

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Айбас Нұрсұлтан Бауыржанұлы

Желдету бекетін автоматтандыру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

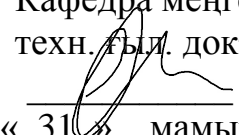
Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. докторы, профессор

 Б.А. Сүлейменов

« 31 » мамыр 2020 ж.

«Желдету бекетін автоматтандыру» тақырыбына

дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

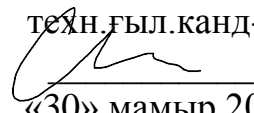
Орындаған

Айбас Н.Б.

Ғылыми жетекші

ассистент профессоры,

техн. ғыл. канд-ты

 Н.С. Сәрсенбаев

«30» мамыр 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5В070200 - Автоматтандыру және басқару

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. д-ры., профессор

 Б.А. Сулейменов

«31» мамыр 2020 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Айбас Нұрсұлтан Бауыржанұлы

Жобаның тақырыбы: «Желдету бекетін автоматтандыру»

Университеттің « 27 » 01 2020 жылғы ғылыми кеңесінің № 762-б шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім « 15 » мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, негізгі бөлім;

в) математикалық моделдеу бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, принципіалдық сұлбасы, құрылымдық сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер



[1] Архипов, Т. В. Автоматическое регулирование вентиляции и кондиционирования воздуха / Т.В. Архипов. - М.: ЁЁ Медиа, 2012. -242с.

[2] Маслов И.П. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ. Кемерово-2014

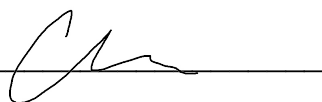
Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	20.03.2020	
Негізгі бөлім	15.04.2020	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Математикалық моделдеу бөлімі	Н.С. Сәрсенбаев, ассистент профессоры, техн.ғыл.канд-ты	30.04.2020	
Нормалық бақылаушы	Н.С. Сәрсенбаев, ассистент профессоры, техн.ғыл.канд-ты	28.05.2020	

Ғылыми жетекшісі _____



Н.С. Сәрсенбаев

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы



Н.Б. Айбас

Күні «4» ақпан 2020 ж.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Технологиялық бөлім	10
1.1 Өндірістік желдету	10
1.2 Желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу әдістері.....	13
1.3 Желдеткіштің айналу жылдамдығын реттегіштер	15
2 Негізгі бөлім	19
2.1 Технологиялық үдерісті автоматтандыру	19
2.11 Ағынды желдетуді автоматтандыру.....	19
2.12 Ағынды жүйелер тобының жұмысын автоматтандыру.....	21
2.2 Желдету жүйесінің математикалық моделі.....	23
3 Математикалық моделдеу бөлімі.....	28
3.1 Модель параметрлерін есептеу	28
3.2 Matlab ортасындағы зерттеу нәтижелері.....	40
3.3 Matlab ортасында жасалынған модель.....	47
Қорытынды	53
Қолданылған әдебиеттер	54

АНДАТПА

Энергетикалық нысандарды, өндірісіндегі процесстерді автоматтандырылған жүйе арқылы басқару заманауи талап болып табылады, осы орайда бізде де келесі амалдар орындалды: Технологиялық бөлімінде автоматтандырылған жүйе, оны реттеу әдістері және де оған қойылатын талаптар қарастырылған.

Негізгі бөлімде автоматтандырылған желдету жүйесіне толықтай талдау жасалынып, тиімділігі мен шығындары талданған.

Эксперименталды бөлімінде автоматтандырылған желдету жүйесінің математикалық моделі жасалынып, MATLAB жүйесінде көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

Современные требования к управлению энергетическими объектами, производственными процессами через автоматизированные системы, при этом и у нас выполнены следующие действия: в технологической части предусмотрены автоматизированные системы, методы ее регулирования и требования к ним.

В основной части проведен полный анализ автоматизированной сети, проанализированы эффективность и затраты.

В экспериментальной части разработана математическая модель автоматизированной системы ветра и представлена в системе MATLAB.

ANNOTATION

Modern requirements for the management of energy facilities and production processes through automated systems, while we have the following actions: the technological part provides for automated systems, methods of its regulation and requirements for them.

In the main part, a full analysis of the automated network was performed, efficiency and costs were analyzed.

In the experimental part, a mathematical model of an automated wind system is developed and presented in the MATLAB system.

КІРІСПЕ

Өндіріс процесі кезінде бөлменің ауасы әрдайым әр түрлі зиянды заттармен ластанады, адамдардың денсаулығына, кейде шығарылып жатқан өнімге кері әсерін тигізеді. Сондай зиянды заттарға әртүрлі түрдегі шаң, бу, газ, сонымен бірге артық жылу мен ылғал, химиялық бу, жалпы уытты заттектер немесе тітіркенгіштік әсері, улы және сусыз шаң, зиянды радиоактивті факторлар жатады. Қоршаған ауаның ластануы жалпы жылудың бөлінуі, ылғалдылық пен көмірқышқыл газы, жылу мен ылғалдың бөліну мөлшеріне байланысты физикалық дәрежесі адамға артық жүктеме және қоршаған ортаның температурасына қатысты болады.

Ғимараттағы белгіленген ауа ортасын сақтап тұру үшін, ластанған ауаны кетіріп бөлмеге таза ауа енгізіп отыру қажет. Бұл шаралардың барлығы жобалау кезінде шығатын зиянды заттар мөлшерін есептей отырып қосылатын әр түрлі желдету жүйелері арқылы іске асады.

Жұмыстың мақсаты: желдеткіш станциясының электржетектері жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін оның жиынтық өнімділігін реттеудің энергетикалық тиімді тәсілін іске асыру есебінен жақсарту және оны енгізуге күрделі шығындарды азайтуға мүмкіндік беретін осындай тәсілді техникалық іске асыру құралдарын әзірлеу болып табылады.

Қойылған мақсаттарға жету үшін жұмыста келесі негізгі міндеттер шешіледі:

1. Желдеткіштердің жоғары вольтті асинхронды электр жетектерін және оларды техникалық іске асыру құралдарын жаңғырту нұсқаларын талдау.

2. Желдеткіш станциясының өнімділігін реттеудің әр түрлі тәсілдерінің тиімділігін бағалау.

3. Күрделі шығындар аз болған кезде энергияны үнемдеудің ең жоғары әсерін алуға мүмкіндік беретін реттеу тәсілін таңдау.

4. Іске қосу құрылғысының сипаттамалары мен мүмкіндіктерін анықтау үшін компьютерлік модельді зерттеу.

Жұмыстың мазмұны үш тарауда баяндалған.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Өндірістік желдету

Желдету-бұл жұмыс аймағында гигиеналық және техникалық талаптарға сәйкес келетін метеорологиялық жағдайлар мен ауа ортасының тазалығын қамтамасыз ету мақсатында өндірістік үй-жайларда ұйымдастырылған ауа алмасуды жүзеге асыруға арналған құрылғылар мен іс-шаралар жүйесі.

Желдету келесідей жіктеуге болады:

1. Ауа алмасу тәсілі бойынша желдету табиғи және механикалық. Сондай-ақ табиғи-механикалық желдету болуы мүмкін.

2. Жұмыс істеу принципі бойынша желдету жүйесі не үшін қызмет ететініне байланысты-бөлмеден ауаны беру немесе шығару үшін немесе сол бір мезгілде басқа да бір мезгілде ауа шығару үшін сору, сору немесе сору - сору болып табылады.

3. Жұмыс орны бойынша желдету жалпы алмасу және жергілікті болады.

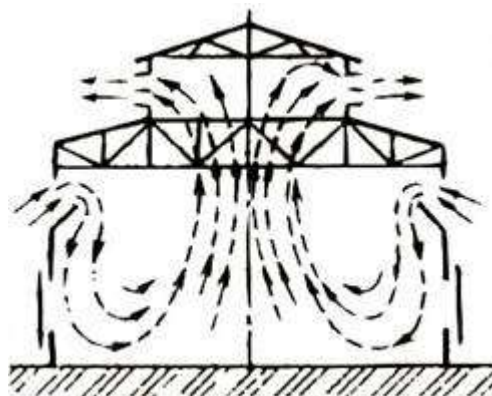
Табиғи желдету кезінде ауа алмасу бөлмедегі ауа және сыртқы ауа температурасының айырмасы салдарынан, сондай-ақ желдің әсері нәтижесінде болады.

Табиғи желдету ұйымдастырылмаған және ұйымдастырылған болуы мүмкін.

Ұйымдаспаған желдету кезінде ауаның түсуі мен шығарылуы сыртқы қоршаулардың тығыз еместігі мен тесіктері арқылы, терезелер, желкөздер, арнайы ойықтар арқылы желдету жүргізіледі.

Ұйымдастырылған табиғи желдету аэрация мен дефлекторлармен жүзеге асырылады және реттеуге беріледі.

1.1 суретте ғимараттардың аэрациясы жылу және жел қысымын пайдалануға негізделген. Жылу қысымы цехта көп немесе аз қуатты жылу көздері болған кезде конвективті токтар пайда болады. Гей-Люссактың Заңы бойынша ауаны 1°C қыздыру кезінде оның көлемі $1/273$ -ке кеңейеді, ал көлемді салмақ тиісінше азаяды. Қыста жылу қысымы жаздан артық.



1.1 Сурет - Аэрация схемасы

Жазғы уақытта таза ауа еденнен 5м биіктікте орналасқан төменгі ойықтар арқылы үй-жайға түседі, ал ғимараттың фонарындағы ойықтар арқылы шығарылады.

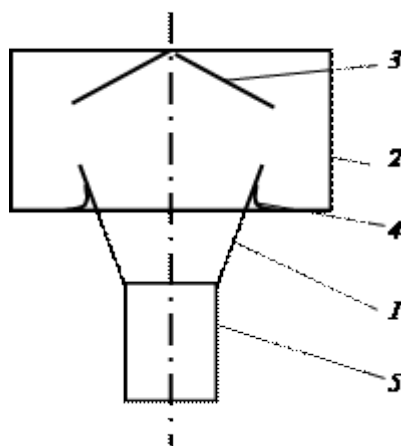
Қысқы уақытта сыртқы ауаның түсуі еденнен 4-7м биіктікте орналасқан ойықтар арқылы жүзеге асырылады. Биіктік суық сыртқы ауа жұмыс аймағына дейін түсіп, үй-жайдың жылы ауасымен араластыру есебінен қыздырылатындай есеппен қабылданады.

Аэрацияның артықшылығы-ауаның үлкен көлемі желдеткіштер мен ауа өткізгіштерді қолданбай беріледі және жойылады. Аэрация жүйесі механикалық желдету жүйелеріне қарағанда әлдеқайда арзан.

Кемшіліктері: жазғы уақытта аэрация тиімділігі сыртқы ауа температурасының жоғарылауы салдарынан төмендейді; үй-жайға түсетін ауа өңделмейді (тазартылмайды, салқындатылмайды).

Дефлекторлар ауа өткізгіштерде орнатылатын және жел энергиясын пайдаланатын арнайы саптамалар болып табылады. Дефлекторлар салыстырмалы түрде аз көлемдегі үй-жайлардан ластанған немесе қыздырылған ауаны алып тастау үшін, сондай-ақ жергілікті желдету үшін, мысалы, ұсталық көріктерден, пештерден және т. б. ыстық газдарды тарту үшін қолданылады.

ЦАГИ дефлекторының құрылысы 1.2-суретте көрсетілген. Жел дефлектордың ернеушесін үрлеп, оның айналасының көп бөлігінде сиретуді жасайды, соның салдарынан бөлмедегі ауа ауасы және 5 келтеқұбыры бойынша қозғалады, содан кейін 2 ернеуі мен 3 қалпақтың шеттері мен 4 конусының арасында екі сақиналы саңылаулар арқылы сыртқа шығады.



1-диффузор, 2-цилиндрлік ернеушек, 3-қалпақ, 4-конус, 5-келте құбыр.

1.2 Сурет - ЦАГИ дефлекторы

Тиімділігі дефлекторлардың жұмыстары негізінен жел жылдамдығына, сондай-ақ оларды конькимен орнату биіктіктері шатыры.

Механикалық желдету жүйелерінде ауа қозғалысы желдеткіштермен және кейбір жағдайларда эжекторлармен жүзеге асырылады.

Қабырғадағы немесе шахтадағы саңылаулар түріндегі ауа жинау орны оның тазалығын қамтамасыз етуі тиіс. Ол ластанған ауа шығарындысынан алыс және оған қатысты жел жағынан орналасуы тиіс. Қоршау орны жерден 1-2м биіктікте жер бетінен шаңның түсуінің алдын алу үшін жасыл аймақта болғаны орынды. Ауа жинағыш тесіктердің жалюзиялық торлары болуы тиіс.

Вентиляторлар-бұл белгілі бір қысым жасайтын, желдету желісіндегі қысым 12кПа артық болмаған кезде ауаны жылжыту үшін қызмет ететін ауа үрлегіш машиналар. Осьтік, радиалды желдеткіштер ең көп таралған.

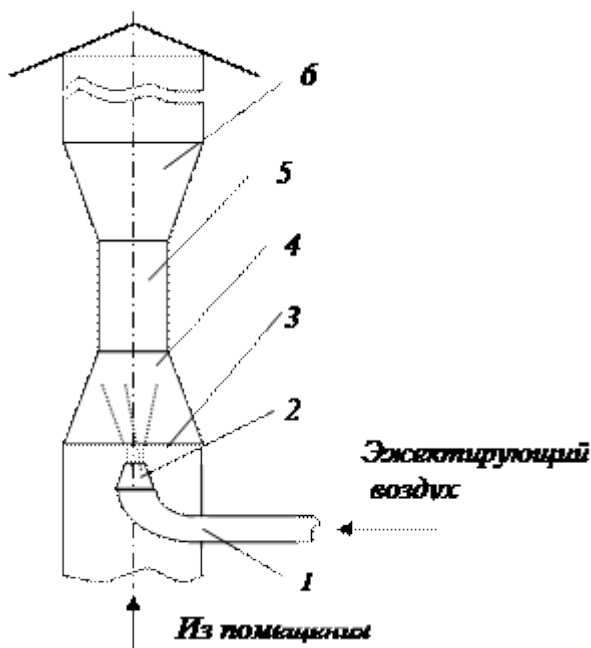
Орын ауыстыратын ауаның құрамына байланысты желдеткіштер белгілі бір материалдардан және әртүрлі конструкциядан дайындалады:

1) таза ауаны жылжыту үшін қарапайым жүзеге асыру, қарапайым болат сорттарынан жасалады;

2) тоттануға қарсы жүзеге асыру - агрессивті орталарды ауыстыру үшін, хромды және хромоникельді винипласт және т. б. болаттар.;

3) ұшқыннан қорғайтын орындаулар - жарылыс қаупі бар қоспаларды (құрамында сутегі, ацетилен және т. б. бар) ауыстыру үшін негізгі бөлшектер алюминийден және дюралюминийден дайындалады, білікке сальникті нығыздау орнатылады.;

4) шаңды - тозаң ауасын ауыстыру үшін жұмыс доңғалақтары беріктігі жоғары материалдардан жасалады, олардың 4-8 қалақтары болады.



1.3 Сурет – Эжектордың құрылысы

Эжекторларды сору жүйелерінде өте агрессивті ортаны, жарылысқа тек соққыдан ғана емес, үйкелуден де қабілетті шаңды, немесе тез тұтанатын жарылу қаупі бар газдарды (ацетилен, эфир және т.б.) жою қажет болған жағдайларда қолданады [1].

1.5-суретте эжектордың әрекет ету принципі көрсетілген. Үй-жайдан тыс орналасқан компрессормен айдалатын ауа 1 құбыр бойымен 2 шүмекке дейін жүргізіледі және одан үлкен жылдамдықпен шығып, эжекция есебінен үй-жайдан ауа сорылатын 3 камерада сиретуді жасайды. 4 конфузори мен 5 мойнында эжектирленген бөлмеден және эжекторлы ауаны араластыру жүреді. 6 диффузоры динамикалық қысымды статикалық түрлендіруге арналған. Эжектордың жетіспеушілігі 0,25-тен аспайтын төмен ПӘК болып табылады.

1.2 Желдеткіш станциялардың өнімділігін реттеу әдістері

Үй – жайларды желдету-олардың кез келгенінде қолайлы микроклиматты құру үшін міндетті талап. Өндірістік үй-жайларды желдету қажет, себебі кез келген өндіріс адам үшін зиянды элементтердің, буланудың және газдың бөлінуіне әкеледі. Желдеткіштің міндеті ауа тазалығын және өндірістік үй-жайлардағы берілген метеорологиялық жағдайларды қамтамасыз ету болып табылады. Желдеткіш үй-жайдан ластанған немесе қыздырылған ауаны алып тастаумен және оған таза ауа берумен қол жеткізіледі. Ауаның жоғары сапасын қамтамасыз ету және энергия үнемдеу талаптары жиі қарама-қайшы болып көрінеді, бірақ бұл олай емес. Энергия шығынын айтарлықтай төмендетудің және ауаның сапасын бір мезгілде жақсартудың түрлі тәсілдері бар.

Желдеткіш қондырғылары тұтынатын электр энергиясының шығынын азайтудың негізгі бағыттары:

1) желдеткіш қондырғыларының жұмысын реттеу. Қазіргі уақытта ең перспективалы болып тұтынылатын электр энергиясын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік беретін желдеткіштердің электр қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын жиіліктік реттеу жүйелері болып табылады.

Электрқозғалтқыштың ПӘК-і өзгеруін ескермегенде де жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығын реттеу электр энергиясын тұтынуды төмендетуге әкеледі.

Реттелетін электр жетегін енгізу кезінде электр энергиясының жылдық үнемделуі:

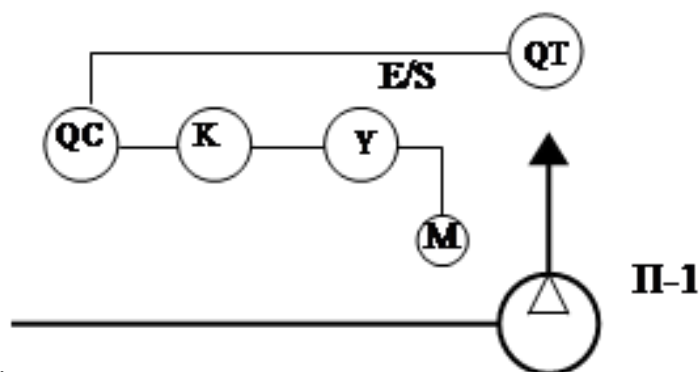
$$\Delta \text{Эг} = \int_{i=1}^k (P_{zi} - P_{zi}) t_i \quad (1.1)$$

мұнда, k -жыл ішінде сорғы қондырғысының өнімділігін өзгертудің реттелген диаграммасының сатыларының саны;

$P_{zi} - P_{zi}$ — қуат, тұтынылатын электр жетегі желісінен i -ші сатылы реттеу кезінде сорғының өнімділігі ысырмамен және электр жетегі;

t_i , — ұзақтығы i -ші сатысы.

Өнеркәсіптік желдету жүйелерінің желдеткіштері үшін күріште бейнеленген жеңіл нұсқа бойынша ауа шығынын реттеудің функционалдык схемасы ұсынылады.



1.4 Сурет - Желдеткіш қондырғысын автоматтандырудың оңайлатылған функционалдык схемасы

- мұнда, QT-Шығыс датчигі;
- QC-Шығысты реттегіш;
- K-басқару станциясы;
- Y-басқарылатын түрлендіргіш;
- M-электр қозғалтқышы.

Желдету процесінің өтуін және зиянды қоспалардың құрамын белгілі бір шектерде ұстауды қадағалау үшін бақылау мен реттеудің заманауи сенімді құралдары болуы қажет. QC шығысын реттеуіште реттеудің статистикалық әдістері немесе бақылау карталары қолданылуы мүмкін.

2) Тозған өнімділігі аз желдеткіш қондырғыларын жоғары ПӘК желдеткіштермен ауыстыру жолымен желдеткіш қондырғыларының ПӘК-ін арттыру:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 N_{QT} / h_d (h_{nc} - h_{nn}) \quad (1.2)$$

- мұнда, $\Delta \mathcal{E}$ -электр энергиясын үнемдеу, кВт-сағ;
- h_{nc}, h_{nn} -тиісінше ескі және жаңа желдеткіштің ПӘК-і.

3) желдеткіштерді электрмен жабдықтау жүйелерінде электр энергиясының шығынын азайту. АҚ өзінің номиналды қуатының 0,75–1,0 тең жүктеме коэффициенті кезінде ең жақсы энергетикалық көрсеткіштермен жұмыс істейтіні белгілі.

