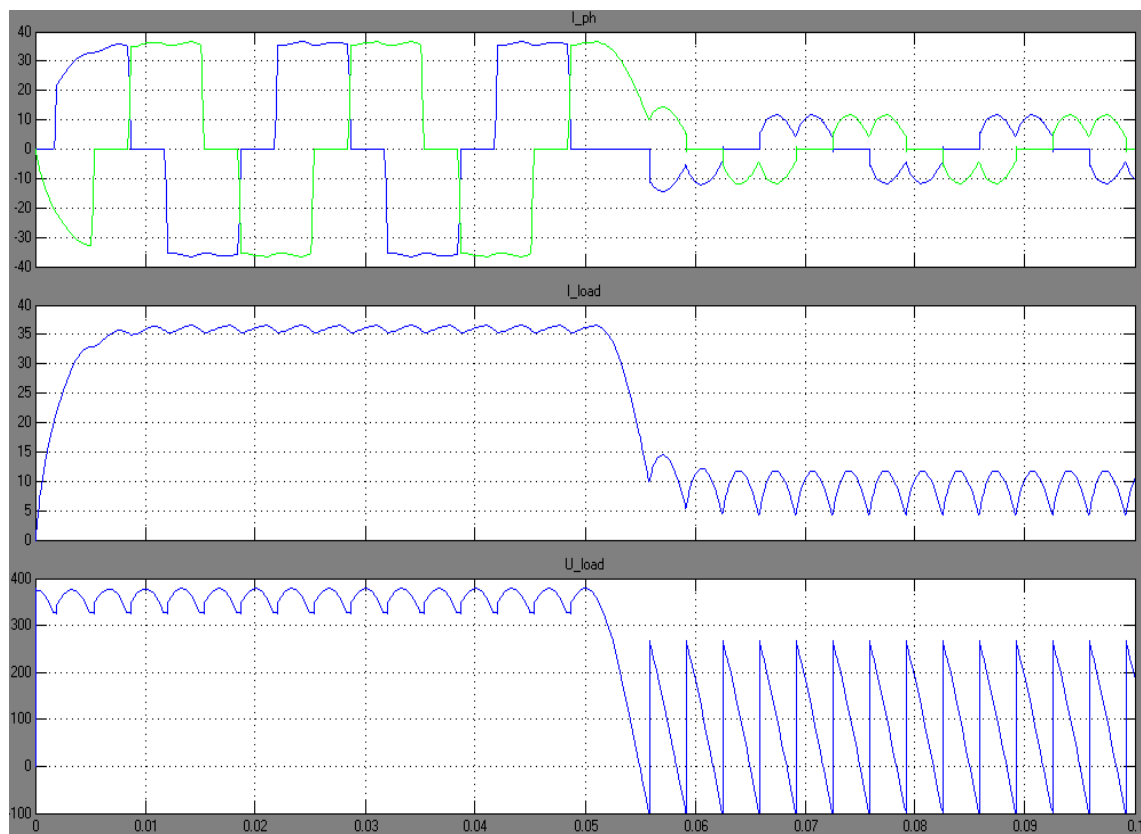
- электржетегінің элементтерін таңдау және параметрлерін есептеп алу;
- басқарылатын түзеткіштің иммитациялық моделін құрастыру;
- инвертордың иммитациялық моделін құрастыру;
- асинхронды вентильді каскад электржетегін моделдеу;
- асинхронды вентильді каскадты жүйесі мен қос моторлы машина негізіндегі қос моторлы электр жетегін модельдеу.

3.1 - суретте MATLAB жүйесінде құрылған және үш фазалы көпір тізбегі арқылы қосылған басқарылатын түзеткіштің үлгісі көрсетілген.

3.2 - суретте басқарылатын түзеткіштің кірісі мен шығысындағы ток пен кернеудің графиктері көрсетілген. Суреттен тиристорлардың ашылу бұрышының өзгеруі түзетілген ток, түзетілген кернеу және түзеткіш кірісіндегі токтың мәндерінің сәйкес өзгеруіне әкелетінін көруге болады.



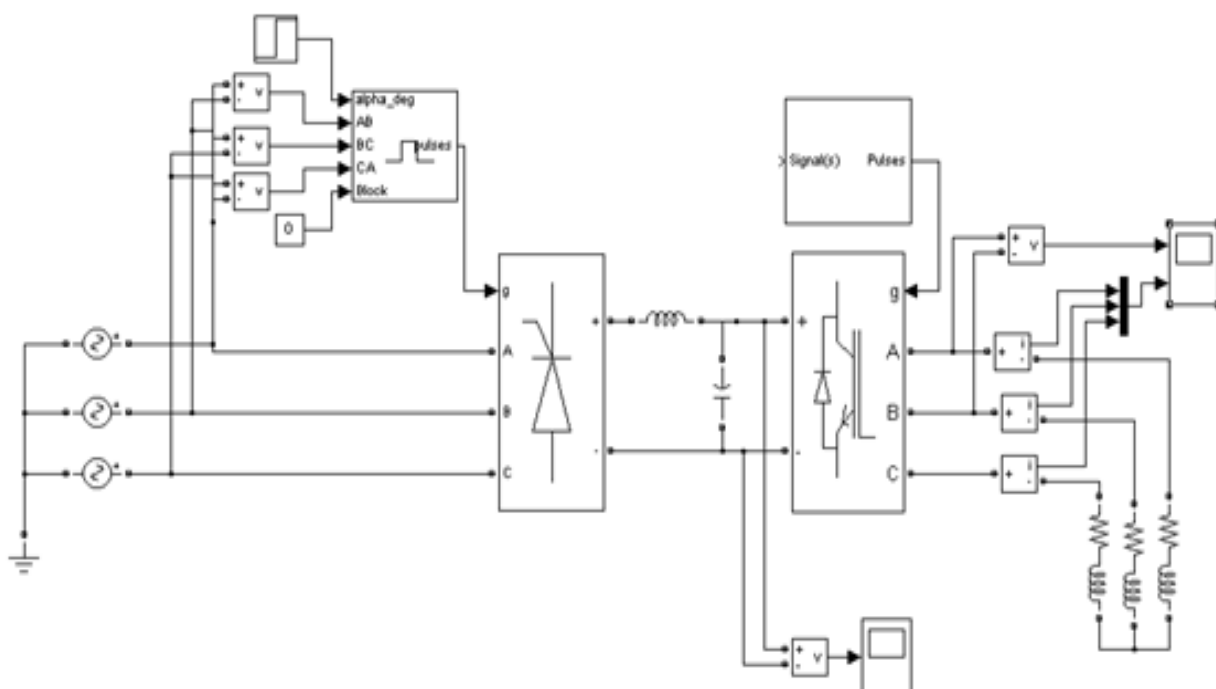
3.1 - сурет – MATLAB ортасында басқарылатын түзеткіштің моделі