4) желдеткіштің электр қозғалтқышымен реактивті қуатты тұтынуды төмендету. Реактивті қуат, тұтынылатын өнеркәсіптік кәсіпорын арасында бөлінеді оның жекелеген түрлерімен электр қабылдағыштардың былайша— 65%-ы АҚ.

Мысалы, номиналды жүктеме кезінде және номиналды 50% құрайтын жүктеме кезінде желдеткіштің АҚ реактивті қуатын анықтаймыз.

Қуаты асинхронды қозғалтқыш ном. $P = 17\text{кВт}$ -тан бастап $\eta_c = 1500$ айн/мин, $U = 380\text{ В}$, $\cos \varphi = 0,89$, жүктеме кезінде 100% , $\eta_d = 89\%$ және $\tan \varphi = 0,512$.

$$\Delta Q_{д1,0} = \frac{P_d \tan \varphi}{\eta_d} = \frac{17 - 0,512}{0,89} = 9,8\text{квар} \quad (1.3)$$

I бос жүріс тогы тәжірибелік жолмен табылған және $I=8,5\text{А}$ тең;

$$\Delta Q_k = \Delta Q_{д1,0} - \Delta Q_k = 9,8 - 5,6 = 4,2\text{квар} \quad (1.4)$$

$$\Delta Q_{д0,5} = \Delta Q_k - k^2 \Delta Q_k = 5,6 + 0,25 * 4,2 = 6,65\text{квар} \quad (1.5)$$

Тұтынушыларға активті P және реактивті Q қуаттарды беру кезінде электрмен жабдықтау жүйесінде активті қуаттың жоғалуы орын алады:

$$\Delta P = 3I^2 R = \frac{S^2}{U^2} R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p \quad (1.6)$$

мұнда, ΔP_a и ΔP_p -тиісінше активті және реактивті қуаттарды беру кезіндегі активті қуаттың ысырабы [2].

1.3 Желдеткіштің айналу жылдамдығын реттегіштер

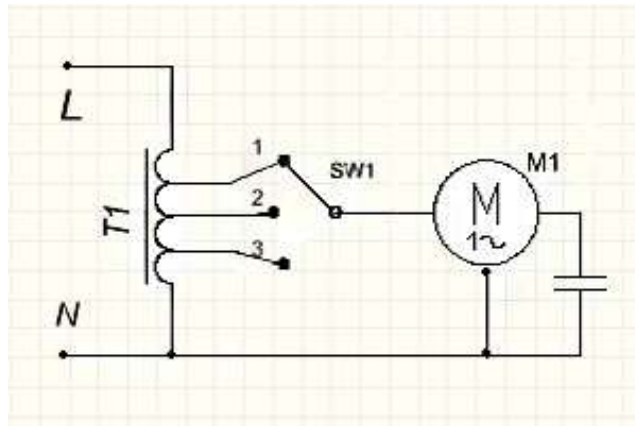
Желдеткіштерді пайдалану кезінде жиі айналу жиілігін реттеу қажеттілігі туындайды. Желдету жүйесінде бұл электр энергиясын үнемдеуге, акустикалық шу деңгейін төмендетуге, қажетті ағын немесе сору өнімділігін реттеуге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта желдеткіш қоректендірудің электр параметрлерін өзгерту арқылы айналу жиілігін реттеу тәсілдері кең таралған:

1. қозғалтқышты қоректендіру кернеуінің өзгеруі;
2. қоректендіруші кернеу жиілігінің өзгеруі.

Кернеуді реттеу желдеткіштің қоректендіргіш кернеуін төмендетумен жүзеге асырылады. Осы принцип бойынша жұмыс істейтін құрылғылардың салыстырмалы төмен құнына қатысты қоректену кернеуінің өзгеруімен желдеткіштің айналу жиілігін реттеудің артықшылығы болып табылады. Қоректену кернеуін төмендету арқылы желдеткіштің айналымын реттеу үшін құрылғылардың келесі түрлері белгілі: автотрансформаторларды пайдалана отырып айналу жиілігінің сатылы реттеуіштері; айналу жылдамдығын тиристорлық реттегіштер; электрондық автотрансформаторлар.

Жылдамдықтың сатылы реттеуіштерінің жұмысы автотрансформаторларды пайдалануға негізделген. Бұл реттеуіштерді басқару қорек кернеуін сатылы өзгерту жолымен жүзеге асырылады. Жылдамдықты реттеу қолмен жүзеге асырылады.

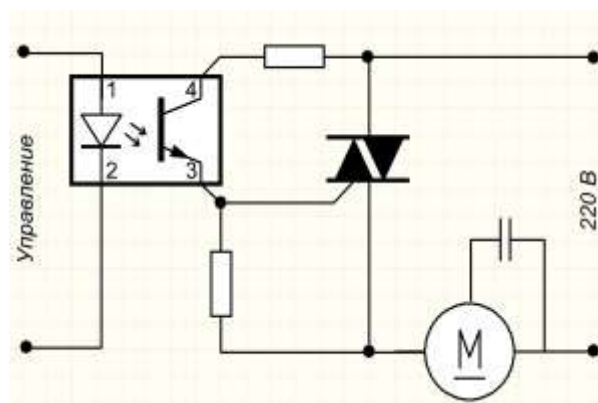


1.5 Сурет – М1 қозғалтқышының схемасы

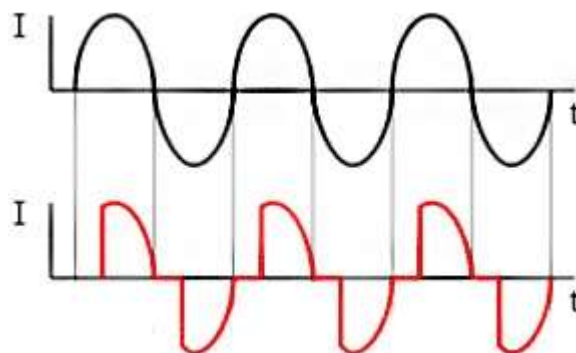


1.6 Сурет – М1 қозғалтқышы

Сатылы автотрансформаторларды пайдалану артықшылықтарына шығудағы таза синусоидты және жоғары жүктелу қабілетін жатқызуға болады. Кемшіліктерге үлкен салмақ пен көлем.



1.7 Сурет – Симистордың қызметі



1.8 Сурет – Кернеудің орташа квадраттық мәнінің ауысуы

Бұл сұлбада қарама - қарсы-параллель қосылған екі тиристор қолданылады кернеу айнымалы, сондықтан әрбір тиристор өзінің жарты толқынынан өтеді, басқаша сөзбен айтқанда симистор. Басқару схемасы нөл арқылы фазалық өтуге қатысты тиристорлардың ашылу және жабылу сәтін реттейді, сәйкесінше, кернеу толқынының басында немесе соңында кесек" кесіледі". Осылайша, кернеудің орташа квадраттық мәні өзгереді.

Желілік кедергілерді азайту үшін қосымша кедергінің конденсаторы қолданылады.

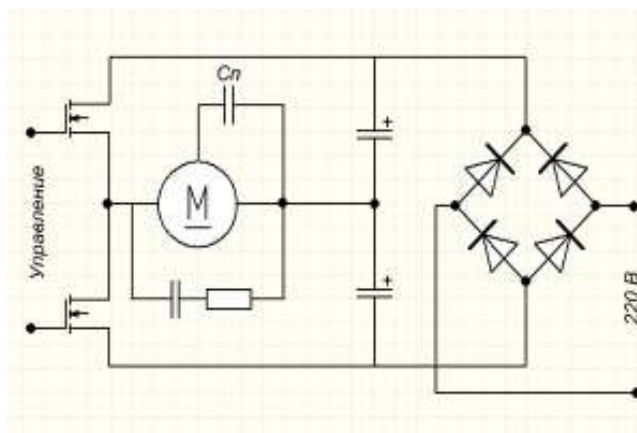


1.9 Сурет – Кедергінің конденсаторы

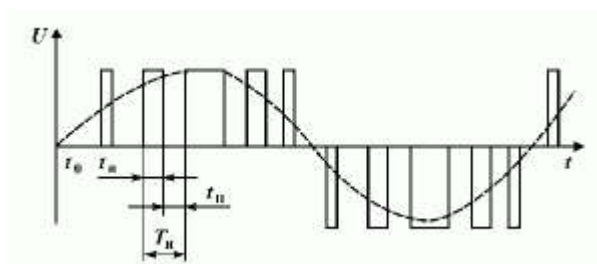
Тиристорлы реттеуіштердің құнына олардың аз құнын, төмен массасын және өлшемдерін жатқызуға болады. Кемшіліктерге - шағын қуатты қозғалтқыштар үшін пайдалану, жұмыс кезінде шу, жарылу, қозғалтқыштың жұлқуы мүмкін, симисторларды пайдалану кезінде қозғалтқышқа тұрақты кернеу түседі [3].

Электронды автотрансформатор-бұл кернеудің транзисторлық реттегіші. Кернеудің өзгеруі ендік-импульстік модуляция принципі бойынша жүзеге асырылады, ал шығу каскадында транзисторлар - далалық немесе биполярлы оқшауланған ысырмасы (IGBT) қолданылады. Шығыс транзисторлары жоғары жиіліктегі, шамамен 50 кГц, коммутацияланады, егер импульстердің ені мен

олардың арасындағы кідіріс өзгерсе, онда жүктемедегі нәтижелік кернеу де өзгереді. Олардың арасындағы кідіріс пен ұзақ кідіріс неғұрлым қысқа болса, соғұрлым кернеу мен берілген қуат аз болады. Қозғалтқыш үшін, бірнеше ондаған кГц жиілікте импульс енінің өзгеруі кернеудің өзгеруіне тең.



1.10 Сурет – Автотрансформаторлық схемасы



1.11 Сурет – Автотрансформатордың шығыс сигналы

Шығыстық каскад жиіліктік түрлендіргіш сияқты, тек бір фаза үшін - диодты түзеткіш және алты транзистордың орнына екі транзистор, ал басқару схемасы шығыс кернеуін өзгертеді.

Электронды автотрансформатордың артықшылығы оның шағын габариттері мен массасында, төмен құны, шығуында таза синусоидта және төмен айналымда гулдың болмауынан тұрады.

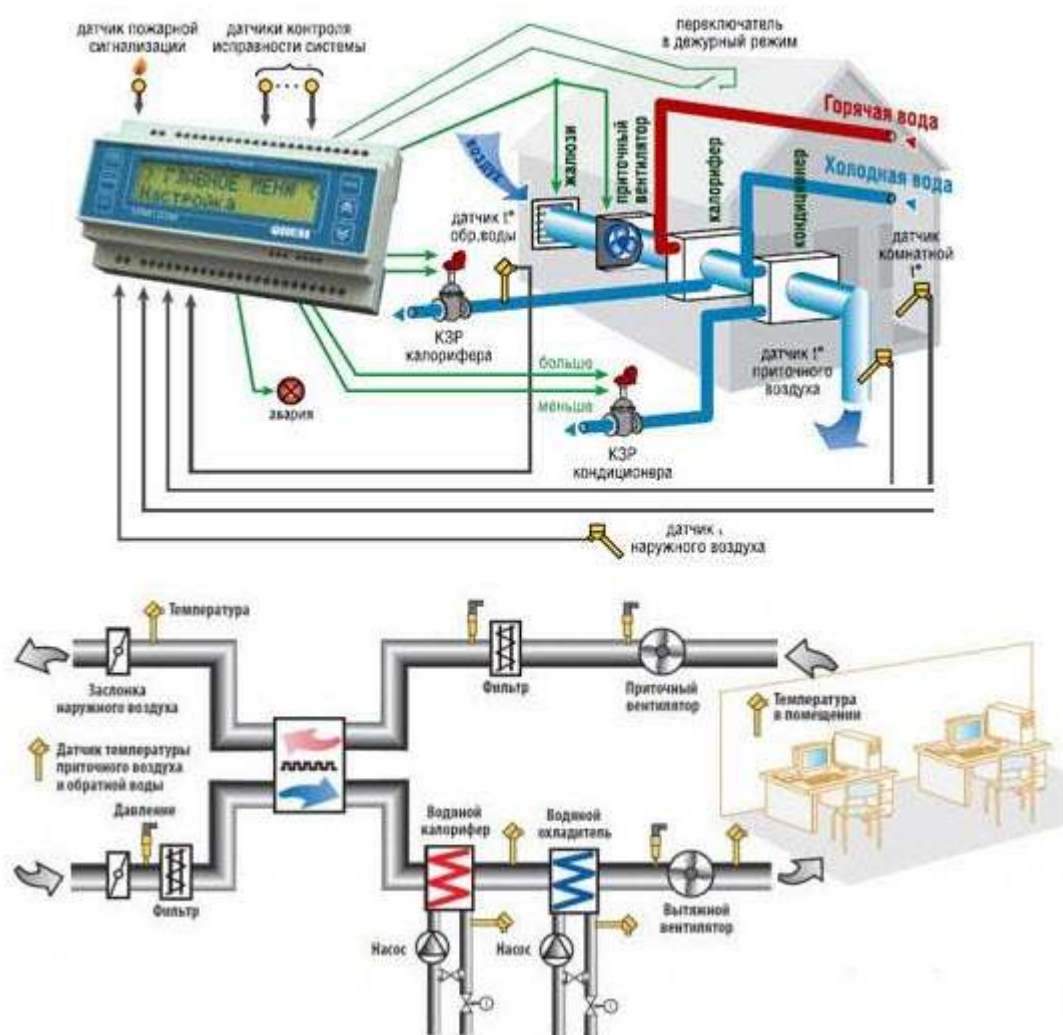
Аспаптан қозғалтқышқа дейінгі 5 метрден аспайтын ара қашықтықты кемшілік деп атауға болады, бұл кемшілік қашықтықтан реттегішті пайдалану кезінде жойылады.

2 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

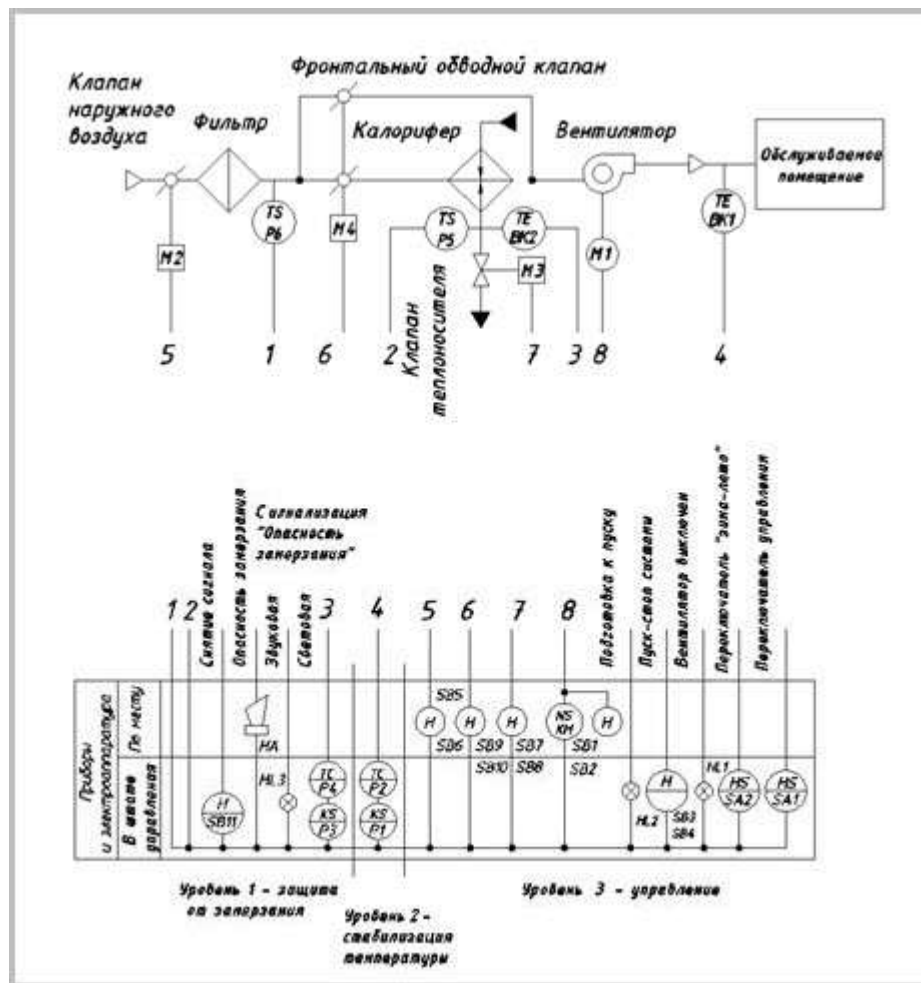
2.1 Технологиялық үдерісті автоматтандыру

2.1.1 Ағынды желдетуді автоматтандыру

Ағынды жүйелердің жылу өнімділігін реттеу кезінде жылу тасымалдағыштың шығынын өзгерту тәсілі неғұрлым кең тараған болып табылады. Сонымен қатар, ауа шығынын өзгерту арқылы ағынды камерада шығатын ауа температурасын автоматты реттеу әдісі қолданылады. Алайда, осы тәсілдерді бөлек қолданған кезде жылу тасымалдағыштың энергиясын барынша рұқсат етілген пайдалану қамтамасыз етілмейді.



2.1 Сурет – Автоматтандырылған желдету жүйесі



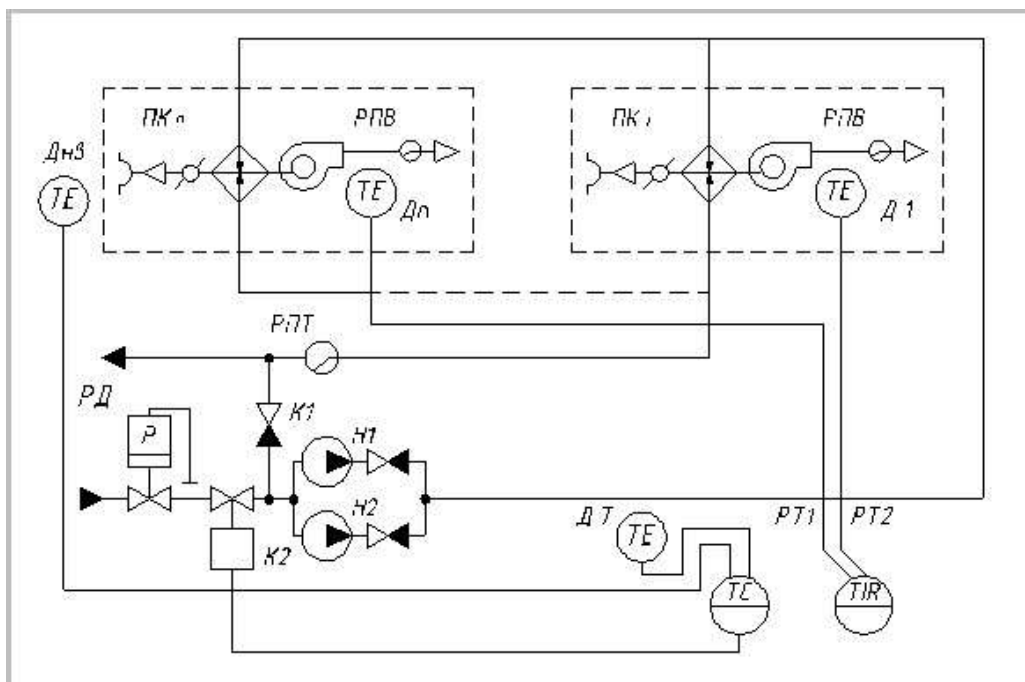
2.2 Сурет - Ағынды камераны басқарудың функционалдық схемасы

Автоматтандыру қалқанында орналасқан sb3 "Тоқта" және Sb4 "іске қосу" кнопкаларымен K1 И K2 аралық релесі арқылы жүргізіледі. Бұл ретте желдеткішті қосар алдында K1, K3 және K6 аралық релесі жылу тасымалдағышта клапанның мәжбүрлеп ашылуын қамтамасыз етеді, ал желдеткішті қосқаннан кейін K2 аралық релесі ағынды ауаның температурасын реттеу контурын және қатудан қорғауды қосады, сондай-ақ сыртқы ауаның қабылдау клапанын ашады. Ауа ағынының температурасын ұстап тұру ауа өткізгішінде орнатылған BK1 термисторлық датчигі бар P2 температурасын реттеуішпен жүзеге асырылады; P1 релелік-импульстік үзгіш арқылы басқару сигналы жылу тасымалдағышта клапанның МҚ атқару механизміне беріледі. Калориферлер мен айналма арна арқылы ауа шығыстарының арақатынасын өзгерту жылу тасымалдағыштың құбырында орнатылған BK2 датчигі бар P4 температураны реттегіш сигналы бойынша жүргізіледі. P3 релелік-импульстік үзгіш арқылы басқару сигналдары фронтальды-айналма клапанның M4 атқару механизміне беріледі. Ауа қыздырғыш қондырғыны қатып қалудан қорғау сезімтал элементі жылу тасығыштың құбырында ауа жүрісі бойынша бірінші жылыту секциясынан кейін бірден орнатылған P5 жылу тасығыштың температурасының датчигі-релесі және сезімтал элементі сыртқы ауаның

қабылдағыш клапаны мен ауа қыздырғыш қондырғының арасында ауа өткізгіште орнатылған Р6 ауа температурасының датчигі-Р5 қамтамасыз етіледі. К6 аралық релесі арқылы қатып қалу қаупі болған жағдайда сору желдеткішінің М1 электр қозғалтқышын ажырату, жылу тасымалдағышта клапанды ашу және сигнал беруді қосу, сондай-ақ сыртқы ауаның қабылдау клапанын жабу жүргізіледі. Қатып қалу қаупінің пайда болуы HL3 шамымен "қатып қалу қаупі" және дыбыстық сигналмен сигналданады. Желдеткішті іске қосуға дайындау sb4 кнопоксын басқаннан кейін HL2 шамымен қысқы режим үшін сигналданады [4].