3.2 - сурет – Басқарылатын түзеткіштің моделінің нәтижелері

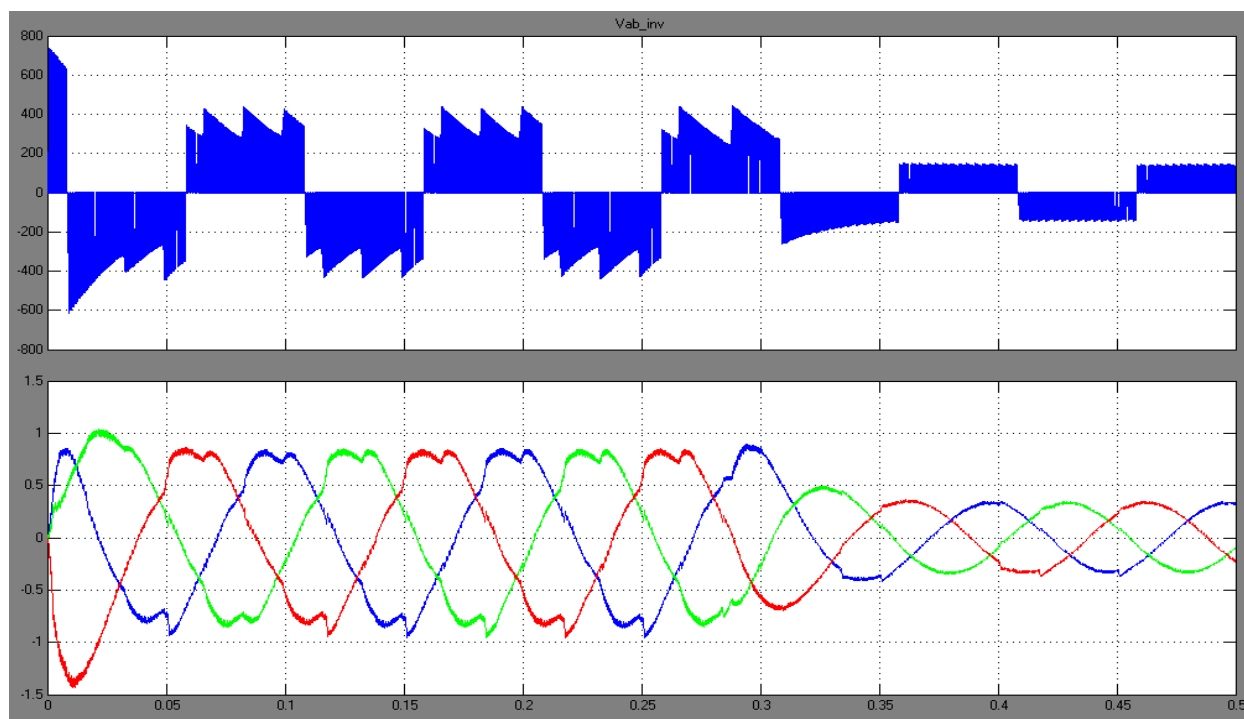
Ұсынылған схемада инвертор үш фазалы көпір схемасы түрінде жүзеге асырылады және IGBT транзисторларына негізделген жартылай өткізгіш элементтерден тұрады. Бұл транзисторлардың негізгі міндеті бірінші қозғалтқыштың ротор тізбегіндегі түзеткіштің басқарылатын шығысына берілетін түзетілген ток пен кернеуді белгілі жиілік пен амплитудасы бар басқарылатын айнымалы токқа түрлендіру болып табылады. Инвертордың моделі 3.3 - суретте, ал модельдеу нәтижелері 3.4 және 3.5 - суреттерде бейнеленген.

Инвертор үшін жүктеме активті - индуктивті кедергі қолданылады.

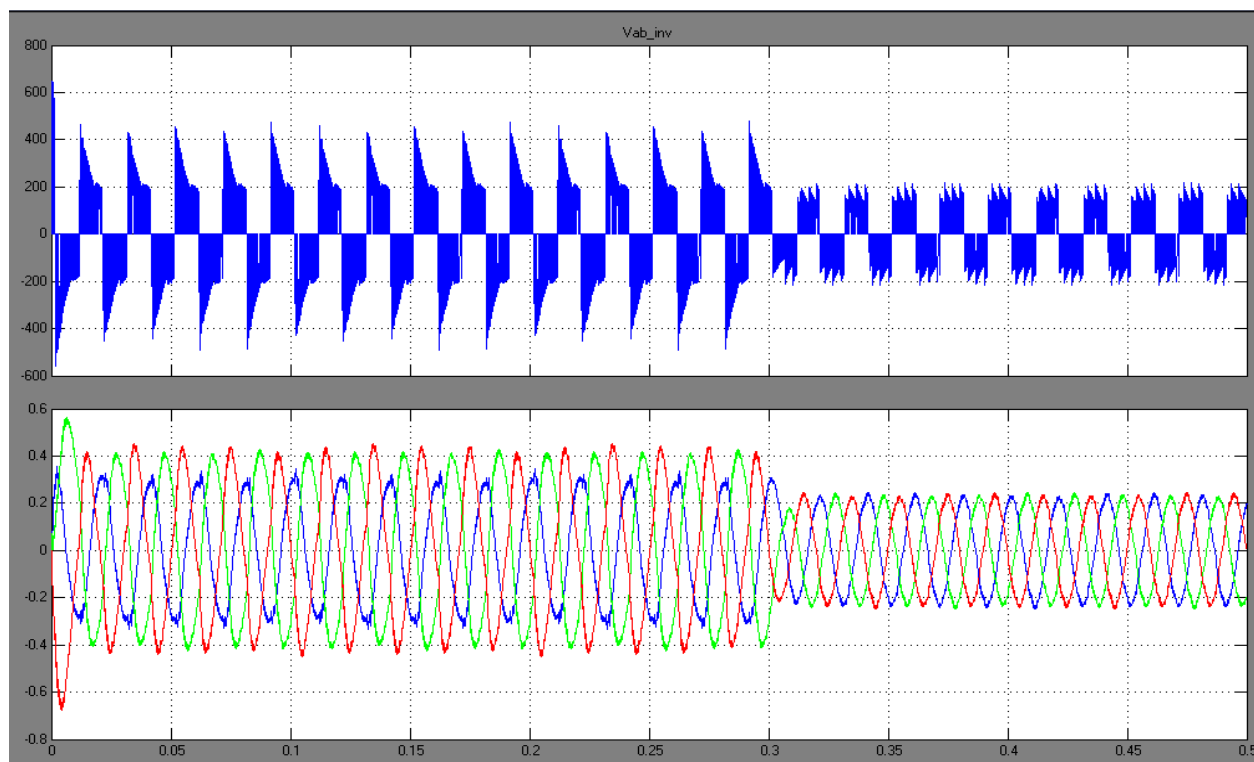


3.3 - сурет – MATLAB ортасында инвертордың сұлбасының моделі

Модельдеу нәтижелерінен түзеткіш тобындағы тиристорлардың ашылу бұрышы өзгерген кезде реттелетін ток пен кернеу инвертор арқылы жиілігі мен амплитудасы өзгеріп, машинаның ротор орамдарына келетінін көреміз.



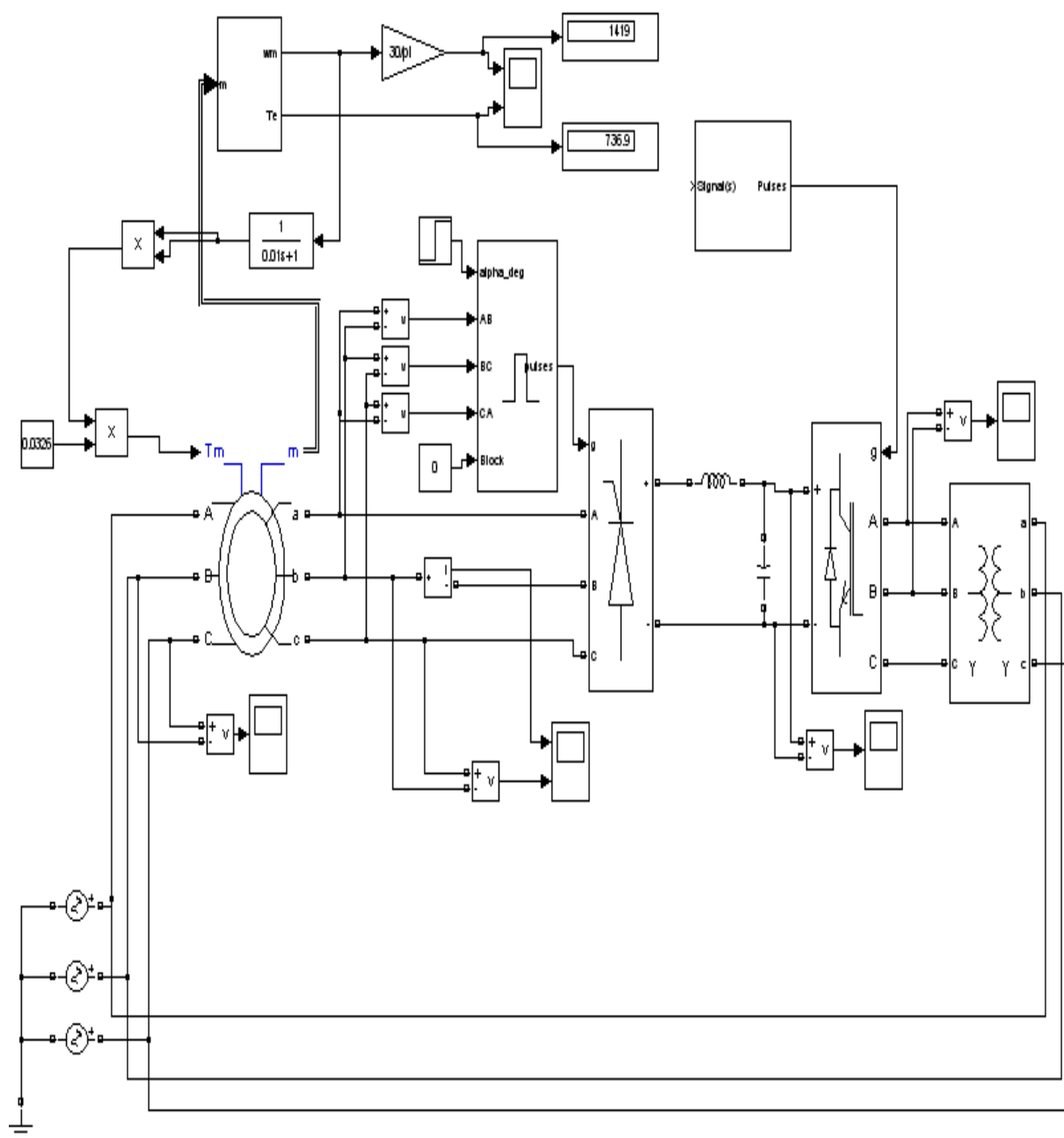
3.4 - сурет – Инвертор шығысындағы кернеу мен токтың графигі



3.5 - сурет – Инвертор шығысындағы кернеу мен токтың графигі

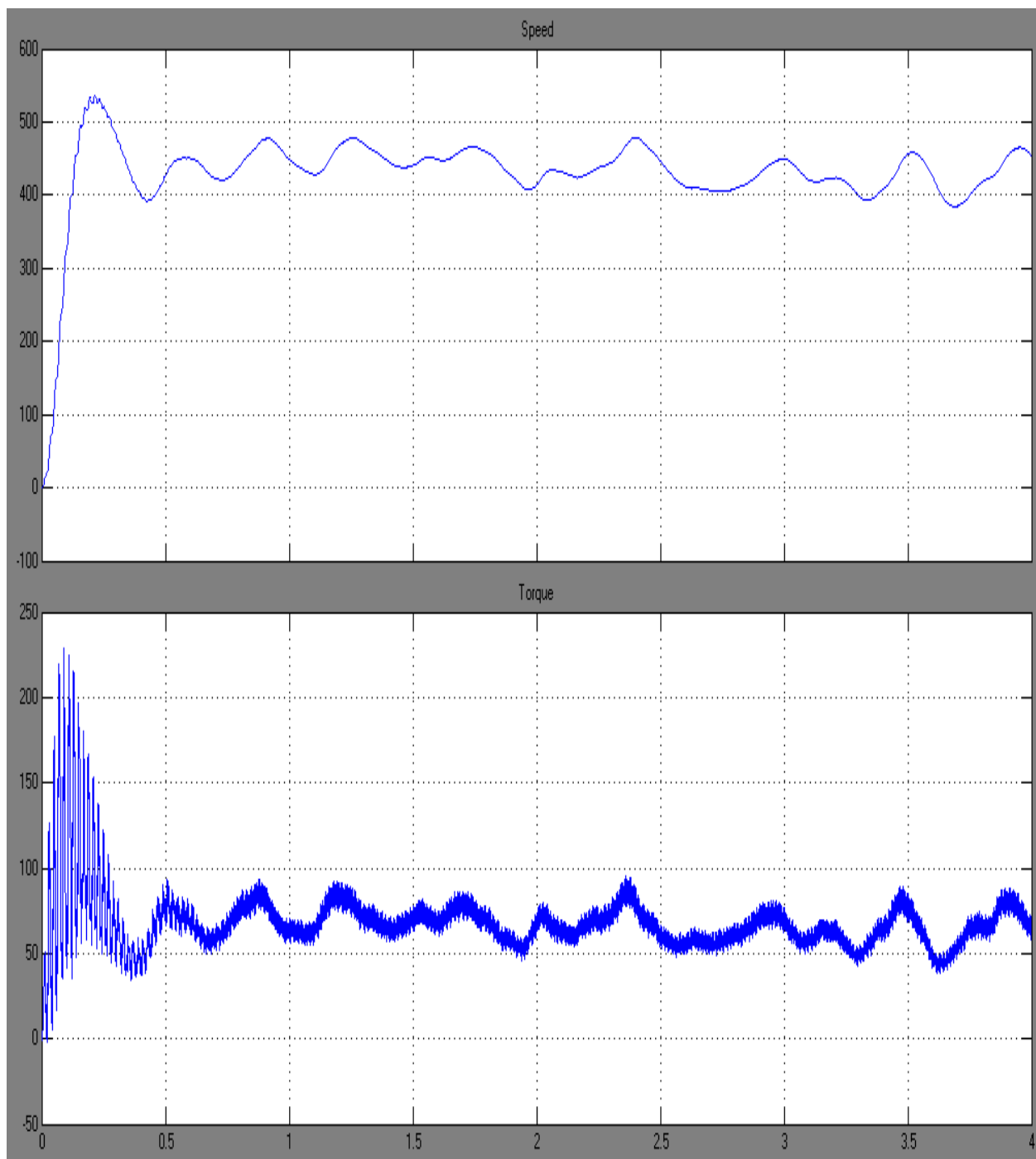
Диаграммалардан көрініп тұрғандай, түзеткіш пен инверторды басқару үшін синхронды импульстік генераторлар қолданылады. Мысалы, түзеткіш үшін бұл блоктар әр фазадағы кернеу мәндері және тиристорлардың ашылу бұрыштары туралы ақпаратты алады. Осы мәліметтер негізінде синхронды импульстік генераторлар тиристорларға басқару импульстарын береді және түзеткіштің жұмысын реттейді.

Вентильді каскады тізбегі негізінде жұмыс істейтін бірінші асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделі 3.6 - суреттегі суретке сәйкес ұсынылады.