2.12 Ағынды жүйелер тобының жұмысын автоматтандыру

Өндірістік желдету жүйелерінде ауаның бірдей температурасын ұстап тұру режимінде жұмыс істейтін ағынды жүйелер тобын қолдану кеңінен таралған. Бұл үшін автоматтандыру схемасында ауаның тұрақты шығыны кезінде берілетін жылу тасымалдағыштың температурасының өзгеруімен ауа қыздырғыш қондырғылардың жылу өнімділігін автоматты реттеу қарастырылады. Сору желдеткіш камералары тобын басқару жүйесінің оңайлатылған функционалдық сұлбасы суретте көрсетілген. Бұл схемада жылу тасығыш бойынша параллель қосылған ПК1-ПКП ағынды камераларының ауа қыздырғыш қондырғыларының тобы Н1 және Н2 бір резервтік сорғыларынан, К2 реттеуші клапанның К1 кері клапанынан және РЖ қысымын реттегішінен тұратын жылу тасығышты дайындау торабымен байланысты. Кері құбырда дайындау торабының алдында РПТ жылу тасығышының ағысының релесі орнатылған.



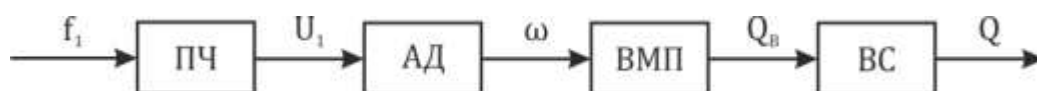
2.3 Сурет - Ағынды камералар тобын басқарудың функционалдық схемасы

К2 клапанының Орындаушы механизмі РТ1 реттегішімен электрлік байланысты, оның кіруіне дайындау торабынан шығатын жылу тасымалдағыштың температурасының ДТ датчиктері және ДН датчигі қосылған сыртқы ауа температурасы. Схемада сондай-ақ сигналдық аппаратураның элементтері берілген: әрбір ағынды камерада орнатылған Д1-ДП датчиктері бар сынаптың ағынды ауа температурасының сигнализаторы және рпв ауа ағысының релесі. РТ2 сигнализаторы РПВ байланыстары сияқты, шығыстық байланыстары жарық және дыбыстық сигнал беру тізбектерін тұйықтайтын көп нүктелі КСМ реттеуші көпір түрінде конструктивті орындалған. Өзірленген жүйе қолмен және автоматты режимде ағынды камералар тобын басқаруды қамтамасыз етеді. Қолмен басқару режимінде жүйе ПК1-ПКП кез келген ағынды камерасының желдеткіш қозғалтқышын іске қосуға және тоқтатуға мүмкіндік береді; тиісті бағытта іске қосуға және К2 реттеуші клапанның атқарушы тетігін тоқтатуға; тиісті бағытта іске қосу және кез келген әуе клапанының атқарушы механизмдерін тоқтату. Автоматты басқару режимінде жүйе ПК1-ПКП ағынды камераларды бағдарламалық іске қосуды және ажыратуды, ағынды камералардан шығатын ауаның берілген температурасын автоматты түрде ұстап тұруды; жылу тасымалдағыштың калориферден шығатын температурасын, апаттық режимнің сигнализациясы бар ағынды камералардан шығатын ауаның температурасы мен жылдамдығын бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Жүйені қосу және "қол-автомат" режимін таңдау қашықтықтан қалқаннан жүргізіледі. Қолмен басқару режимінде сорғыны таңдау ауыстырып қосқышын "О" күйіне ауыстырған кезде сорғылардың қозғалтқыштарын басқару орны бойынша "іске қосу" және "тоқтату"кнопкаларымен жүргізіледі. Сол жерде желдеткіштердің электр қозғалтқыштарын қолмен басқару кнопкалары, К2 клапанының атқарушы механизмдері мен ауа қабылдау клапандары орнатылған. Автоматты басқару режимінде жұмыс режимінің ауыстырып қосқыштарын "автомат" күйіне ауыстыру және сорғыны дистанциялық қалқанда орналасқан 1 және 2 кнопкамен таңдау кезінде ағынды камералар тобын бағдарламалық іске қосу жүргізіледі. Бір уақытта автоматты басқарудың қосылғанын куәландыратын сигналдық шам жағылады. Алдымен таңдалған айналмалы сорғы қосылады және К2 реттеуші клапаны ашылады [5]. Калориферлерді 5 минуттық қыздырғаннан кейін желдеткіштердің электр қозғалтқыштары автоматты түрде қосылады және ауа қабылдау клапандары ашылады. Ауа клапандары толық ашылғаннан кейін сигнал беру және ағынды камераларды бақылау тізбегін жұмысқа қосу арқылы соңғы микро ауыстырып қосқыштар іске қосылады. Жылу тасымалдағыштың шығыны болмаған немесе төмен болған кезде РПТ релесін іске қосады және аралық реледі токтан ажыратады, ол өз кезегінде желдеткіштердің Электр қозғалтқыштарының магниттік іске қосқыштарын қоректендіру үшін контактілерді ажыратады. Автоматты басқару жүйесін өшіру сондай-ақ қашықтан қалқандан жүргізіледі. Бұл ретте сорғының және желдеткіштердің Электр қозғалтқыштарының магниттік іске қосқыштары

токтан ажыратылады, жылу тасымалдағышта ауа қабылдау клапандары мен К2 клапаны жабылады.

2.2 Желдету жүйесінің математикалық моделі

Жұмыста тұйық қазбаның желдету жүйесі қарастырылады, оның құрылымы 2.4-суретте көрсетілген. Жүйенің құрамына ЖЖЖ жетегінің асинхронды электрқозғалтқышын (АҚ) қоректендіретін жиілік түрлендіргіші кіреді, оның жұмысы кезінде ЖЖЖ желдеткіш желісіне келіп түсетін ауа ағынын жасайды.



2.4-сурет - Тұйық қазбаны желдету жүйесінің құрылымы

ЖТ - АҚ жүйесінің моделіне ЖТ күштік және басқару бөлімдері қосылған, сонымен қатар күштік бөлік үшін күштік кілттер идеалданған болып табылады, ал олардың коммутациясы тәуелсіз ендік-импульстік модуляция принципі бойынша жүргізіледі. Басқару бөлімі қарқындылық датчигінен, сондай-ақ берілген жиілік пен кернеу амплитудасының бағдарламаланатын қатынасынан тұрады, яғни жиіліктік басқарудың ерікті заңы.

$$\begin{aligned}
 U_a &= U_d \operatorname{sign}(U_a^* - U_{\text{оп.п}}); \\
 U_b &= U_d \operatorname{sign}(U_b^* - U_{\text{оп.п}}); \\
 U_a^* &= U^* \cos \int \omega_0 dt; \\
 U_b^* &= U^* \sin \int \omega_0 dt; \\
 U^* &= f(f^*),
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

мұнда U_a, U_b вектор координаталардың қозғалмайтын жүйесінің осьтері бойынша (α, β) келтірілетін статор кернеу;

U_d – жүктемедегі кернеу шамасы, В;

$U_{\text{оп.п}}$ – тірек ара тәріздес кернеудің шамасы, В;

U^* - кернеудің берілген мәні, В;

U_a^*, U_b^* - кернеудің қолданыстағы мәндері, В;

f^* - қоректендіруші желінің берілген жиілігі, Гц;

ω_0 - электрқозғалтқыштың синхронды айналу жиілігі, рад/с.

АҚ математикалық моделі, қозғалтқыштың қозғалмайтын α - β координаталар жүйесінде ағынын ағыту арқылы көрсетілген. Бұл математикалық модельде айнымалы күй векторын аламыз:

$$x = [\psi_{1\alpha} \psi_{1\beta} \psi_{2\alpha} \psi_{2\beta} \omega]^T, \tag{2.2}$$

мұнда, $\psi_{1\alpha}, \psi_{1\beta}, \psi_{2\alpha}, \psi_{2\beta}$ - қозғалтқыш білігінің бұрыштық жылдамдығы;

ω - қозғалтқыш білігінің бұрыштық жылдамдығы, ал басқару әсерінің векторы:

$$\mathbf{u} = [u_{1\alpha} u_{1\beta}]^T, \quad (2.3)$$

мұнда, $u_{1\alpha}, u_{1\beta}$ - кернеу статорына келтірілетін вектордың (α, β) координаталарының қозғалмайтын жүйесінің осьтері бойынша құраушылар.

Модель магниттік байланыс теңдеулерін пайдалана отырып алынған:

$$\begin{aligned} i_{1\alpha} &= L_2 \sigma \psi_{1\alpha} - L_{12} \sigma \psi_{2\alpha}; \\ i_{1\beta} &= L_2 \sigma \psi_{1\beta} - L_{12} \sigma \psi_{2\beta}; \\ i_{2\alpha} &= L_1 \sigma \psi_{2\alpha} - L_{12} \sigma \psi_{1\alpha}; \\ i_{2\beta} &= L_1 \sigma \psi_{2\beta} - L_{12} \sigma \psi_{1\beta}, \end{aligned} \quad (2.4)$$

мұнда, L_1, L_2 - тиісінше статор мен ротор орамаларының индуктивтілігі; L_{12} - статор мен ротор орамаларының өзара индуктивтілігі; шашырау коэффициенті:

$$\sigma = \frac{1}{L_1 L_2 - L_{12}^2}, \quad (2.5)$$

сондай-ақ электромагниттік моменттің қалыптасуын сипаттайтын тәуелділік:

$$M = \sigma L_{12} p (\psi_{1\beta} \psi_{2\alpha} - \psi_{1\alpha} \psi_{2\beta}), \quad (2.6)$$

мұнда, p - полюстер жұптарының саны.

Бұл модель келесідей жазылады:

$$\mathbf{F}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) = \begin{pmatrix} u_{1\alpha} - \sigma R_1 L_2 \psi_{1\alpha} + \sigma R_1 L_{12} \psi_{2\alpha} \\ u_{1\beta} - \sigma R_1 L_2 \psi_{1\beta} + \sigma R_1 L_{12} \psi_{2\beta} \\ -\sigma R_2 L_1 \psi_{2\alpha} + \sigma R_2 L_{12} \psi_{1\alpha} - p \omega \psi_{2\beta} \\ -\sigma R_2 L_1 \psi_{2\beta} + \sigma R_2 L_{12} \psi_{1\beta} - p \omega \psi_{2\alpha} \\ p \sigma L_{12} \psi_{1\beta} \psi_{2\alpha} / J - p \sigma L_{12} \psi_{1\beta} \psi_{2\beta} / J - M_c / J \end{pmatrix}, \quad (2.7)$$

мұнда, R_1, R_2 – статор мен ротордың тиісінше белсенді кедергісі;

J – электр қозғалтқышының роторы мен желдеткіштің жұмыс дөңгелегі инерциясының жиынтық келтірілген сәті;

M_c – қозғалтқыш білігіне кедергі сәті.

$$L_{12} = \frac{-0,0465(K_i i_{12})^4 + 0,4(K_i i_{12})^3 - 1,16(K_i i_{12})^2 + 1,745(K_i i_{12}) + 0,0004}{K_\psi i_{12}}, \quad (2.8)$$

мұнда, K_i, K_ψ - тиісінше ток және магниттік ағын бойынша тепе-теңдік коэффициенттері;

i_{12} - магниттеу тізбегінің тогы, А.

Аппроксимация үшін таңдалған аралықты ескере отырып, қисық L_{12H} мәнімен шектеледі, төменнен - 0,01-ден L_{12H} мәні.

Магниттеу тогын анықтаймыз:

$$i_{12} = \sqrt{(i_{1\alpha} + i_{2\alpha})^2 + (i_{1\beta} + i_{2\beta})^2}, \quad (2.9)$$

ал тиісті коэффициенттерді формулалар бойынша табамыз:

$$K_i = \frac{1}{i_{12H}} = \frac{2\pi 50 L_{12H}}{u_{1H}}, \quad (2.10)$$

$$K_\psi = \frac{1}{\psi_{12H}} = \frac{1}{L_{12H} i_{12H}} = \frac{K_i}{L_{12H}}. \quad (2.11)$$

Модельдегі активті кедергілер токтың ығыстырылуына және қызуына байланысты өзгереді.

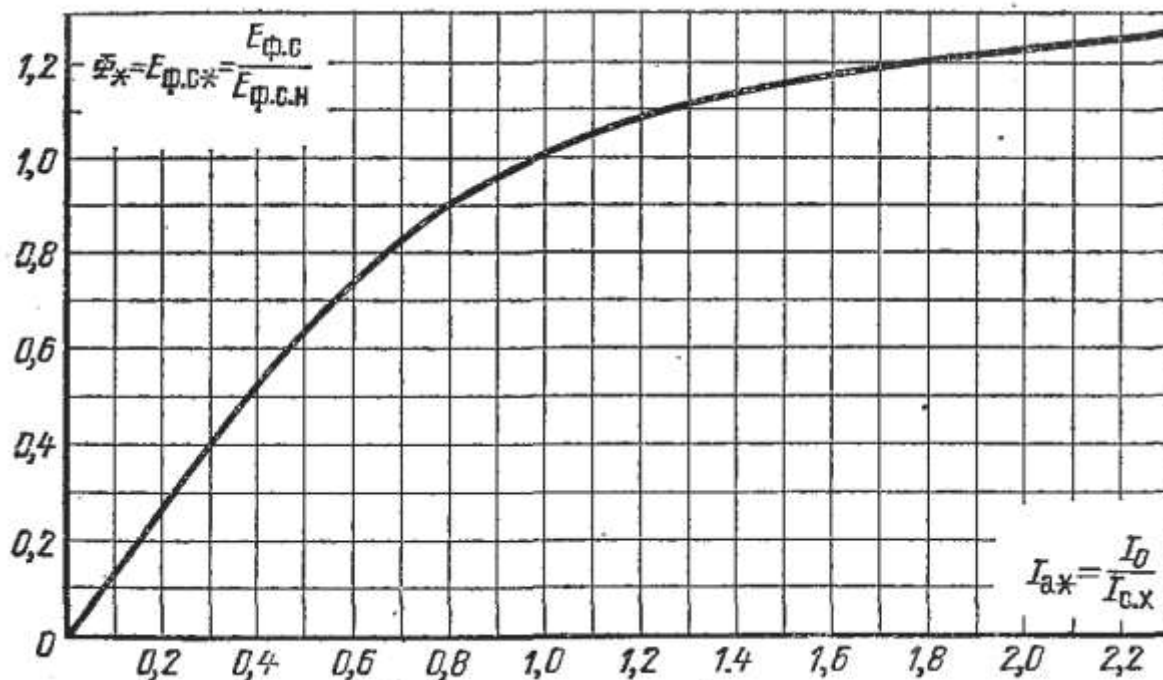
Мынадай формула бойынша сырғуды ескере отырып, модельмен токты ығыстыру:

$$R_{2B} = R_{2H} + R_{K3} \frac{2\pi f - p\omega}{2\pi f}, \quad (2.12)$$

бұл ретте ығыстыру кезінде ротордың шашырауының индуктивтілігі өзгеретінін қосымша ескереміз, бұл пропорциямен сипатталады:

$$L_{2\sigma} = L_{2\sigma H} \frac{R_2}{R_{2H}}. \quad (2.13)$$

Берілген математикалық сипаттама АК-да өтетін нақты физикалық процестерге қатысты едәуір жеңілдетілді, алайда қарастырылып отырған міндет үшін осы формулаларды қолдану дұрыс, себебі қозғалтқышты жиіліктік басқару негізге алынды.



2.5 Сурет - Электротехникалық болатты магниттеу қисығы

Қысымның қызуына байланысты кедергінің өзгеруі:

$$\begin{aligned} R_1 &= R_{1H} (1 + \alpha\tau); \\ R_2 &= R_{2B} (1 + \alpha\tau), \end{aligned} \quad (2.14)$$

мұнда, R_1 , R_2 - статор мен ротор тізбегінің белсенді кедергісі тиісінше, Ом;

R_{1H}, R_{2B} - статор мен ротор тізбегінің белсенді кедергісінің номиналдық мәні, Ом;

α – температуралық тұрақты, $1/^\circ\text{C}$;

τ – бастапқы температура, $^\circ\text{C}$.

Ағымдағы температураны оңайлатылған жылу моделі бойынша табамыз, мұнда есепті температураны қозғалтқыштың оқшаулама класы F (115-20) $^\circ\text{C}$ тең, ал ағымдағы температураны номиналды шығын кезінде табамыз:

$$T_{\text{нар}} \frac{d\tau}{dt} + \tau = \tau_{\text{расч}} \frac{i_1^2 R_1 + i_2^2 R_2}{\Delta P_H}, \quad (2.15)$$

онда тұрақты уақыт $T_{\text{нар}}=20$ минут.

Желдету жүйесі дифференциалды қозғалыс теңдеулері жүйесімен және жеке туындыларда ауа ағынының үзілмеуімен сипатталады:

$$\begin{cases} -\frac{\partial H(x,t)}{\partial x} = L(\rho) \frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} + RQ^2(x,t); \\ -\frac{\partial H(x,t)}{\partial t} = C(\rho) \frac{\partial H(x,t)}{\partial x}, \end{cases} \quad (2.16)$$

мұнда, H, Q – ауа қысымы және шығыны; $L(\rho), C(\rho)$ – қума акустикалық масса және икемділік; ρ – ауа тығыздығы; R – желдету желісінің кедергісі.

Осы теңдеулерді шешу үшін желдету желісі сериялық шығарылатын желдеткіш құбырлардың ұзындығына тең, жұмыста 12м қабылданған қарапайым буындардың жинағымен ұсынылады.

Бұл ретте желдеткіш желісі сериялық шығарылатын желдеткіш құбырлардың қабылданған ұзындығының жұмысында белгілі бір ұзындықтағы элементарлық учаскелердің жиынтығы ретінде қарастырылады – 12м. Бұл ретте желдету желісінің бірінші учаскесі үшін бастапқы жағдайлар желдеткіштен шығатын арын және шығыс параметрлеріне сәйкес болады.

$$\begin{cases} -\frac{\partial H(x,t)}{\partial x} = L(\rho) \frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} + RQ^2(x,t); \\ -\frac{\partial H(x,t)}{\partial x} = C(\rho) \frac{\partial H(x,t)}{\partial t}; \\ H_0 = H_{\text{ВМП}}(t) \geq 0; \\ Q_0 = Q_{\text{ВМП}}(t) \geq 0, \end{cases} \quad (2.17)$$

мұнда, $H(x,t)$ – арын; $Q(x,t)$ – беру; $L(\rho), C(\rho)$ – акустикалық масса және икемділік; ρ -ауа қоспасының тығыздығы.

Келесі учаске үшін кіріс параметрлері бірінші бөліктен және т. б. шығыс деректерімен анықталатын болады.

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{H_i(t) - H_{i-1}(t)}{\partial x} = L(\rho) \frac{\partial Q(x, t)}{\partial t} + RQ^2(x, t); \\ -\frac{H_i(t) - H_{i-1}(t)}{\partial x} = C(\rho) \frac{\partial H(x, t)}{\partial t}; \\ H_1 = H_0 - dH; \\ Q_1 = Q_0 - dQ, \end{array} \right. \quad (2.18)$$

Осылайша, желдету желісіндегі өтпелі процестер динамикасының есебін шешу белгілі бастапқы жағдайлармен дифференциалдық теңдеулер жүйесінің соңғы санынан массивті шешуге түседі. Бұл массивтің дәлдігі қарапайым учаскелердің санына тікелей байланысты.