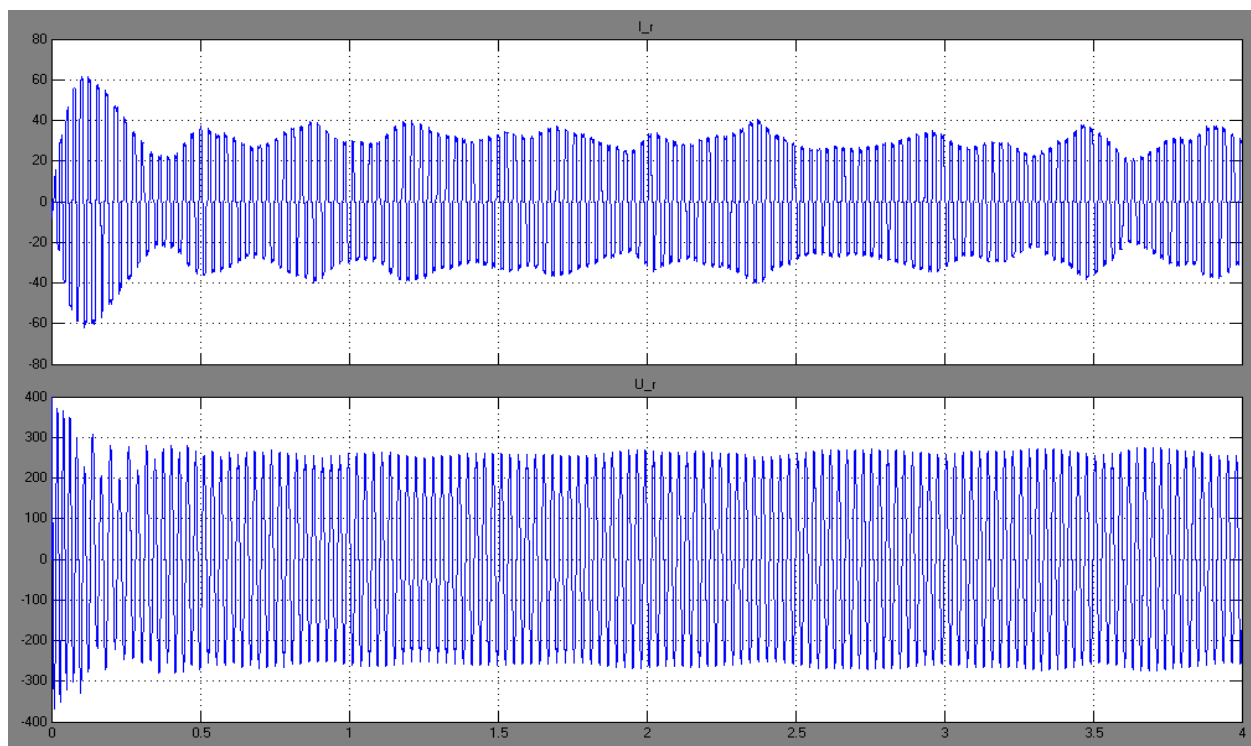


3.6 - сурет – MATLAB ортасында асинхронды - вентильді каскад сұлбасымен тағайындалған электржетегі

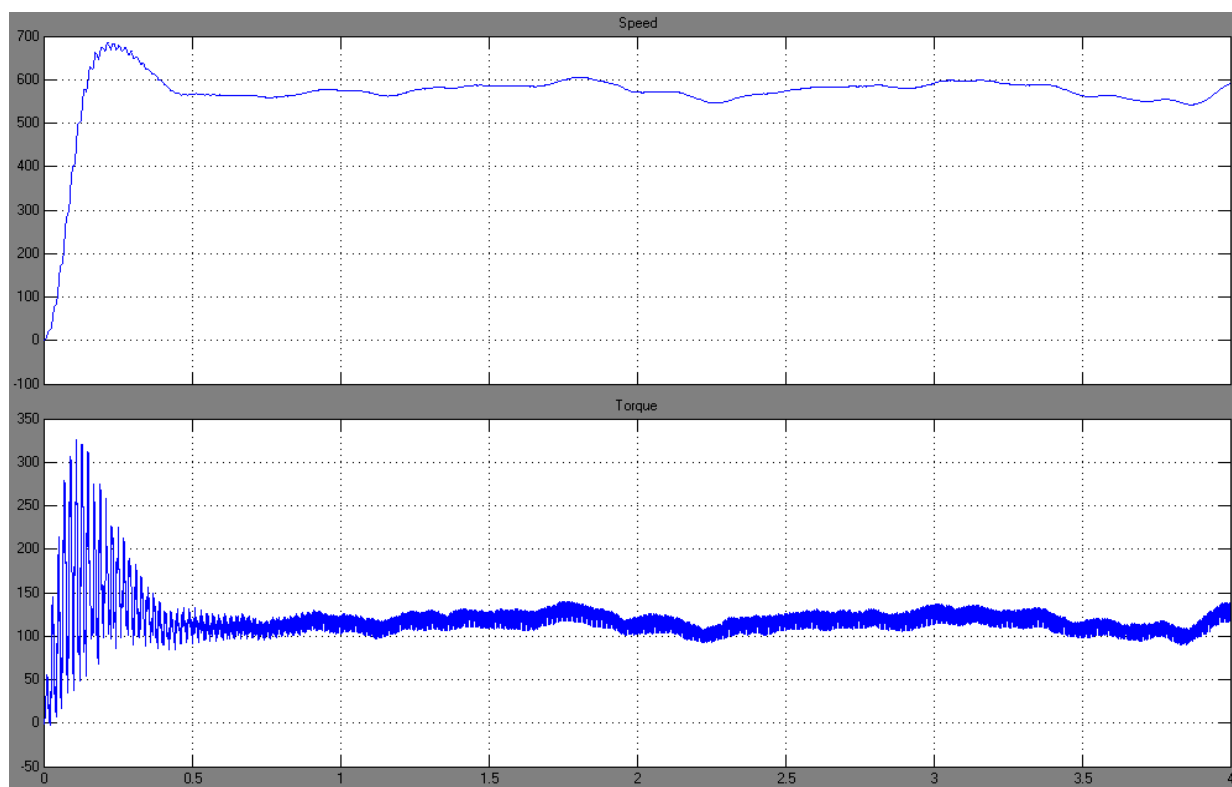
3.7 - 3.13 - суреттер түзеткіш тобындағы тиристорлардың (D) ашылу бұрышына байланысты асинхронды клапанның вентильді тізбегін қолданатын бірінші қозғалтқыштың жұмысындағы өзгерістерді көрсетеді.



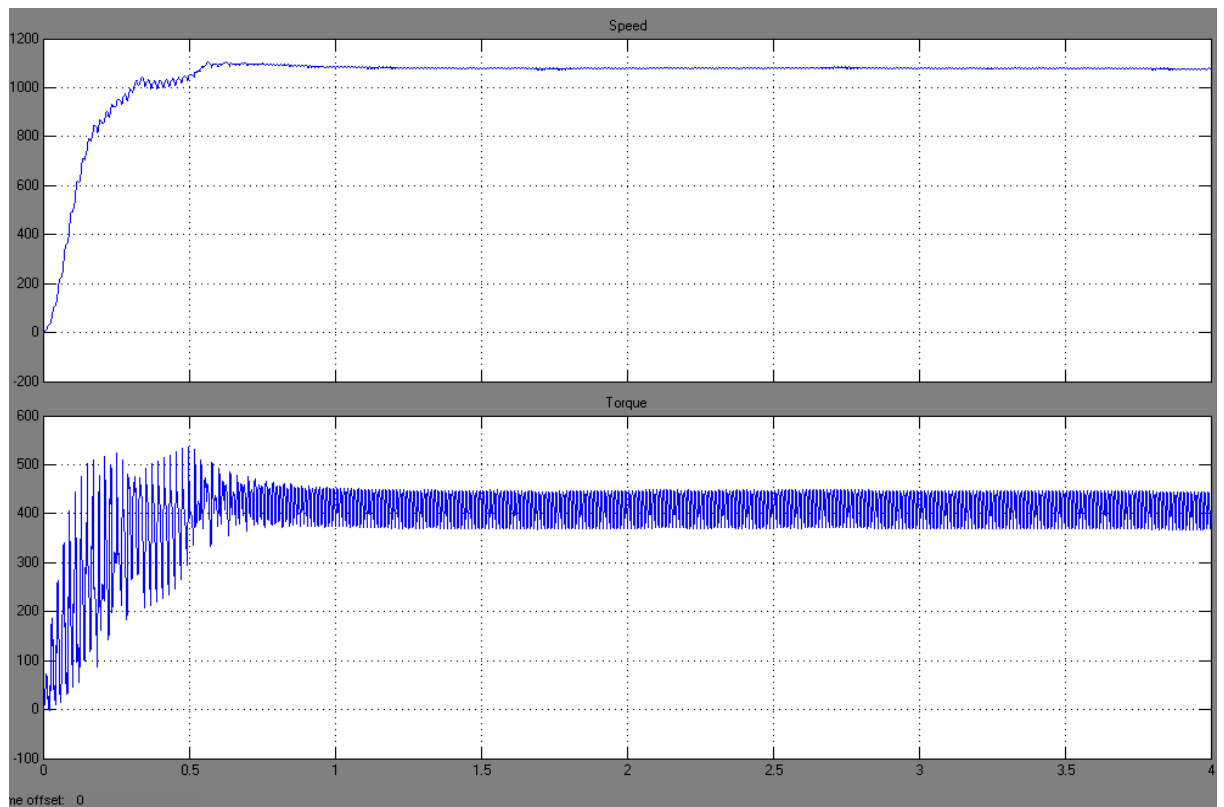
3.7 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 15^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш айналу жиілігі және айналдыру моментінің графигі