Кенжар маңындағы кеңістіктегі газдың араласу процесі конвективті-турбулентті диффузия теңдеуімен сипатталады:

$$\frac{\partial C_0(x, t)}{\partial t} + V \frac{\partial C_0(x, t)}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C_0(x, t)}{\partial x^2}, \quad (2.19)$$

мұнда, $D = D(V)$ – белсенді газдың турбулентті диффузиясының коэффициенті; C_0 – қазбадағы газдың шоғырлануы, V -ағу жылдамдығы.

Алынған математикалық сипаттама бойынша Matlab/Simulink ортасында АҚ-ВМП-ВС жүйесінің моделі құрылған. Бұл модельде газ бөлу алаң маңындағы кеңістікте орналасқан шоғырланған көзден болжалды. Газ бөлу моделі ретінде қалыпты таралу заңы бар кездейсоқ сандар генераторы қолданылды, оны математикалық күту есептеу газдылығына тең, ал орташа квадраттық ауытқу – dC_r^* жартысына тең [6].

3 МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ БӨЛІМІ

3.1 Модель параметрлерін есептеу

Желдету жүйесінің жұмысын модельдеу және талдау үшін математикалық модельдің параметрлерін есептеу қажет.

Лимиттелетін факторлар бойынша ауа шығыны:

- адамдар бойынша:

$$Q_{п.з.}^л = 6N_q = 6 \times 4 = 24 \text{ м}^3/\text{мин} = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.1)$$

мұнда, N_q - кенжардағы бір уақытта жұмыс істейтін адамдардың саны;

- жанғыш газдар бойынша:

$$Q_{п.з.}^z = \frac{I_z}{C_{доп} - C_0} \times 100 = \frac{3 \times 100}{1 - 0} = 300 \text{ м}^3/\text{мин} = 5 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.2)$$

мұнда, $C_{доп}$, C_0 - шығыс ағында жол берілетін және келіп түсетін бастапқы метанның концентрациясы; I_z - абсолюттік газ сыйымдылығы, $\text{м}^3/\text{мин}$;

- пайдаланылған газдар бойынша - жоқ;

- жарылыс жұмыстарынан газдар бойынша-жоқ.

Алынған мәндердің ең көбі есепке алынады – $Q_{п.з.}^{max} = 5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Алынған мәнді ауа қозғалысының рұқсат етілген жылдамдығы бойынша тексереміз:

$$Q_{v.min.} \leq Q_{п.з.}^{max} \leq Q_{v.max.} \quad (3.3)$$

Ауа қозғалысының ең аз рұқсат етілген жылдамдығын қамтамасыз ететін ауа шығыны:

$$Q_{v.max.} = S_B v_{max} = 4,0 \times 12,8 = 51,2 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.4)$$

мұнда, v_{max} - қазбадағы ауа қозғалысының ең жоғарғы-рұқсат етілген жылдамдығы $\text{м}/\text{с}$.

Ауа шығынының мәні газ шахталарының дайындық кенжарларындағы ауа қозғалысының ең аз рұқсат етілген жылдамдығы бойынша қауіпсіздік талаптарын қанағаттандырады, демек ол $Q_{п.з.7}^p = 5 \text{ м}^3/\text{с}$ құрады.

Тұйық забойды желдету үшін жергілікті желдету желдеткішінің параметрлерін анықтаймыз:

- желдеткіш арқылы өтетін ауа шығыны

$$Q_{ВМП} = k_{ут.тр.} Q_{п.з.}^p = 1,06 \times 5 = 5,3 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.5)$$

мұнда, $k_{ут.тр.} = 1,06$ - құбырдағы ағу коэффициенті;

- желдеткіш депрессиясы:

$$h_{ВМП} = h_{тр} + h_m + h_{дин.} = 2112,4 + 211,2 + 212 = 2535,6 \text{ Па}; \quad (3.6)$$

құбырдың үйкелуі:

$$h_{тр} = R Q_{ВМП}^2 = 75,2 \times 5,3^2 = 2112,4 \text{ Па}, \quad (3.7)$$

үйкеліс аэродинамикалық кедергісі:

$$R = \alpha \frac{6,5L}{d^5} = 0,0015 \frac{6,5 \times 600}{0,6^5} = 75,2 \text{ Нс}^2/\text{м}^8, \quad (3.8)$$

мұнда, α - құбырдың аэродинамикалық кедергісінің коэффициенті, $\text{Hc}^2/\text{м}^4$, $\alpha = 0,0015\text{Hc}^2/\text{м}^4$; L - құбырдың ұзындығы, м; d - құбырдың диаметрі, м;

динамикалық депрессия:

$$h_{\text{дин.}} = \rho \frac{v_{\text{тр.}}^2}{2} = 1,2 \frac{18,8^2}{2} = 212\text{Па}, \quad (3.9)$$

құбырдан шығатын жерде ауа қозғалысының жылдамдығы:

$$v_{\text{тр.}} = \frac{Q_{\text{п.з.}}^p}{S_{\text{тр.}}} = \frac{5,3}{0,2826} = 18,8\text{ м/с}, \quad (3.10)$$

мұнда, ρ - ауа тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$; $S_{\text{тр.}}$ - құбырдың көлденең қимасының ауданы, м^2 ;

Жергілікті кедергілерді жеңуге жұмсалатын депрессия:

$$h_{\text{м}} = 0,1h_{\text{тр.}} = 0,1 \times 2112,4 = 211,2\text{Па}, \quad (3.11)$$

Ауа шығыны мен депрессияға қажетті параметрлер бойынша жергілікті желдету желдеткішін таңдаймыз, олар ВМЭ – 6 сәйкес келеді.

ВМЭ - 6 желдеткіші асинхронды электрқозғалтқышпен ВРМ160М2 жинақталады.

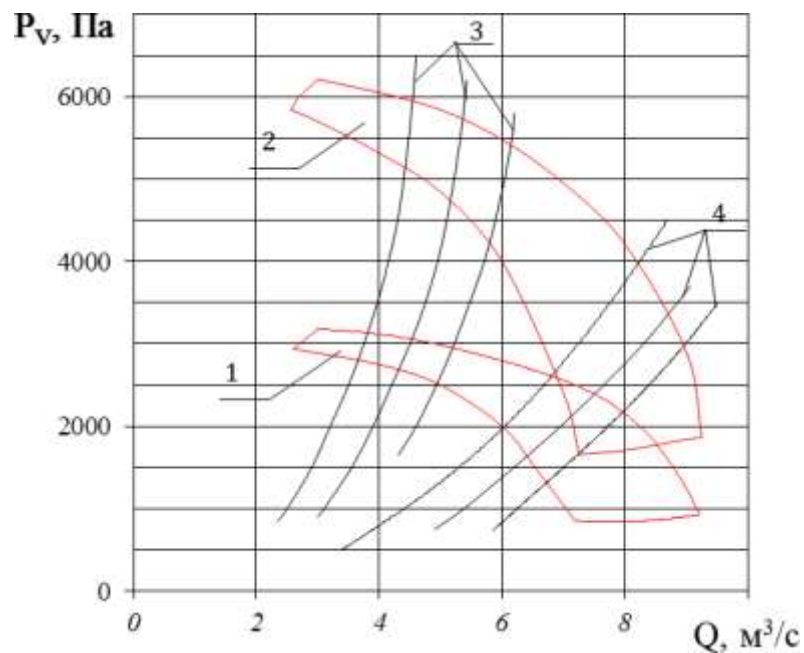
Желдеткіш параметрлері 3.1-кестеде келтірілген, 3.2–кестеде жетек электрқозғалтқыштың параметрлері келтіріледі, аэродинамикалық сипаттамалар 3.2–суретте көрсетілген, мұнда P_v -желдеткіштің толық қысымы, Па; Q - желдеткіштің берілуі, $\text{м}^3/\text{с}$; 1, 2-сәйкесінше бір немесе екі тізбектеліп жалғанған ВМЭ-6 желдеткіштері; 3, 4-тіісінше диаметрі 600 және 800 мм құбыр.

3.1 Кесте - Жергілікті желдету желдеткіш параметрлері ВМЭ-6

Параметр атауы, өлшем бірліктері	Мәні
Номиналды диаметрі, мм	630
Номиналды беру $Q_{\text{н}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	7
Номиналды толық қысым $H_{\text{н}}$, Па	2500
Максималды желдеткіштің толық ПӘКі, %	68
Дыбыс қуатының деңгейі, дБА	118
Электродвигатель	2 ВРМ 160 М 2
қуаты, кВт	25
кернеуі, В	380 / 660
айналу жиілігі, айн/мин	3000
желі жиілігі, Гц	50
Қозғалтқыштың жарылыстан қорғау деңгейі	РВ-3В
Қозғалтқышты қорғау дәрежесі	IP – 54
Желдету ұзындығы, м	

3.2 Кесте – Жетек электрқозғалтқыштың параметрлері

Параметр атауы, өлшем бірліктері	Мәні
Бір желдеткіш	600
Екі желдеткіш	1000
Желденетін ойықтардың қимасы, м ²	10 – 14
Жиынтық салмағы, кг	420



3.1 Сурет - ВМЭ-6 аэродинамикалық сипаттамалары

3.3 Кесте - ВРМ160М2 электр қозғалтқышының параметрлері

Параметр атауы, өлшем бірліктері	Мәні
Қуаты P_H , кВт	25
Номиналды кернеу $U_{ф.ном}$, В	380
Сырғу s_H , %	2,6
Синхронды айналу жиілігі, об/мин	3 000
ПӘК η_H , %	91
$\omega \eta_H$	0,88
Бастапқы іске қосу айналмалы моментінің номиналдымен еселігі	1,9
Бастапқы іске қосу тогының номиналдымен еселігі	6
Номиналға ең аз айналмалы моменттің еселігі	1,3
Максималды айналмалы моменттің номиналдымен	2,5

еселігі	
Инерция сәті, кг/м ²	0,085
Үлестік салмағы, кг/кВт	9,5
Біліктің жұмыс соңына әсер ететін радиалды күш, Н, артық емес	180
Біліктің жұмыс соңына әсер ететін осьтік күш, Н, артық емес	950
Масса, кг	228+5%
Статор фазасының белсенді кедергісі R_S , Ом	0,455
Ротордың келтірілген белсенді кедергісі R_R , Ом	0,413
Статор мен ротордың шашырауы индуктивтілігі $L_{\square S}$ и $L_{\square R}$, Гн	0,0048
Өзара индукцияның индуктивтілігі L_{\square} , Гн	0,698

Фазаның номиналды тогы:

$$I_{1\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} 10^3}{3U_{\text{ф.ном}} \cos \varphi_{\text{ном}} \eta_{\text{ном}}} = \frac{24 \times 10^3}{3 \times 380 \times 0,88 \times 0,91} = 26,29\text{А.} \quad (3.12)$$

Бос жүрістің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_0 = \frac{2\pi n_0}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 3000}{60} = 314,159 \text{ рад/с.} \quad (3.13)$$

Номиналды бұрыштық жылдамдық:

$$\omega_{\text{ном}} = \omega_0 (1 - s_{\text{ном}}) = 314,159 (1 - 0,026) = 305,991 \text{ рад/с.} \quad (3.14)$$

Электр қозғалтқыш білігінің номиналды сәті:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} 10^3}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{24 \times 10^3}{305,991} = 78,434 \text{ Н} \times \text{м.} \quad (3.15)$$

Қуаттың номиналды шығындары:

$$\Delta P_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} (1 - \eta_{\text{ном}})}{\eta_{\text{ном}}} \times 10^3 = \frac{24(1 - 0,91)}{0,91} 10^3 = 2373,626 \text{Вт.} \quad (3.16)$$

Қуаттың номиналды механикалық шығындары:

$$\Delta P_{\text{ном}} = (0,02 - 0,15) \times \Delta P_{\text{ном}} = 0,1 \times \Delta P_{\text{ном}} = 0,1 \times 2373,626 = 237,363 \text{Вт.} \quad (3.17)$$

Ротордың айналуымен байланысты қосымша шығындар:

$$\Delta P_{\text{доб.2}} = (0,01 - 0,05) \times \Delta P_{\text{ном}} = 0,03 \times \Delta P_{\text{ном}} = 0,03 \times 2373,626 = 71,209 \text{Вт.} \quad (3.18)$$

Бос жүріс сәті:

$$M_0 = \frac{\Delta P_{\text{мх.ном}} + \Delta P_{\text{доб.2}}}{\omega_0} = \frac{237,363 + 71,209}{314,159} = 0,982 \text{ Н} \times \text{м.} \quad (3.19)$$

Номиналды электромагниттік сәт:

$$M_{\text{э.ном}} = M_{\text{ном}} + M_0 = 0,982 + 78,434 = 79,416 \text{ Н} \times \text{м.} \quad (3.20)$$

Ротордағы номиналды шығындар:

$$\Delta P_{\text{пер.2ном}} = M_{\text{э.ном}} \omega_0 s_{\text{ном}} = 79,416 \times 314,159 \times 0,026 = 648,68 \text{ Вт.} \quad (3.21)$$

ПӘК ең жоғары жүктеме коэффициенті:

$$K_{3.m} = 0.5 - 1.0 = 0.7. \quad (3.22)$$

Номиналды айнымалы қуат шығыны:

$$\Delta P_{\text{пер.ном}} = \frac{\Delta P_{\text{ном}}}{1 + K_{3.m}^2} = \frac{2373,626}{1 + 0,7^2} = 1593,038 \text{ Вт.} \quad (3.23)$$

Тұрақты шығындар:

$$\Delta P_{\text{пост}} = \Delta P_{\text{ном}} - \Delta P_{\text{пер.ном}} = 2373,626 - 1593,038 = 780,589 \text{ Вт.} \quad (3.24)$$

Статордағы қуаттың номиналды шығындары:

$$\Delta P_{\text{пер.1ном}} = \Delta P_{\text{пер.ном}} - \Delta P_{\text{пер.2ном}} = 1593,038 - 648,68 = 944,358 \text{ Вт.} \quad (3.25)$$

Статор фазасының белсенді кедергісі:

$$R_1 = \frac{\Delta P_{\text{пер.1ном}}}{3I_{1\text{ном}}^2} = \frac{944,358}{3 \times 26,289^2} = 0,455 \text{ Ом.} \quad (3.26)$$

Ең жоғары электромагниттік момент:

$$\begin{aligned} M_{\text{э.т}} &= M_{\text{max}} + M_0 = \lambda_m M_{\text{ном}} + M_0 = \\ &= 2,5 \times 78,434 + 0,982 = 197,066 \text{ Н} \times \text{м.} \end{aligned} \quad (3.27)$$

Кедергінің өлшемдік коэффициенті:

$$b = \frac{3U_{\text{ф.ном}}^2}{\Delta P_{\text{пер.2ном}}} s_{\text{ном}} - 2R_1 = \frac{3 \times 380^2}{684,68} \times 0,026 - 2 \times 0,455 = 16,452 \text{ Ом.} \quad (3.28)$$

Кедергі:

$$Z = \frac{3U_{\text{ф.ном}}^2}{2\omega_0 M_{\text{э.т}}} - R_1 = \frac{3 \times 380^2}{2 \times 314,159 \times 197,066} - 0,455 = 3,043 \text{ Ом.} \quad (3.29)$$

Ротордың келтірілген белсенді кедергісі:

$$\begin{aligned} R_{2.0} &= 0,5 s_{\text{ном}} (b + \sqrt{b^2 - 4Z^2}) = \\ &= 0,5 \times 0,026 \times (16,452 + \sqrt{16,452^2 - 4 \times 3,043^2}) = 0,413 \text{ Ом.} \end{aligned} \quad (3.30)$$

Қысқа тұйықталу индуктивті кедергісі:

$$x_{к.0} = \sqrt{Z^2 - 4Z^2} = \sqrt{3,043^2 - 4 \times 3,043^2} = 3,009 \text{ Ом.} \quad (3.31)$$

Сыни сырғу:

$$s_k = \frac{R_{2.0}}{Z} = \frac{0,413}{3,043} = 0,136. \quad (3.32)$$

Белсенді кедергілердің қатынасы:

$$a = \frac{R_1}{R_{2.0}} = \frac{0,455}{0,413} = 1,104. \quad (3.33)$$

Клосс формуласы бойынша номиналды сырғанау кезіндегі электромагниттік момент:

$$\begin{aligned} M(s_{\text{ном}}) &= \frac{2M_{\text{э.т}}(1 + as_k)}{\frac{s_{\text{ном}}}{s_k} + \frac{s_k}{s_{\text{ном}}} + 2as_k} = \\ &= \frac{2 \times 197,066 \times (1 + 1,104 \times 0,136)}{\frac{0,026}{0,136} + \frac{0,136}{0,026} + 2 \times 1,104 \times 0,136} = 79,416 \text{ Н} \times \text{м.} \end{aligned} \quad (3.34)$$

Алдыңғы есептегі қателік:

$$\Delta m = \frac{M(s_{\text{НОМ}}) - M_{\text{Э.НОМ}}}{M_{\text{Э.НОМ}}} = \frac{79,416 - 79,416}{79,416} = 0, \quad (3.35)$$

жоқ деп есептейміз есептеу дұрыс.

Статор мен ротордың индуктивті кедергісі:

$$X_{1.0} \approx X_{2.0} = 0,5X_{\text{к.0}} = 0,5 \times 3,001 = 1,5 \text{ Ом}. \quad (3.36)$$

Статор мен ротордың шашырауы индуктивтілігі:

$$L_{\sigma S} = L_{\sigma R} = \frac{X_{1.0}}{2\pi f_{\text{НОМ}}} = \frac{X_{2.0}}{2\pi f_{\text{НОМ}}} = \frac{1,5}{2 \times 3,14 \times 50} = 0,0048 \text{ Гн}. \quad (3.37)$$

Бос жүріс тогы:

$$\begin{aligned} I_0 &= I_{1\text{НОМ}} \left(\sin \varphi_{\text{НОМ}} - \frac{\eta_{\text{НОМ}} \cos \varphi_{\text{НОМ}}}{2\lambda_{\text{НОМ}}} \right) = \\ &= 26,289 \left(0,2256 - \frac{0,91 \times 0,88}{2 \times 2,5} \right) = 1,72 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.38)$$

Жоғалған болат:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{СТ}} &= \Delta P_{\text{ПОСТ}} - (\Delta P_{\text{МХ.НОМ}} + \Delta P_{\text{ДОБ.2}}) = \\ &= 780,589 - (237,362 + 71,209) = 472,017 \text{ Вт}. \end{aligned} \quad (3.39)$$

Болаттағы шығындардың баламалы кедергісі:

$$R_{\mu} = \frac{\Delta P_{\text{СТ}}}{3I_0^2} = \frac{472,017}{3 \times 1,72^2} = 53,16 \text{ Ом}. \quad (3.40)$$

Бұрыштың синусы:

$$\begin{aligned} \sin \varphi_0 &= \sqrt{1 - \left[\frac{(R_1 + R_{\mu}) \times I_0}{U_{\text{Ф.НОМ}}} \right]^2} = \\ &= \sqrt{1 - \left[\frac{(0,455 + 53,16) \times 1,72}{380} \right]^2} = 0,999. \end{aligned} \quad (3.41)$$

Өзара индукцияның индуктивті кедергісі:

$$X_{\mu} = \frac{U_{\text{Ф.НОМ}}}{I_0} \sin \varphi_0 - X_{1.0} = \frac{380}{1,72} \times 0,999 - 1,5 = 219,375 \text{ Ом}. \quad (3.42)$$

Өзара индукцияның индуктивтілігі:

$$L_{\mu} = \frac{X_{\mu}}{2\pi f_{\text{НОМ}}} = \frac{219,374}{2 \times 3,14 \times 50} = 0,698 \text{ Гн}. \quad (3.43)$$

Желдеткіштің айналу жиілігін реттеу кезінде жиіліктік реттеудің скалярлық заңдарын қолдану олардың салыстырмалы түрде іске асырылуының қарапайымдылығымен байланысты. Бұл әдіс реттеудің барлық диапазонында номиналды қуат коэффициентін алуға мүмкіндік береді және қозғалтқыштың ПӘК-і өзі оңтайлы болып табылады.

Яғни, келесі арақатынас қамтамасыз етіледі:

$$\frac{M_{\text{КН}}}{M_{\text{СН}}} = \frac{M_{\text{К1}}}{M_{\text{С1}}}, \quad (3.44)$$

мұнда, $M_{кн}$, $M_{сн}$ —номиналды сыни сәт және электр қозғалтқышының білігіне кедергі сәті, $H \times m$; $M_{к1}$, $M_{с1}$ – қоректендіруші желінің номиналдық жиілігінен ерекшеленетін кездегі сыни момент және кедергі моменті.

$$M_{сн} = \beta \times \omega^2 = 0,0007 \times 305,99^2 = 65,541 \text{ H} \times \text{m}, \quad (3.45)$$

мұнда, β —желдеткіштің және ол жұмыс істейтін желдеткіш желісінің аэродинамикалық сипаттамалары бойынша анықталған желдеткіш жүктемесінің коэффициенті; ω - қозғалтқыштың айналу бұрыштық жиілігі, рад/с.

$$M_{кн} = \frac{3U_H^2}{2\omega_0 X_k} = \frac{3 \times 380^2}{2 \times 314,16 \times 3,009} = 229,132 \text{ H} \times \text{m}, \quad (3.46)$$

мұнда, U_H —электрқозғалтқыштың номиналды қоректендіргіш кернеуі, В; ω_0 —электрқозғалтқыштың синхронды айналу жиілігі, рад/с:

$$\omega_0 = \frac{2\pi f}{p}; \quad (3.47)$$

қысқа тұйықталу индуктивті кедергісі, Ом:

$$X_k = 2\pi f(L_{\sigma S} + L_{\sigma R}). \quad (3.48)$$

Сәттердің арақатынасы келесі өрнектен анықталады:

$$\frac{M_{кн}}{M_{сн}} = \frac{229,132}{65,541} = 3,496. \quad (3.49)$$

Әрі қарай табамыз:

$$\begin{aligned} \frac{M_{к1}}{M_{с1}} &= \frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot X_k \cdot \beta \cdot \omega^2} = \\ &= \frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (L_{\sigma S} + L_{\sigma R}) \cdot \beta \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}\right)^2} = \\ &= \frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{1} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (L_{\sigma S} + L_{\sigma R}) \cdot \beta \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}\right)^2} = \\ &= \frac{3 \cdot U^2}{32 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot (L_{\sigma S} + L_{\sigma R}) \cdot \beta \cdot \pi^2 \cdot f^2} = \\ &= \frac{3 \cdot U^2}{32 \cdot \pi^4 \cdot f^4 \cdot (L_{\sigma S} + L_{\sigma R}) \cdot \beta} = \\ &= \frac{3}{32 \cdot \pi^4 \cdot (L_{\sigma S} + L_{\sigma R}) \cdot \beta} \cdot \frac{U^2}{f^4} = \frac{3}{32 \cdot \pi^4 \cdot (0,0048 + 0,0048) \cdot 0,0007} \cdot \frac{U^2}{f^4} = \\ &= 143,22 \cdot \frac{U^2}{f^4}. \quad (3.50) \end{aligned}$$

Яғни:

$$\frac{M_{кн}}{M_{сн}} = \frac{M_{к1}}{M_{с1}} = 143,22 \cdot \frac{U^2}{f^4} = 3,496. \quad (3.51)$$

Сызықтық кернеу анықталады:

$$U_{л} = \sqrt{\frac{3,496 \cdot f^4}{143,22}} = 0,156 \cdot f^2, \quad (3.52)$$

фазалық кернеу:

$$U_{\phi} = \sqrt{\frac{3,496 \cdot f^4}{3 \cdot 143,22}} = 0,09 \cdot f^2. \quad (3.53)$$

Желдеткіштің аэродинамикалық сипаттамаларының аппроксимациясын жүргізе отырып, желдеткіштің аэродинамикалық сипаттамасының жұмыс аймағын шектейтін қысым мен шығын мәндерінің 3.4 кестесі алынды.

3.4 Кесте - ВМЭ-6 желдеткішінің жұмыс аймағы шекарасының сандық мәндері

Параметрі, мәні, өлшем бірлігі			
1 қисық		2 қисық	
Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с	Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с
840	7,2	930	9,2
1500	6,54	1250	9
2000	6	2150	8
2500	5	2500	7,2
2750	4	2800	6
2940	2,8	2980	5
2950	2,7	3090	4
2940	2,6	3180	3
3 қисық		4 қисық	
Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с	Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с
930	9,2	3180	3
840	8	2940	2,6
855	7,2	—	—

Осыған ұқсас, әртүрлі диаметрлі және желдеткіштің әр түрлі өнімділігі үшін желдеткіш желілерінің сипаттамаларының аппроксимациясын жасай отырып, олардың сандық мәндерінің 3.5 кестесі алынды [6].

3.5 Кесте - Желдету желілері сипаттамаларының сандық мәндері

Параметрі, мәні, өлшем бірлігі			
1 қисық, 2м/с, d 600 мм		2 қисық, 3м/с, d 600 мм	
Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с	Арын Н, кПа	Шығын Q, м ³ /с
1000	2,6	1000	3,1

1500	2,9	1500	3,5
2000	3,2	2000	3,9
2500	3,5	2500	4,1
3000	3,8	3000	4,5
3500	3,9	3500	4,7
3 қисық, 4м/с, d 600 мм		4 қисық, 2м/с, d 800 мм	
1650	4,3	500	3,3
2000	4,6	750	4
2500	4,95	1000	4,5
3000	5,3	1350	5
3500	5,5	1500	5,3
–	–	2000	6,1
–	–	2500	6,8
–	–	3000	7,2
–	–	3500	7,8
5 қисық, 3м/с, d 800 мм		6 қисық, 4м/с, d 800 мм	
750	4,9	750	5,9
1000	5,4	1000	6,3
1500	6,1	1500	6,95
2000	6,95	2000	7,8
2500	7,7	2500	8,4
3000	8,4	3000	9
–	–	3500	9,55

Аэродинамикалық сипаттамалардың аппроксимация мәліметтеріне және желдеткіштердің ұқсас заңдарына сүйене отырып, келесі тәуелділіктер алынды:

1. Желдеткіштің берілісінің жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігіне тәуелділігі $Q(\omega)$.

3.2-суретте жұмыс кезінде желдеткіштің берілісінің Q айналу жиілігіне тәуелділігін көрсететін сызықтық емес коэффициентпен берілген, осы тәуелділік желдеткіштің статикалық сипаттамалары бойынша келесі өрнектермен сипатталатын желдеткіштердің ұқсас заңдары бойынша алынған:

$$\frac{Q_H}{Q_1} = \frac{H_H}{H_1} \left(\frac{D_H}{D_1} \right)^3 ;$$

$$\frac{H_H}{H_1} = \left(\frac{\omega_H}{\omega_1} \right)^2 \left(\frac{D_H}{D_1} \right)^2 ;$$

$$\frac{N_H}{N_1} = \left(\frac{\omega_H}{\omega_1} \right)^3 \left(\frac{D_H}{D_1} \right)^5 , \quad (3.54)$$

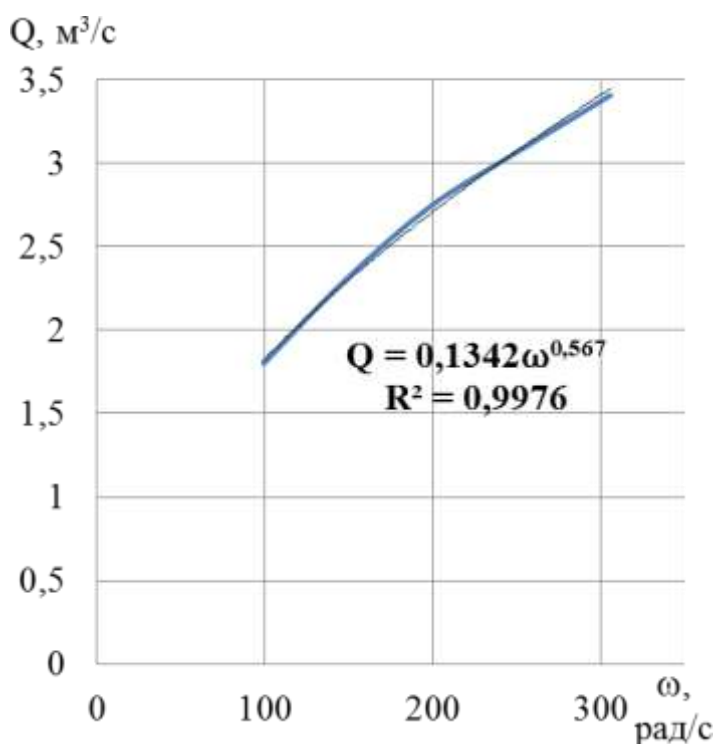
мұнда, $Q_H, H_H, N_H, \omega_H, D_H$ – номиналды беру, арын, қуат, айналу жиілігі және жұмыс дөңгелегінің диаметрі, $Q_1, H_1, N_1, \omega_1, D_1$ – желдеткіштің номиналды сәйкес параметрлерінен ерекшеленетін.

(3.54), (3.51) өрнектерден берілудің, арынның және айналу жиілігінің номиналды мәнін біле отырып, $Q(\omega)$ тәуелділігін алуға болады, сонымен бірге жұмыс дөңгелегінің диаметрі тұрақты болып қалады.

$$\begin{aligned} \frac{Q_H}{Q_1} &= \frac{H_H}{H_1}; \\ \frac{H_H}{H_1} &= \left(\frac{\omega_H}{\omega_1}\right)^2; \\ \frac{Q_H}{Q_1} &= \left(\frac{\omega_H}{\omega_1}\right)^2; \end{aligned} \quad (3.55)$$

3.6 Кесте - Желдеткіштің берілу және айналу жиілігінің сандық мәндері

Параметрі, мәні, өлшем бірлігі	
Желдеткіш беру $Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Бұрыштық айналу жиілігі $\omega, \text{ рад/с}$
3,406	305,97
3,054	248,35
2,741	198,68
2,31	149,01
1,879	99,34

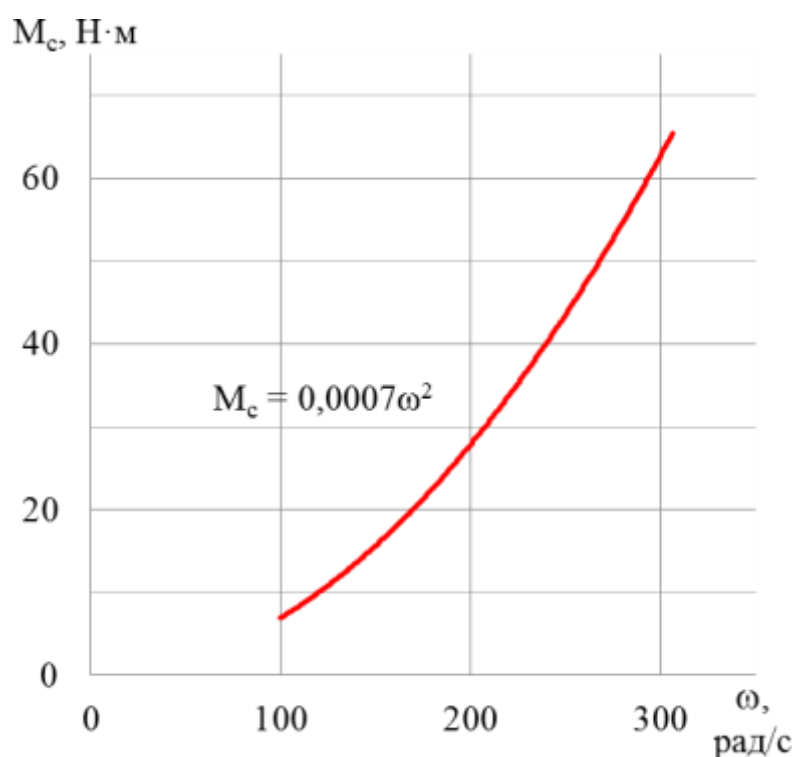


3.2 Сурет - Желдеткіштің жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігіне тәуелділігі $Q(\omega)$

2. Қозғалтқыш білігіне кедергі моментінің айналу жиілігіне тәуелділігі

3.7 Кесте - Желдеткіштің кедергі моментінің және айналу жиілігінің сандық мәндері

Параметрі, мәні, өлшем бірлігі	
Қозғалтқыш білігіне кедергі моменті M_c , Н·м	Бұрыштық айналу жиілігі ω , рад/с
65,36619	305,9686
43,06572	248,3511
27,56206	198,6809
15,50366	149,0107
6,890516	99,34045



3.3 Сурет - Қозғалтқыш білігіне кедергі моментінің $M_c(\omega)$ айналу жиілігіне тәуелділігі

Вентиляторды 3D модельдеу ортасында басқару объектісі ретінде сәйкестендіру үшін желдеткіштің көлемді моделі салынды, ол 3.4-суретте бейнеленген. Одан әрі модель соңғы элементті модельдеу кешеніне берілді. Нәтижелер 3.5-суретте келтірілген.

АБЖ реттеуіштерін баптау үшін әр түрлі қарқындылықтағы басқару әсерінің сатылы тапсырмасы кезінде басқару объектісі ретінде ЖМП–ӘК ӨБ жүйесін сәйкестендіру жүргізілді.

Сәйкестендіру барысында ЖМП–ӘК ӨБ жүйесі беріліс функциясымен сипатталған:

$$W_Q(p) = \frac{k}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1} \cdot e^{-T_3 p}, \quad (3.56)$$

мұнда, T_1 , T_2 , T_3 - тұрақты уақыт; k -күшейту коэффициенті, ал параметрлердің әрқайсысы желдету желісінің шығысындағы берілген ауа ағынына сызықтық емес тәуелділікке ие $Q_{\text{ВЫХ}}^*$, ол 3.6–3.10 суретте келтірілген.

Кенжар кеңістігіндегі метан концентрациясының өзгеруін сипаттайтын беріліс функциясы:

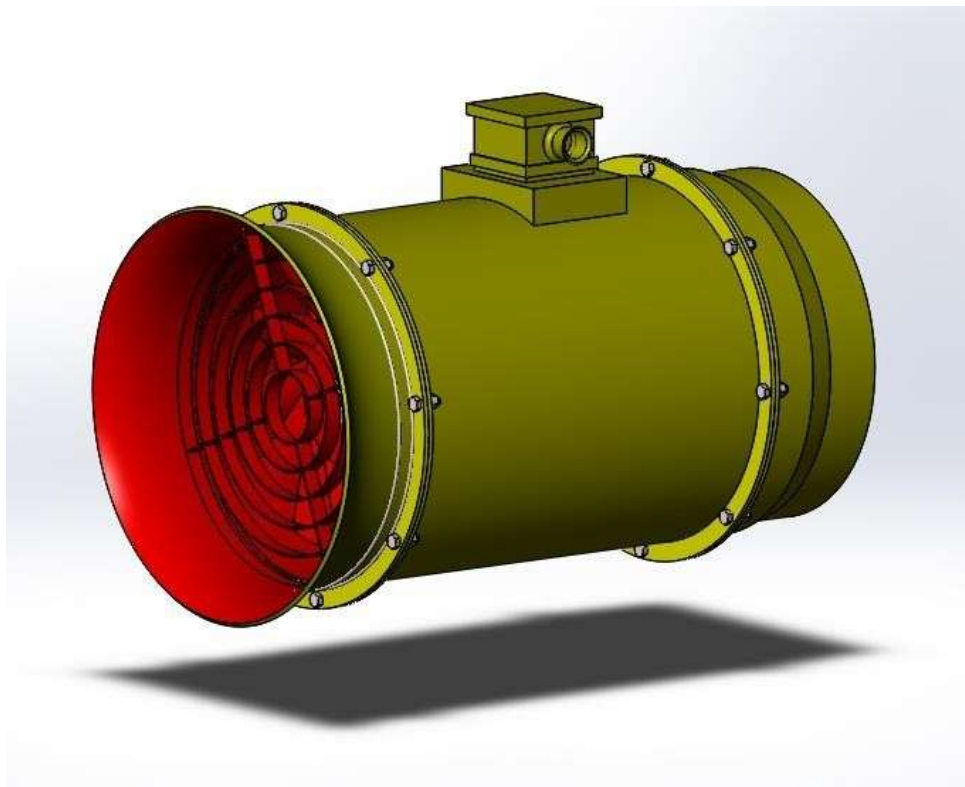
$$W_{\text{CH}_4}(p) = \frac{k_{1(\text{CH}_4)}}{T_{\text{CH}_4} \cdot p + 1} + \frac{k_{2(\text{CH}_4)}}{p}, \quad (3.57)$$

мұнда, T_{CH_4} - уақыт тұрақтысы, $k_{1(\text{CH}_4)}$, $k_{2(\text{CH}_4)}$ – күшейту коэффициенттері, ал олардың ауа ағынына тәуелділігі 3.10–3.12 суретте келтірілген.

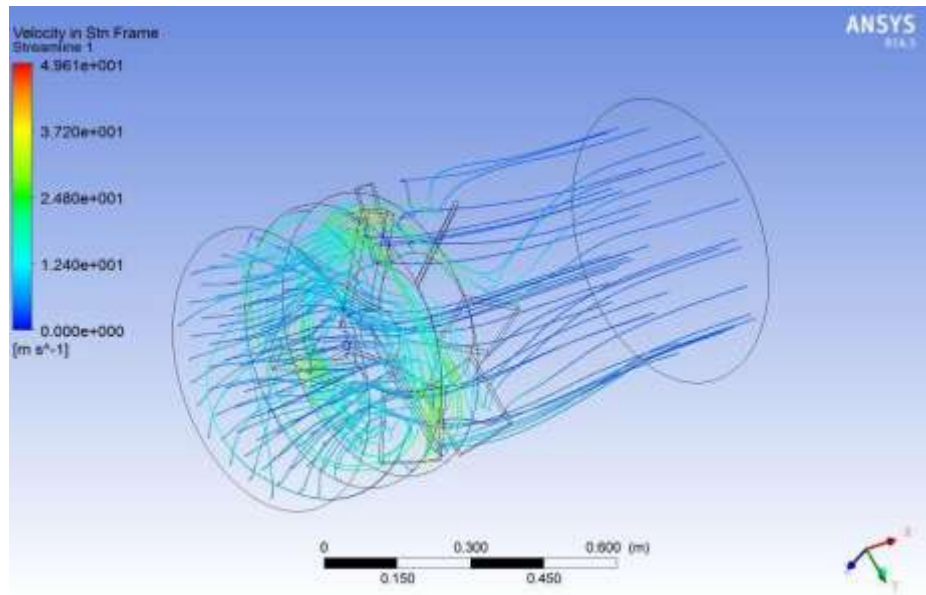
СО үшін, тиісінше:

$$W_{\text{CO}}(p) = \frac{k_{1(\text{CO})}}{T_{\text{CO}} \cdot p + 1} + \frac{k_{2(\text{CO})}}{p}, \quad (3.58)$$

мұнда, T_{CO} - уақыт тұрақтысы, $k_{1(\text{CO})}$, $k_{2(\text{CO})}$ – күшейту коэффициенттері, ал олардың ауа ағынына тәуелділігі 3.13 - 3.15 суретте келтірілген [7].