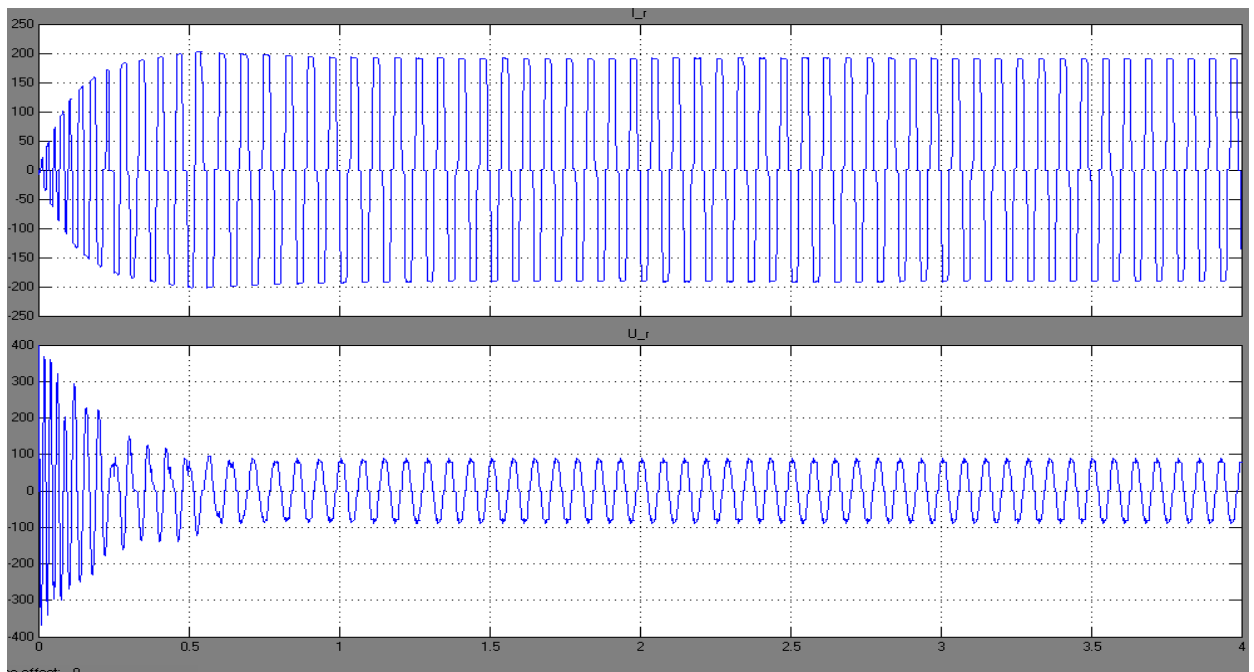
3.8 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 15^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш ротор орамдарындағы ток пен кернеудің графигі



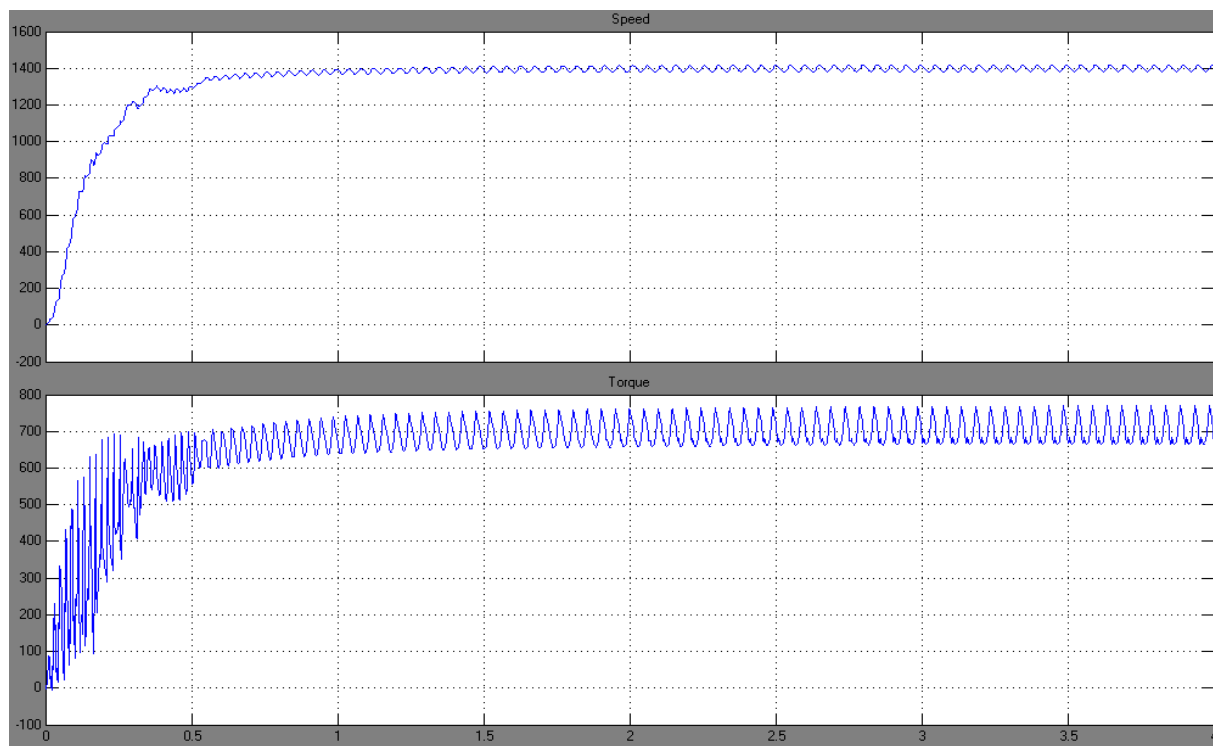
3.9 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 30^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш айналу жиілігі және айналдыру моментінің графигі



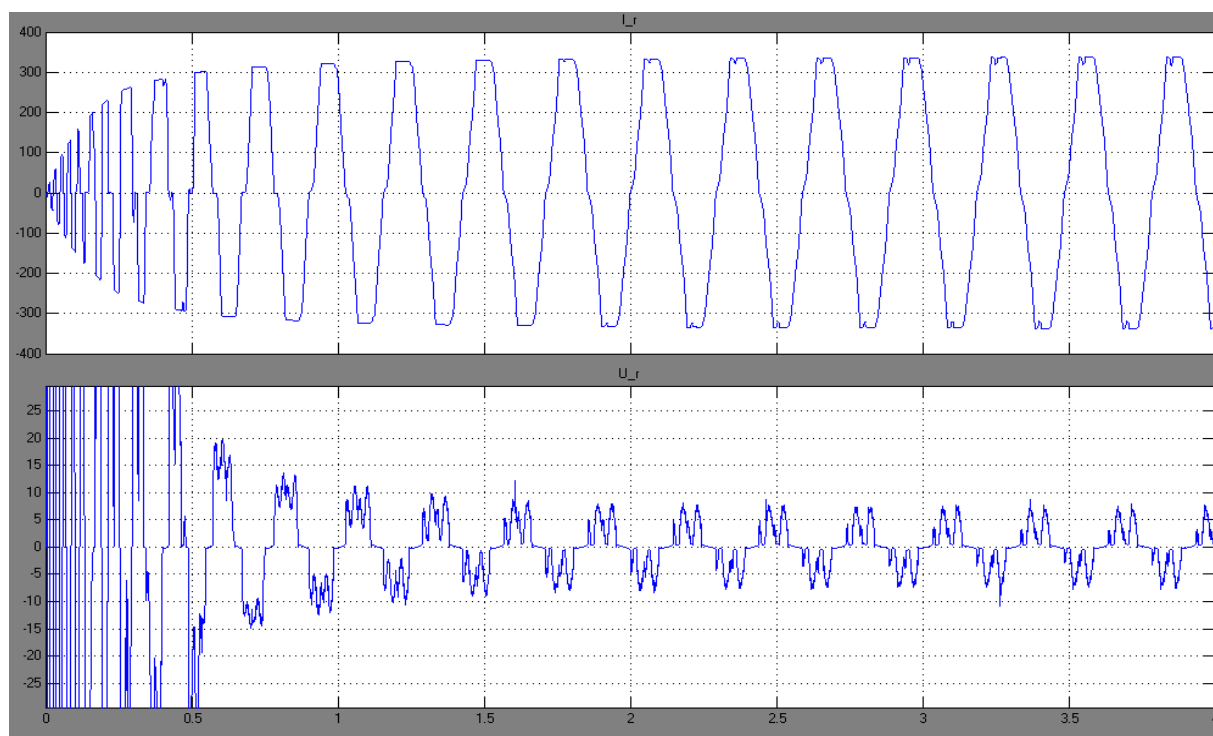
3.10 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 60^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш айналу жиілігі және айналдыру моментінің графигі



3.11 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 60^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш ротор орамдарындағы ток пен кернеудің графигі



3.12 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 90^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш айналу жиілігі және айналдыру моментінің графигі



3.13 - сурет – Басқару бұрышы $\beta = 90^\circ$ кезіндегі қозғалтқыш ротор орамдарындағы ток пен кернеудің графигі

3.3 Басты желдеткіш қондырғысын модельдеу

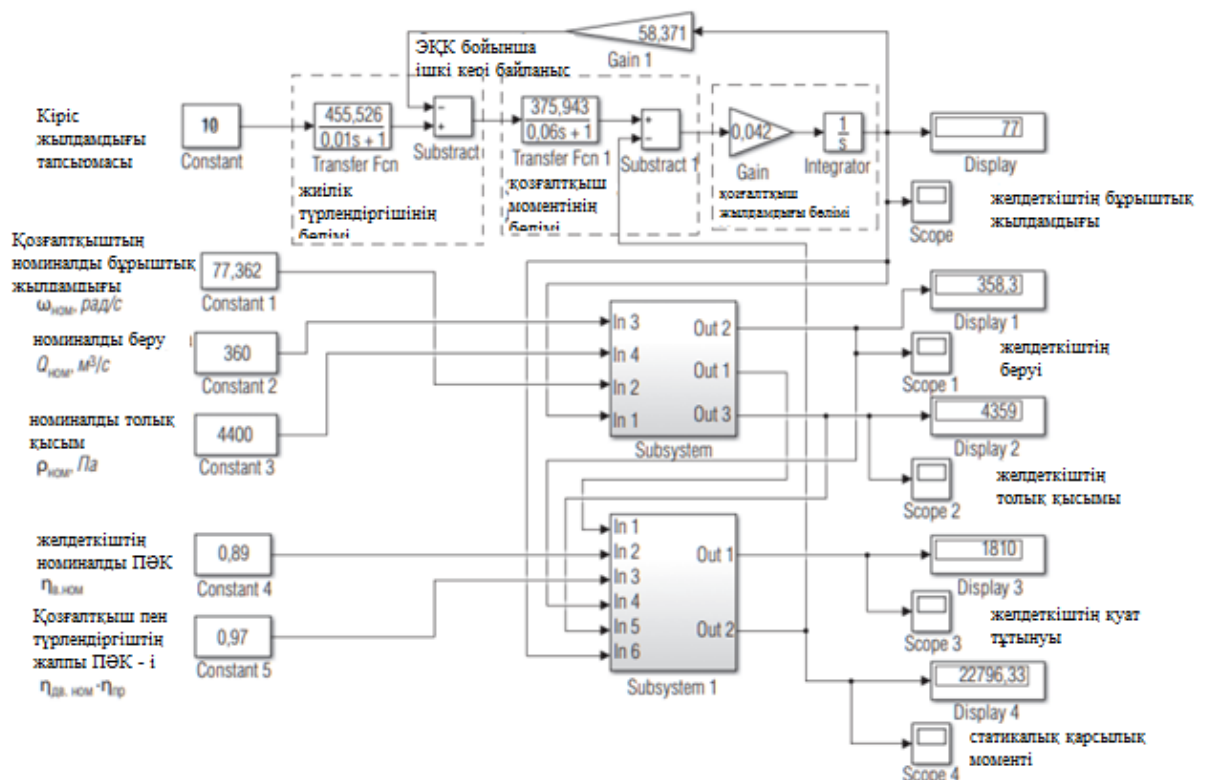
Үлгілеудің бастапқы деректері ретінде мынадай параметрлер берілген: қозғалтқыштың номиналды бұрыштық жылдамдығы, беру, қысым, желдеткіштің ПӘК - i (пайдалы әсер коэффициенті), қозғалтқыш пен түрлендіргіштің жиынтық ПӘК - i . Талдау кезінде шығу деректері желдеткіштің бұрыштық жылдамдығы, желдеткіштің берілуі және статикалық қысымы, тұтынылатын қуат және статикалық кедергі сәті болып табылады [2].

Зерттеудің негізгі параметрлері ретінде статикалық қысым, желдеткіш қондырғысының берілуі мен қуаты таңдалды.

Құрылымдық жағынан модель іс жүзінде MatLab ортасының Simulink кітапханасынан алынған БЖҚ моделі сияқты блоктардан тұрады.

Айта кету керек, математикалық модельдеуден басқа, екі БЖҚ қондырғыда алынған нәтижелерді растау үшін [6, 11, 14] - те егжей - тегжейлі сипатталған қондырғыны пайдалану кезіндегі электр энергиясының сапасының көрсеткіштерін талдауды және осциллограммаларды алуды қамтитын негізгі аспаптық бақылау параметрлері қолданылды.

Нәтижесінде MatLab/Simulink кітапханасының негізгі блоктарынан тұратын БЖҚ математикалық моделі 3.14 - суретте әзірленді:



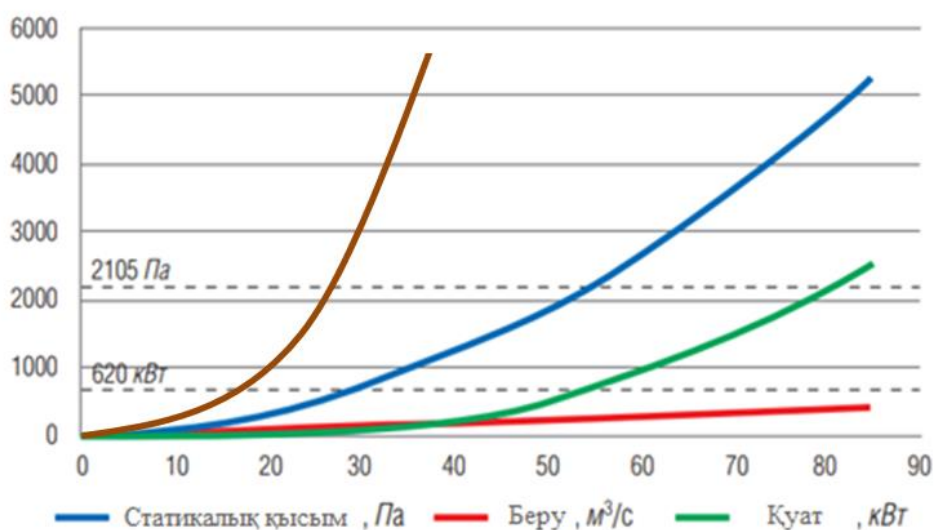
3.14 - сурет – Басты желдеткіш қондырғысының (БЖҚ) математикалық моделі

3.14 - суретте ұсынылған БЖҚ математикалық моделі қозғалтқыштың (жұмыс доңғалағының) әртүрлі жылдамдықтарында желдеткіштің параметрлерін алуға мүмкіндік береді, бірақ бұл ретте модель заманауи жиілік түрлендіргіштермен жабдықталған желдеткіштердің жаңа типтерінде көзделген күректерді орнату бұрышының автоматты өзгеруін ескермейді.

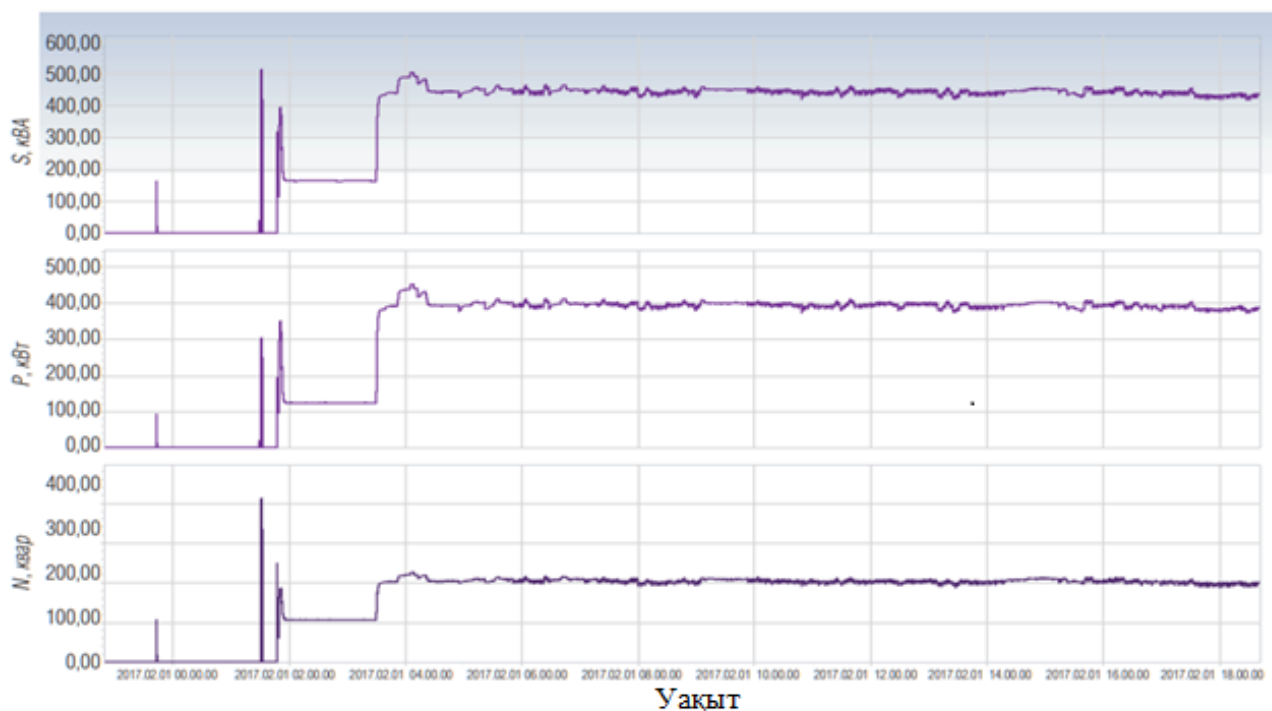
Осыған байланысты осы жұмыста жұмыс доңғалағының жылдамдығы өзгерген кезде ғана қондырғы жұмысын модельдеу жүргізілді.

Модельдеу нәтижесінде статикалық қысымның, беру мен қуаттың бұрыштық жылдамдыққа графикалық тәуелділіктері жасалды, олар 3.15 - суретте ұсынылған. Кестеде талап етілетін 2105 Па статикалық қысымды қамтамасыз ету кезінде желдеткіштің тұтынылатын қуаты шамамен 620 кВт құрайтыны көрінеді. Модельдеу нәтижелерін тексеру, сондай - ақ нақты, физикалық өлшенген деректерді алу мақсатында жүйенің негізгі параметрлері мен электр энергиясы сапасының көрсеткіштеріне аспаптық бақылау жүргізілді.

Бақылау желдеткіштердің кірме ұяшықтарында PowerQ4 MI2592 типті электр энергиясының сапасын талдағыштың көмегімен жүргізілді. 3.16 - суретте белсенді, реактивті және толық қуаттарды өлшеу нәтижелері ұсынылған. Кестеде желдеткіштің резервте тұрғаны, содан кейін оның іске қосылып, өнімділігі аз жұмыс істегені, содан кейін номиналды мәнге шыққаны көрінеді.



3.15 - сурет – Статикалық қысымның, берудің, задвижка арқылы кездегі және қуаттың БЖҚ - ның бұрыштық жылдамдығына графикалық тәуелділіктері



3.16 - сурет – Аспаптық бақылау кезінде БЖҚ - ның белсенді, реактивті және толық қуатын өлшеу нәтижелері

Өлшеу нәтижелері бойынша тұтынылатын белсенді қуат шамамен 400 кВт құрады. Модельдеу және нақты өлшеулер нәтижелерінің алшақтықтары, бұрын атап өтілгендей, нақты желдеткішті басқару жүйесі бір мезгілде екі параметрді (күректерді орнату бұрышы және жұмыс доңғалағының жылдамдығы) реттейді және энергияны ең аз тұтыну кезінде берілген технологиялық параметрлерді қамтамасыз ету тұрғысынан олардың оңтайлы мәндерін табады.

Орындалған зерттеулер нәтижесінде тау - кен кәсіпорындарының технологиялық қондырғыларының электр жетектері жүйелерін математикалық модельдеу ерекшеліктерін бағалау жүргізілді. Әрбір қаралған қондырғы (және оның электр жетек жүйесі) өз түрінде бірегей және егжей - тегжейлі қарауды талап етеді. Үлгілерді жасау жұмысы барысында мұндай күрделі техникалық жүйелерді модельдеу процесін біріздендіру мүмкін еместігі белгілі болды. Барлық әзірленген модельдер өлшенген параметрлермен және модельге қосымша блоктарды енгізу қажеттілігімен (модельдеу әдістемелерінің жетілмегендігі) кейбір айырмашылықтарға қарамастан өздерінің жұмыс қабілеттілігін көрсетті.

БЖҚ үлгіленген және өлшенген параметрлерін салыстыру нәтижесінде жиілікті түрлендіргішпен қазіргі заманғы электр жетек жүйесінің энергия тиімділігі күтілгеннен жоғары екені анықталды. Бұл бір мезгілде екі параметрдің нақты жүйесін реттеуге байланысты - қалақтарды орнату бұрышы мен жұмыс дөңгелегінің жылдамдығы, бұл зерттелетін модельде іске асырылмаған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу нәтижесінде желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегі жүйесі жасалды, ол объектінің тиімділігін арттыруға және энергияны тұтынуды азайтуға бағытталған. Бұл жүйені енгізу ауа параметрлерін берілген талаптарға сәйкес автоматты түрде реттеуді қамтамасыз ете отырып, желдетуді басқару процесін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Дипломдық жобада электржетегіне қойылатын негізгі техникалық және функционалдық талаптар қарастырылып, ескерілді және оңтайлы компоненттер таңдалды. Жүргізілген тестілеу әзірленген жүйе жұмысының тиімділігін, сондай - ақ оның өзгермелі пайдалану жағдайларында көрсеткіштерінің айырмашылығы графикалық түрде ұсынылды.

Жұмыс барысында жалпы желдеткіш туралы түсінік беріліп, сәйкесінше желдеткіштердің түрлері, сұлбалары, жұмыс принципі және әдістері үлгіленді.

Вентильді каскады тізбегі негізінде жұмыс істейтін бірінші асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделі Simulink ортасында құрылды. Асинхронды вентильді каскад сұлбасымен жалғай отырып, электржетегін фазалық роторға қосу арқылы пайдаланудың артықшылықтары анықталды. Мұндай электржетегінің энергетикалық көрсеткіштері өнімділікті реттеу барысында барлық дерлік диапазонында жоғары нәтижелер көрсеткенін байқаймыз. Бұл каскадты сұлбамен байланысқан электржетегіндегі қозғалтқыштың айналмалы бөлігіндегі сырғанау энергиясын тиімді пайдалануға байланысты деп тұжырымдасақ болады. Зерттеулер мен тестілеу нәтижелері көрсеткендей, бұл тәсіл ауа параметрлерін берілген параметрлерге сәйкес дәл және автоматты түрде реттеуді қамтамасыз ете отырып, желдету станциясының жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Сондай - ақ сұлба компоненттерін таңдау барысында түрлендіргіштер каталогқа сәйкес техникалық параметрлерге сүйене отырып таңдалынды.

Экономикалық бөлікке қысқаша шолу ретінде басты желдеткіш құрылғысы Simulink ортасында моделі құрастылырып, әр түрлі жағдайларға сәйкес қуаттың тутынылу қисықтары бейнеленді.

Асинхронды желдеткіш каскадының қосылған схемасымен әзірленген автоматтандырылған электр жетегін енгізу желдету жүйесінің тиімділігін жақсартуға, энергия тұтынуды азайтуға және үй - жайлардағы жағдайлардың жайлылығын арттыруға әкеледі деп күтілуде. Бұл электржетегінің озық технологияларын пайдалана отырып, ғимараттардағы желдету және климатты басқару жүйелерін одан әрі жетілдіру үшін перспективалар ашады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Н. С. Сарсенбаев, Н. Т. Исембергенов. Автоматика элементтері мен құрылғылары: оқулық – Алматы: [б. и.], 2009. 24 – 32ББ.
- 2 Егоров А. Н., Семенов А. С., Федоров О. В. Практический опыт применения преобразователей частоты Power Flex 7000 в горнодобывающей промышленности. - Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2017. № 4 (119). 86 – 93ББ.
- 3 Голенько В. И., Лебедев Я. Я., Муха О. А. Вентиляция шахт и рудников. - Днепропетровск НГУ. 2012. 72 – 78ББ.
- 4 Ушаков К. З., Бурчаков А. С., Пучков Л. А, Медведев И. И. Аэрология горных предприятий. - Москва «Недра». 1987. – 30Б.
- 5 В. А. Батицкий, В. И. Куроедов, А. А. Рыжков. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – Москва «Недра». 1991. № 2. – 88Б.
- 6 Кузнецов Н. М., Семенов А. С., Бебихов Ю. В., Рыбников А. В. Результаты мониторинга показателей качества электрической энергии потребителей подземного рудника. - Горный журнал. 2014. № 1. 23 – 26ББ.
- 7 Гаврилов П. Д., Гимельштейн Л. Я., Медведев А. Е. Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов. М.: Недра, 1985. – 255Б.
- 8 Остроухов И. О., Борисенко В. Ф. Особенности электромеханических систем шахтного автоматизированного электропривода. - Автоматизация технологических объектов и процессов: Сборник трудов. Донецк: Издательство ДонНТУ, 2004. 239 – 241ББ.
- 9 Терёхин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 320Б.
- 10 Семенов А. С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MatLab / Вестник Северо - Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2014. № 1. 51 – 59ББ.
- 11 Семенов А. С., Кузнецов Н. М. Анализ результатов мониторинга показателей качества электрической энергии в подземном руднике. - Измерительная техника. 2014. № 4. 31 – 34ББ.
- 12 Семенов А. С., Якушев И. А., Егоров А. Н. Математическое моделирование технических систем в среде MATLAB. - Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. 56 – 64ББ.
- 13 М. А. Патрушева. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. М., «Недра», 1975. – 238Б.
- 14 Федоров О. В., Семенов А. С., Егоров А. Н., Хубиева В. М. Техно - экономическое обоснование внедрения системы непрерывного мониторинга показателей качества электроэнергии на объектах горных предприятий / Известия вузов. Проблемы энергетики. 2016. № 9 – 10. 91 – 97ББ.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

БЖҚ – Басты желдеткіш қондырғы
ПӘК – Пайдалы әсер коэффициенті
ТТМ – Тұрақты ток машинасы
АВК – Асинхронды вентильді каскады
СГ – Синхронды генератор

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Едіге Ө. Ю.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 8.8

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 16

Интервалы: 0

Белые Знаки: 16

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 26.05.2024г.



Сарсенбаев Н.С.

проверяющий эксперт

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

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

Автор: Едіге Ө. Ю.

Тақырыбы: Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу

Жетекшісі: Нурлан Сарсенбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 8.8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 16

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 16

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 27.05.2024 г.

Ғылым - инновация
еңбекшісі
Кафедра меңгерушісі 

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жоба

Едіге Өркенбек Юсупұлы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Тақырыбына: «Желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 28 бет;
- б) түсініктеме жазбасы 33 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жоба желдету станциясына арналған автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу қарастырылған.

Технологиялық бөлімде желдетудің жалпы сипаттамасы, жүйесі, түрлері, әдістері, сұлбалары, желдеткіш өнімділігін реттеу тәсілдері және процессті басқаруды автоматтандыруы атап көрсетілген.

Есептік бөлімде ұсынылған электржетек жүйесін егжей-тегжейлі қарастырдық, теориялық және есептеу деректерін пайдалана отырып, оның тиімділігін растадық. Біз электр жетегінің математикалық моделін әзірледік және осы модельді пайдалана отырып, қозғалтқыш параметрлерінің өзгеруі электр жетегіндегі өтпелі процестерге қалай әсер ететінін зерттедік.

Үшінші бөлімде желдеткіш үшін автоматтандырылған электр жетегінің үлгісін жасау және басты желдеткіш қондырғысын модельдеу мәселелері қарастырылған.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

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

Сын – пікір беруші

А.Ә.Ж.Б.У. Жаңартылатын және
балама энергия көздері»
кафедрасының меңгерушісі, PhD
Шыныбай Ж.С.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы 4 – курс
студенті Едіге Өркенбек Юсупұлының «Желдету станциясына арналған
автоматтандырылған электр жетегін әзірлеу» тақырыбына жасаған ғылыми
зерттеу жұмысына

Желдіту жүйесінің шахта саласында автоматтандыру тиімді жұмысын қамтамасыз етуде, энергия тиімділігін арттыруда және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуда шешуші рөл атқарады..

Тақырыпқа сүйене отырып, жұмыс тек электр жетегінің дамуына ғана емес, оны желдетуді басқарудың кешенді жүйесіне біріктіруге де әсер етеді деп болжауға болады. Бұл өте маңызды, өйткені автоматтандыру тек электр жетегінің өзін ғана емес, сонымен қатар оның датчиктер, контроллерлер және бағдарламалық жасақтама арқылы өтпелі процесстерінің сипатын алу сияқты жақтарында қамтиды.

Жұмысты орындау барысында студент Едіге Өркенбек жоғары кәсіби деңгейін, сондай-ақ қойылған міндеттерді сапалы орындауға ұмтылысын көрсетті. Студент дипломдық жұмысының тақырыбын терең түсініп, желдету жүйелеріне арналған электр жетектерін автоматтандыру саласындағы жоғары білім деңгейін көрсетті.

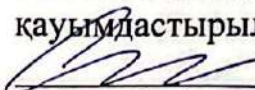
Жалпы, бұл тақырып техникалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан қызығушылық тудырады және дипломдық жұмыс автоматтандырылған желдету жүйелерінің саласын дамытуға маңызды үлес қосады деп күтілуде.

Жалпы, менің ойымша, студент өзінің кәсіби шеберлігін көрсетті және өзінің білім алу жолын сәтті жоғары бағалауға лайықты үміткер.

Ғылыми жетекшісі

техн.ғыл.канд.,

қауымдастырылған профессор

 Сарсенбаев Н.С.

(қолтаңбасы)

«27» 05 2024ж.