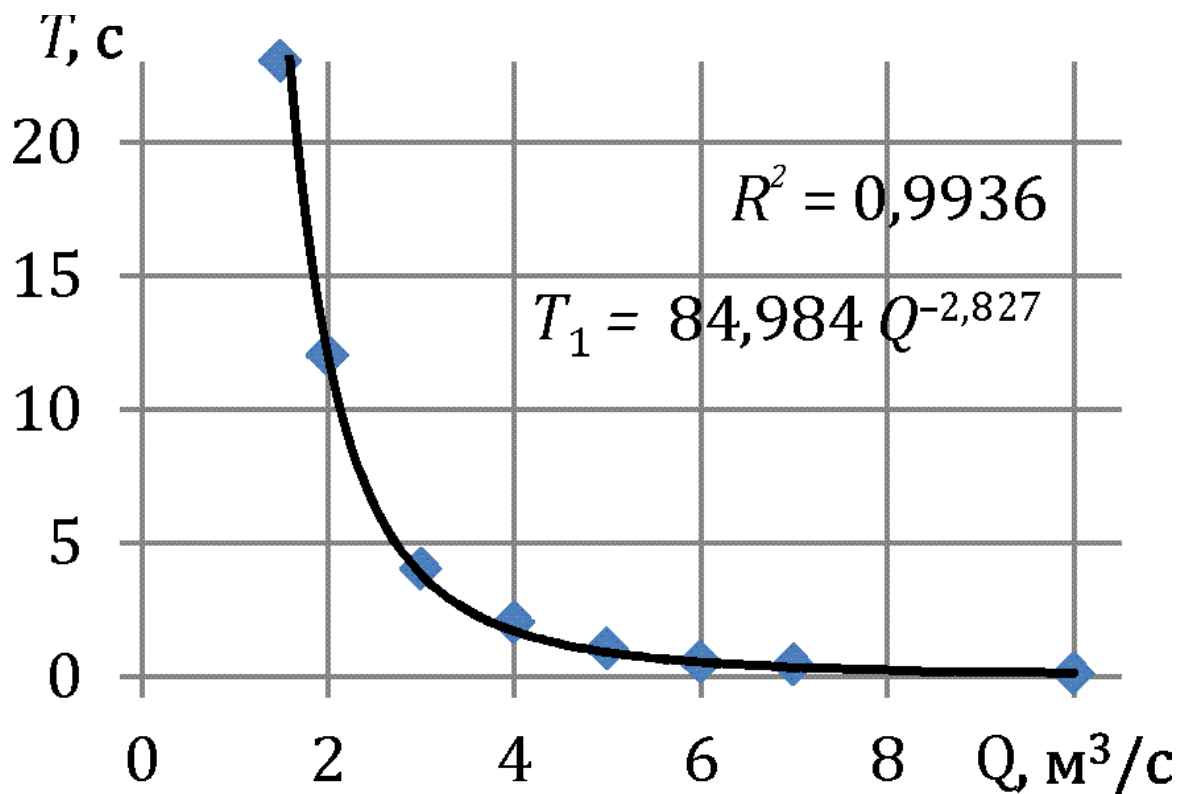


3.4 Сурет - ВМЭ-6 желдеткішінің 3D моделі

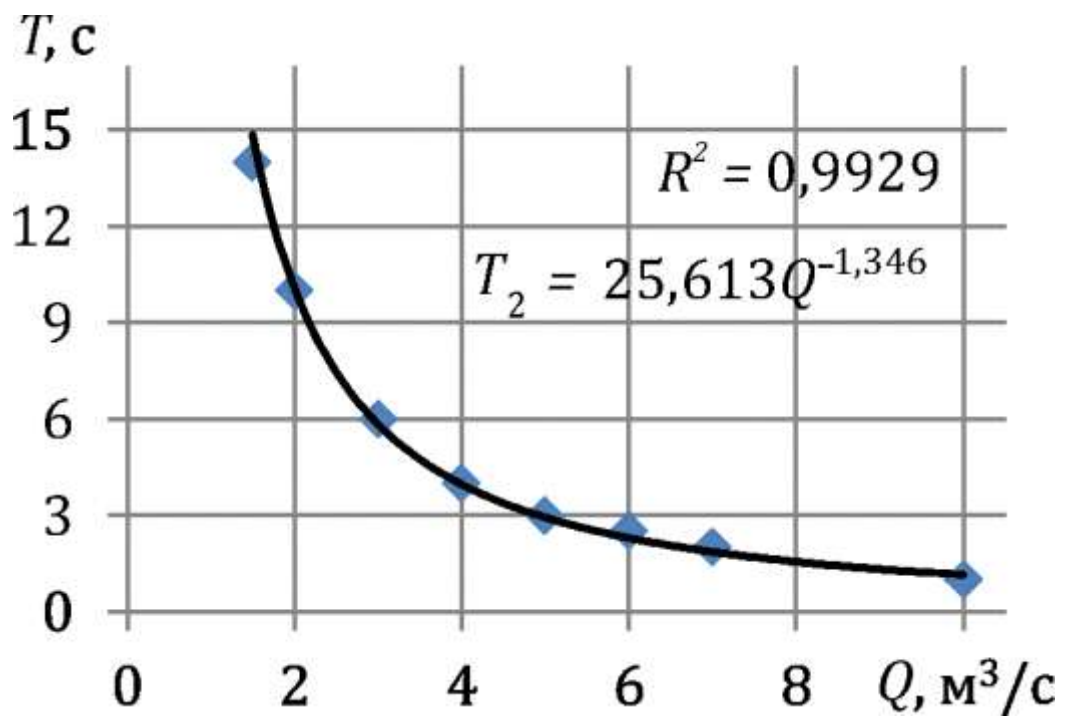


3.5 Сурет - Нәтижелері соңғы-элементті модельдеу желдеткіш

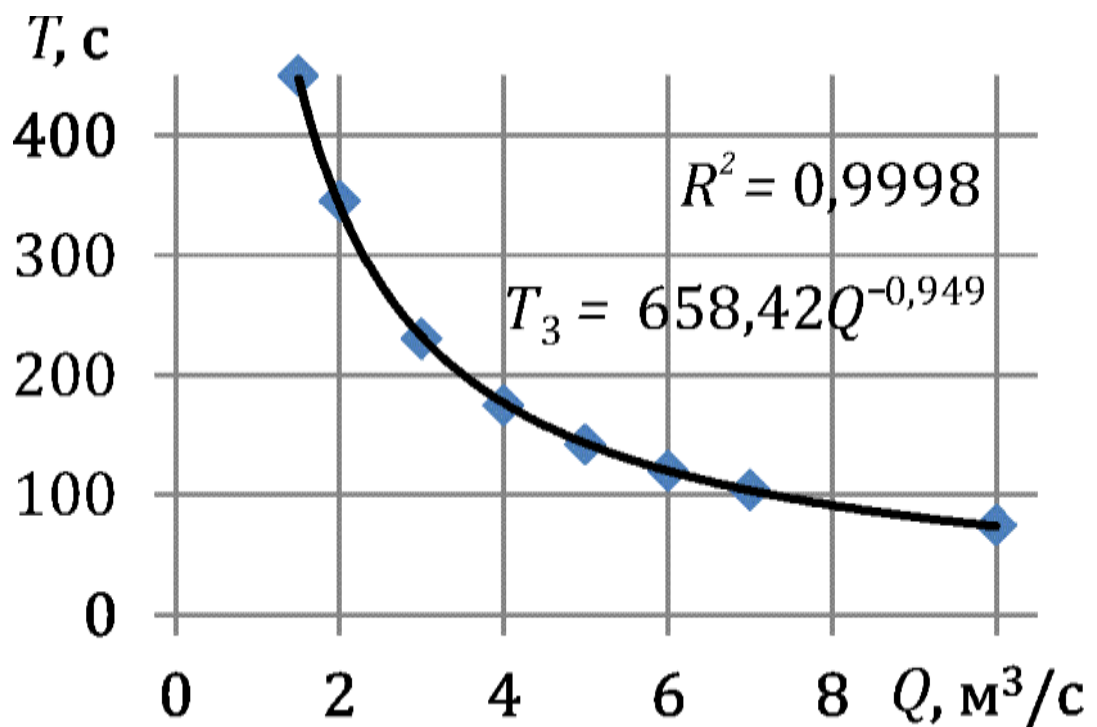
3.2 Matlab ортасында жүргізілген зерттеулердің нәтижесі



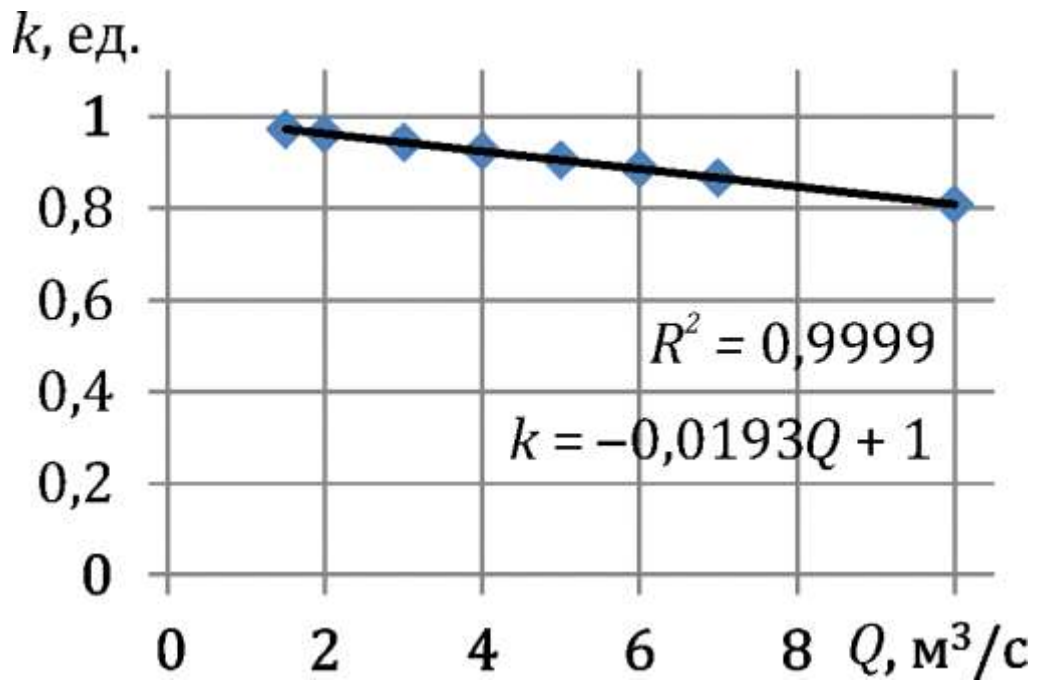
3.6 Сурет - ЖМП – ӘК ӨСБ жүйесінің беріліс функциясының T_1 уақыт тұрақтысы



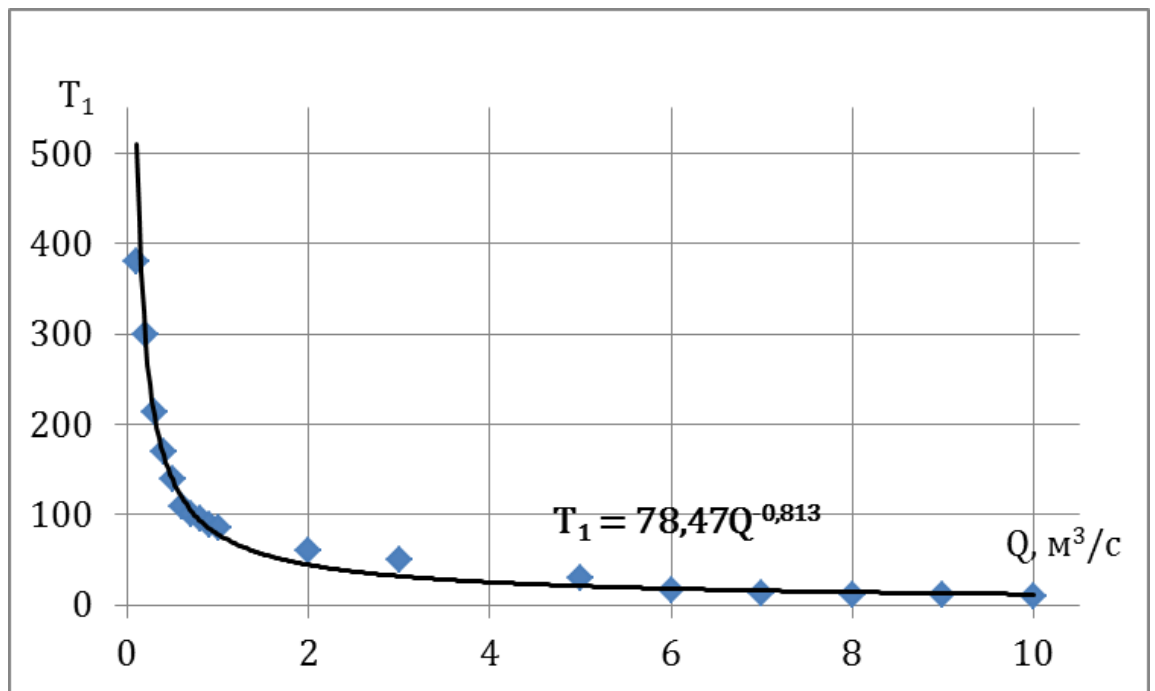
3.7 Сурет - ЖМП – ӘК ӨСБ жүйесінің беріліс функциясының T_2 уақыт тұрақтысы



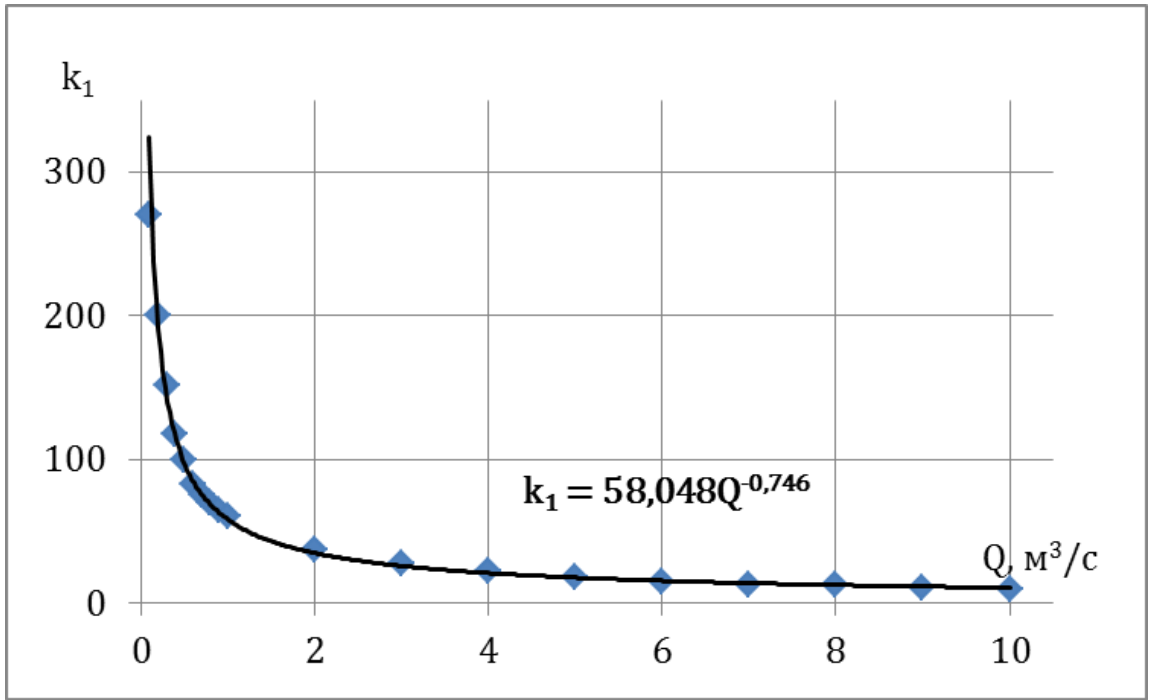
3.8 Сурет - ЖМП – ӘК ӨСБ жүйесінің беріліс функциясының T_3 уақыт тұрақтысы



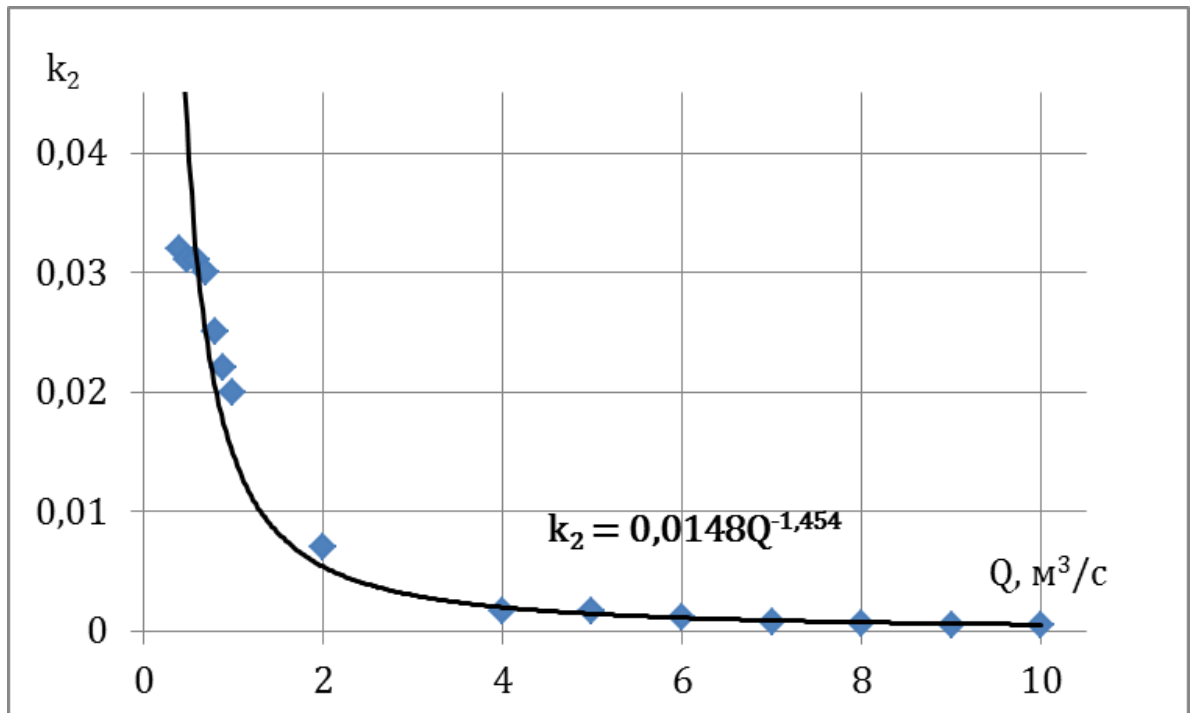
3.9 Сурет - АҚ-ВМП-ӘК жүйесінің беріліс функциясының k_1 пропорционалды коэффициенті



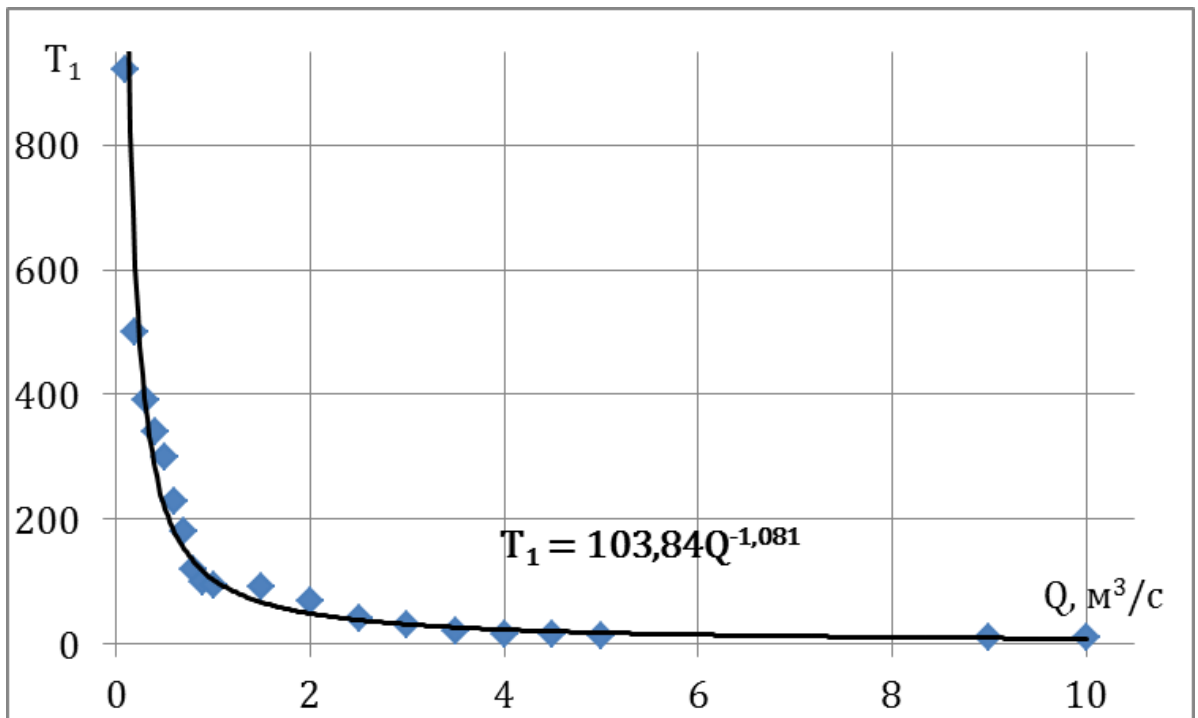
3.10 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі метан концентрациясының өзгеруінің беріліс функциясының T_1 уақыт тұрақтысы



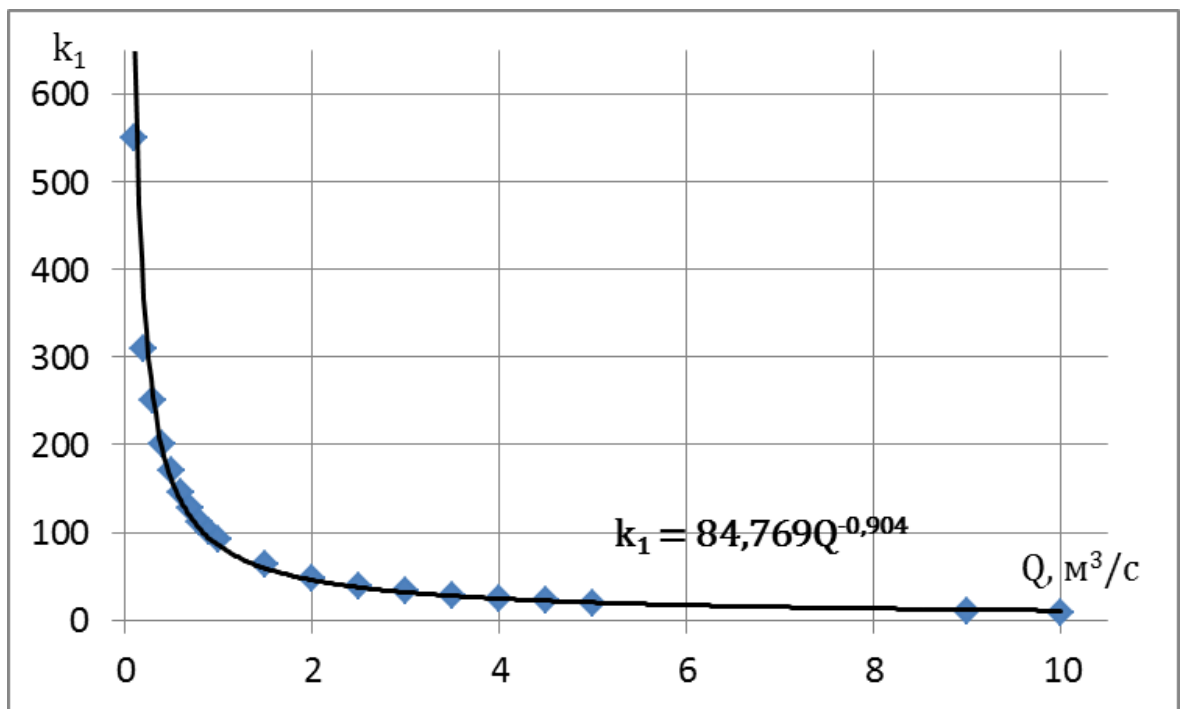
3.11 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі метан концентрациясының өзгеруінің беріліс функциясының k_1 пропорционалды коэффициенті



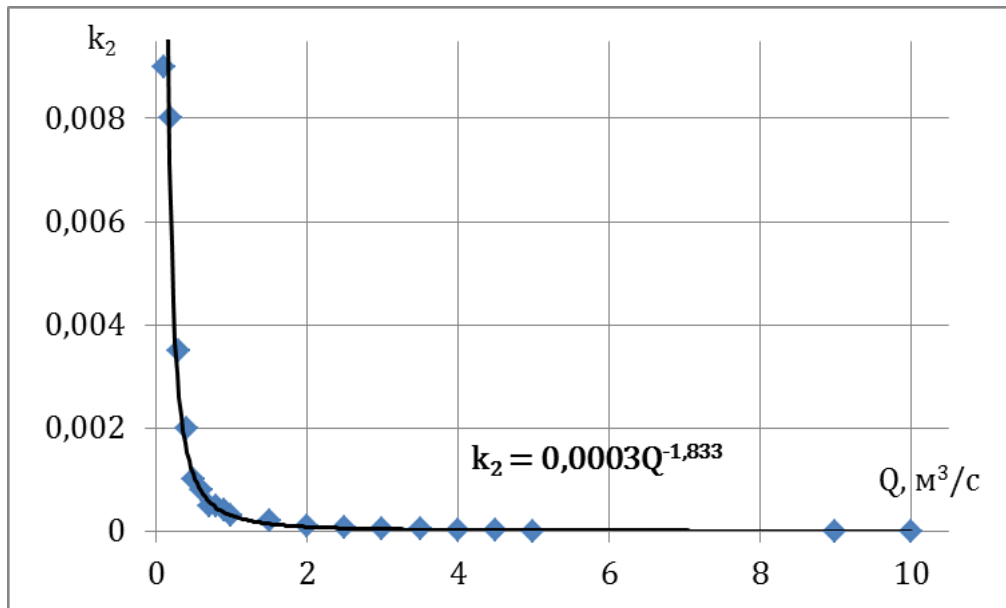
3.12 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі метан концентрациясының өзгеруінің беріліс функциясының пропорционалды коэффициенті k_2



3.13 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі тұншықтырғыш газ концентрациясын өзгертудің беру функциясының T_1 уақыт тұрақтысы



3.14 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі улы газ концентрациясының өзгеруінің беріліс функциясының пропорционалды коэффициенті k_1

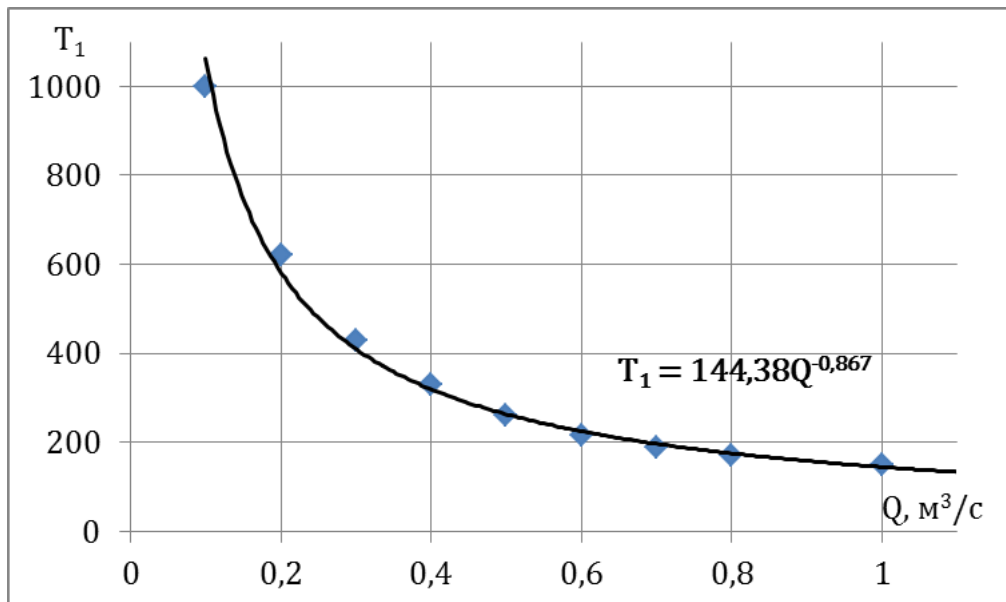


3.15 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі улы газ концентрациясының өзгеруінің беріліс функциясының пропорционалды коэффициенті k_2

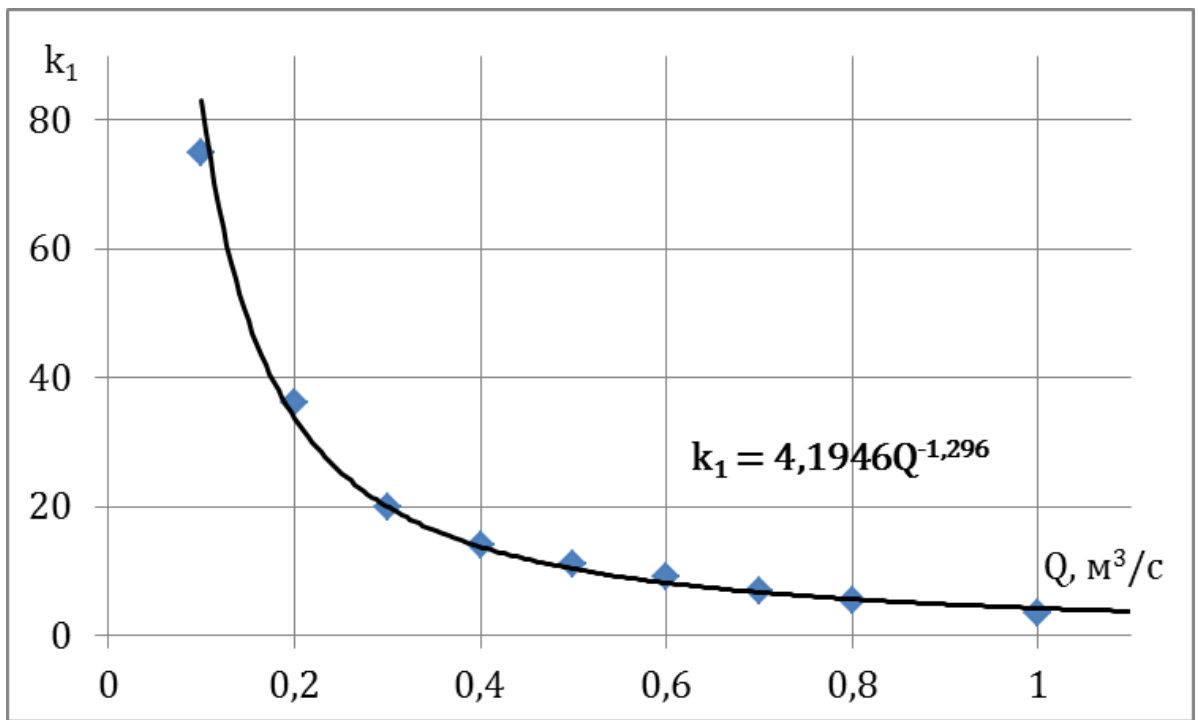
CO2 үшін:

$$W_{CO_2}(p) = \frac{k_1(CO_2)}{T_{CO_2} \cdot p + 1} + \frac{k_2(CO_2)}{p}, \quad (3.59)$$

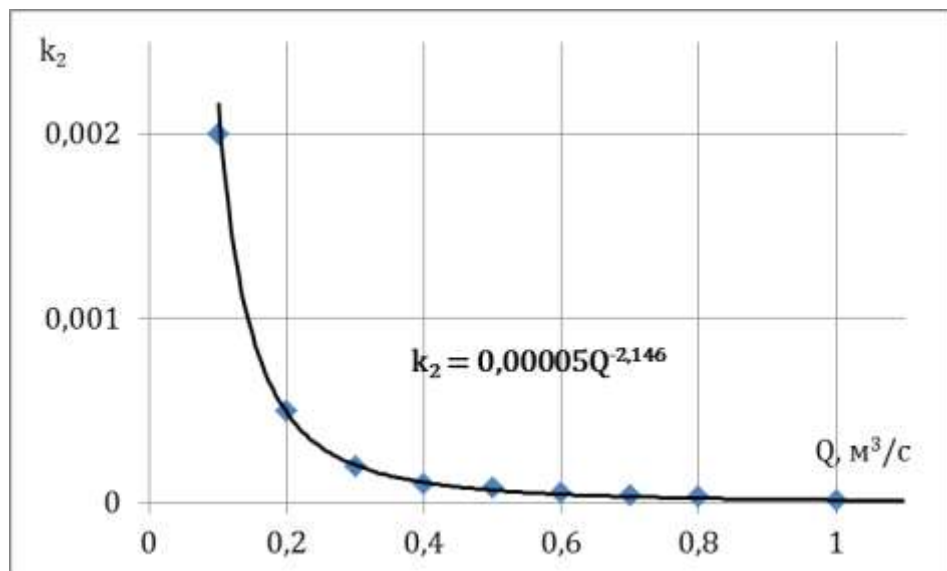
мұнда, T_{CO_2} -уақыт тұрақтысы, $k_1(CO_2)$, $k_2(CO_2)$ -күшейту коэффициенттері, ал олардың ауа ағынына тәуелділігі 3.16-3.18 суретте келтірілген.



3.16 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі көмірқышқыл газының концентрациясын өзгертудің беру функциясының T_1 тұрақты уақыты

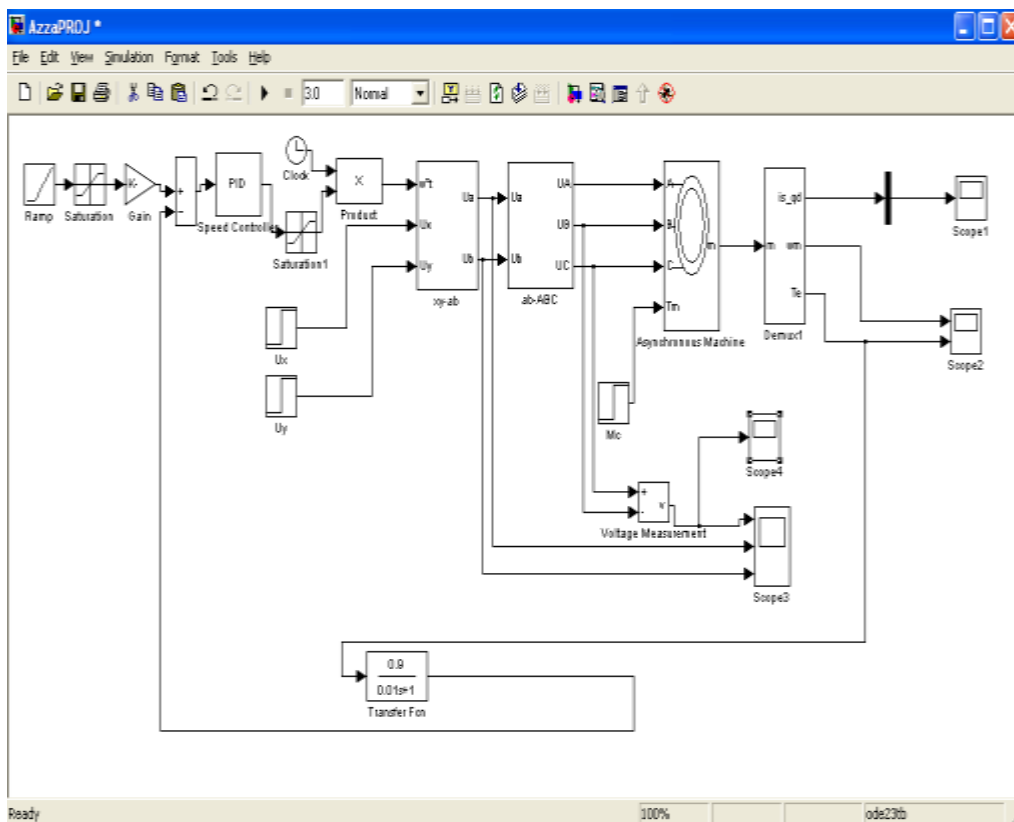


3.17 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі көмірқышқыл газының концентрациясы өзгеруінің беріліс функциясының пропорционалды коэффициенті k_1

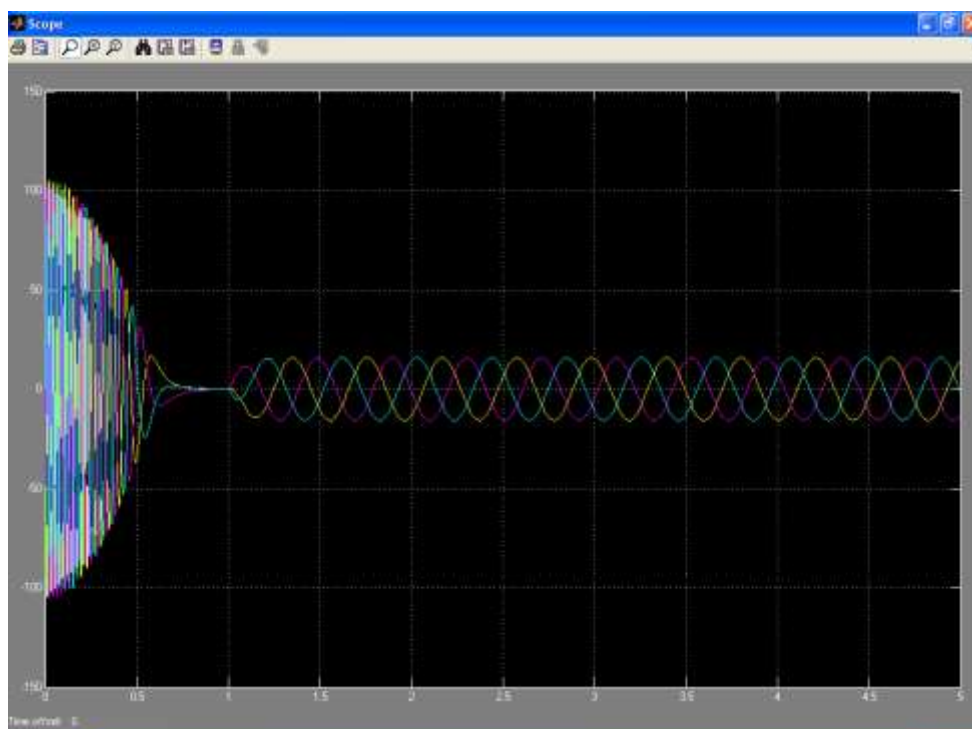


3.18 Сурет - Кенжар маңындағы кеңістіктегі көмірқышқыл газының концентрациясы өзгеруінің беріліс функциясының пропорционалды коэффициенті k_2

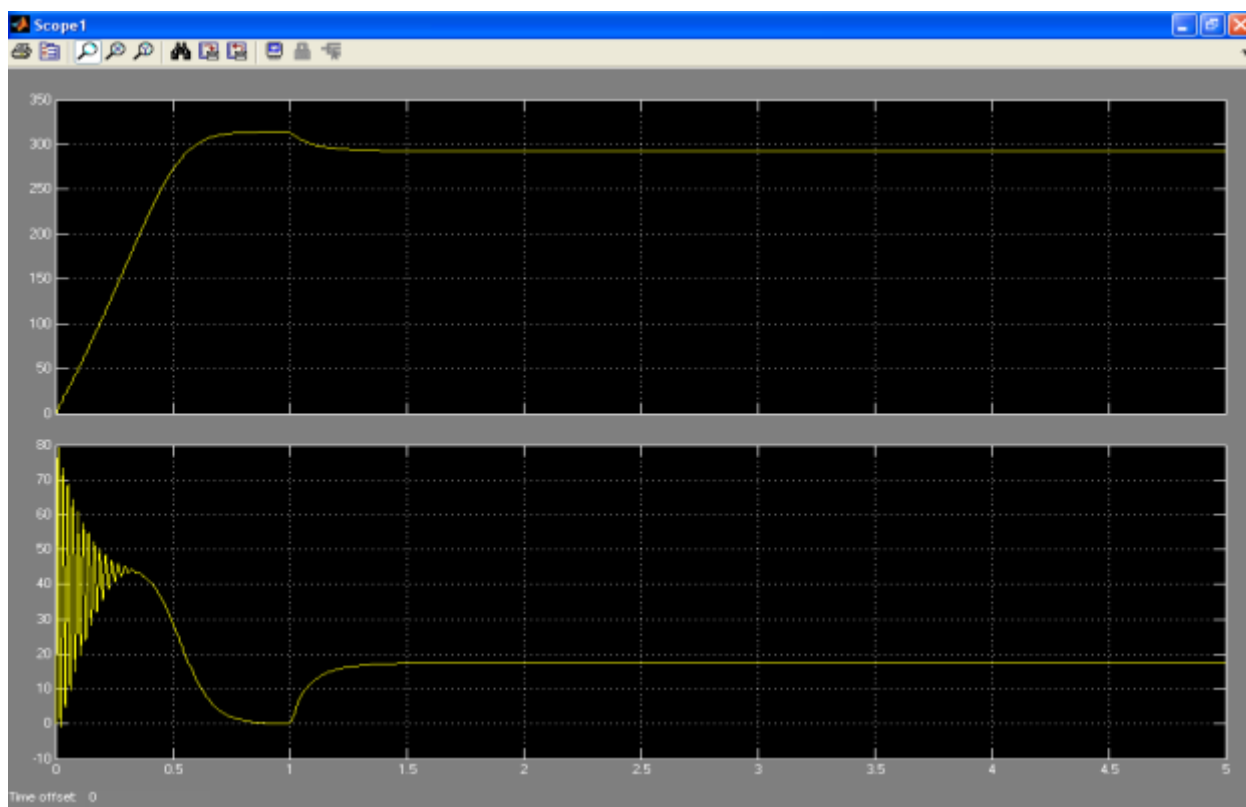
3.3 MATLAB ортасында жасалынған модель



3.19 – Сурет - Жиіліктік реттеу әдісімен реттелетін асинхронды қозғалтқыштың Matlab ортасында жасалған моделі



3.20 - Сурет - Статор тоқтарының осциллограммасы



3.21- Сурет - $w = f(t)$ және $M = f(t)$ тәуелділік графиктері

Өтпелі процесстерді зрттеу электржетегінің $\omega(t)$ және $M(t)$ тәуелділіктерін анықтау болып табылады.

Негізгі шарттар мыналар болып табылады:

- алғашқы күй: $\omega_{нач}$, $M_{нач}$;
- ақырғы күй: $\omega_{кон}$, $M_{кон}$ және осыларға сәйкес $\omega(M)$ сипаттамасы;
- электржетегінің параметрлері белгілі деп есептелінеді.

Өтпелі процесстердің орын алу себептері мыналар болуы мүмкін:

- $M_{ст}$ жүктеме моментінің өзгеруі;
- M -айналдыру моментінің өзгерісімен, яғни жетектің бір сипаттамадан келесі сипаттамаға көшуімен сипатталады.

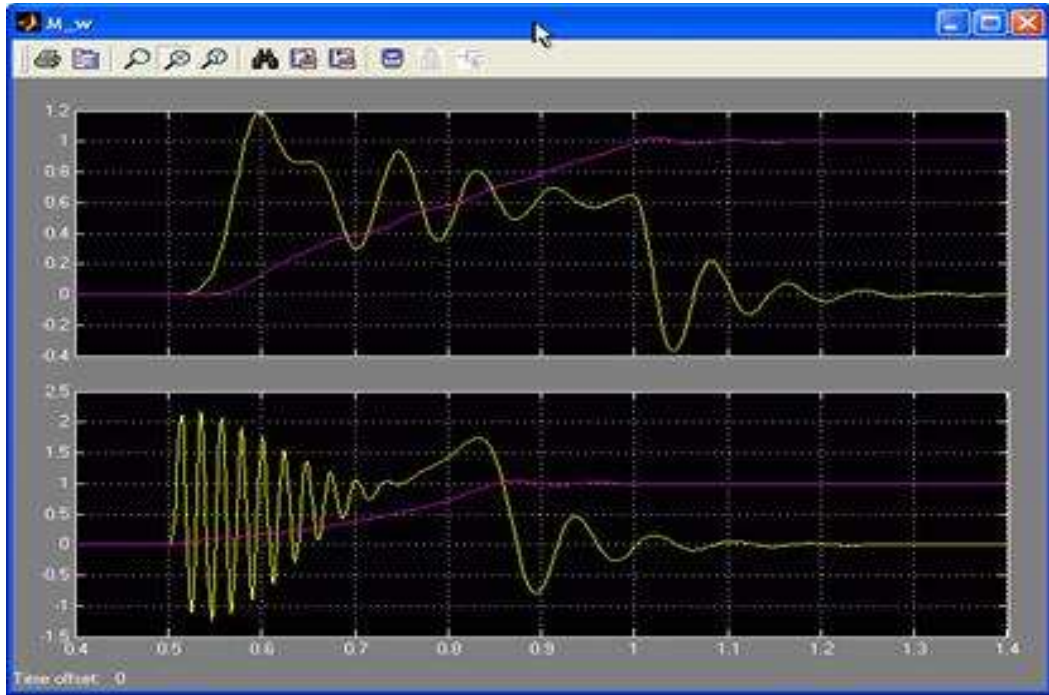
Осыған байланысты өтпелі процесстердің негізгі түрлері мыналар: іске қосу, тежеу, реверстеу немесе жетектің қандай да бір параметрін өзгерту арқылы оның жылдамдығын реттеу.

Өтпелі процесстерді есептеу барысында ескеретін шарттар мыналар, жетекті іске қосу мен тежеу бос жүріс режимінде, яғни жүктеме моментінің $M=0,15M_{ст}$ мәні кезінде жүргізіледі деп есептеледі. Қозғалтқышты іске қосу бірқалыпты өтті деп есептелінеді.

Әртүрлі басқару кезіндегі асинхронды қозғалтқышты іске қосу процессін иммитациялы модель арқылы зерттеп көрелік [8].

Жалпы алғанда жиіліктік реттелетін қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты ток көзіне тікелей қосуға болады немесе жиілік түрлендіргіші арқылы бірқалыпты іске қосуға болады.

Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқышыты жиілік түрлендіргіші арқылы және тікелей іске қосу кезіндегі өтпелі процесстер графиктері 3.22 – суретте көрсетілген.



3.22 – Сурет- Жиілік түрлендіргіші арқылы және тікелей іске қосу кезіндегі өтпелі процесстер графиктері

Графиктерден көрініп тұрғандай жиілік түрлендіргіші арқылы іске қосқанда өтпелі процесс бірқалыпты жүреді, ал тікелей іске қосу кезінде іске қосу уақыты жылдам болғанмен іске қосу кезіндегі момент номиналь моменттен айтарлықтай жоғарылап кетеді. Бұл кейбір механизмдер үшін тиімсіз болуы мүмкін.

Модельдеу кезінде 4A180S2У3 қуаты 22 кВт-қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы қарастырылды.

Насос жүйесінің математикалық моделі келесі түрде жазылады:

$$\frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_m} (\Delta M - \Delta M_c),$$

$$T_s \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta (\Delta\omega_0 - \Delta\omega),$$

$$T_{ПЧ} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = k_{ПЧ} \Delta U_{PC}, \quad (3.60)$$

$$T_{PC} \frac{d\Delta U_{PC}}{dt} = \Delta U_y - k_{PC} T_{PC} k_{OC} \frac{d\Delta\omega}{dt} - k_{PC} T_{PC} k_{OC} \Delta\omega.$$

$$T_H \frac{dz}{dt} + z = b * \omega + h_0 * \omega^2,$$

мұнда, T_H – сорғының жұмыс дөңгелегіндегі өтпелі процестердің тұрақты уақыты (электрқозғалтқыштың электромагниттік тұрақты уақытына ұқсас). Жылдамдық бойынша кері байланысы бар АҚ жүйесінің өтпелі үрдістерін зерттеу ыңғайлылығы үшін және ортадан тепкіш сорғы:

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} (x_2 - A),$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{\beta}{T_3} x_3 - \frac{\beta}{T_3} x_1 - \frac{1}{T_3} x_2,$$

(3.61)

$$\frac{dx_3}{dt} = \frac{k_{ПЧ}}{T_{ПЧ}} x_4 - \frac{1}{T_{ПЧ}} x_3,$$

$$\frac{dx_4}{dt} = u - \frac{k_{PC} T_{PC} k_{OC}}{T_{PC}} \frac{dx_1}{dt} - \frac{k_{PC} T_{PC} k_{OC}}{T_{PC}} x_1,$$

$$\frac{dx_5}{dt} = \left(\frac{b}{T_H} + \frac{2h_0 x_0}{T_H} \right) x_1 - \frac{1}{T_H} x_5,$$

мұнда, $x_1 = \Delta\omega$, $x_2 = \Delta M$, $x_3 = \Delta\omega_0$, $x_4 = \Delta U_{PC}$, x_0 – айнымалы линеаризация коэффициенті.

4A112M2Y3 асинхронды қозғалтқыштың параметрлері кезінде жүйені шешу бағдарламасы :

$$P_{НОМ} = 7,5 \text{ кВт}; n = 3000 \text{ об/мин}; \beta = 5,085; T_M = 0,1; T_3 = 0,05,$$

$$k_{ПЧ} = 5; T_{ПЧ} = 0,001,$$

$$k_{PC} = 0,86; T_{PC} = 0,35; k_{OC} = 0,3,$$

$$b = 0,57; h_0 = 0,1; x_0 = 35; T_H = 0,045,$$

function MMN

x0=[0;0;0;0;0];

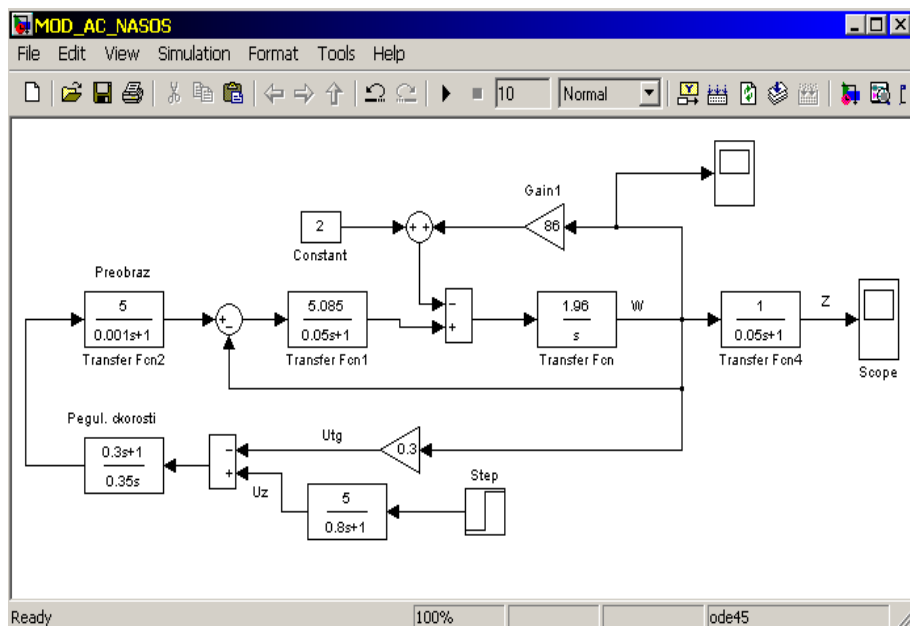
```

[T,X]=ode45(@nass,[0 20],x0);
plot(T,X(:,1),'g-');
%plot(T,X(:,5),'k-');
hold on
grid
hold off
function dx=nass(t,x)
dx=zeros(5,1);
dx(1)=1.96*x(2)-78.6*x(1);
dx(2)=101.7*x(3)-101.7*x(1)-20*x(2);
dx(3)=5000*x(4)-1000*x(3);
dx(4)=5*(1-exp(-t/3))-0.74*(1.96*x(2)+0.56*x(1)-
80*x(1)^2)- 0.74*x(1);
dx(5)=140*x(1)-20*x(5);
end
end

```

Сурет 3.18-4А112М2У3 асинхронды қозғалтқыштың параметрлері кезінде жүйені шешу бағдарламасы

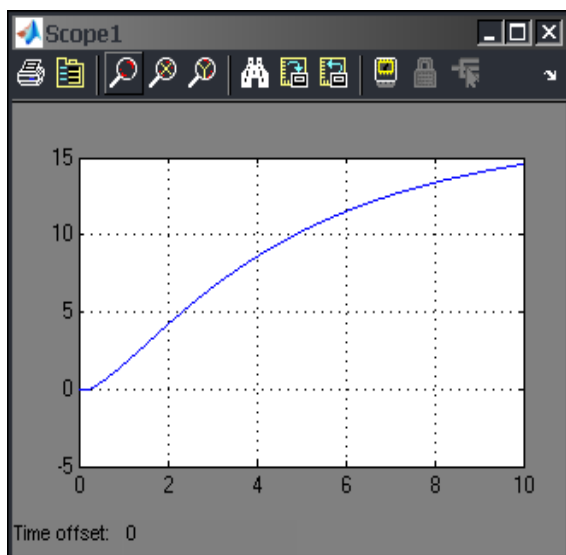
Динамикасы жүйесін ЖТ–АҚ–орталықтан сыртқа тебуші сорғы мүмкін зерттелмеген арналған құрылымдық схемасы моделі 3.23 суретте берілген.



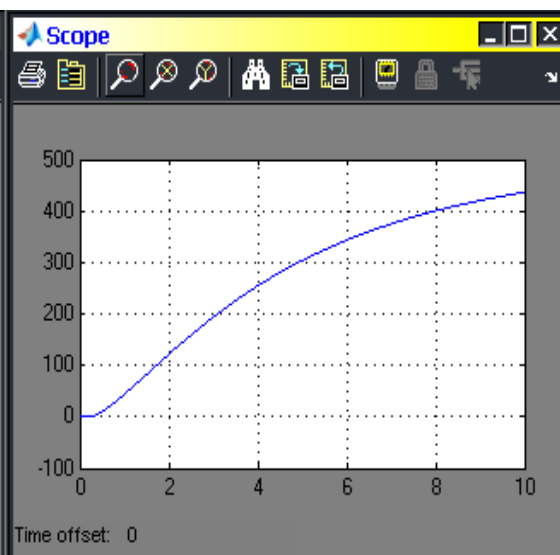
Сурет 3.23-ЖТ - АҚ жүйесі моделінің құрылымдық сұлбасы MATLAB-та

3.28-формуладағы дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу үшін Рунге – Кутта сандық әдісі қолданылады.

Осциллограммы нәтижесінде алынған модельдеу, суреттерде келтірілген 3.24, 3.25, 3.26-суретте өтпелі процесс көрсетілген жылдамдығын жүйесін ЖТ – АҚ, 3.27-суретте ұсынылған өтпелі процесс шығысында қысымды сорғы [9].

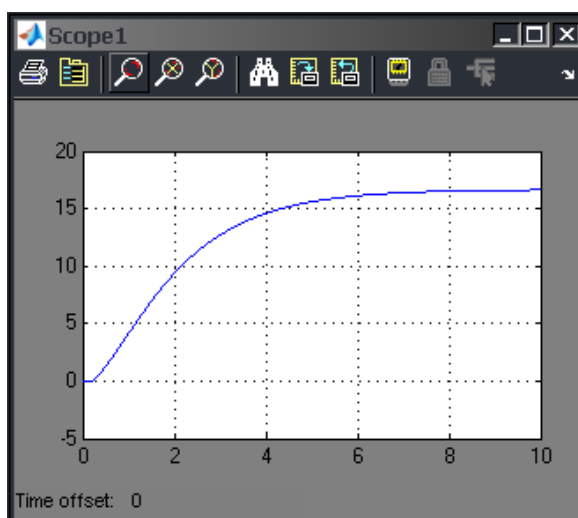


3.24 Сурет

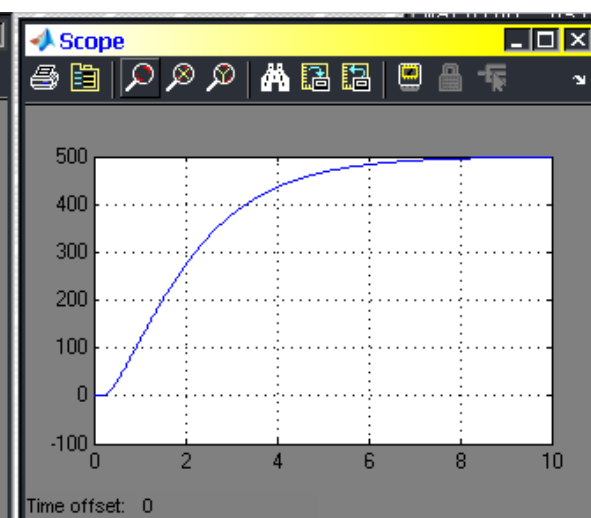


3.25 Сурет

3.24, 3.25 суреттерде ЖТ–АҚ жүйесінің өтпелі процестері көрсетілген.



Сурет 3.26



Сурет 3.27

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста желдеткіштің электржетекті жүйелері жұмысының тиімділігін арттырудың өзекті ғылыми-техникалық міндеті шешілді. Жұмысты орындау нәтижесінде жаңа ғылыми нәтижелер алынды:

1. Динамикалық және энергетикалық процестерді және оларды қосудың әр түрлі нұсқаларын ескеретін және электрлік, механикалық және гидравликалық айнаымалыларды бағалауға мүмкіндік беретін желдету жүйелерінің математикалық модельдері әзірленді.

2. Желдету жұмысының тиімділік көрсеткіштерін бағалау мақсатында еңбек өнімділігіне талдау жүргізілді.

3. Жүйені құрылымдық қайта құру үшін желдету станциясын басқару жүйесінің жұмыс алгоритмі әзірленді.

4. Құбырдың динамикасын ескере отырып, қысымды реттеудегі желдету жұмыстарының динамикалық процестеріне зерттеу жүргізілді. Нейрожелілік басқару әдістері таратылған магистральдағы тербеліс үдерістерінсіз қысымды реттеуге мүмкіндік береді.

5. Әзірленген компьютерлік модельдер негізінде есептеу-модельдік зерттеу жүргізілді.

Желдету жүйесі жобада көзделген барлық үй-жайларда нормативтік ауа алмасуды қамтамасыз етуі тиіс. Жобада көзделген ауа температурасымен салыстырғанда ағынды ауаның температурасын $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары төмендетуге немесе ұлғайтуға жол берілмейді; ал табиғи желдету сыртқы ауа температурасы плюс $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ және одан төмен болған кезде қалыпты ауа алмасуды қамтамасыз етуі тиіс.

Желдету жүйелері жылу, желдету және ауаны кондиционерлеу жобалау бойынша ҚНЖЕ-нің жобасы мен талаптарына және ғимараттар мен құрылыстардың санитарлық-техникалық жабдықтарының жұмыстарын жүргізу және қабылдау ережелеріне сәйкес орындалуы тиіс.

Желдету агрегаттары мен олардың құрамдас бөліктерін дұрыс және уақтылы пайдалану ұзақ қызмет көрсетуге әкеледі.

Қондырма аузынан зиянды көтеру биіктігі таза геометриялық өлшем болып табылмайды. Бұл ағынның нақты жоғарылауын ғана емес, сонымен қатар зиянды ағынның шайылуы есебінен ағынның шоғырлануының едәуір төмендеуін ескеретін шартты шама. Демек, егер шығарынды (г/сағ) мәліметтермен сыртқа шығарылатын зияндылықтардың толық мөлшерін ескерсе, биіктік мәнін оның нақты геометриялық шамасына қарағанда үлкен деп қабылдауға әбден қисынды.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Архипов, Т. В. Автоматическое регулирование вентиляции и кондиционирования воздуха / Т.В. Архипов. - М.: ЁЁ Медиа, 2012. -242с.
- 2 Вильданов Р.Г., Вагапов М.Р., Фарваев И.Р. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.;
- 3 Сілтеме <https://teplo-spb.ru/stati/kak-vybrat/regulatory-skorosti-vrashcheniya-ventilyatorov.html>
- 4 Бандарь Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Учебное пособие [Текст] / Е.С. Бандарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. – К.: Издательство «АванпостПрим», 2005. - 560 с
- 5 Автоматизация приточной вентиляции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.airclimat.ru/Avtomatizatsiya-pritochnoy-sistemyventilyatsii.htm>
- 6 Маслов И.П. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ. Кемерово-2014
- 7 Черных В. «Simulink: Инструмент моделирования динамических систем».
- 8 Сілтеме <https://works.doklad.ru/view/a2mvcOntEh0/all.html>
- 9 Dean, K. Frederick Feedback Control Problems Using MATLAB« and the Control System Toolbox / Dean K. Frederick. - Москва: Высшая школа, 2008. - 384с.
- 10 Дьяконов, Владимир VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование / Владимир Дьяконов. - М.: Солон-Пресс, 2004. - 384 с.

5B070200-Автоматтандыру және басқару мамандығының студенті
Айбас Нұрсұлтанның

дипломдық жобасына
ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

ТАҚЫРЫБЫ: Желдету бекетін автоматтандыру

Дипломдық жұмыста желдету станциясының өнімділігін автоматты реттеу жүйесі қарастырылған.

Дипломдық жұмыста ұсынылып отырған электржетек статикалық режимде зерттеліп, қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеудің заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік беретін аналитикалық теңдіктер алынған. Осы теңдіктер негізінде электржетектің статикалық сипаттамалары тұрғызылған.

Жұмыстың мақсаты: желдеткіш станциясының электржетектері жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін оның жиынтық өнімділігін реттеудің энергетикалық тиімді тәсілін іске асыру есебінен жақсарту және оны енгізуге күрделі шығындарды азайтуға мүмкіндік беретін осындай тәсілді техникалық іске асыру құралдарын әзірлеу болып табылады.

Қойылған мақсаттарға жету үшін жұмыста келесі негізгі міндеттер шешіледі:

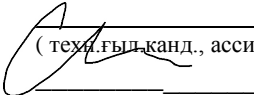
1. Желдеткіштердің жоғары вольтті асинхронды электр жетектерін және оларды техникалық іске асыру құралдарын жаңғырту нұсқаларын талдау.

2. Желдеткіш станциясының өнімділігін реттеудің әр түрлі тәсілдерінің тиімділігін бағалау.

3. Іске қосу құрылғысының сипаттамалары мен мүмкіндіктерін анықтау үшін компьютерлік модельді зерттеу.

Жалпы дипломдық жобаны “өте жақсы” деп бағалауға, ал студент Айбас Нұрсұлтанды, 5B070200- Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайық деп тануға болады.

Ғылыми жетекші


(техн. ғыл. канд., ассистент-профессор)
Сарсенбаев Н.С.

(қолы)

« 30 » 05 2020 ж.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Айбас Нурсултан

Название: Желдету бекетін автоматтандыру

Координатор: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:4,4

Коэффициент подобия 2:1,7

Замена букв:43

Интервалы:0

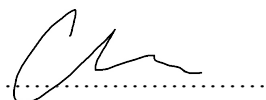
Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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

Обоснование:



Сарсенбаев Н.С.

Дата 30.05.2020г.

Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Айбас Нурсултан

Название: Желдету бекетін автоматтандыру

Координатор: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:4,4

Коэффициент подобия 2:1,7

Замена букв:43

Интервалы:0


Микропробелы:0

Белые знаки:0

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


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

Обоснование:

.....
Дата 

.....
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
Дата 

.....
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения