

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Қарымсақов Жанат Елгелдіұлы

Насос қондырғыларының жұмыс режимдерін АБЖ әзірлеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. докторы, профессор

Б.А. Сүлейменов

« 04 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Насос қондырғыларының жұмыс режимдерін АБЖ әзірлеу»
тақырыбына

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Орындаған
Қарымсақов Ж.Е.

Ғылыми жетекші
техн.ғыл.кандидаты, ассист.
Профессор

Сәрсенбаев Н.С.
« 04 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Қарымсақов Жанат Елгелдіұлы

Жұмыстың тақырыбы: «Насос қондырғыларының жұмыс режимдерін АБЖ әзірлеу»

Университеттің «14» Қараша, 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 44217 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «14» мамыр 2019 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, арнайы бөлім;

в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі

(міндетті түрде қажетсіз балар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, қағидалық сұлбасы, құрылымдық сұлбасы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2001.


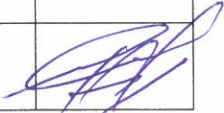
[2] Безопасность жизнедеятельности. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. 7-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2007.

[3] Карасев Б.И. Насосные и воздухоудувные станции. - Мн.: ВШ, 1990.

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	21.01.19 - 27.01.19	
Арнайы бөлім	25.03.19 - 4.04.19	

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға
қатысты диплом жұмысқа бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	Сәрсенбаев Н.С техн. ғыл. кандидаты, ассистент профессор	4.05.2019	
Нормалық бақылаушы	Искакова А.М. техн. ғыл. магистрі, лектор	4.05.2019	

Ғылыми жетекшісі  Сәрсенбаев Н.С

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Қарымсақов Ж.Е.

Күні «04» мамыр 2019 ж.

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Насос қондырғыларының жұмыс режимдерін АБЖ әзірлеу

жобаның (жұмыстың) аталуы

Қарымсақов Жанат Елгелдіұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B070200-Автоматтандыру және басқару

(мамандық шифрі мен аталуы)

Дипломдық жұмыста ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесінде сорғыны орнатудың автоматтандырылған электр жетегін таңдау қарастырылған. Насос қондырғыларының автоматтандырылған электр жетегі бөлімінде жылу электр орталықтарындағы насос қондырғыларына жалпы түсініктеме келтірілді және насос қондырғыларының өнімділігін электр жетектерімен басқару арқылы реттеу әдісі келтірілді. Оның себебі каскадты схемамен жалғанған электржетекте қозғалтқыштардың роторлық тізбектеріндегі сырғанау энергиясы тиімді пайдаланылады.

Жұмыста қарастырылып отырған автоматты басқару жүйесінің MATLAB ортасындағы компьютерлік моделі жасалған соның негізінде жүйедегі өтпелі процесстер зерттелген.

Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімінде қорғасын өндірісіндегі балқыту цехының зиянды әсерлерінен сақтандырылу және жұмысшылардың еңбек қауіпсіздігі қарастырылған.

Дипломдық жұмыс Қазақстан Республикасының жоғарғы оқу орындарына қойылатын талаптарды қанағаттандырады.

Дипломдық жұмысты орындау кезінде автор алдына қойған тапсырмаларды уақытысында, тиянақты орындады.

Дипломдық жұмысты қорғауға жіберуге болады, ал автор Қарымсақов Жанат 5B070200 мамандығының бакалаврына лайықты деп білемін.

Ғылыми жетекші

ассистент-профессор, техн.ғыл.канд.

(лауазым, ғыл. дәрежесі, атағы,)

Сарсенбаев Н.С.

(қолы)

«06» мамыр 2019ж.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Қарымсақов Ж.Е.

Название: «Насосты қондырғылардың жұмыс режимдерін автоматты басқару жүйесін жасау»

Координатор: Сәрсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 27,7

Коэффициент подобия 2: 17,9

Тревога: 40

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 не обладают признаками плагиата, но из 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:

.....
.....
.....
.....
.....

06.05.2024.



Дата

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 появления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Қарымсақов Ж.Е.

Название: «Насосты қондырғылардың жұмыс режимдерін автоматты басқару жүйесін жасау»

Координатор: Сәрсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 27,7

Коэффициент подобия 2: 17,9

Тревога: 40

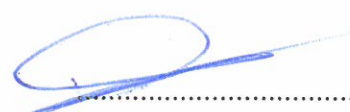
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой/начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- 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 не обладают признаками плагиата, но из 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:

.....
.....
.....
.....
.....

06.05.19



Дата

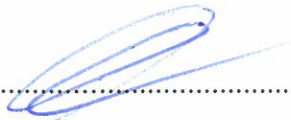
Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

К защите допускается

06.05.19.

Дата


Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Raport podobieństwa



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Насосты қондырғылардың жұмыс режимдерін автоматты басқару жүйесін жасау
Autor:	Карымсаков Ж.
Promotor:	Куаныш Абжапаров
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-06 07:40:27
Współczynnik podobieństwa 1: ?	27,7%
Współczynnik podobieństwa 2: ?	17,9%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: ?	25
Liczba słów:	9 046
Liczba znaków:	76 772
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej: ?	17

Uwaga, w niektórych wyrazach w tym dokumencie pojawiają się litery z różnych alfabetów. Wystąpienia tych liter zostały wyróżnione. Może to świadczyć o próbie ukrycia niedopuszczalnych zapożyczeń. System zamienił te litery na ich odpowiedniki w alfabecie łacińskim a fragmenty, w których występują, zostały poprawnie sprawdzone. Prosimy o dokonanie szczególnie wnikliwej analizy tych fragmentów raportu.

Liczba wyróżnionych wyrazów 40

>>

Najdłuższe fragmenty zidentyfikowane jako podobne

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесінде сорғыны орнатудың автоматтандырылған электр жетегін таңдау қарастырылатын болады.

Жалпы аталған дипломдық жұмыс төрт үлкен бөлімнен тұрады және олар біріншісі - насос қондырғыларының автоматтандырылған электржетегі, екінші-жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің қалыптасқан жұмыс режимдері, үшінші-жиіліктік реттелетін ортадан тепкіш насос жүйесін модельдеу және соңғы бөлім еңбекті қорғау бөлімі.

Насос қондырғыларының автоматтандырылған электр жетегі бөлімінде жылу электр орталықтарындағы насос қондырғыларына жалпы түсініктеме келтірілді және насос қондырғыларының өнімділігін электр жетектерімен басқару арқылы реттеу әдісі келтірілді.

Екінші бөлімде, яғни жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің қалыптасқан жұмыс режимдеріне жалпы мағлұматтар, сонымен қатар, жиіліктік әдіс арқылы асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу және осы қозғалтқыштың өзіндік, жасанды сипаттамаларын есептеу, салу қарастырылды.

Үшінші бөлімде центрдан тепкіш сорғының есептеулері жүргізіліп, моделі құрастырылды.

Еңбекті қорғау бөлімінде еңбек қорғау бойынша ұйымдастыру шаралары, өндірістік қауіптер және сақтану шаралары, табиға және жасанды жарықтандыру мәселелері көрсетілді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается выбор автоматизированного электропривода установки насоса в системе горячего водоснабжения.

В данном дипломном проекте представлены два основных раздела: - автоматизированный электропривод насосных установок,-вторичный преобразователь частоты-установившийся режим работы асинхронного двигателя,-третий-моделирование системы центробежного насоса с частотным регулированием и конечная часть-отдел охраны труда.

В разделе автоматизированного электропривода насосных установок приведены общие сведения о насосных установках в тепловых электрических центрах и приведены методы регулирования производительности насосных установок с помощью управления электроприводами.

Во втором разделе рассмотрены общие сведения о установившихся режимах работы системы частотного преобразователя-асинхронного двигателя, а также расчет и построение собственных, искусственных характеристик асинхронного двигателя частотным методом.

В третьей части были проведены расчеты центробежного насоса, составлена модель.

В отделе охраны труда освещены организационные мероприятия по охране труда, производственные риски и меры предосторожности,естественное и искусственное освещение.

ANNOTATION

In this thesis we consider the choice of an automated electric installation of the pump in the hot water system.

This diploma project presents two main sections: - automated electric drive of pumping units,-secondary frequency Converter-the steady-state operation of the induction motor,-the third-modeling of the centrifugal pump system with frequency control and the final part-the Department of labor protection.

In section automated electric pumping systems overview pumping systems in thermal power centers and the methods of capacity control of the pump units with electric drive control.

The second section describes the General information about the steady-state modes of operation of the frequency Converter-asynchronous motor, as well as the calculation and construction of their own, artificial characteristics of the asynchronous motor frequency method.

In the third part calculations of the centrifugal pump were carried out, a model was made.

The Department of labor protection covers organizational measures for labor protection, production risks and precautions, natural and artificial lighting.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

1 НАСОС ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТРЖЕТЕГІ

1.1 Насостар және насос қондырғылары	11
1.2 Насос тірегіндегі қуат	14
1.3 Буландырғыш сынапты қондырғыны автоматтандыру	15
1.4 Насосты қондырғылардың өнімділігін реттеу әдістері	17
1.5 Насостардың өнімділігін жиіліктік реттелетін жетек арқылы басқару	23

2 ЖИІЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШ-АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ ЖҮЙЕ- СІНІҢ ҚАЛЫПТАСҚАН ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІ

2.1 Жалпы мағлұматтар	27
2.2 Электржетегінің қалыптасқан жұмыс режимдерін зерттеу	29
2.3 Жиіліктік әдісі арқылы асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу	31
2.4 Электржетегінің негізгі элементтерін таңдау	35
2.5 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың өзіндік және жасанды сипатамаларын есептеу және салу	39
2.6 Жиіліктік реттелетін асинхронды электржетегінің энергетикалық көрсеткіштері	46

3 ЖИІЛІКТІК РЕТТЕЛЕТІН ЭЛЕКТРЖЕТЕГІ – ОРТАДАН ТЕПКІШ НАСОС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ

3.1 Жүйені математикалық сипаттау	53
3.2 Қолданылатын автоматизация құралдарына сараптама	56
3.3 Жүйелік жиіліктің математикалық сипаттамасы – реттелетін асинхронды электр жетегі - орталықтан тепкіш сорғы	56
3.4 Центрден тепкіш сорғының математикалық моделі	59
3.5 MATLAB ортасы туралы жалпы түсініктер	60

4 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ

4.1 Еңбекті қорғау бойынша ұйымдастыру шаралары	70
4.2 Өндірістік қауіптер мен зияндылықтарды талдау	70
4.3 Сақтау шараларын қалыптастыру	71
4.4 Табиғи және жасанды жарықты ұйымдастыру	75

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

ОЖЖЖ	– Орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйелері
ЖЭО	– Жылу электр орталығы
КНС	– Канализационды насосты станциялар
ПӘК	– Пайдалы әсер коэффициенті
ЭҚК	– Электр қозғаушы күші
ЭББ	– Энергетикалық басқару бөлігі
ЭМТ	– Электромеханикалық түрлендіргіш
АББ	– Ақпараттық басқару бөлігі
Р	– Ротор
ТМ	– Тасмалдау механизмі
ОМ	– Орындаушы механизм
АҚ	– Асинхронды қозғалтқыштар
АРЖ	– Автоматтық реттеу жүйесінің
ЖТ	– Жиілік түрлендіргішін
ШИМ	– Жолақты импульсті модуляцияланатын
ТБЖТ	– Тікелей байланысты жиілік түрлендіргіш
ЖТ-АҚ	– Жиілік түрлендіргішті-асинхронды қозғалтқыш
ЭЕМ	– Электронды есептеу машинасы

КІРІСПЕ

Автоматтандыру дегеніміз – комплексті әдістерді қолдана отырып, адам қатынасынсыз, бірақ оның бақылауымен өтетін процесті айтамыз. Өндірістік процестерді автоматтандыру өнім сапасының жақсаруына, машинаның сенімділігін және ғұмырлығын жоғарлатуына, еңбек шарттарының және қауіпсіздік техникасын жақсы қадағалауға көп ықпалын тигізеді.

Су және энергетикалық ресурстарды ұтымды пайдалану, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау, су және жылумен жабдықтау жүйелерін дамыту бағытын анықтады. Қолданыстағы сумен жабдықтау жүйелерін жобалау және қайта құру кезінде тұйық циклдар негізінде суды тиімді пайдалану жүйесін жасау көзделуде. Сумен жабдықтау жүйелерінің негізгі энергетикалық компоненттері әр түрлі сұйық орталардың қозғалысын қамтамасыз ететін сорғы станциялары болып табылады.

Дипломдық жобаның мақсаты ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесінің сорғыны орнатудың автоматтандырылған электр жетегін жобалау болып табылады. сорғы станциясы ыстық су (жылу нүктесі).

Отын-энергетикалық ресурстарды айтарлықтай үнемдеу қалалар мен басқа елді мекендердегі тұрғын, өнеркәсіптік және қоғамдық ғимараттарға жылумен жабдықтауды орталықтандыру арқылы қол жеткізіледі. Жылыту және технологиялық қажеттіліктерге арналған ыстық сумен және бумен өндірудің ұтымды шоғырлануы және орталықтандырылуы, пайдасыз кішігірім қазандарды біртіндеп жою, ЖЭО зауыты мен ірі аудандық қазандықтарды салу орталықтандырылған жылумен жабдықтауды дамытудың негізгі жолдары болып табылады. Бұл даму тұрмыстық және өнеркәсіптік салаларда әртүрлі тұтынушылар үшін көптеген жылу пункттері бар кеңейтілген және кең таралған жылу желілерінің құрылысына байланысты.

Жылыту жүйесінің мақсаты тұтынушыларды керекті мөлшерде бу мен ыстық су түрінде қажетті параметрлермен қамтамасыз ету болып табылады.

Орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйелерінде (ОЖЖЖ) мынадай технологиялық үрдістер жүргізіледі: жылуды өндіру, жеткізу және салқындатқышты пайдалану.

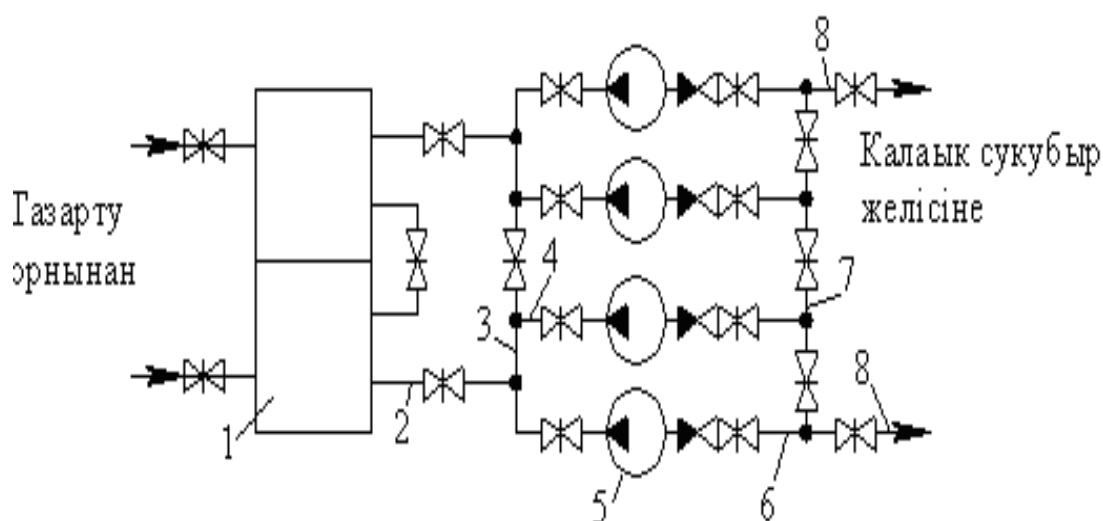
Жылуды өндіру және жеткізу жылу көздері - ЖЭО және қалалық немесе өнеркәсіптік қазандықтардың жылыту қондырғыларында жүзеге асырылады. Органикалық немесе ядролық отынды пайдаланатын жылу көздерінде. Жылу көздерінің негізгі мақсаты жылу желілерін жылумен қамтамасыз етудің экономикалық режимдерін қамтамасыз ету, олардың бөліктерін сенімді, үзіліссіз және үнемді пайдалану болып табылады.

Электр энергиясының қымбаттауына байланысты насосты қондырғылардың өнімділігін реттелмелі электржетегі арқылы басқару әдісі, яғни осы жобаның тақырыбына қарастырылған мәселелер маңызды болып табылады.

1 НАСОС ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТРЖЕТЕГІ

1.1 Насостар және насос қондырғылары

Сұйықты қысыммен айдайтын гидравликалық машина насос деп аталады. Электржетек және беріліс механизмдері насос агрегатын құрайды. Насостың жұмыс істеуіне қажетті режимді қамтамасыз ететін және бір немесе бірнеше насос агрегатынан тұратын басқару және қорғау аппаратулары насос қондырғысын құрайды. Құрамына бір немесе бірнеше насос қондырғылары кіретін орын насосты станция деп аталады

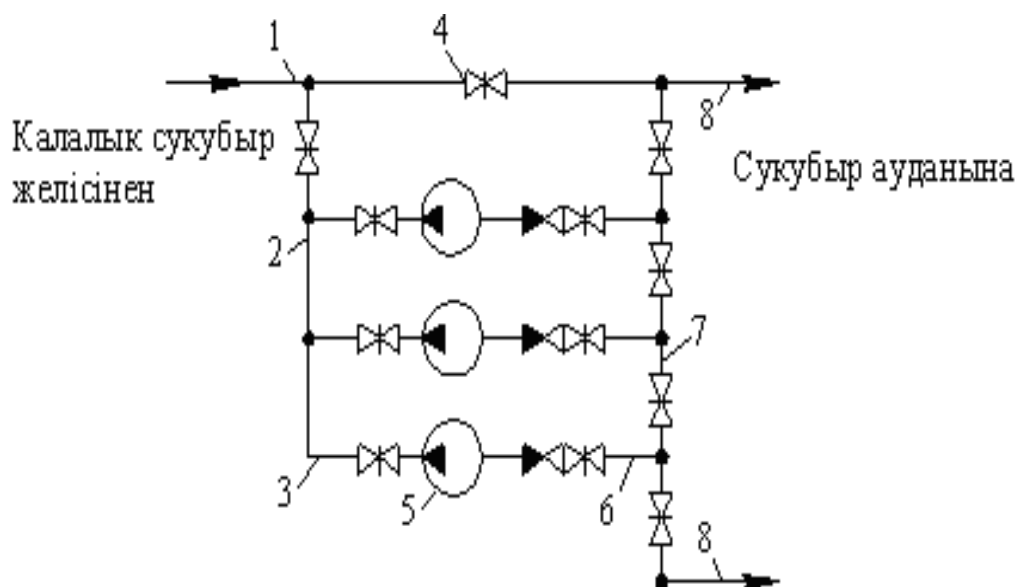


1— таза судың секционды резервуары; 2— сорғыш суқұбыры; 3— сорғыш коллектор; 4— насостың сорғыш сызығы; 5— насос; 6— насостың қысым сызығы; 7— қысым коллекторы; 8— қысымдық суқұбыры.

1.1 Сурет – II көтерілімдегі насостық станция сұлбасы

Насосты қондырғылардың жұмыс режимін сипаттайтын негізгі параметрлері қысым және беріліс болып табылады. Қысым дегеніміз – сұйықты берілген биіктікке жіберетін параметрді айтады. Беріліс дегеніміз – уақыт бірлігінде насос қондырғысында шайқалатын сұйықтық көлемі. Насостар, вентиляторлар конструкциялары өндіріс орындарында, электрстанцияларда және шахталарда кеңінен қолданыс тапқан механизмдер болып табылады.

Насосты қондырғылардың жұмыс режимі деп қондырғылардың өзгеру шартына сәйкес жалпы жұмыс жүйесін айтады. Жұмыс істеу бағытына қарай олар суқұбырлы, канализационды, мелиоративті және мұнайайдаушы болып бөлінеді. I көтерілімдегі насостық станция суды өзеннен, көлден алып, оны тазарту орнына айдайды



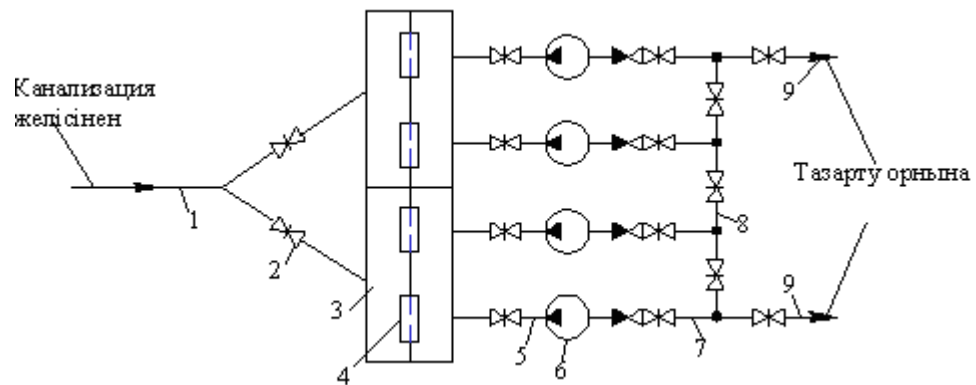
1-сорғыш магистраль; 2-сорғыш коллектор; 3– насостың сорғыш сызығы; 4- айналдырылған қөозғағыш; 5-насос; 6- насостың қысым сызығы; 7-қысым коллекторы; 8-қысымдық суқұбыры.

1.2 Сурет – Шайқалу насосық станцияның сұлбасы

Келтірілген суреттегі II көтерімдегі насосық станция суды таза су резервуарынан алып, тарату жүйесіне береді 1.1 - суретте көрсетілгендей суды берілген биіктікке көтеру үшін қысым жеткіліксіз болғанда көтергіш насосық станциялар құрылады. Бұл станциялардың насосы қондырғылары суды бір учаскеден алып, оны басқа учаске желісіне беру үшін қысымды көбейтеді. Сонымен қатар сұйықтық функцияларын реттеуді орындау үшін суды жинау аралық резервуарлар көмегімен іске асады. Жоғарыда 1.2 - суретте көрсетілгендей соңғы жағдайда қондырғы «құбырдан құбырға» сұлбасы бойынша жұмыс істейді.

Канализационды насосы станциялар КНС тұрып қалған суды тазарту орнына жіберу үшін арналған. Жалпы сұлбадағы орнына байланысты КНС тұрғылықты, аудандық және орталық болып бөлінеді. КНС лас суды айдау үшін арналған. Томенде 1.3 - суретте канализациялы насосы станцияның сұлбасы келтірілген. Су желісіне КНС қабылдағыш резервуарынан канализация арқылы жүретін ірі заттарды майдалайтын ұнтақтағыш қондырғы бар. Әрі қарай суды насоспен тазарту орнына қарай жібереді. Насосы станциялар бір немесе бірнеше агрегаттардан құралады.

Электр таратқыш жүйені зерттеу барысында осы механизмдер бірнеше сипаттамалық топқа бөлінеді. Бірінші топқа кеңінен тараған насос, вентилятор және компрессорларды жатқызуға болады. Олардың тіректегі статикалық қуаты жылдамдықтың кубына пропорционалды өзгереді. Екінші топқа поршенді типтегі насостар жатады. Олардың тіректегі қуаты синусоидалық заңмен өзгереді.



1- самотечті коллектор; 2- щитовой затвор; 3-кабылдағыш резервуар; 4-айыры бар механикалық тор; 5-насосың сорғыш сызығы; 6-насос; 7-насосың қысым сызығы; 8-қысымдық коллектор; 9-қысымдық сукұбыры.

1.3 Сурет – Канализациялық насосы станция

Бірлік қозғалыстағы поршенді насостарда тарату поршеннің алға қарай қозғалуы кезінде ғана іске асады, ал кері жүріс кезінде тарату болмайды. Екілік қозалыстағы механизмдерде тарату поршеннің екі жақа жүру кезінде іске асады. Үштік және төрттік қозғалыстағы механизмдерді қолдану кезінде $P_2 = f(\varphi)$ графигінің толуы жоғарлайды, яғни олар түзу емес деңгеймен сипатталады.

Насостар, вентиляторлар және компрессорлар орналасқан көптеген өндіріс орындарында олардың өнімділігін реттеу қажет. Бұл жағдай агрегаттар, цехтер және заводтардың жеке комплексті автоматтандырылуына байланысты ерекше орын алады. Суды, ауаны немесе технологиялық өнімдерді қолдану бірнеше рет өзгергенде, өнімділікті терең периодты реттеу қажет етіледі. Ал кейде судың, ауаның параметрлерінің ауытқуы кезінде маңызды емес, бірақ тұрақты реттеліп отырылуы керек.

Насостар, вентиляторлар конструкциялары өндіріс орындарында, электрстанцияларда және шахталарда кеңінен қолданыс тапқан мехнизмдер болып табылады.

Электр таратқыш жүйені зерттеу барысында осы механизмдер бірнеше сипаттамалық топқа бөлінеді. Бірінші топқа кеңінен тараған насос, вентилятор және компрессорларды жатқызуға болады. Олардың тіректегі статикалық қуаты жылдамдықтың кубына пропорционалды өзгереді. Екінші топқа поршенді типтегі насостар жатады. Олардың тіректегі қуаты синусоидалық заңмен өзгереді.

Бірлік қозғалыстағы поршенді насостарда тарату поршеннің алға қарай қозғалуы кезінде ғана іске асады, ал кері жүріс кезінде тарату болмайды (6-1,б-сурет). Екілік қозалыстағы механизмдерде тарату поршеннің екі жақа жүру кезінде іске асады. Үштік және төрттік қозғалыстағы механизмдерді қолдану

кезінде $P=f(x)$ графигінің толуы жоғарлайды, яғни олар түзу емес деңгеймен сипатталады.

Насостар, вентиляторлар және компрессорлар орналасқан көптеген өндіріс орындарында олардың өнімділігін реттеу қажет. Бұл жағдай агрегаттар, цехтер және заводтардың жеке комплексті автоматтандырылуына байланысты ерекше орын алады. Суды, ауаны немесе технологиялық өнімдерді қолдану бірнеше рет өзгергенде, өнімділікті терең периодты реттеу қажет етіледі. Ал кейде судың, ауаның параметрлерінің ауытқуы кезінде маңызды емес, бірақ тұрақты реттеліп отырылуы керек.

Өнімділіктің периодты өзгеруіне тұрақты емес су ағыны бар шахтаның су құйғыш құрылғысын мысал ретінде келтіруге болады. Насостардың өнімділігін тұрақты реттеу химиялық өндіріс орындарында қолданылады, сонымен қатар электрлік станцияларда да көп қолданыс тапты, мұнда вентиляторлардың және бусорғыштардың өнімділігі кательді агрегаттың топливасының сапасы мен және құрамымен анықталады.

Өнімділікті айналу механизмінің жылдамдығын реттеу арқылы өзгертуге болады. Өнімділікті реттеуді сонымен қатар магистральдың қиылысын азайту арқылы кедергіні өзгерту жолымен орындауға болады.

Өнімділіктің периодты өзгеруіне тұрақты емес су ағыны бар шахтаның су құйғыш құрылғысын мысал ретінде келтіруге болады. Насостардың өнімділігін тұрақты реттеу химиялық өндіріс орындарында қолданылады, сонымен қатар электрлік станцияларда да көп қолданыс тапты, мұнда вентиляторлардың және бусорғыштардың өнімділігі кательді агрегаттың топливасының сапасы мен және құрамымен анықталады.

Өнімділікті айналу механизмінің жылдамдығын реттеу арқылы өзгертуге болады. Өнімділікті реттеуді сонымен қатар магистральдың қиылысын азайту арқылы кедергіні өзгерту жолымен орындауға болады.

1.2 Насос тірегіндегі қуат

Берілген негізіне байланысты вентилятор немесе насос өнімділігі үшін, қозғалтқыштың қуатын таңдау орындалуына сәйкес тіректегі қуат анықталады.

Центрге жүгіру насосының тіректегі қуаты былай анықталады:

$$P = \frac{\gamma_1 Q (H_c + \Delta H) \cdot 10^3}{\eta_H \eta_n}, \text{ кВт} \quad (1.1)$$

$$\text{мұндағы } H_c = H_r + \frac{P_2 + P_1}{\gamma_1};$$

Q – насос өнімділігі, м³/сек;

H_r – сіңу биіктігінің суммасына тең, геодезиялық қысымның биіктігі, м;

H_c – суммалық қысым, м;

P_2 – сұйықтық ағатын резервуардағы қысым, н/ м²;

P_1 – сұйықтық шығатын резервуардағы қысым, н/ м²;

ΔH – магистральдағы қысым шығыны, м; ол трубалардың қиылысуына өңдеу сапасына байланысты;

γ_1 – шайқалатын сұйықтықтың шектік салмағы, н/ м²;

η_H, η_{II} –насос және таратқыш ПӘК.

Насостардың тіректегі қуаты және айналу жылдамдығының арасында $P = c\omega$ және сонымен қатар $M = c\omega$ тәуелділігі бар. Жылдамдықтың практикалық деңгейі 2,5-6 аралығында өзгереді, электрөткізгішті таңдау кезінде міндетті түрде ескеру керек. Көрсетілген ауытқулар статикалық қысымы бар насостар үшін анықталады. Насостардың электржетегін таңдау қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеу кезінде тіректегі күш тез өзгеріп отыратынын ескерте кеткен жөн.

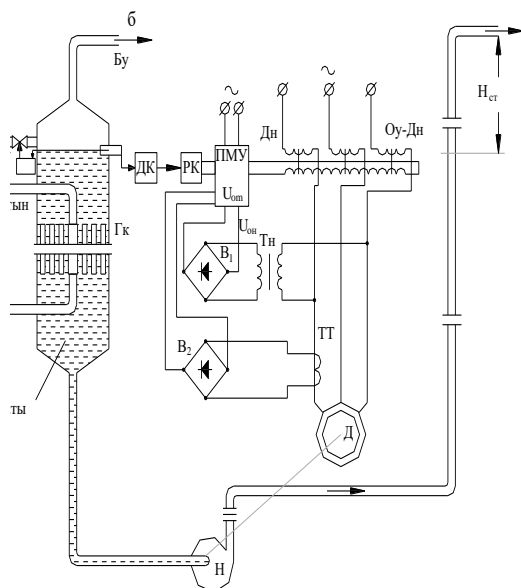
Механизмдердің өнімділігіне Q өңделетін қысым H тәуелділігі насостардың негізгі сипаттамасы болып келеді.

1.3 Буландырғыш сынапты қондырғыны автоматтандыру

Өнімділікті тұрақты реттеуді қажет ететін және технологиялық өнімділіктің параметрлерінің өзгеруімен анықталатын көп қондырғыларды атап кетуге болады. Көбінесе мұндай қондырғылар химия өндіріс орындарында көп кездеседі, мысалы, қышқыл және сынапты өндіру кезінде. Параметрлерді реттеу шығарылып жатқан өнімнің сапасына байланысты. Тұйықталған автоматты реттеу жүйесіне буландырғыш сынапты насос қондырғысының автоматтандырылған электржетегін мысал ретінде келтіруге болады.

Буландырғыш аппарат суды буландыру жолымен сынап растворуының концентрациясын көбейтуге арналған. Раствор құбыры арқылы реттеу қозғалысы 3-дан өтіп жылыту камерасымен буландырғыш аппаратына түседі. ГК құбырында орналасқан сынап қайнау температурасына дейін қызып, одан бөлінген бу б құбыры арқылы шығарылады. Қайнау нәтижесінде сынап концентрациясы көтеріледі, және жоғары концентрациялы раствор ортаға тепкіш насосымен H аппаратта шайқалады. Сынапты раствордың берілісі аппараттағы сынап деңгейін тұрақты ұстап тұратын деңгей датчигімен у байланысып тұратын 3 қозғалтқышымен реттеледі.

Келтіру қозғалтқышының жылдамдық өзгерісін сынап концентрациясын көбейткен кезде қозғалтқыш жылдамдығы көбейеді, ал төмендеткенде азаюымен іске асады. Концентрация тербелісі бірнеше технологиялық факторлармен түсіндіріледі: аппаратқа түсетін сынап концентрациясының өзгеруімен, булану белсенділігімен және т.б.



1.4 Сурет – Буландырғыш сынапты қондырғының автоматтандырылған сұлбасы

Насостың келтіру қозғалтқышының жылдамдық диапазонының реттелуін анықтау үшін насос сипаттамаларын келтіруге болады. Осындай графиктер негізінде қозғалтқыш білігіндегі кедергі моментінің сипаттамасын құруға болады

$$M = \frac{P}{\omega} = \gamma \frac{QH}{\eta\omega} \quad (1.2)$$

мұндағы M – қозғалтқыш білігіндегі момент, $н \cdot м$;

P – қозғалтқыш қуаты, $вт$;

H – насоспен өңделетін қысым, $м$;

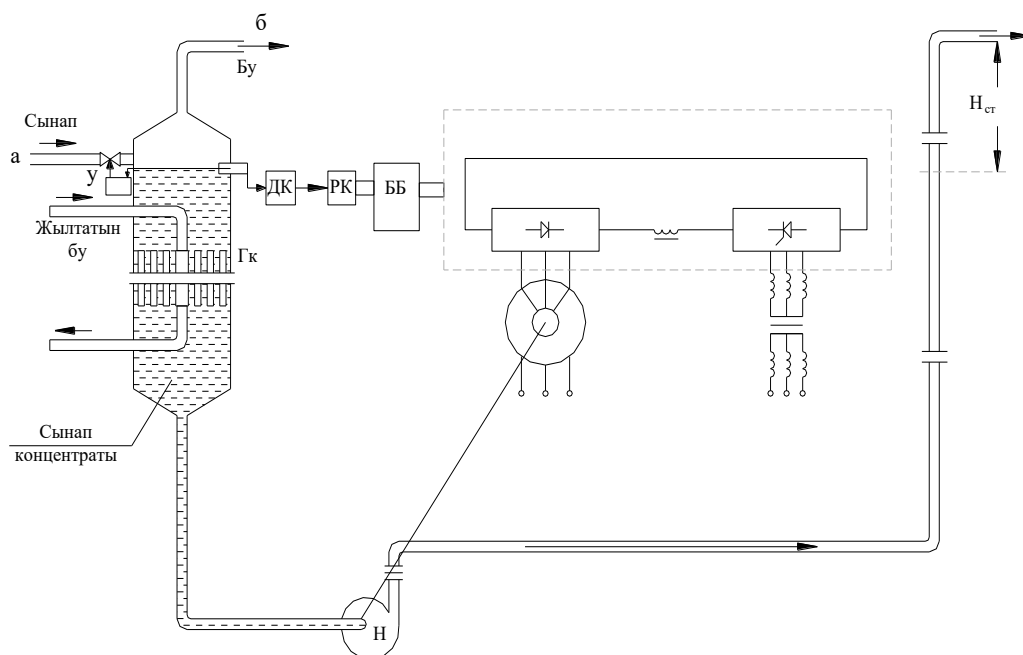
Q – насос өнімділігі, $м^3 / сек$;

ω – қозғалтқыш және насостың жұмыстық деңгейінің айналу жылдамдығы, $рад/сек$;

η – насос ПӘК-і;

γ – шайқалатын сұйықтың шектік мәні, $н / м^3$.

Жылдамдықты реттеу диапазоны буландырғыш аппаратының өнімділігін өзгертумен анықталады $Q_{мин} - Q_{макс}$. Раствордың концентрациясы азайғанда аппаратта ПМУ кірісіне концентрация датчигінен ДК-дан келіп түсетін сигнал азаяды. Бұл қозғалтқыштың айналу жылдамдығының төмендеуіне, сонымен қатар насос өнімділігінің азаюына әкеліп соғады. Берілген мәннен концентрацияның көбейіп кетуі концентрация реттегішінен РК келетін сигнал көбейеді.



1.5 Сурет – АВК сұлбасымен ауыстырылған буландырғыш сынапты қондырғының автоматтандырылған сұлбасы.

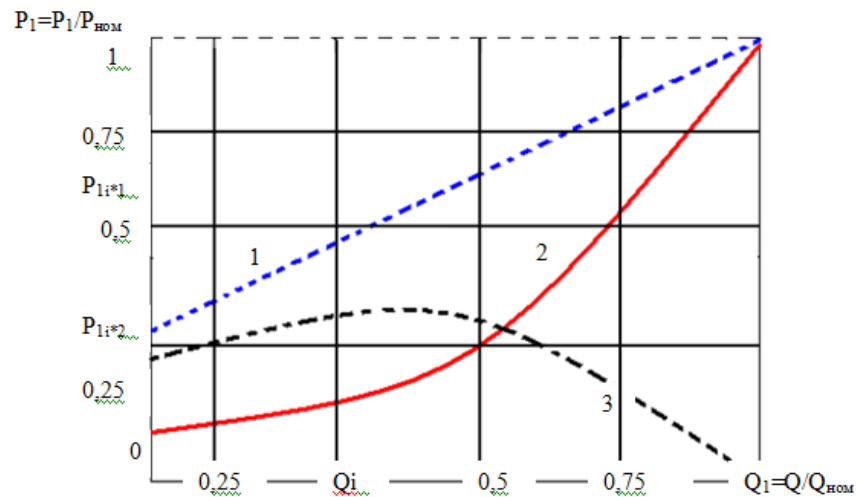
1.4 Насосты қондырғылардың өнімділігін реттеу әдістері

Сорғы-құбыр жүйесінің сипаттамаларына жобалық және технологиялық әсерлері мыналарды қамтуы тиіс:

- техникалық тапсырмаға сәйкес құбырдың геометриялық және технологиялық параметрлерін таңдау;
- сорғының параметрлерін таңдау;
- оның сипаттамаларын өзгерту үшін сорғы доңғалағын бұру;
- сорғы доңғалағын бірдей мақсатта ауыстыру.

Бұл барлық жұмыстар жобалық кезеңде жүзеге асырылады, құбырды орнату және пайдалануға беру, оларды газ құбырының күнделікті жұмысы кезінде оператор пайдалана алмайды, сондықтан оларды одан әрі қарастырмаймыз.

1.6-суретте сорғы арқылы тұтынылатын P электр қуатының реттелмейтін жетекті және суды беруден (бөлшектеуден) реттелетін жетегін қолданған кездегі P_H тәуелділігі көрсетілген. Графикалық айырмашылықпен анықталған ΔP қисық сипаттамасы - реттелетін жетек орнату кезінде пайдаланған қуат. Тұрақты H_C * статикалық арынына байланысты, қуат үнемдеуге орнатылған қозғалтқыштың қуатының 30% -на дейін жетуі мүмкін.



1 – басқарылмайтын насос пайдаланатын қуат; 2 – басқарылатын насос пайдаланатын қуат; 3 – басқарылатын жетекті қолданған кездегі үнемделген қуат.

1.6 Сурет – Насос пайдаланатын қуаттың басқару әдісіне тәуелділігі

Насостардың өнімділігін басқаруға қолданылатын электрқозғалтқыштар екі негізгі топқа бөлінеді: тұрақты және айнымалы тоқты.

Насосты қондырғыларда айнымалы тоқты қозғалтқыштар қолданылады.

Тұрақты ток электрқозғалтқышының айналу жиілігін реттеу. Тұрақты ток электрқозғалтқышының паралельді, тізбектей және аралас қоздырулы түрлері бар. Насосты қондырғыларда айналу жиілігі келесі формуламен анықталатын паралельді қоздырулы электрқозғалтқыштар қолданылады:

$$n = \frac{U - I_a \sum R_a}{C\Phi}, \quad (1.3)$$

мұндағы U – қозғалтқышқа берілетін кернеу;

I_a – якорь тогы;

Φ – қоздыру тогына пропорционалды электрқозғалтқыштың магнит ағыны;

$\sum R_a$ – якорьдің суммалық кедергісі;

C – пропорционалдылық коэффициенті.

Жоғарыдағы (1.3) теңдігіне байланысты электрқозғалтқыштың айналу жиілігін реттеудің үш әдісі бар: электрқозғалтқышқа берілетін кернеуді өзгерту арқылы, якорьге қосымша кедергі енгізу арқылы, электрқозғалтқыштың магнит ағынын өзгерту арқылы.

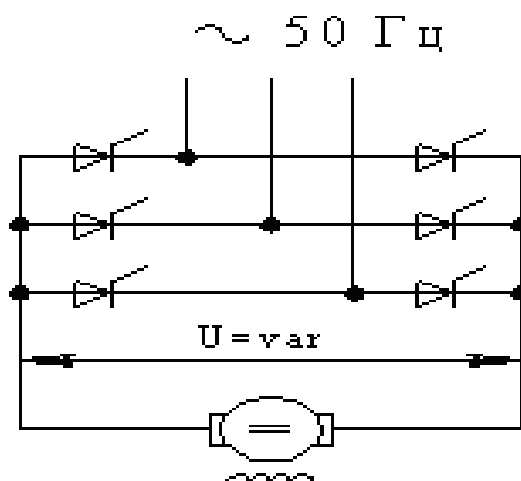
Якорьге қосымша кедергі енгізу арқылы реттеу аз қолданылады, өйткені шыын көп болады. Қосымша кедергіде қуат жоғалады:

$$P_a = I_a R_d, \quad (1.4)$$

мұндағы I_a – якорь тогы, A ;

R_d – қосымша кедергі, Om .

Қазіргі заманғы тұрақты ток электржетегінің паралельді қоздырулы электрқозғалтқышының тұрақты токпен қоректенуі басқарылатын жартылай өткізгішті түзеткіштермен жүзеге асады 1.7-сурет. Бұл түзеткіштер сенімді және аз шығынды ($\eta = 0,9 \div 0,95$). Тұрақты ток электрқозғалтқышының құрылымында коллектор және электржетектің таралуын қиындататын щеткалық аппарат бар, сондықтан тұрақты ток электржетектері насосты қондырғыларда кең қолданыс тапқан жоқ. Сонда да шетелде мұндай қозғалтқыштар жеке жағдайлар үшін насосты агрегаттарда қуатын 600-800 кВт дейін көбейтіп қолданады.



1.7 Сурет – Реттелетін тұрақты ток электржетегінің сұлбасы

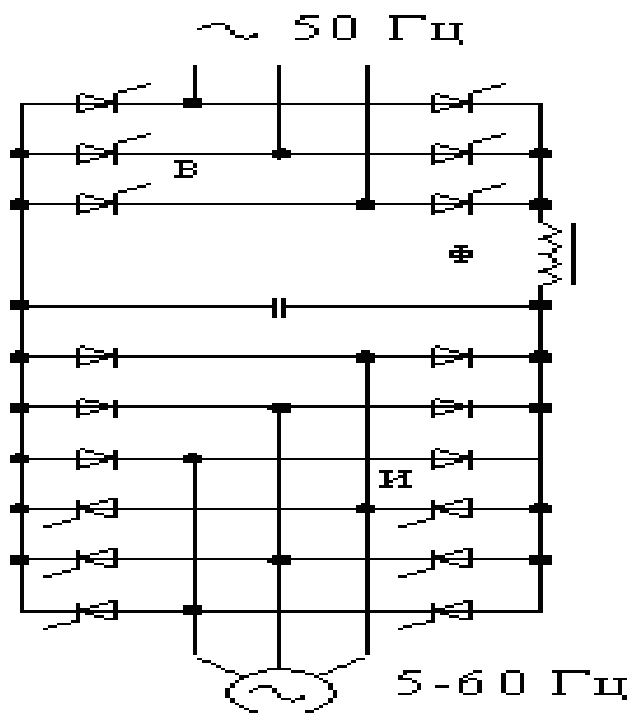
Отандық және шетелдік практикада реттелетін айналмалы ток электржетегі көп қолданыс тапты. Айнымалы ток электрқозғалтқышының айналу жиілігі қоректенуші ток жиілігіне f , полюстердің жұп санына p және сырғанауға s байланысты болады. Бір немесе бірнеше параметрлерді өзгерте отырып, электрқозғалтқыштың, сонымен қатар насостың айналу жиілігін өзгертуге болады.

Жиіліктік реттелетін электржетек. Жиіліктік электржетектің негізгі элементі тиристорлы түрлендіргіш болып саналады. Бұл түрлендіргіште қоректенуші желідегі тұрақты жиілік f_1 айнымалы f_2 түрленеді. Түрлендіргіштің шығысына қосылған f_2 жиілікке пропорционалды электрқозғалтқыштың айналу жиілігі өзгереді.

Жиіліктік түрлендіргіштер екі негізгі түрге бөлінеді: аралық буыны бар тұрақты токты және непосредственной связью. Бірінші түрдегі жиілікті түрлендіргіштің сұлбасы 1.8 және 1.9 суретте келтірілген.

Түрлендіргіш түзеткіштен В, сүзгіштен Ф және инвертордан И тұрады. Өзгемейтін U_1 кернеу және f_1 жиілік параметрлері басқару жүйесі қажет ететін өзгерілетін U_2 және f_2 параметрлерне түрленеді.

Статикалық қысымсыз жұмыс істейтін насос үшін механикалық



1.8 Сурет – Инверторлық кернеуі бар жиіліктік электржетектің сұлбасы сипаттама келесі теңдікпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U_2}{f_2^2} = const \quad (1.5)$$

Статикалық қысыммен жұмыс істейтін насостар үшін:

$$\frac{U_1^{1+\frac{k}{2}}}{f_1} = \frac{U_2^{1+\frac{k}{2}}}{f_2} \quad (1.6)$$

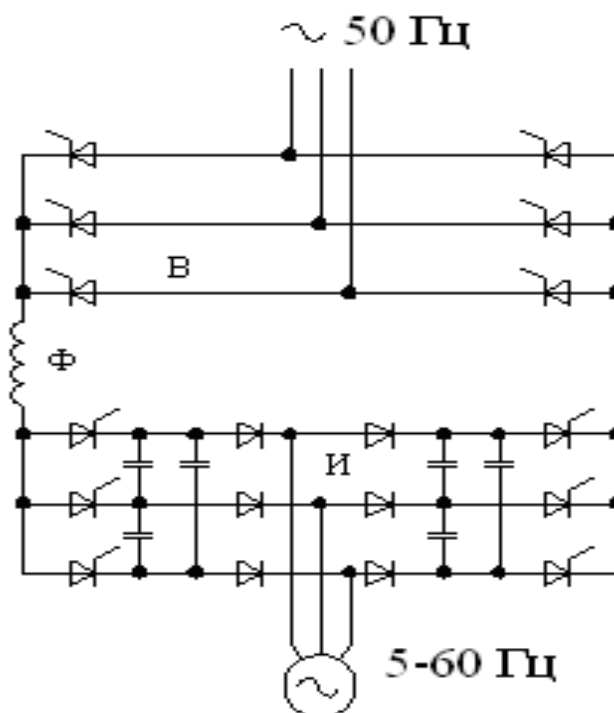
мұндағы k – насостың механикалық сипаттама теңдігінің көрсеткіш деңгейі.

Статордағы кернеуді өзгерту арқылы электрқозғалтқыштардың айналу жиілігін реттеу. Асинхронды электрқозғалтқыштардың айналу моменті электрқозғалтқышқа келетін кернеудің квадратына пропорционалды:

$$M_{ep} = KU^2 \quad (1.7)$$

Осы жағдай бойынша статор қысқыштарының кернеуінің өзгерісі электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасының формасының өзгерісіне

әкеледі. Кернеу өзгерген кезде максималдық сырғанау өзгермейді, сондықтан кернеудің кез-келген өзгерісі кезінде максималды момент сырғанаудың сол моментіне сәйкес келеді, Ол шамамен $0,1 \div 0,2$ тең. Қозғалтқыштың статорындағы кернеуді реттеу кернеудің тиристорлық реттегіші көмегімен іске асады.

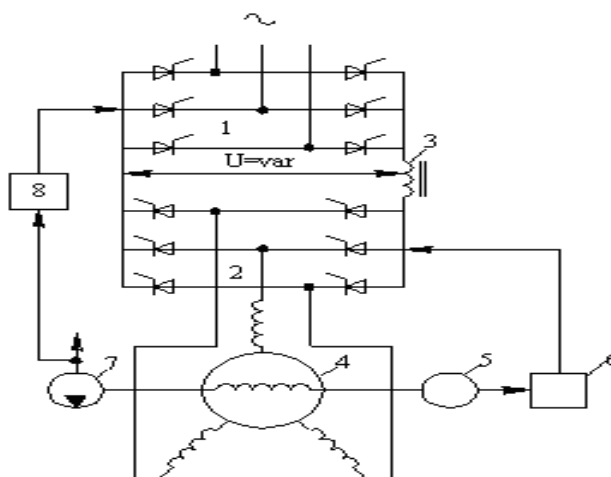


1.9 Сурет – Инверторлық тогы бар жиіліктік электржетектің сұлбасы

Вентильді электрқозғалтқыш базасында реттелетін айнымалы ток электржетегімен қатар электржетек жүйесі алғы орындарды алады. Қозғалыс принципі бойынша бұл жүйе тұрақты ток электрқозғалтқышына ұқсас болып келеді. Сондықтан вентильді электрқозғалтқышты коллекторсыз тұрақты ток электрқозғалтқышы деп те атайды.

Сонымен қатар электржетек құрамында жиіліктік түрлендіргіштердің болуы жиіліктік электржетектер тобына қосуға негізделеді..

Вентильді электрқозғалтқыш деп жиіліктік түрлендіргіштен, синхронды электрқозғалтқыштан және кеңістікте ротор күйін көрсететін құрылғыдан тұратын электромеханикалық жүйені айтады. Түрлендіргіш айқын көрсетілген тұрақты ток буынына орындалған және басқарылатын түзеткіштен, инвертордан тұрады. Инвертордың тиристорлық вентильдер түйісуі аз жиілік аймағында ротор күйінің датчигі арқылы іске асады, ал жиілік мәні 3-5Гц жоғары аймақтарда түйістіргіш жоғары өту ЭҚК бойынша орындалады. Түзетілген кернеу тербелісін тегістеу үшін тұрақты ток сымна тегістегіш дроссельдер қосылады. Вентильді электрқозғалтқыш электржетегінің құрылымдық сұлбасы 1.10 суретте келтірілген.

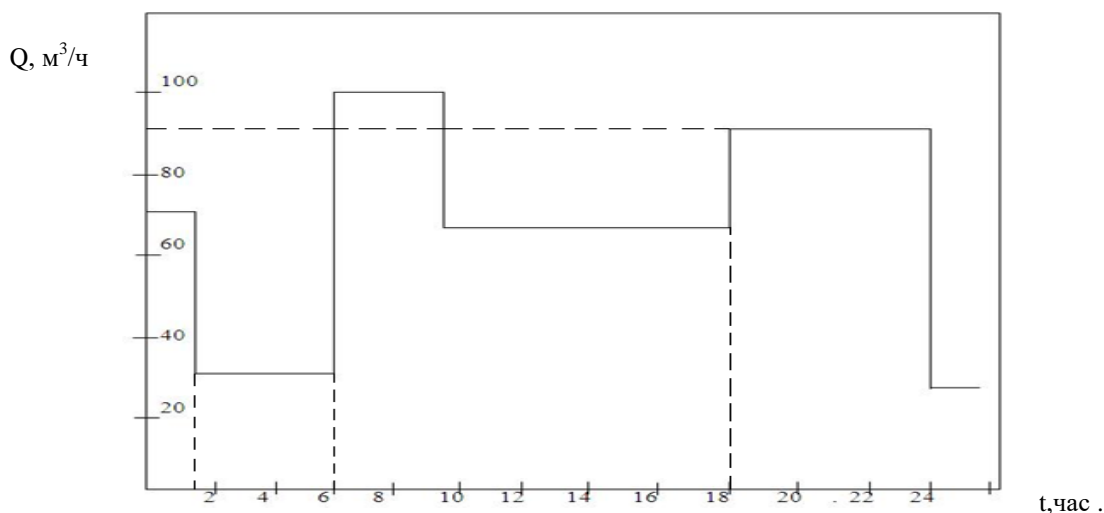


1-басқарылатын түзеткіш; 2-басқарылатын инвертор; 3-тегістегіш дроссель; 4-синхронды электрқозғалтқыш; 5-қозғалтқыштың ротор күйінің датчигі; 6-инвертордың импульсті-фазалық басқару жүйесі; 7-насос; 8-түзеткішпен басқару жүйесі

1.10 Сурет – Вентильді электрқозғалтқыштың сұлбасы

Вентильді электрқозғалтқыштың түрлендіргіштері екі модификациямен төменвольтті және жоғарывольтті түрлендіргіш бөлігінен дайындалады. Төменвольтті түрлендіргіш бөліктен тұратын жоғарывольтті (6-10кВ) электрқозғалтқыш 6-10кВ кернеуі бар қоректенуші желіге қосылатын төмендету трансформаторларымен құралады. Жоғары вольтті түрлендіргіш бөлігі бар жетектер құрамында көбейткіш және төмендеткіш трансформаторлары болмайды.

Суды тұтыну режимі, әдетте, күнделікті, апталық және т.б. суды тұтыну кестесі. 1.11 суретте шағын елді мекенде суды тұтынудың шамамен күнделікті кестесі көрсетілген.



1.11 Сурет – Шағын елді мекенде суды тұтынудың күнделікті кестесі

Суды тұтыну графигі біркелкілік коэффициенттермен сипатталады. Максимальді біркелкілік коэффициенті:

$$K_{\max} = Q_{\max} / Q_{\text{ср}}, \quad (1.1)$$

мұндағы Q_{\max} - максимальді су тұтыну;
 $Q_{\text{ср}}$ - су тұтынудың орта мәні.

Біркелкі еместіктің минимальді коэффициенті:

$$K_{\min} = Q_{\min} / Q_{\text{ср}}, \quad (1.2)$$

мұндағы Q_{\min} - минимальді су тұтыну.

Суды тұтынудың ауытқу диапазоны келесі қатынас бойынша сипатталады

$$\lambda = Q_{\min} / Q_{\max}, \quad (1.3)$$

ол максимальды және ең аз біркелкі емес коэффициенттер арқылы да көрсетілуі мүмкін

$$\lambda = K_{\min} / K_{\max} \quad (1.4)$$

Кез-келген сумен жабдықтау жүйесінде ағып кету және үстеме шығындар бар, олардың көпшілігі көптеген жағдайда 15-20% -ды құрайды. Демек, сорғы қондырғысын жеткізу, дәл осы мәнде суды көп тұтыну керек.

Тұрақты су тұтыну кезінде қондырғылар үнемі азықпен, қысыммен немесе қысыммен жұмыс істейді, олар өзара байланысты:

$$P_{\text{пол}} = H * Q * \gamma * g, \quad (1.5)$$

мұндағы H -арын, м; γ -
 Q -беріліс;
 g - еркін түсу үдеуі, м/с².

Суды тұтынудың артуымен ағынның көбеюі қажет. Бұл жағдайда құбырлардағы қысымның жоғарылауы артады.

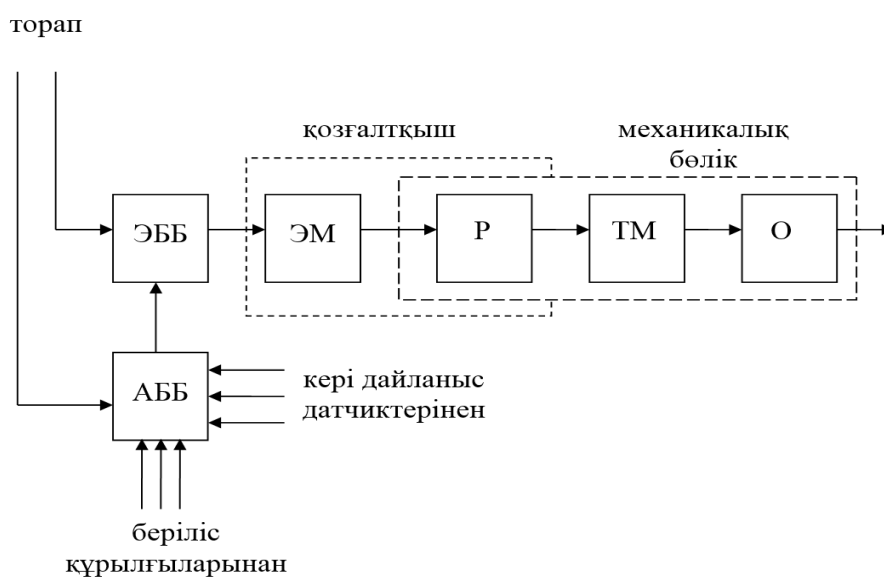
1.5 Насостардың өнімділігін жиіліктік реттелетін жетек арқылы басқару

Өндірілетін электр энергиясының 70 % айнымалы ток электр-жетектерімен тұтынылады.

Әртүлі жұмыс механизмдерінің электржетектегі ретінде қолданылатын айнымалы ток қозғалтқыштарының кеңінен таралуы салыстырмалы түрде олардың құрылысының қарапайымдылығымен, сенімділігімен және өзіндік құнының қымбат еместігімен түсіндіріледі.

Жұмыс механизмдерін қозғалысқа келтіретін және олардың технологиялық процесстерін басқаратын электромеханикалық құрылғы электржетегі деп аталады.

Электржетегі структуралық схемасы төменде 1.12 суретте көрсетілгендей біртұтас электрмеханикалық жүйе болып табылады.



ЭББ – энергетикалық басқару бөлігі; ЭМТ- электромеханикалық түрлендіргіш;
АББ - ақпараттық басқару бөлігі; Р-ротор; ТМ- тасмалдау механизмі; О- орындаушы механизм.

1.12 Сурет – Электржетегінің структуралық схемасы

Ток көзінен тұтынылатын электр энергиясы электрмеханикалық түрлендіргіш арқылы (ЭМТ) механикалық энергияға түрленеді. Механикалық энергия роторға (Р) беріледі, оның аздаған бөлігі кинетикалық энергия қорын көбейтуге және қозғалмалы бөліктегі механикалық шығындарға жұмасады. Механикалық энергияның қалған бөлігі тасымалдаушы механизм (ТМ) арқылы орындаушы механизмге (ОМ) ары қарай жұмыс органына беріледі.

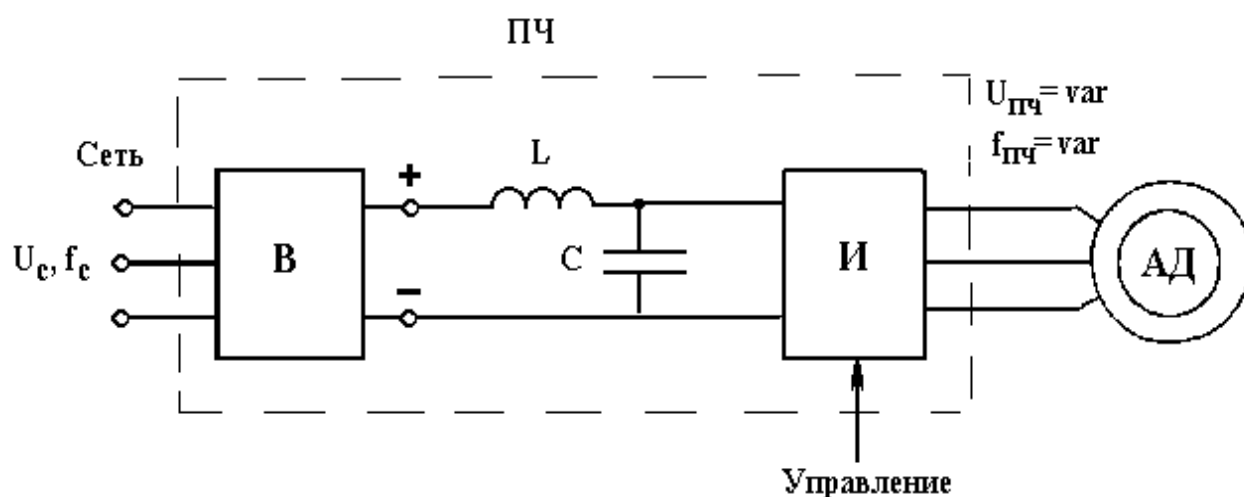
Қазіргі заманғы электржетектеріндегі энергетикалық басқару бөлігі (ЭББ) электр энергиясының басқарылмалы түрлендіргіші болып табылады, ол электржетегінің талаптарына сай кернеуді амплитудасы, жиілік бойынша немесе тоқты түрлендіргіш.

Ақпараттық басқару бөлігі (АББ) қажетті жұмыс режиміне, жүйенің қасиеттеріне және технологиялық процесстердің орындалуына негізделген ақпараттар нәтижесінде энергияның түрлену процессін басқарады.

Қуатты жартылай өткізгіштік және микропроцессорлық техниканың дамуымен байланысты жүктеме түріне толық сәйкес келетін, қажетті параметрлермен қаматамасыз ететін электржетектерін жиілік арқылы реттеуге мүмкіндік беретін құрылғыларды жасау мүмкіншілігі пайда болды.

Бұл өз кезегінде технологиялық жүйелер мен электр желілерінде күрделі өтпелі процесстерсіз кез-келген процессті нақты әрә тиімді реттеуге мүмкіндік берді.

Жиіліктік реттелетін электржетегінің ұрамды элементтері олардың аранлуы мен жұмыс жасау принципі 1.13 суретте көрсетілген.



1.13 Сурет – Жиіліктік реттелетін электржетегінің құрамды элементтері

Ток көзінен тұтынылатын өндірістік жиіліктегі ($\sim U, = f$) айнымалы ток кернеуі түзеткіштің (В) кірісіне беріледі.

Түзетілген кернеудің пульсациясын тегістеу үшін түзеткіштің шығысына L-C элементтерден құралатын филтр орналастырылған.

Түзетіліп тегістелген кернеу ($= U$) басқарылатын ток инверторының (И) кірісіне беріледі.

Инвертор шығысында электржетегінеқойлған талапқа қажетті амплитудасы, жиілігі және фазасы бойынша өзгермелі айнымалы ток кернеуі қалыптасады.

Реттеуді қажет ететін технологиялық жүйе параметрі датчиктер арқылы өлшеніп басқару блогына беріледі.

Жиіліктік реттелетін электржетегін өндірістің әртүлі салаларына енгізу:

- 1) құрылғы мен жүйенің жұмыс жасау сенімділігін арттырады;
- 2) Өндірілетін өнім сапасының жақсаруына ықпал етеді;
- 3) Өндірісті толығымен автоматтандыруға мүмкіндік береді;
- 4) Ресурстар мен ток көзінен тұтынылатын энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді.

Өндіріске енгізілген реттелмелі электрожетектеріне жасалған шолулар көрсетіп отырғандай, реттелмелі электржетегін халық шаруашылығының барлық салаларында жаппай енгізудің есебінен энергия үнемдеуде үлкен потенциалдық мүмкіндіктердің барын көрсетеді.

Жиіліктік реттелмелі электржетектерін қолдануды қажет ететін объектілер өндіріс пен өнеркәсіптің барлық салаларында кездеседі, солардың ішінде ең маңыздылары мыналар болып табылады:

- 1) қоректенуші сорғыштар (насосстар), тарту-үрлегіш механизмдер, тораптық сорғыштар (насосстар);
- 2) жылу тораптарының насосы станциялары;
- 3) қалалық коммуналдық шаруашылықтың ыстық және суық сумен қамтамасыздандыру жүйелерінің насосы қондырғылары;
- 4) магистральді газқұбырларының газды ауамен суыту жүйелері;
- 5) мұнай өндірісінің бұрғалаушы құрылғылары;
- 6) тау –кен байыту комбинаторының компрессорлық станциялары;
- 7) желдеткіштер;
- 8) диірмендер мен дробилкалардың электржетектерінде;
- 9) целлюлоза – қағаз комбинаттарының технологиялық жүйелері және т.б.

2 ЖИЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШ-АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЛЫПТАСҚАН ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІ

2.1 Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің қалыптасқан жұмыс режимдері

Асинхрондық машиналардың конструктивтік ерекшеліктеріне байланысты, тұрақты тоқ машиналарына тән кемшіліктерге тап болмайды. Атап айтқанда қысқа тұйықталған асинхрондық қозғалтқышта (АҚ) коллектор мен щетканың болмауы тұрақты тоқ машиналарына қарағанда едәуір көлемде шекті бірінғай қуаттылықты, салмақты-көлемді көрсеткіштерді, аса жоғары қабілеттілігін және моменттің өзгеру жылдамдығын, аса жоғары айналу жылдамдығын анықтауға болады.

Белгілі болғандай, АҚ артықшылығы толық көлемде жиіліктік басқару барысында іске асырылады, ал мұның өзі өндірістің барлық салаларында үнемі реттеліп отыратын тұрақты тоқ электржетегін жиіліктік-реттелетін асинхрондық электржетегімен ығыстырлатындығына әкеп соғады.

Қазіргі уақытта, өндірілетін электроэнергиясының жартысы дерлік айнымалы тоғының реттелмейтін қозғалтқыштарымен тұтынылады, олардың ішінде едәуір бөлігін асинхронды қозғалтқыштар (АҚ) құрайды.

Қуатты АҚ жылдамдығын реттеу, тікелей қосу режимін болдырмау – жұмысшы механизмдерінің өндірістік факторын тиімді жоғарлатуға, эксплуатациялық шығынды төмендетуге, электроэнергияның үнемделуіне алып келеді.

Қуатты жоғарғывольтті электржетегінің жұмысшы механизмдеріне мыналар жатады: тау-кен және металлургия өндірісінің көтергіштері, желдеткіштер, насостар, газ үрлегіштер, тау-кен, металлургиялық, химиялық өндірісінің, атомдық энергетикасының компрессорлары.

Сериялық өндірістік күшті қуатты жартылай өткізгіштік құрылдарды жасап шығару және игеру нәтижесінде жоғарғы вольтті АҚ орамдарын қоректендіру үшін, кең тұрғыдан жоғарғы вольтті түрленгіштердің қолданылу мүмкіндігі пайда болды. Сонымен, жылдамдығы бойынша реттелетін қуатты жоғарғы вольттіжетегін құру мүмкіндігі пайда болды.

Жиіліктік-реттелетін электржетекте АҚ энергетикалық көрсеткіштері, механикалық және динамикалық сипаттамалары келесідей анықталады: қабылданған жиіліктік басқару заңымен, жиіліктік басқару әдісімен, электржетектің автоматтық реттеу жүйесінің (АРЖ) алгоритмдік және аппараттық іске асыруымен.

Төменгі вольттік электржетектер үшін АРЖ едәуір мөлшерде өңдеп шығарылған және зерттелген құрылымына қарамастан, оларды жоғарғы вольтті электржетектер үшін қолдану мүмкін емес болып табылады.

Бұл электржетектердің ерекшелігімен байланысты, атап айтқанда:

- электржетектердің параметрлерін тікелей өлшеу күрделілігімен;
- электржетектердің жоғарғы энергетикасына қойылатын талаптардан туындайтын қоректенетін тоқтардың ең төменгі асимметриялық шарттарымен;
- жақсартылған энергетикалық шарттардан, шығыстағы қуаттың ұлғаюын реттейтін қасиеттері мен әдістерінен туындайтын, жиіліктің екісекциялық түрлендіргішінен қоректенетін, үш фазалы екі орамды АҚ қолданылуымен.

Жоғарыда аталған ерекшеліктерден басқа, айта кететін бір жай – жоғарғы вольтті АҚ едәуір бөлігі айналымның жоғарғы жылдамдылығына есептелген (3000 айн/мин және жоғары), ал мұның өзі АҚ валында айналыстағы датчиктерді қолдану мүмкіндігіне жол бермейді.

Сонымен, келтірілген заңдардың, әдістердің, асинхрондық электрлікжетектердің техникалық құрылымдарын жиіліктік басқару анализдерінің негізінде келесідей қорытынды жасауға болады:

1) валда жиіленген қосу-тоқтату режимдерімен, тұрақты кедергі моменттерімен жұмыс жасайтын қуатты жоғарғы вольтті электржетектері үшін, ең жоғарғы шамадан артық ерекшелігімен айқындалатын және қозғалтқыштың ең жоғарғы динамикалық қасиеттерін қамтамасыз ететін ротордың тұрақты ағымдық тіркелуімен жиіліктік басқару заңын қолдану жөн болып келеді;

2) валда кедергінің желдеткіш моменттерімен жұмыс жасайтын қуатты жоғарғы вольтті электржетектер үшін, өзінің жоғарғы энергетикалық көрсеткіштері мен техникалық іске асырылуының қарапайымдылығына қарай, минималды жоғалу бойынша жиіліктік басқару заңын қолданған жөн;

3) жиіліктік басқарудың басқа әдістерімен салыстырғанда, өз артықшылықтарының негізінде, атап айтқанда: техникалық іске асырылуының қарапайымдылығын (векторлық әдістермен салыстырғанда) және ең жақсы динамикалық, статистикалық көрсеткіштерін (амплитудалық әдістермен салыстырғанда) алып қарағанда, жиіліктік басқарудың квазивекторлық әдісін қолданған жөн.

4) электржетектің қуаттылығын жоғарлату үшін және бір мезгілде энергетикалық көрсеткіштерді жоғарлату үшін, 30 эл.градуска фазалық жылжумен тоқтың (кернеудің) екі үш фазалық түрлендіргіш жиіліктен қоректенетін, үш фазалық статорлық оралымның арасындағы кеңістіктік қозғалысымен үш фазалық екі оралымды қозғалтқыштар қолданылады.

Қазіргі уақытта асинхрондық электржетектерін жиіліктік басқару үшін қолданатын техникалық құрылымдар жоғарғы вольтті электржетекке

қойылатын талаптарға толық көлемде жауап бермейді және оған келесідей кемшіліктер тән:

1) қолдану аясында шектеулі төменгі жылдамдықтағы электр-жетектерінің болуы, сериялықты өзгерту немесе арнайы машинаны жасап шығару қажеттілігі, валды механикалық бөлу үшін арнайы құралдарды қолдану, шаң-тозаңды және агрессиялық ортада қолдану мүмкін еместігі – валда және машианың ішінде датчиктердің болуымен ұштасады;

2) күрделі техникалық құрылымдардың болуына негізделетін техникалық іске асырудың жоғарғы күрделілігі: векторлық фильтрдің, фазоайналдырғыштардың, функционалды түрлендіргіштердің, жиіліктің сол сәттегі коррекциялық блоктардың толығымен түрленуі;

3) жоғарғы вольтті гальваникалық байланысты шешімді жүзеге асыратын жоғарғы сапалы датчиктердің болуы;

4) жоғарғы сенімділіктің болмауы, ал бұл валда және машианың ішінде датчиктердің болуымен, АРЖ блоктарын техникалық іске асырылуының жоғары күрделілігімен, жоғарғы вольтті гальваникалық шешімді жүзеге асыратын датчиктермен ұштасады.

2.2 Электржетегінің қалыптасқан жұмыс режимдерін зерттеу

Электржетегі айнымалы ток көзіне қосылған (380 В, 50 Гц.) жиілік түрлендіргіш –асинхронды қозғалтқыш жүйесі болып табылады.

Электржетегі схемасында апатты жағдайларды қозғалтқышты жылдам тоқтатушы тежеу әдісі қарастырылған.

Бұл электржетегінде жұмыс механизмінің статикалық моменті біліктің айналу жиілігі өзгергенде өзгеріп отырады. Жұмыс механизмінің жұмыс режимі айналу жиілігінің кезкелген мәні үшін ұзақ уақытты (S1) болып табылады.

Қозғалтқышты іске қосу, реверстеу және тежеу бос жүріс режимінде жүргізіледі, яғни ($0.15M_{cm}$).

Жалпы қолданысқа ие асинхронды машиналар коллекторсыз және коллекторлы болып бөлінеді. Коллекторсыз асинхронды машиналар қозғалтқыш ретінде екі жағдайда қолданылады:

- 1) қысқаша тұйықталған роторлы қолданылуы;
- 2) фазалы роторлы қолданылуы.

Коллекторсыз қозғалтқыштардың қарапайымдылығы, жоғары сенімділігі, бағасының арзан болуы, ПӘК-інің жоғарылығы арқасында бұрын тұрақты токпен қамтамасыз етілген өндіріс аймағында кең көлемде қолданысқа түсуіне себепкер болды. Асинхронды қозғалтқыштардың кемшіліктері: магниттеу

индуктивтілік тогын қоректенгендіктен $\cos\varphi$ қуат коэффициенті нашарлауы; реттеу коэффициенттерінің аз қанағаттандыруы; іске қосу сипаттамаларының нашар болуы(қысқаша тұйықталған роторлы қозғалтқыштарда).

Егер үш фазалы машинаның статорына үш фазалы ток жүргізсе, онда машинада n_1 жылдамдықпен айналатын магнит өрісі пайда болады:

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

Егер статорда қысқаша тұйықталған роторды орналастырғанда асинхронды машинаның статор және ротор орамдарының арасында тек магниттік байланыс болады.

Асинхронды машинада өтетін электромагнитті процестер трансформатордікіне ұқсас, бірақ трансформатордағы екінші ретті орам бос ауа қуысында өзгеріссіз болады, ал асинхронды машинада ол n жылдамдықпен айналады.

Егер $n = n_1$ болса, онда жылдамдықтар бір бағытта болғандықтан статор мен ротор арасындағы электромагниттік байланыс болмайды, яғни ЭҚК нөлге тең болады. Сондықтан асинхронды машинаның статоры және роторы арасындағы байланыстың, яғни оның жұмысының міндетті түрдегі шарты болып n_1 және n жылдамдықтарының айырмасы болып табылады:

$$S = \frac{(n_1 - n)}{n_1},$$

қатынасын асинхронды машинаның сырғуы деп атаймыз.

Айнымалы жылдамдықты жатық реттейтін тәсіл жиіліктік тәсіл болып келеді. Жылдамдықты осы тәсілмен өзгерту статордың айнымалы магнит өрісінің синхронды жылдамдығының өрнегінен көрінеді:

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p}$$

бұдан ω_1 статор орамдарына жүргізілген f кернеу жиілігіне тура пропорционалды екенін көруге болады. Жиілік өзгергенде кернеуді де өзгету қажет. $U \approx cf\Phi_m$, яғни егер кернеу сол қалпында болып, жиілікті өзгерткенде машинаның магнит өрісі өзгереді. Егер f -ті төмендетсек Φ_m өседі. Ал ол өз кезегінде қозғауыштың істен шығуына себепкер болады.

Жиіліктік тәсіл айналу жылдамдығын номинальдіден төмен және жоғары етіп қабылдауға мүмкіндік береді.

Кез-келген жиілікке сәйкес келетін қозғалтқыштың механикалық сипаттамасына өзгеріссіз $\lambda_M = \frac{M_{\max}}{M_n}$ қозғалтқыштың асыра жүктеу шартынан жиіліктік басқару кезіндегі жиілік пен кернеу арасындағы қатынасты ұстап тұру керек.

Статордың орамдарындағы активті кедергіні ескермесек:

$$M = \frac{AU_1^2}{f^2}$$

мұндағы A – пропорционалдық коэффициент.

Сонда:

$$\frac{M_{\max}}{M_n} = \frac{AU_1^2}{f^2 M_n} = \text{const}$$

бұдан f_v жиілігінде кернеу мен жиілік арасында номиналь мәнге тең кедергі моменті өзгеріссіз күйде болғанда келесі арақатынас орындалуы қажет:

$$\frac{U_{1v}}{U_{1n}} = \frac{f_v}{f_n}$$

Қозғалтқышты басқаруға арналған жиіліктік түзеткіштер электромашиналы және вентильді болады.

Вентильді түзеткіштердің массасы және габариті аз, ПӘК-і жоғары болады және тез жұмыс істей алады.

2.3 Жиіліктік әдісі арқылы асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу

Айнымалы ток қозғалтқыштарының айналу жиілігін ток көзі жиілігін өзгерту арқылы реттеу әдісі синхронды жылдамдық теңдігінен көрінеді:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p}$$

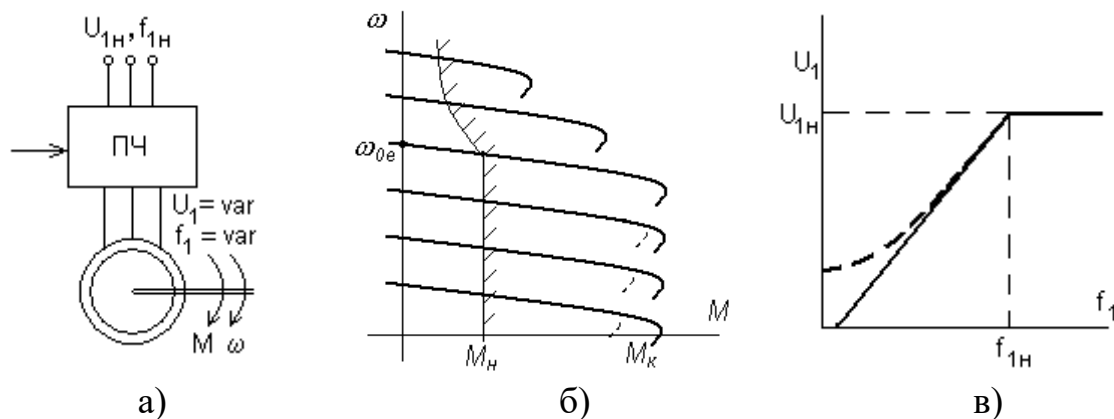
Жиіліктік реттеу әдісінің ерекшелігі ток көзінің жиілігін өзгерту мен қатар кернеудің де шамасын өзгертіп отыру қажет, яғни $U_1 \equiv k f_1 \Phi$ болғандықтан ток жиілігі өзгерген кезде кернеудің шамасы өзгеріссіз қалатын болса қозғалтқыштың магнит ағыны өзгеріске ұшырайды. Сондай-ақ қозғалтқыш білігіне түсетін жүктеме тұрақты болатын болса магнит ағыны ротор тогын анықтаушы болып табылады, яғни $M = k I_2 \Phi \cos \varphi_2$.

Сондықтан ток жиілігі мен кернеу арасындағы қатынасты анықтау үшін қозғалтқыштың асқын жүктемеге қабілеттілігін ескеру қажет ол төмендегі өрнек бойынша анықталады:

$$\lambda = \frac{M_{\max}}{M_c} = \text{const}.$$

Қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштар электржетегінде кеңінен қолданылады және соңғы уақытқа дейін негізінен жылдамдығы реттелмейтін электржетегінде қолданылып келді себебі статор орамдарына берілетін кернеу жиілігін өзгерту күрделі мәселе болып келді. Қазіргі уақытта электрониканың жетістіктеріне сәйкес жиіліктік реттелетін асинхронды электржетегі басқарылатын электржетегінің негізгі түрі болып табылады (2.1-сурет, а).

Синхронды айналу жиілігінің теңдігінен, ток жиілігіне f_1 тура пропорционал екенін көреміз. Қозғалтқыштың магнит ағынын тұрақты ұстап тұру үшін f_1 жиілігін өзгерту мен қатар кернеудің амплитудасын да өзгерту қажет, мысалы теңдікті ескерсек, онда, егер $U_1 = U_{1H}$ болған жағдайда ток жиілігін жоғарлататын болсақ, онда жоғарыдағы теңдікке сәйкес магнит ағыны төмендейді.



а – қуатты бөлігі; б – механикалық сипаттамалары; в – кернеудің жиілікке тәуелділігі.

2.1 Сурет – Жиіліктік реттелетін асинхронды электржетегінің схемасы

Егер R_1 , ескермесек, яғни $E_1 \approx U_1$, деп есептесек, онда момент қатынасына пропорционал, ал төңкерме сырғанау (критическое скольжение) s_k жиілікке кері пропорционал болады.

Жиіліктік реттеу әдісі кезінде $E_1 = U_1$ деп есептеген кездегі механикалық сипаттамалар 2.1,б –суретте көрсетілген.

Суреттен статор кедергісінің сипаттамаға әсер ететінін көріге болады (2.1,б- суреттегі пунктир сызықтар), ол әсіресе қуаты аз қозғалтқыштарға мықты әсер етеді, сондықтан бұл әсерді теңгеру үшін төмен жиіліктер кезінде кернеуді айтарлықтай жоғарлатады (2.1,в- сурет).

Жиіліктік реттеу әдәсінің ерекшеліктері төмендегідей:

1) реттеу екі зоналы – негізгіден төмен қарай () болғанда және негізгіден жоғары қарай ($U_1 = U_{1n}, f_1 > f_{1n}$) болғанда;

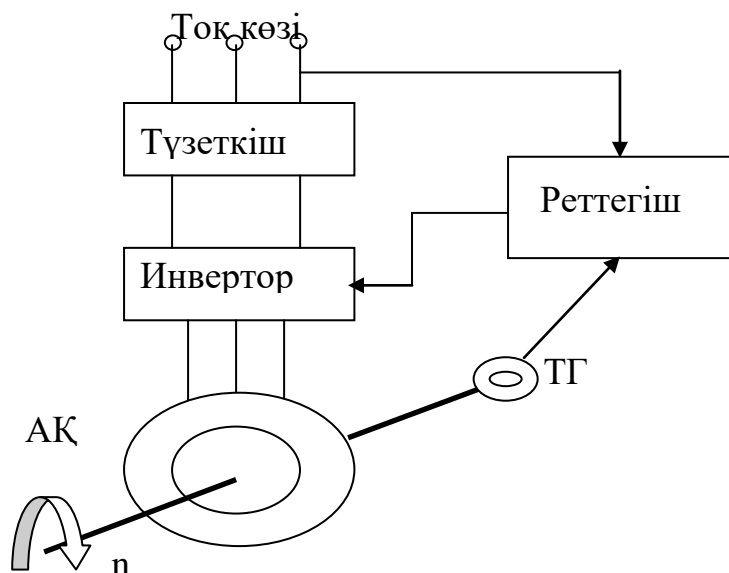
2) кері байланыссыз жүйеде реттеу диапазоны (8-10):1, жылдамдықтың тұрақтылығы -жоғары;

3) реттеу бірқалыпты;

4) негізгіден төмен қарай реттеу кезінде жүктеме моменті $M = M_n$, негізгіден жоғары қарай реттеу кезінде $P = P_n$ болады ($\Phi < \Phi_n$);

5) реттеу әдісі экономикалық жағынан тиімді себебі энергия құр шығынға ұшырайтын элементтер жоқ;

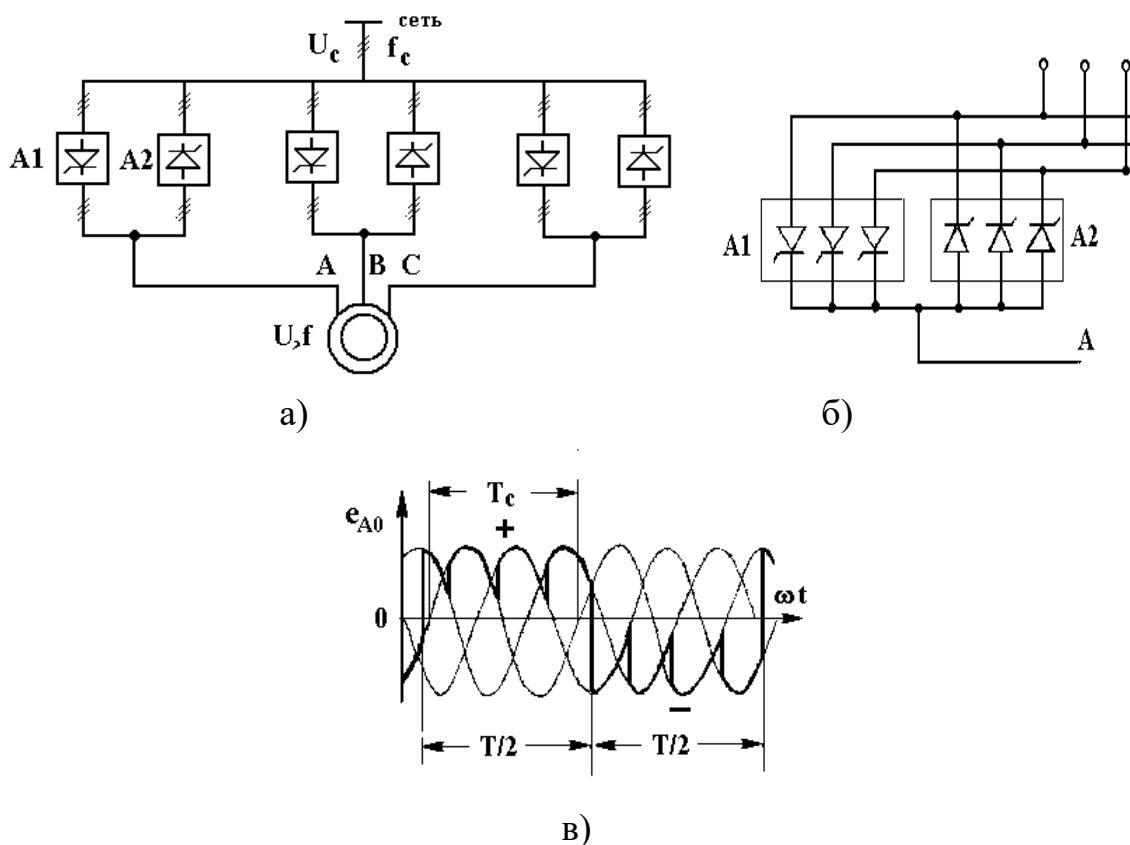
6) Реттеу әдісі іске асыру үшін - қозғалтқышқа берілетін кернеудің жиілігі мен амплитудасын басқаруға арналған құрылғы жиілік түрлендіргішін (ЖТ) қажет етеді. Мұндай құрылғылар қазіргі кезде кеңінен өндірілуде және олардың өзіндік бағасыда қымбат емес - 1000 USD/кВт.



2.2 Сурет – Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш автоматтандырылған электржетегінің қуатты бөлігі

Жиілік түрлендіргіштерінің басым бөлігінің құрылыстары ұқсас болып келеді (2.2-сурет): айнымалы ток көзі – басқарылмайтын түзеткіш B - тұрақты ток тізбегі – фильтр ретінде қарастырылатын конденсатор LC - жолақты импульсті модуляцияланатын ШИМ (широтно-импульсной модуляцией) автономды инвертор I және жиілігі $f = var$ мен амплитудасы өзгермелі $U = var$ кернеу берілетін асинхронды қозғалтқыш, инверторды басқару BB – басқару блогының көмегімен жүргізіледі.

Жоғарыда аталған жиілік түрлендіргіш тұрақты ток звеносы бар деп аталады, сонымен қатар айнымалы токты тікелей жиілігі мен амплитудасы реттелетін басқа айнымалы токқа түрлендіретін жиілік түрлендіргіштер қолданылады олар тікелей байланысты жиілік түрлендіргіш (ТБЖТ) деп аталады.(2.3,а және 2.3,б -суреттер).



2.3 Сурет – Тікелей байланысқан жиілік түрлендіргішінің схемалары

Қозғалтқыштың әрбір фазасы тиристорлар негізінде жасалған қарсы-параллель қосылған басқарылмалы түзеткіштердің екі комплектісімен жабдықталған 2.3,б суретте көрсетілген. Түзеткіштерді басқара отырып қозғалтқыштың әрбір фазасында айнымалы токтың оң жарты периодында тиристорлардың бір тобы, ал теріс жарты периодында екінші тобы арқылы керімен қамтамасыз етуге болады. Шығыс кернеуінің периоды T , сәйкесінше

$f=1/T$ жиілігі тиристорлардың қосылу уақытысына байланысты болатындығын 3в –суреттен көруге болады.

Шығыс кернеуінің амплитудасы тиристорларды басқару бұрышына тәуелді екенін 2.3,в –суреттен көруге болады.

Тікелей байланысты жиілік түрлендіргіштерді циклоконвертор деп те атайды, олардың негізгі ерекшеліктері мыналар: схемалық қарапайымдылығы, қуатты екі жақты өткізе алу қабілеттілігі және қуатты бөлікте энергия шығынының аздығы. Кемшіліктері ретінде шығыс жиілігінің жоғары мәнінің шектулілігі, ток көзін жоғары гармоникалармен ластайтындығы.

2.4 Электржетегінің негізгі элементтерін таңдау

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

Электржетегін жобалаудың маңызды бір бөлігі қозғалтқыштың қуатын таңдау болып табылады, себебі қозғалтқыш электрэнергиясын механикалыққа түрлендіретін негізгі құрылғы болып табылады, сондықтан оны дұрыс таңдау жүйенің жалпы технока-экономикалық көрсеткіштеріне әсер етеді.

Қозғалтқышқа қойылатын негізгі талаптардың бірі оның сенімділігі болып табылады, ал жүйенің жұмыс жасау сенімділігі қозғалтқыш қуатының дұрыс таңдалған жағдайында ғана орындалады.

Қуаты қажетті қуаттан үлкен қозғалтқыш таңдау жүйенің пайдалы әсер коэффициентінің төмендеуіне, орынсыз шығындардың орын алуына және асинхронды қозғалтқыштың қуаттық коэффициентінің төмендеуіне әсер етеді.

Қуаты қажетті қуаттан төмен қозғалтқыш таңдау механизмнің қалыпты жұмыс жасау жағдайына кері әсер етуі мүмкін және қозғалтқыштың есептік жұмыс жасау мерзімінің төмендеуіне әсер етеді.

Қозғалтқыш қуатын таңдаудың негізгі алғышарты қажетті момент, яғни механизм білігіне берілетін момент, қажетті айналу жиілігі болып табылады.

Есептеулерді қарапайымдандыру үшін бұл шамалар технологиялық процесс талаптарына сәйкес белгілі деп есептейміз, яғни тапсырмаға сәйкес қозғалтқыш білігіне түсетін жүктеменің өзгері заңдылығы белгілі және төмендегі өрнекке сәйкес анықталады деп есептейміз:

$$M_{cm} = k\omega^q .$$

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

$$P_{экс} = \frac{M_{см} \cdot n}{9575}, \text{ (кВт)}$$

мұндағы $n = \frac{30\omega}{\pi}$ - қажетті айналу жиілігі, айн/мин.

Берлген шарттарға сәйкес қозғалтқыш айналу жиілігінің кез-келген мәні кезінде қалыптасқан режимде ($M=M_{см}$) жұмыс жасайды деп есептеп, қозғалтқыштың түрін және қуатын қажетті жүктеме моменті мен бұрыштық айналу жылдамдығына $M_{см}$, ω мәндеріне сәйкес келсі шартты $P_{об} \geq P_{экс}$ қанағаттандыратындай етіп таңдап аламыз.

Қозғалтқыштың есептік қуаты белгілі болғансоң каталогтан қуаты есептік қуаттан жоғары болып тбылатын қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдаймыз.

Таңдап алынған қозғалтқыштың негізгі параметрлері 2.1 - кестеде көрсетілгендей болады.

Қозғалтқыштың қуатын және түрін шамалап таңдап алғаннан кейін, таңдап алынған қозғалтқыштың асқын жүктемені көтере алу қабілеттілігін тексереміз.

2.1 Кесте - Асинхронды қозғалтқыштың параметрлері

Параметрлердің аты	Электр қозғалтқыш
Номинальдік қуат, P _н	кВт
Номинальдік кенеу (фазалық), U _н	В
Номинальдік (фазалық) тоқ, I _н	А
Номинальдік жылдамдық, η	айн/мин
Номинальдік момент, M _н	Н*м.
Инерция моменті, J	кг·м ²
Полюстер жұбының саны, 2р	
Номинальдік жиілік, f _н	Гц
Статордың активтік кедергісі, r _с	Ом
Ротордың активтік кедергісі, r _р	Ом
Статордың шашырау индуктивтігі, l _{δс}	Гн
Ротордың шашырау индуктивтігі, l _{δр}	Гн
Статор мен ротордың өзара индуктивтігі, L _м	Гн

Асқын жүктемеге қабілеттілігі қозғалтқыштың төмендегі шартты қанағаттандыра алатындығына тексеру арқылы жүргізіледі:

Қозғалтқыштыі мометі $M_{ном} \geq \frac{M_{max}}{\lambda}$ немесе $M_{ном} \geq \kappa_3 M_{cm}$, мұндағы κ_3 - момент бойынша ескеру коэффициенті (есептеулер үшін $\kappa_3=1,4$).

Егер тексеру шарты қанағаттандылмайтын болса, онда қуаты үлкенріек басқа қозғалтқыш таңдап алу керек және осыған дейін жүргізілген есептеулер мен тексерулерді жаңадан таңдап алынған қозғалтқыш үшін қайталау қажет.

Қозғалтқыш қуатын таңдап алғаннан кейін және оның асқын жүктемеге қабілеттілігін тексергеннен кейін қозғалтқыштың өзіндік механикалық сипаттамасын $M(s)$ немесе $n(M_{cm})$ тәуелділіктерін салу керек.

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

Жиілік түрлендіргіштің қуаты мына теңдіктерден анықталады:

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

Жиілік түрлендіргішінің тогы:

$$I_{ПЧ} \geq \frac{M_{max} I_{ном}}{M_{ном} \lambda_i} ,$$

мұндағы λ_i - токтардың еселік мәні (шамамен $\lambda_i = 2 \div 3$ аралығында).

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

Электржетегін іске қосушы құрылғы ретінде автоматты іске қосқыш таңдап алынады, автоматты іске қосқыштың жартылай өткізгішті ажыратқышы бар. Ажыратқыштың номиналь тогы $I_{ном.p} \geq I_{ном.дв}$, яғни ол қозғалтқыштың тогын өткізе алу керек.

Асинхронды электр қозғалтқышымыз бірқалыпты жұмыс жасау үшін басты ескеретін шарт- қозғалтқыштағы магнит ағыны тұрақты болуы қажет.

Егер статорға берілетін кернеудің мәні $U_1 = 4.44 * f_1 * \omega_1 * k_{obl} * \Phi_0$ болса, онда $\Phi_0 = \frac{U_1}{k f_1} = const$ болуы қажет.

Жүктеменің сипатына байланысты жоғарыдағы шарт орындалу үшін кернеу мен жиілік бір-біріне пропорционал түрде өзгереді.

Жүктеменің түрлері:

1) Момент тұрақты. ($M = \text{const}$)

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \text{const}$$

жүктеменің бұл түріне мысал ретінде конвеерді келтіруге болады.

2) Қуат тұрақты. ($P = \text{const}$)

$$P = M * \omega = \text{const} \Rightarrow \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

Жүктеменің бұл түріне мысал ретінде әр түрлі көтеру механизмдерін келтіруге болады.

3) Вентиляторлық сипатты жүктеме.

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}$$

Жүктеменің бұл түріне мысал ретінде желдеткіштерді, насостарды келтіруге болады.

Біздің жағдайда $m = 0$ болғандықтан тұрақты момент сипатты жүктеме болады.

Асинхронды қозғалтқыштың электромагнитті момент теңдеуі:

$$M = \frac{m_1 * U_1^2 * r_2'}{\omega_1 * s [(r_1 + c_1 * r_2' / s)^2 + (x_1 + c_1 * x_2')^2]}$$

Мұндағы статор орамдарына берілетін U_1 кернеуінің өзгеру заңдылығы жүктемеге сәйкес:

$$U_1 = U_{ном} * \frac{f_1^2}{f_{ном}^2} \text{ болады;}$$

$c_1 = 1 + \frac{x_1}{x_\mu}$ - орынбасу сұлбасының дәлділеу коэффициенті;

Жоғарыда келтірілген машинаның электромагнитті момент теңдеуі бойынша $U_1 = \text{const}, f_1 = \text{const}$ болғандағы моменттің сырғанауға тәуелділігін (

$M=f(s)$) зерттейік. Осы зерттеудің нәтижесінде тұрғызылған сипаттамаларды механикалық сипаттама деп атайды.

Механикалық сипаттаманы тұрғызу үшін сырғанауды нольден бірге дейін өзгертіп отырамыз ($s = 0 \div 1$). Бұл жерде номинал және критикалық сырғанауларды ескеру қажет.

Сырғанауды былай анықтауға болады:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

Сырғанаудың максимум шамасын анықтайтын формула:

$$s_{кр} = \frac{r_2'}{x_1 + c_1 * x_2'}$$

Жоғарыда келтірілген формулалар бойынша әртүлі жүкткеме сәйкес келетін, жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары

2.5 Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың өзіндік және жасанды сипаттамаларын есептеу және салу

Өзіндік механикалық сипаттаманы салу асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының теңдеуін номиналь режим үшін есептейміз, яғни қозғалтқышқа берілетін кернеу мен оның жиілігі стандарт мәнеге тең және қозғалтқыштың білігіне берілетін жүктеме моменті де номинал мәнеге тең деп есептеледі.

Қозғалтқыштың параметрлері анықтамалық материалдардан алынады және таңдап алынған қозғалтқыштың негізгі параметрлерін кестеге енгізіп қою керек.

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

$$M = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{s}}{\omega \cdot [(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2]} , \quad (2.1)$$

Асинхронды электр қозғалтқышымыздың магнит ағынының бұрыш жылдамдығын табамыз:

$$\omega = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 * 3.14 * 50}{3} = 104.5 (\text{рад/с})$$

мұндағы f - электр желісінен берілетін кернеудің номиналь жиілігі;
 p - полюстер саны;

Айналу жылдамдығы:

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = \frac{60 * 104.5}{2 * 3.14} = 1000 (\text{айн/мин})$$

Бұдан $M = k * w^m$ заңдылығы бойынша жүктеме моментті тауып аламыз:

$$M = k * w^m = 17.5 * 314^0 = 17.5 (\text{Н * м})$$

Демек біздің қозғалтқышымыз тудыратын момент осы жүктеме моментіне жуық мәнге тең болуы керек. M электромагнитті момент электромагнитті қуатқа пропорционал болғандықтан, табылған моментке байланысты асинхронды электр қозғалтқышымыздың жуық қуатын есептейміз. Ол мына формуламен анықталады:

$$M_{эл} = \frac{P_{эл}}{\omega} = \frac{9550 * P_{эл}}{\omega}$$

Өз мәндерімізді жоғарыдағы формулаға қоямыз:

$$M_{эл} = \frac{9550 * P_{эл}}{\omega} \Rightarrow P_{эл} = \frac{M_{эл} * n}{9550} = \frac{17.5 * 3000}{9550} = 5,49 (\text{кВт})$$

Енді бізге асинхронды электр қозғалтқышымыздың айналу жылдамдығы мен қуаты белгілі.

Осы параметрлерге сәйкес қозғалтқышты таңдаймыз. Таңдап алынған асинхронды қозғалтқыштың параметрлері:

η – пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК),

$\cos \varphi$ – қуат коэффициенті,

X_0 – магниттелу тізбегінің индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген (с.б.),

R_1 – статор орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген (с.б.),

X_1 – статор орамының индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген (с.б.),

R'_2 – ротордың орамының активті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген (с.б.),

X'_2 – ротор орамының индуктивті кедергісі, салыстырмалы бірлікпен берілген (с.б.),

$S_{ном}$ – номиналды сырғанау,

$s_{кр}$ – шекті сырғанау,

J_p – ротордың инерция моменті.

Каталогта келтірілген ауыстыру схемасының параметрлері салыстырмалы бірлікте берілген, ал сипаттаманы есептеу және салу үшін бұл параметрлерді өлшем бірлікті шамаларға ауыстыру қажет, ол үшін каталогтық мәндерді Z_1 ауыстыру коэффициентіне көбейту қажет, онда:

$$\begin{aligned}r_1 &= R'_1 \cdot z_1 \\x_0 &= x_0 \cdot z_1 \\x_1 &= x'_1 \cdot z_1 \\x'_2 &= x''_2 \cdot z_1 \\r'_2 &= R''_2 \cdot z_1\end{aligned}$$

мұндағы $Z_n = \frac{U_{нфаз}}{I_{нфаз}}$.

$U_{нфаз}$ – статордың номиналды фазалы кернеуі.

Статордың номиналды фазалық тогы келесідегідей есептеледі:

$$I_{нфаз} = \frac{P_2}{3 \cdot U_{нфаз} \cdot \eta \cdot \cos \varphi},$$

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

Сырғанаудың мәнін $0 \div 1$ аралығында өзгерте отырып $M(s)$ немесе $n(M_{cm})$ тәуелділіктерін саламыз.

Қозғалтқыш қоректеніп тұрған ток көзі кернеуінің мәні 10-15% төмендеп кеткен кезінде оның жүктемеге беріктілігін тексеру үшін, ток көзі кернеу мәні $U'_1 = 0.85U_{1ном}$ болғандағы сипаттаманы салу керек.

Егер статикалық момент графигі мен қозғалтқыштың $U'_1 = 0.85U_{1ном}$ болғандағы сипаттамасының қиылысу нүктесі қозғалтқыштың жұмысжасау

учаскесінде орналаспаса, онда қуаты жоғары басқа қозғалтқыш таңдап алу керек және кейінгі есептеулердің барлығы жаңадан таңдап алынған қозғалтқыш үшін жүргізілуі тиіс.

Ток көзі жиілігінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келетін жасанды сиптатамаларда жоғарыда келтірілген механикалық сиптатама теңдігі арқылы есептелініп салынады.

Жасанды сипттамаларды салу үшін ток көзі кернеуі мен жиілігі арасындағы қатынасты білу керек, яғни қозғалтқыштың асқын жүктемеге қабілеттілігін сақтау мақсатында ток жиілігі өзгергенде кернеуді басқару заңдылығын білу керек.

Бұл шамаларды абсолюттік шамаға келтіру үшін осы мәндерді $z_{ном}$ келтіру коэффициентіне көбейтеміз.

Оның мәні келесі формуламен анықталады:

$$z_{ном} = \frac{U_{фном}}{I_{фном}}$$

Бұл жердегі $U_{фном}$ - электр желісіндегі фазалық кернеуі; $I_{фном}$ - статордың номинал фазалық тоғы:

$$I_{фном} = \frac{P}{3 * U_{фном} * \eta * \cos\varphi_{ном}}$$

мұндағы P - электр қозғалтқыш қуаты;

η - электр қозғалтқыштың ПӘК-і;

$\cos\varphi_{ном}$ - электр қозғалтқыштың қуаттық коэффициенті.

$$I_{\hat{ii}} = \frac{5500}{3 * 220 * 0.875 * 0.91} = 42.466(\text{A});$$

$$z_{\hat{ii}} = \frac{220}{42.466} = 5.02.$$

Активті және реактивті (индуктивті) кедергілерді абсолюттік шамаларына келтіреміз:

$$x_{\mu} = z_{\hat{m}} * x'_{\mu} = 5.02 * 3.8 = 17.876(\hat{I})$$

$$r_1 = z_{\hat{m}} * r'_1 = 1.051(\hat{I})$$

$$r'_2 = z_{\hat{m}} * r''_1 = 0.72072(\hat{I})$$

$$x_1 = z_{\hat{m}} * x'_1 = 1.13508(\hat{I})$$

$$x'_2 = z_{\hat{m}} * x''_2 = 2.3122(\hat{I})$$

мұндағы x_{μ} -магниттік тізбектің индуктивтілік кедергісі;

r_1 -статор орамындағы активті кедергі;

r'_2 -ротордағы активті кедергі;

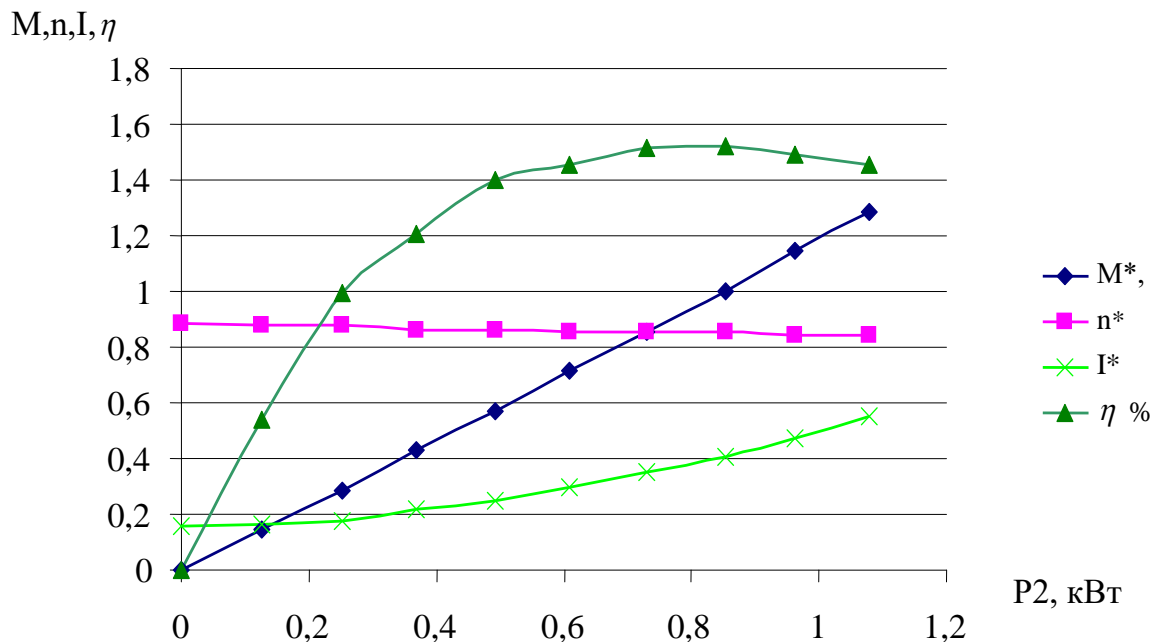
x_1 - статордағы индуктивті кедергі;

x'_2 -ротордағы индуктивті кедергі.

Электржетектерінің қасиеттерін көрсететін негізгі сипаттамалары оның жұмыстық сипаттамалары болып табылады.

Жұмыстық сипаттамалар дегеніміз айналдырк моментінің, айналу жиілігінің, статор орамдарындағы токтың және пайдалы әсер коэффициентінің пайдалы қуатқа тәуелділігі болып табылады.

Жиіліктік басқарылатын асинхронды қозғалтқышытың жұмыстық сипаттамалары төмендегі 2.4- суретте көрсетілген.



2.4 Сурет – Жұмыстық сипаттамалар

Жоғарыда келтірілген асинхронды машинаның электромагнитті момент теңдеуі және критикалық момент теңдеулерін түрлендіре отырып максималды момент теңдеуін табуға болады:

$$M_{\text{макс}} = \frac{m_1 * U_1^2}{2 * \omega_1 * c_1 (x_1 + c_1 * x_2')}$$

Осы теңдеуден асинхронды машинаның электромагнитті моменті статор орамына берілетін U_1 кернеуінің квадратына пропорционал екенін көруге болады ($M \equiv U_1^2$). U_1 сырғанауға тәуелсіз.

U_1 кернеуі қозғалтқыштың максимал моментіне және асыра жүктелу қабілетіне әсер етеді, өйткені:

$$\lambda = \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$$

Егер біздің кернеуіміз 15% пайызға түссе, яғни $U_1 = 0.85 \cdot U_{\text{ном}}$, онда қозғалтқышымыздың моменті $M'_{\text{макс}} = 0.85^2 \cdot M_{\text{макс}} = 0.7226 \cdot M_{\text{макс}}$ болады.

Бұл кезде қозғалтқыштың асыра жүктеуі қаншалықты түскенін көрейік:

$$\lambda' = \frac{M'_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}} = \frac{0.7226 * 48,62}{17,85} \approx 1.97$$

Жалпы жағдайда $\lambda \geq 1.5$ болуы керек ($3 \geq \lambda \geq 1.5$). Демек біздің қозғалтқышымыз асыра жүктеулерге төзімді.

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

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

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U'_1}{f'_1} = \text{const}.$$

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

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U'_1}{f_1'^2} = const.$$

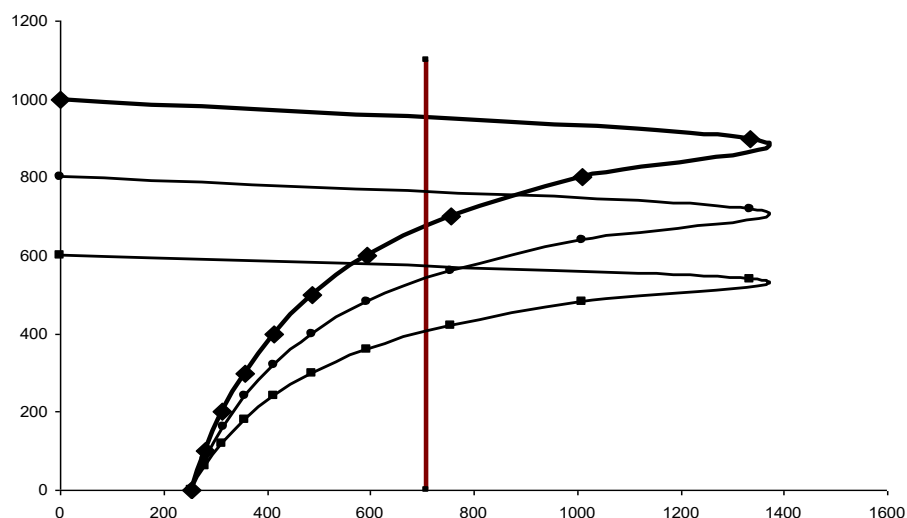
Егер жүктеме моменті $M_{cm} = \frac{P_{Mex}}{\omega} = const$ сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \frac{U'_1}{\sqrt{f_1'}} = const$$

Жиіліктік реттелетін асинхронды қозғалтқыштың жүктеме моменті $M_{cm} = const$ сипатта болса, онда кернеуді бақару заңдылығы мына өрнекпен анықталады:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U'_1}{f_1'} = const.$$

Кернеуді басқарудың осы заңына сәйкес келетін механикалық сипаттамасының кескіні 2.5 – суретте көрсетілген.

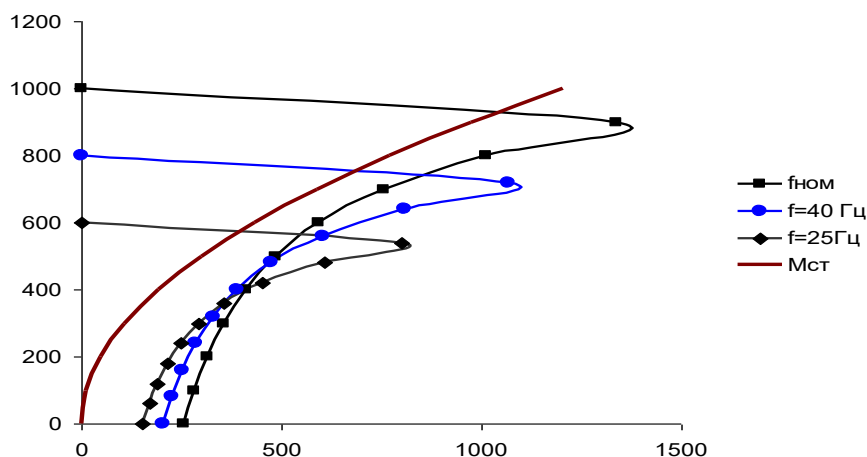


2.5 Сурет – Жүктеме моменті $M_{cm} = const$ сәйкес келетін механикалық сипаттма

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

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \frac{U'_1}{f_1'^2} = const$$

Кернеуді басқарудың осы заңына сәйкес келетін механикалық сипаттамасының кескіні 2.6 суретте көрсетілген.



2.6 Сурет - Жүктеме моменті $M_{cm} = \omega^2$ сәйкес келетін механикалық сипаттама.

2.6 Жиіліктік реттелетін асинхронды электржетегінің энергетикалық көрсеткіштері

Жиіліктік реттелмелі асинхронды электржетектері өндірістің көптеген салаларында кеңінен қолданылады.

Қажетті сипаттамаларды алу үшін және айналу жиілігін өзгертумен қатар жоғары энергетикалық көрсеткіштерге қол жеткізу үшін статорторамдарына берілетін кернеуді де белгілі бір заңмен өзгерту қажет.

Жиіліктік реттеу заңдары жалпы алғанда екіге бөлінеді.

Бірінші топқа қозғалтқыш қоректенетін ток көзі кернеуі мен ток көзі жиілігін байланыстыратын тәуелділіктер $U/f = \text{const}$, $U/f^2 = \text{const}$, $U/\sqrt{f} = \text{const}$.

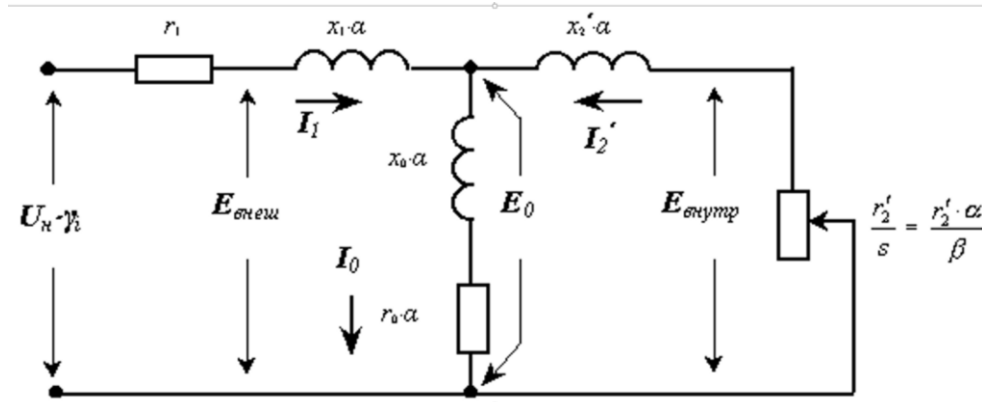
Екінші топқа сәйкес келетін заңдылықтар электрмашинасының магнит ағындары тоғысының тұрақтылығын қамтамасыз ететін заңдылықтар $E_{внеш} / f = \text{const}$; $E / f = \text{const}$; $E_{внут} / f = \text{const}$.

Әсересе соңғы заңдылықтар қолдану арқылы жақсы көрсеткіштерге қол жеткізуге болады. Бұл заңдармен реттеу кезінде электржетегін статикалық және динамикалық режимдерде басқарудың сапасы жоғары болады.

Энергетикалық параметрлердің басқару заңдарына байланысын зерттеу үшін, оларды кернеу мен жиіліктің өзгеруіне тәуелді коэффициенттер арқылы математикалық байланысын анықтау қажет.

Бұл математикалық байланыстарды 2.7-суретте көрсетілген эквивалентті ауыстыру схемасын анализдеу арқылы табуға болады. Бұл ауыстыру схемасына

сәйкес статор мен ротор орамдарының параметрлері $a = f1/f1н$ қатынасына пропорционал өзгереді деп қабылданып алынды, қозғалтқышқа берілетін кернеуді $\gamma = U1 / UN$ –қатынасы арқылы ескереміз және болат өзекшедегі шығындарды $r_0=0$ нолге тең деп аламыз.



2.7 Сурет – Эквивалентті ауыстыру схемасы

Бірінші топқа сәйкес келетін басқару заңдары кезінде кернеу мен жиілікті өзара тәуелді басқару мына қатынастармен ескеріледі:

$$\gamma = \alpha \text{ болғанда } U/f = \text{const}, \gamma = \alpha^2 \text{ болғанда } U/f^2 = \text{const}$$

Есептеулерді қарапайымдандыру үшін индуктивті және активті кедергілердің арақатынасын ескеретін келесі коэффициенттерді қолданамыз:

$$\tau_1 = \frac{x_1}{x_0}, \tau_2 = \frac{x_2'}{x_0}, b = r_1(1 + \tau_2), c = x_1 + x_2'(1 + \tau_1) = x_2' + x_1(1 + \tau_2),$$

$$d = \frac{r_1}{x_0}, d_1 = \frac{r_0}{x_0}, e = 1 + \tau_1, m = x_1 + x_2',$$

Ауыстыру схемасына бірінші топтағы басқару заңдарына сәйкес статордың тогы мына формуламен анықталады:

$$I_1 = U_N \gamma \frac{r_0 + \frac{r_2'}{\beta} + j(x_0 + x_2')}{(r_1 + jx_1\alpha)(r_0 + jx_0 + \frac{r_2'}{\beta} + jx_2') + (\frac{r_2'}{\beta} + jx_2')(\alpha x_0 + j\alpha x_0)},$$

немесе жоғарыдағы коэффициенттерді пайдаланып:

$$I_1 = U_H \gamma \frac{d_1 + \frac{r_2}{\beta} \frac{1}{x_0} + j(1 + \tau_2)}{d(r_0 + \frac{r_2}{\beta}) + \alpha d_1 \frac{r_2}{\beta} - \alpha c + j(b + e\alpha \frac{r_2}{\beta} + \alpha d_1(x_1 + x_2'))},$$

Осы секілді басқада токтарды анықтауға болады:

$$I_2 = U_H \gamma \frac{d_1 + j}{d(r_0 + \frac{r_2}{\beta}) + \alpha d_1 \frac{r_2}{\beta} - \alpha c + j(b + e\alpha \frac{r_2}{\beta} + \alpha d_1(x_1 + x_2'))},$$

$$I_0 = U_H \gamma \frac{\frac{r_2}{\beta} \frac{1}{x_0} + j \frac{x_2}{x_0}}{d(r_0 + \frac{r_2}{\beta}) + \alpha d_1 \frac{r_2}{\beta} - \alpha c + j(b + e\alpha \frac{r_2}{\beta} + \alpha d_1(x_1 + x_2'))}.$$

Түрлендірулерден кейін токтың әсерлік мәні үшін мына теңдік дұрыс болып табылады:

$$I_1 = U_H \gamma \frac{\sqrt{(1 + \tau_2)^2 + d_1^2 + 2 \frac{r_2}{\beta} \frac{1}{x_0} d_1 + (\frac{r_2}{\beta} \frac{1}{x_0})^2}}{\text{idem}},$$

$$I_2 = U_H \gamma \frac{\sqrt{1 + d_1^2}}{\text{idem}}, \quad I_0 = U_H \gamma \frac{\frac{\tau_1}{x_1} \sqrt{x_2' + (\frac{r_2}{\beta})^2}}{\text{idem}},$$

мұндағы

$$\text{idem} = \sqrt{\left[b^2 + d^2 r_0^2 + 2\alpha r_1 r_0 \tau_2^2 + \alpha^2 (c^2 + d_1^2 m^2) \right] + \left[d^2 + 2\alpha d_1 d + \alpha^2 (e^2 + d_1^2) \right] \frac{r_2'^2}{\beta^2} + \left[2d^2 r_0 + 2\alpha r_1 (1 + d_1^2) + 2\alpha^2 \tau_1 x_1 d_1 \right] \frac{r_2'}{\beta}}$$

Бірінші ретті ток өрнегін және оның активті құраушысын пайдаланып $\cos\varphi_1 = I_{1a}/I_1$ қуаттық коэффициентті анықтаймыз:

$$\cos \varphi_1 = \frac{\frac{r_2'}{x_0 \beta} \left[(d + \alpha d_1) \frac{r_2'}{\beta} - (\alpha c - r_0 d - d d_1 x_0 - \alpha d_1^2 x_0) \right] + (1 + \tau_2) \left[b + \alpha d_1 m + e \alpha \frac{r_2'}{\beta} \right] + d_1 (d r_0 - c d)}{\text{idem} \sqrt{(1 + \tau_2)^2 + d_1^2 + 2 \frac{r_2'}{x_0 \beta} d_1 + \left(\frac{r_2'}{x_0 \beta} \right)^2}}$$

Жоғарыда келтірілген теңдіктер әртүрлі басқару заңдары кезіндегі шығындар мен пайдалы әсер коэффициентін анықтауға мүмкіндік береді.

Статор орамдарындағы электрлік шығындар:

$$\Delta P_{31} = m_1 r_1 I_1^2 = m_1 r_1 U_H^2 \gamma^2 \frac{(1 + \tau_2)^2 + d_1^2 + 2 \frac{r_2'}{\beta} \frac{1}{x_0} d_1 + \left(\frac{r_2'}{\beta} \frac{1}{x_0} \right)^2}{\text{idem}^2}$$

Ротор орамдарындағы электрлік шығындар:

$$\Delta P_{32} = m_1 r_2' I_2'^2 = m_1 r_2' U_H^2 \gamma^2$$

Болат өзекшедегі шығындар:

$$\Delta P_{ст} = m_1 r_0 I_0^2 = m_1 r_0 U_H^2 \gamma^2 \frac{\left(\frac{\eta}{x_1} \right)^2 x_2' + \left(\frac{\eta}{x_1} \right)^2}{\text{idem}^2}$$

қосымша шығындар:

$$\Delta P_{\text{косьлы}} = 0,005 P_1$$

Механикалық шығындар ротордың бұрыштық жылдамдығына $3/2$ дәрежемен пропорциональ байланыста болады деп саналады:

$$\Delta P_{\text{мек}} = \alpha^{3/2} P_{\text{трн}}$$

мұндағы $P_{\text{трн}}$ – номиналь жүктеме кезіндегі механикалық шығындар. Пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = 1 - \frac{\sum P}{P_1}, \quad \sum P = \Delta P_{31} + \Delta P_{32} + \Delta P_{ст} + \Delta P_{косылу} + \Delta P_{мех}$$

Түрлендірулерден соң:

$$\eta = 0,995 - \frac{m_1 U_H^2 \gamma^2 \left[\gamma_1 (1 + \tau_2)^2 + \gamma_1 d_1^2 + \gamma_1 \frac{2\gamma_2' \tau_1}{\beta x_1} d_1 + (\gamma_1 + \gamma_0) \left(\frac{\gamma_2' \tau_1}{\beta x_1} \right) + \right.}{m_1 U_H^2 \gamma^2 \left[\frac{\gamma_2'}{x_0 \beta} \left[(d + \alpha d_1) \frac{\gamma_2'}{\beta} - (\alpha c - \gamma_0 d - d d_1 x_0 - \alpha d_1^2 x_0) \right] + \right.} + \alpha^{3/2} P_{трн} idem^2$$

$$\left. + \gamma_2' (1 + d_1^2) + \frac{x_2 \gamma_0}{x_0^2} \right] + \left. + (1 + \tau_2) \left[b + \alpha d_1 m + e \alpha \frac{\gamma_2'}{\beta} \right] + d_1 (d \gamma_0 - e \alpha) \right]$$

Жоғарыда атап өтілгендей екінші топ заңдары ЭҚК тұрақтылығымен сипатталады.

Екінші топ заңдары үшін энергетикалық көрсеткіштер теңдеулерін 2.7-суреттегі ауыстыру схемасы арқылы алынады.

Статордың магнит ағынының тоғысуын *Евнешf* тұрақты ұстап тұру жағдайын қарастырамыз, бұл кезде статор тогы мына түрде анықталады:

$$I_1 = U_H \gamma \frac{r_0 + \frac{r_2'}{\beta} + j(x_0 + x_2')}{jx_1 \alpha (r_0 + jx_0 + \frac{r_2'}{\beta} + jx_2') + (\frac{r_2'}{\beta} + jx_2')(\alpha r_0 + j\alpha x_0)}$$

Бұл кезде схема кірісіндегі кернеу қарастырылып отырған ЭҚК статор орамдарындағы шығын шамасына жоғары болуы керек:

$$U_{кiр} = U_H \gamma + I_1 r_1 = U_H \gamma \left[1 + r_1 \frac{r_0 + \frac{r_2'}{\beta} + j(x_0 + x_2')}{jx_1 \alpha (r_0 + jx_0 + \frac{r_2'}{\beta} + jx_2') + (\frac{r_2'}{\beta} + jx_2')(\alpha r_0 + j\alpha x_0)} \right]$$

Бұл шаманы анықтау үшін мына коэффициентті енгіземіз:

$$\gamma_1 = \frac{U_{\text{кiр}}}{U_{\text{H}}} = \gamma \left[1 + r_1 \cdot \frac{r_0 + \frac{r_2'}{\beta} + j(x_0 + x_2')}{jx_1\alpha(r_0 + jx_0 + \frac{r_2'}{\beta} + jx_2') + (\frac{r_2'}{\beta} + jx_2')(\alpha r_0 + j\alpha x_0)} \right]$$

Әрі қарай осы коэффициенттің орнына мына шаманы пайдаланамыз:

$$|\gamma_1| = \gamma \sqrt{\frac{\left(\frac{r_0 r_2'}{S} + r_1 (r_0 + r_2' / \beta) - x_1 \alpha (x_0 + x_2') - x_2' x_0 \alpha \right)^2 + \left(x_1 \alpha (r_0 + r_2' / \beta) + \frac{x_0 r_2'}{S} + r_0 x_2' \alpha + r_1 (x_0 + x_2') \right)^2}{\left(\frac{r_0 r_2'}{S} - x_1 \alpha (x_0 + x_2') - x_2' x_0 \alpha \right)^2 + \left(x_1 \alpha (r_0 + r_2' / \beta) + \frac{x_0 r_2'}{S} + r_0 x_2' \alpha \right)^2}}$$

Осы секілді қалған коэффициенттерді де анықтаймыз:

$$|\gamma_2| = \gamma \cdot \text{idem2} \quad |\gamma_3| = \gamma \cdot \text{idem2} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{x_2' S}{r_2'} \right)^2}$$

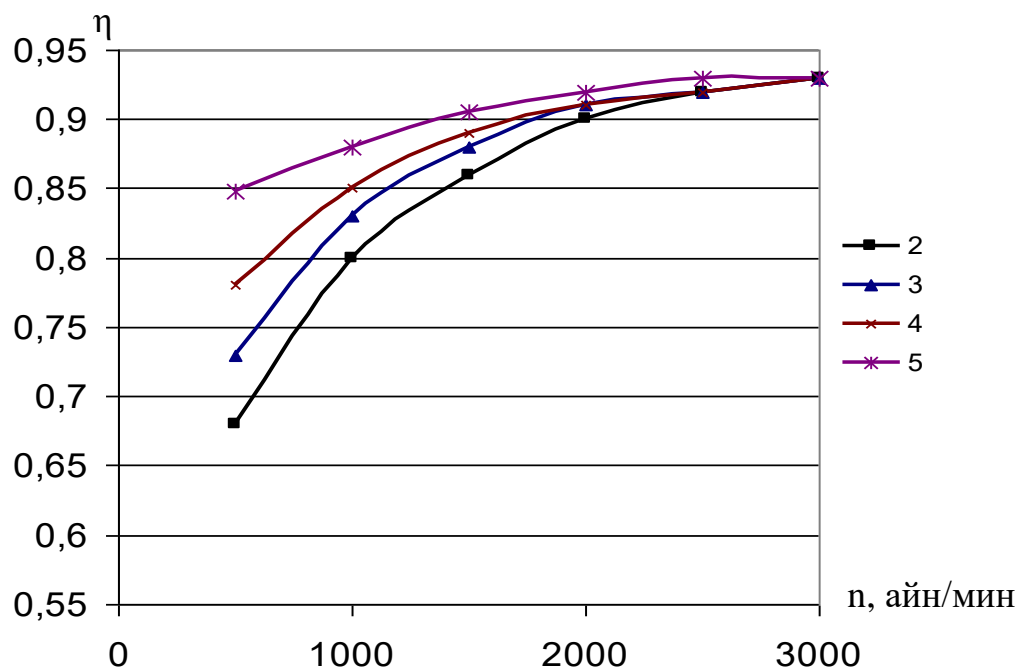
$$\text{idem2} = \sqrt{\frac{\left(\frac{r_0 r_2'}{S} + r_1 (r_0 + r_2' / \beta) - x_1 \alpha (x_0 + x_2') - x_2' x_0 \alpha \right)^2 + \left(x_1 \alpha (r_0 + r_2' / \beta) + \frac{x_0 r_2'}{S} + r_0 x_2' \alpha + r_1 (x_0 + x_2') \right)^2}{\left(\frac{r_0 r_2'}{S} - x_2' x_0 \alpha \right)^2 + \left(\frac{x_0 r_2'}{S} + r_0 x_2' \alpha \right)^2}}$$

Алынған η және $\cos\varphi_2$ өрнектер осы шамалардың басқару заңдарына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Алынған өрнектердің дұрыстығын тексеру үшін АМУ160L2У3 ($P_{\text{H}}=18,5$ кВт) типті асинхронды қозғалтқышының энергетикалық көрсеткіштері зерттелінді.

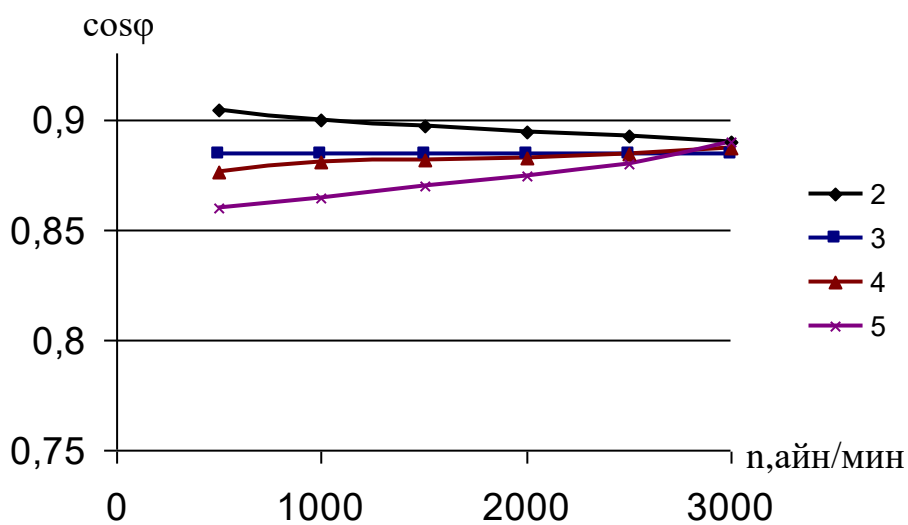
Әртүрлі басқару заңдары кезінде алынған есептеу нәтижелері 2.8 және 2.9-суреттерде көрсетілген.

Алынған нәтижелерге қарап мынадай қортындылар шығаруға болады, яғни екінші топ заңдарын қолданып электржетегін басқару кезінде статикалық және динамикалық режимдерді басқарып қана қоймай, сонымен қатар электр жетегі жүйесінің энергетикалық көрсеткіштерін жоғары деңгейде қамтамасыз етуге болады.



2 - $U/f = const$; 3 - $E_{внеш} / f = const$; 4 - $E/f = const$; 5 - $E_{внут} / f = const$.

2.8 Сурет – Пайдалы әсер коэффициентінің басқару заңдарына байланыстылығы



2 - $U/f = const$; 3 - $E_{внеш} / f = const$;
4 - $E/f = const$; 5 - $E_{внут} / f = const$.

2.9 Сурет – $\cos\phi$ басқару заңдарына байланыстылығы.

3 ЖИЛІКТІК РЕТТЕЛЕТІН ЭЛЕКТРЖЕТЕГІ – ОРТАДАН ТЕПКІШ НАСОС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ

3.1 Жүйені математикалық сипаттау

Айнымалы жиіліктің қоректену желісі барысында АҚ математикалық сипаттау негізінде электрлік машинаның жалпы теориясы жатыр.

АҚ математикалық сипаттау үшін негіз болып фазалық координаттарда құрастырылған теңдеулер табылады. АҚ ерекшелігі болып ротордың статорға қатысты бұрылу бұрышының функциясында жүйелік түрде өзгертін өзіндік және өзара индукциялық коэффициентімен магниттік байланысты тізбегінің жиынтығы табылады. Машинаның магниттік жүйенің қанығу деңгейіне байланысты, бұл коэффициенттер барлық орамдағы тоқтардан да тәуелді болуы мүмкін. Теңдеулер жалпыландырылған машина үшін екі фазалы немесе координаталы үш фазалы жүйесінде құрастырылуы мүмкін. Фазалық координаттарда теңдеулерді жазу барысында айнымалы коэффициенттермен жоғарғы тәртіптегі әртүрлі теңдеулер жүйесіне ие болады (координаттардың үш аралық жүйесінде теңдеу саны 14 – тең). АҚ болыпжатқан электромеханикалық процестерді зерттеу мақсатында бұл жүйені қолдану мүмкін емес, себебі ол айнымалы коэффициенттің болуымен, ауырлығымен, бір сызықты блмауымен байланысты. Теңдеулердің бастапқы жүйесін бұдан әрі жеңілдету және түрлендіруі келесі жалпы әдіске негізделеді. Бірақ фазалық координаттардағы теңдеулер жалпыландырылған вектор арқылы көрініс тапқан теңдеулерге өзгереді, тоқтар, кернеулер, ағымдық жалғасулар, айналу жылдамдығы, жиілік, моменттер, активті, индуктивті кедергі үшін салыстырмалы бірліктер жүйесі енгізіледі. Салыстырмалы бірліктер жүйесін енгізу теңдеулердің түрлерін жеңілдетеді, ал нәтижелі векторлар арқылы айнымалылардың өрнегі дифференциялады теңдеулердің түрлеріне алып келеді, ал мұнда қанықпаған машинаның дифференциялды теңдеу коэффициенті тұрақты шама болып табылады. Қаныққан машиналар үшін осы коэффициенттің шамаларын машинаның магниттік жағдайына тәуелділігін енгізу қажет.

Аталған түрлендіргіштерден кейін тұрақты коэффициенттермен алтыншы реттегі дифференциялды теңдеулердің жүйесіне ие болады, ал бұл АҚ сипатталуын айтарлықтай жеңілдетеді және АҚ ағатын электромеханикалық процестерді зерттеу үшін осы жүйені пайдалануға мүмкіндік береді. Алынған теңдеулер жүйесін бұдан әрі түрлендіру теңдеулерге, координаттардың әртүрлі жүйесіне (шешілетін тапсырманың мақсатына қарй) кіретін векторлардың аудармасына тап болады.

АҚ математикалық сипаттамасы барысында идеалды АҚ сәйкес келетін бірқатар жолдар беріледі:

- фазалық орамдар симметриялық, біркелкі, ротордың айналымындағы ауа қуысы бірдей;

- болаттағы жоғалтулар ескерілмейді, сондай-ақ қатар магниттік қозғалыс күштерінің және жұмыс ағымының гармониктері ескерілмейді;

- АҚ параметрлері тұрақты және АҚ орамдарындағы тоқтарға байланысты емес;

- қоректенін тоқтардың (кернеудің) симметриялық.

Координат жүйесінде салыстырмалы бірліктер жүйесін қолданатын қандайда бір жылдамдықпен ω_k айналатын идеалды үшфазалы қысқа тұйықталған АҚ үшін теңдеулер жүйесі келесі түрде:

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_s &= \bar{I}_r \cdot r_s + p \cdot \bar{\Psi}_s + j \cdot \omega_k \cdot \bar{\Psi}_s \\ 0 &= \bar{I}_r \cdot r_r + p \cdot \bar{\Psi}_r + j \cdot (\omega_k - \omega) \cdot \bar{\Psi}_r \\ \bar{\Psi}_s &= \bar{I}_s \cdot (L_m + l_{\sigma s}) + \bar{I}_r \cdot L_m \\ \bar{\Psi}_r &= \bar{I}_r \cdot (L_m + l_{\sigma r}) + \bar{I}_s \cdot L_m \\ \mu &= L_m / L_r \cdot I_m \cdot [\bar{\Psi}_r^* \times \bar{I}_s] \\ \mu - \mu_c &= J \cdot p \cdot \omega \end{aligned} \right\}$$

мұндағы: - жалпыландырылған векторлар, сәйкесінше, кернеудің, тоқтың, статордың ағымдық тоғысуының;

- жалпыландырылған векторлар, сәйкесінше, тоқтың және ротордың

ағымдық тоғысуының;

- статордың және ротордың активтік кедергілері;

L_m – статордың және ротордың өзара индуктивтігі;

- статордың және ротордың индуктивтік шашырауы;

- АҚ валындағы электромагниттік момент және кедергі моменті;

J – АҚ роторының инерция моменті;

ω - АҚ роторының бұрыштық айналу жылдамдығы;

p – уақыт бойынша дифференциалдық символ.

Асинхронды қозғалтқыштың тұрақталған жұмыс режиміне (формуладағы барлық туындылар нольге тең) 1-суретте көрсетілген АҚ Т-типті ауыстыру схемасы сәйкес, мұндағы I_m - АҚ магниттену тоғы; ω_1 – қорек көзінің жиілігі.

АҚ математикалық бейнелеуде саластырмалы бірліктер жүйесі алынған, жүйенің базалық шамасы келесідей:

Дипломдық жобаның мақсаты – автономды тоқ инверторының базасында әртүрлі басқару заңдары кезінде жоғары деңгейлі бағдарламаны жетілдіру, үшфазалы қозғалтқыштың асинхронды электрожетекті автоматты реттеу жүйесін (АРЖ) зерттеу.

Қойылған мақсаттарды нақтылау кезінде келесі есептер анықталды.

Жоғарывольтті электрожетекке қатысты белгілі басқару заңдарына сараптама жүргізу және сараптама негізінде жетілдірілетін (АРЖ) үшін жоғарывольтты электрожетектің рационалды заңдарын және жиілікті басқару әдістерін анықтау.

Үшфазалы бірорамды жоғарывольтты электрожетекті автоматты реттеу жүйесін жоғарывольтты электрожетекті АРЖ қойылатын келесі талаптар бойынша синтездеу.

Кедергінің тұрақты момент жіберу-тежеу режимінде жұмыс жасайтын электрожетек үшін интенсивті динамикалық режимде электрожетектің жұмысын қамтамасыз ететін ротордың ағындар тоғысуын тұрақты ұстау заңын басқаруды жүзеге асыру.

Валда және машинаның ішінде датчиктердің саны минимал болуы қажет.

Жоғарывольтты гальваникалық развязкасы бар датчиктердің саны минимал болуы қажет.

Үшфазалы екіорамды қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышты басқаруды жүзеге асыру.

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\sigma} = \sqrt{2} \cdot I, \\ U_{\delta} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot U_H \\ \omega_{\delta p} = 2 \cdot \pi \cdot f / z \\ \omega_{\delta} \\ T_{\delta} \\ M_{\delta} = \frac{I \cdot U \cdot z \cdot \sqrt{3}}{\omega_{\delta}} \\ L_{\delta} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{U}{\omega_{\delta}} \\ \Psi_{\delta} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{U}{\omega_{\delta}} \\ R_{\delta} = \frac{U_{\delta}}{I_{\delta}} \\ H_{\delta} = M_{\delta} \cdot z / \omega_{\delta}^2 \end{array} \right. \begin{array}{l} - \text{ базалық тоқ;} \\ - \text{ базалық кернеу;} \\ - \text{ базалық жылдамдық;} \\ - \text{ базалық жиілік;} \\ - \text{ базалық уақыт;} \\ - \text{ базалық момент;} \\ - \text{ базалық индуктивтік;} \\ - \text{ базалық ағымдық жалғасу;} \\ - \text{ базалық кедергі;} \\ - \text{ базалық инерция моменті.} \end{array}$$

АРЖ жүзеге асыруда минималды техникалық күрделілігін қамтамасыз ету. Жүзеге асырылған АРЖ электрожетек құрамында статикалық және динамикалық жұмыс режимдерінде зерттеу.

3.2 Қолданылатын автоматизация құралдарына сараптама

Қазіргі кездегі асинхронды электрожетекті жиіліктік басқару үшін арналған техникалық құрылғылар толығымен қуатты жоғарывольтты электрожетекке қойылатын талаптарды орындай алмайды және оларға келесідей кемшіліктер тән:

1) төменжылдамдықты электрожетектердің қолдану аймағының тарлығы, арнайы машинаны жасау немесе серийлы машинаны өзгерту қажеттілігі, валдарды өзара механикалық қосатын арнайы құралдарың қолданылуы, шандалған және агрессивті орталарда қолданудың мүмкінсіздігі вал мен машинаның ішінде датчиктердің болуымен байланысты;

2) техникалық күрделіліктің жоғары жүзеге асырылуы күрделі техникалық құралдардың болуымен байланысты: координатты түрлендіру, векторлық фильтрлер, фазаайналдырғыштар, функционалды түрлендіргіштер, жиілік лездік шамасын түзететін блоктар;

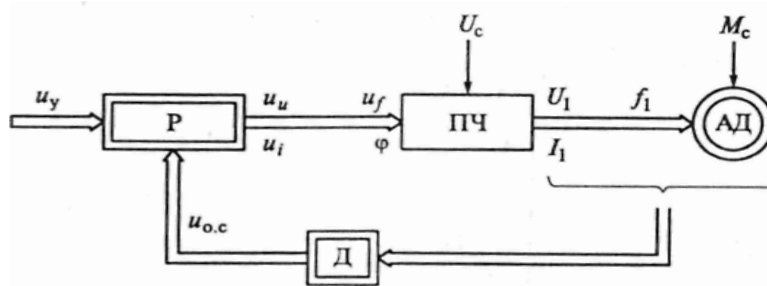
3) жоғарывольтты гальваникалық ажырауды жүзеге асыратын бар датчиктердің саны көп болуы;

4) вал мен машинаның ішінде датчиктердің болуы, АРЖблоктарын жоғары техникалық күрделіліктің жүзеге асырылуы, гальваникалық развязкасын жүзеге асыратын датчиктердің болуы сенімділіктің төмен болуына әкеп соғады.

3.3 Жүйелік жиіліктің математикалық сипаттамасы – реттелетін асинхронды электр жетегі - орталықтан тепкіш сорғы

Орталықтан тепкіш сорғыларды басқару кезінде энергия үнемдейтін технологиялық режимдерді дамытудың ең тиімді жолдарының бірі реттелетін электр жетегі болып табылады. Қазіргі уақытта автоматты басқару жүйелері бар жиіліктік – реттелетін асинхронды электр жетектері үстем жағдайға ие, бұл сорғы агрегаттарының технологиялық міндеттерін ғана емес, сонымен қатар энергия үнемдеу мәселесін шешуге мүмкіндік береді [1].

Электржетектің талап етілетін статикалық және динамикалық қасиеттерін қалыптастыру оның координаттарын реттеудің тұйық жүйесінде ғана мүмкін болады, оның функционалдық сұлбасы 3.16 - суретте көрсетілген [2].

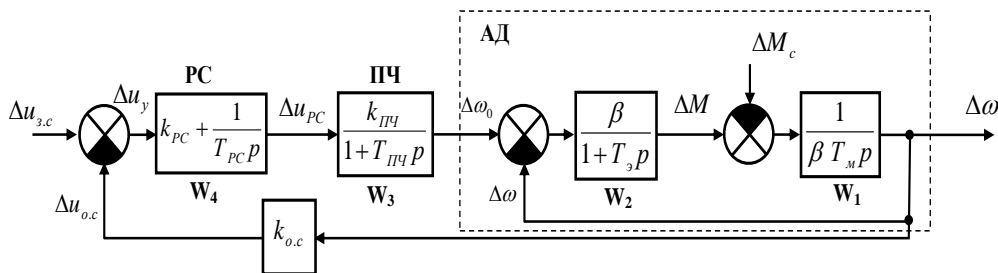


Р – реттегіш; Д – айнымалы электр жетегінің датчигі; ЖТ – жиілік түрлендіргіші.

3.16 Сурет – Тұйық жүйенің функционалдык сұлбасы ПЧ-АД.

Осы реттеу жүйесіне жылдамдық бойынша реттеу диапазонын ұлғайту үшін жылдамдық бойынша теріс кері байланысты енгізу қажет. Сондықтан электржетектің өтпелі үрдістерінің математикалық сипаттамасында жылдамдық бойынша кері байланыс ескеріледі. Жылдамдық бойынша кері байланысы бар ПЧ-АД жүйесінің құрылымдық сұлбасы [2]:

3.17-суретіне сәйкес құрылымдық схема электржетектің линеаризацияланған жүйесі болып табылады.



3.17 Сурет – Жылдамдық бойынша кері байланысы бар ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық схемасы

Схемада келесі белгілеулер қолданылған:

β – механикалық сипаттама қатаңдығы модулі;

T_3 – АҚ статор және ротор тізбектерінің балама электромагнитті уақыт тұрақтылығы;

$k_{ПЧ}$ – ЖТ тасымалдау коэффициенті ПЧ;

$T_{ПЧ}$ – ЖТ басқару тізбегінің уақыт тұрақтылығы;

T_m – электромеханикалық уақыт тұрақтылығы.

Құрылымдық схема бойынша W_1 тасымалдау функциясына сәйкес қозғалыс теңдігі:

$$\frac{\Delta \omega}{\Delta M - \Delta M_c} = \frac{1}{\beta T_m p}, \quad (3.15)$$

немесе

$$\frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_m} (\Delta M - \Delta M_c), \quad (3.16)$$

мұндағы $\Delta\omega$ – жылдамдық өсімшесі; ΔM – момент өсімшесі;
 ΔM_c – жүктеме момент өсімшесі.

W_2 тасымалдау функциясына сәйкес:

$$\frac{\Delta M}{\Delta\omega_0 - \Delta\omega} = \frac{\beta}{1 + T_p p}, \quad (3.17)$$

Дифференциалды теңдік ретінде:

$$T_p \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta (\Delta\omega_0 - \Delta\omega), \quad (3.18)$$

мұндағы $\Delta\omega_0$ – АҚ электромагнитті өрісінің бұрыштық жылдамдық өсімшесі.

W_3 тасымалдау функциясына сәйкес ЖТ теңдігі:

$$T_{ПЧ} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = k_{ПЧ} \Delta U_{PC}, \quad (3.19)$$

Ал жылдамдық реттегіші РС (тасымалдау функциясы W_4):

$$\Delta U_{PC} = k_{PC} (\Delta U_{3.c} - \Delta U_{o.c}) + \int_0^t (\Delta U_{3.c} - \Delta U_{o.c}) dt, \quad (3.20)$$

немесе

$$T_{PC} \frac{d\Delta U_{PC}}{dt} = k_{PC} T_{PC} \frac{d\Delta U_y}{dt} + \Delta U_y, \quad (3.21)$$

ΔU_y өсімшесін келесі түрде жазамыз:

$$\Delta U_y = \Delta U_{3.c} - k_{o.c} \Delta\omega, \quad (3.22)$$

мұндағы $\Delta U_{3.c}$ - беріліс сигналының өсімшесі;

$k_{o.c}$ - жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті.

Сонымен жиіліктік реттелетін центрден тепкіш насостың электржетегін математикалық сипаты келесі теңдіктермен сипатталады:

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

$$T_s \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta (\Delta\omega_0 - \Delta\omega), \quad (3.23)$$

$$T_{пч} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = k_{пч} \Delta U_{PC},$$

$$T_{PC} \frac{d\Delta U_{PC}}{dt} = k_{PC} T_{PC} \frac{d\Delta U_y}{dt} + \Delta U_y,$$

$$\Delta U_y = \Delta U_{z.c} - k_{o.c} \Delta\omega.$$

3.4 Центрден тепкіш сорғының математикалық моделі

Центрден тепкіш сорғыны бақылау объектісі ретінде қарастырып, орталықтан тепкіш сорғының математикалық моделіне негізделген статикалық және динамикалық режимдерінің математикалық сипаттамасын келтіреміз [3].

Сорғының арын шығын сипаттамасының математикалық сипатталуы келесі түрде жазылады:

$$H = h_0 * \omega^2 + b * \omega - rH * q^2, \quad (3.24)$$

мұндағы h_0 – сорғының бос жүріс арыны;

b – сорғының арыны мен берілісі арасындағы сызықты тәуелділікті сипаттайтын коэффициент;

rH - сорғының ішкі гидравликалық кедергісін ескеретін коэффициент.

Теңдеуде (3.24) алғашқы екі құраушы сұйықтықтан алынған энергия беру процесін анықтайды, ал үшінші құраушы жалпы өнімділік квадратына пропорционалды центрден тепкіш сорғының толық жоғалтуын анықтайды. Осыдан шығатыны, сорғының динамикалық өнімділігі мен инерциясы бірінші теңдеудің екі терминімен анықталады (3.10). Сорғының динамикасында мінез-құлқын сипаттайтын тәуелділіктерді алу үшін орталықтан тепкіш сорғының сипаттамасын динамикалық компонент ретінде белгілейік $z = h_0 * \omega^2 + b * \omega$.

Сорғының динамикалық сипаттамасын өтпелі процесстерді ескере отырып келесі түрде жазамыз:

$$T_H \frac{dz}{dt} + z = b * \omega + h_0 * \omega^2, \quad (3.25)$$

немесе

$$z = \frac{1}{T_H p + 1} (b * \omega + h_0 * \omega^2). \quad (3.26)$$

Жылдамдық бойынша кері байланысы бар ЖТ – АҚ және насос жүйесі механикалық уақыт тұрақтылығы бар бірыңғай механизм болып табылады.

3.5 MATLAB ортасы туралы жалпы түсініктер

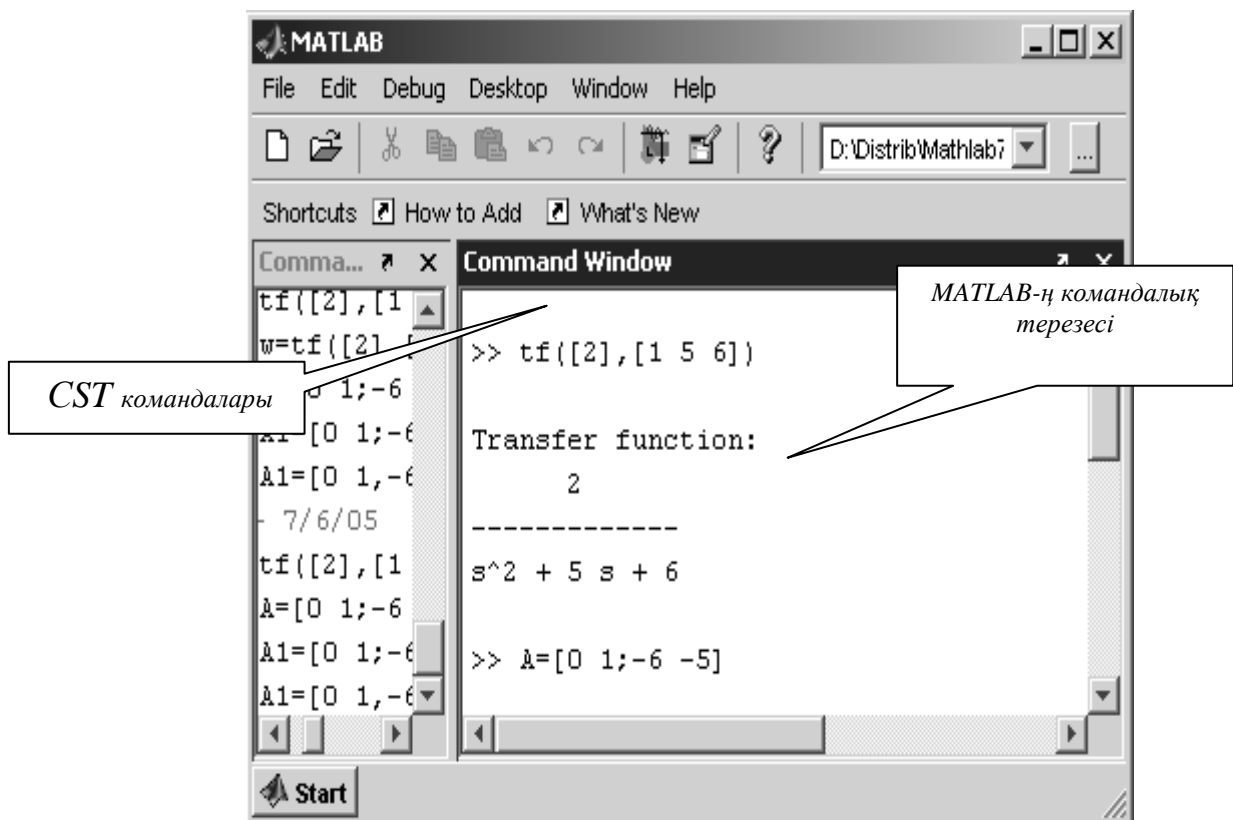
MATLAB – жоғарғы деңгейлі бағдарламалау жүйесі, ол интерпретатор күйінде жұмыс істей алады, және әр түрлі есептеулерді, берілгендер құрылымын және ақпараттың графикалық ұсынысын орындайтын командалар жиынтығынан тұрады. Көбіне, басқару жүйелерінің LTI (Linear Time Invariant Models) моделдерімен жұмыс істеуге арналған, Control System Toolbox қолданбалы бағдарламасының командалар пакеті қолданылады.

MATLAB Simulink – блок кітапханалары негізіндегі динамикалық жүйелерді модельдеу, анализдеу және синтездеуге арналған интерактивті құрал. Simulink, MATLAB-тың жеке құралы болып саналады, бірақ MATLAB-ң функцияларымен және оның басқа да құралдарымен қолдана алады. Сонымен қатар, әртүрлі қолдану аймақтары үшін қосымша блок кітапханалары бар (электротехникалық құрылғыларды модельдеу, цифрлық құрылғыларды өңдеуге арналған блоктар жиынтығы және т.б.).

Жұмыс істеу және модельдеудің негізгі принциптері.

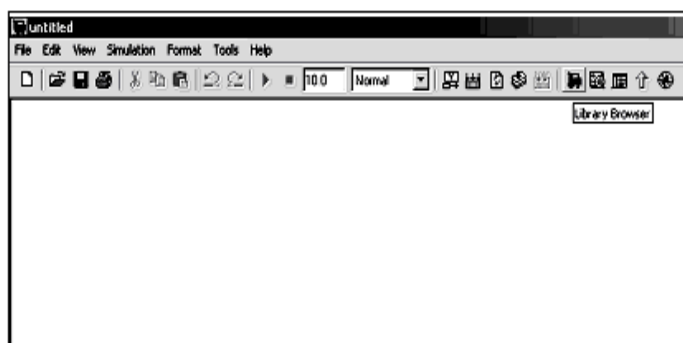
MATLAB ортасындағы жұмыстар CST командалары немесе MATLAB Simulink операциялық блоктар негізінде орындалады.

CST-мен жұмыс істеу үшін, MATLAB бағдарламасын іске қосып, берілген командалар жиынтығын қолданып, MATLAB ортасының командалық терезесінде жұмыс істеу керек (3.3- сурет).



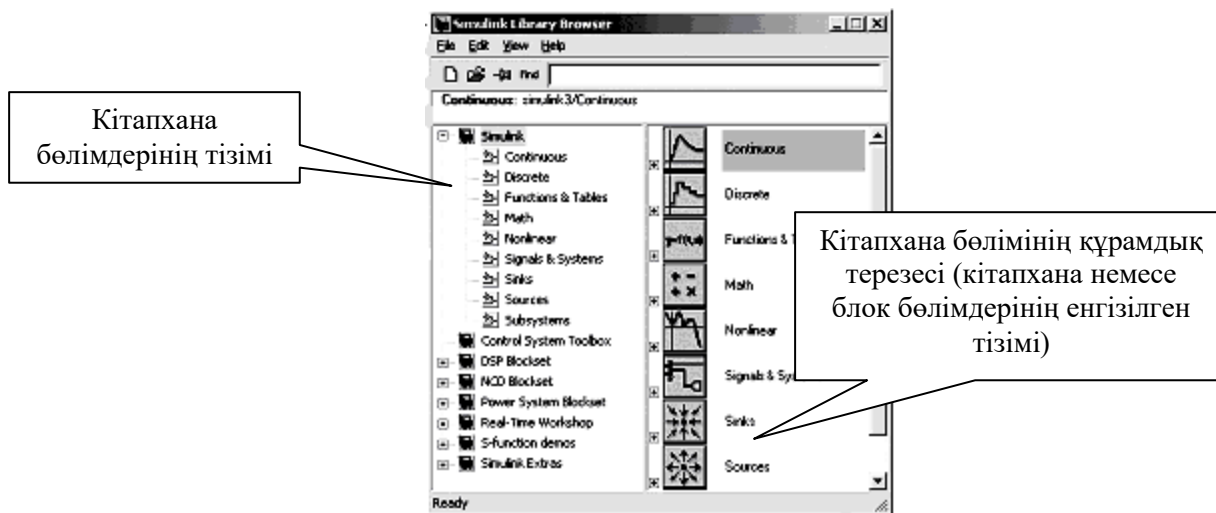
3.3 Сурет – MATLAB-ң командалық терезесі

MATLAB Simulink-та жұмыс істеу үшін, MATLAB бағдарламасын іске қосқаннан кейін менюда File→New→Model ашу керек. Ашылған терезеде (3.4 - сурет) Simulink кітапханасының операциялық блоктарынан тұратын жүйелік моделі жинақталады.



3.4 Сурет – MATLAB Simulink терезесі

Блоктар кітапханасының терезесі Library Browser батырмасын басу арқылы Simulink менюында іске қосылады да, әртүрлі қолданбалы бөлімдерден тұрады және 3.5 суретте көрсетілген.



3.5 Сурет – MATLAB Simulink кітапханасы

Simulink кітапханасы

SimPowerSystems блоктарының кітапханасы белгілі бір құрылғыларды модельдеуге арналған Simulink-тің көптеген қосымша кітапханадарының бірі. SimPowerSystems электротехникалық құрылғыларды имитациялық модельдеуге арналған блоктар жинағынан тұрады.

Кітапхана құрамына активті және пассивті электротехникалық элементтердің, қорек көздерінің, электроқозғалтқыштардың, трансформаторлардың, электр тарату сызықтарының және т.б. құрылғылардың модельдері кіреді.

Сонымен қатар, электроника құрылғыларын және оларды басқаратын жүйелерді модельдейтін бөлімі де бар. Қолданушы Simulink пен SimPowerSystems-тің арнайы мүмкіндіктерін қолдану арқылы құрылғының жұмысын тек уақыттық аймақта имитациялаумен қана қоймай, осы құрылғының әртүрлі анализін жүргізе алады.

Әдетте, қолданушы айнымалы тоқтағы жүйе жұмысының орнықталған режимін, тізбек бөлігінің толық кедергісін есебін жүргізе алады, жиіліктік сипаттамаларын ала алады, орнықтылығын анализдей алады, сонымен қатар токтар мен кернеулердің гармоникалық анализін жүргізе алады.

SimPowerSystems-тің бірден-бір артықшылығы—күрделі электротехникалық жүйелерді имитациялық және құрылымдық модельдеу әдістерін біріктіру арқылы модельдеу болып саналады. Мысалы, электр энергиясын жартылай өткізгіштік түрлендіргіштің қуаттық бөлігін SimPowerSystems-тің имитациялық блоктарын, ал басқару жүйесін Simulink-тің карапайым блоктарын қолдану арқылы орындауға болады.

Бұның өзі, басқа схемотехникалық модельдеу бағдарламаларына карағанда, барлық модельді ықшамдауға мүмкіндік береді, яғни оның жұмысын

және жұмыс жылдамдығын жақсартады.

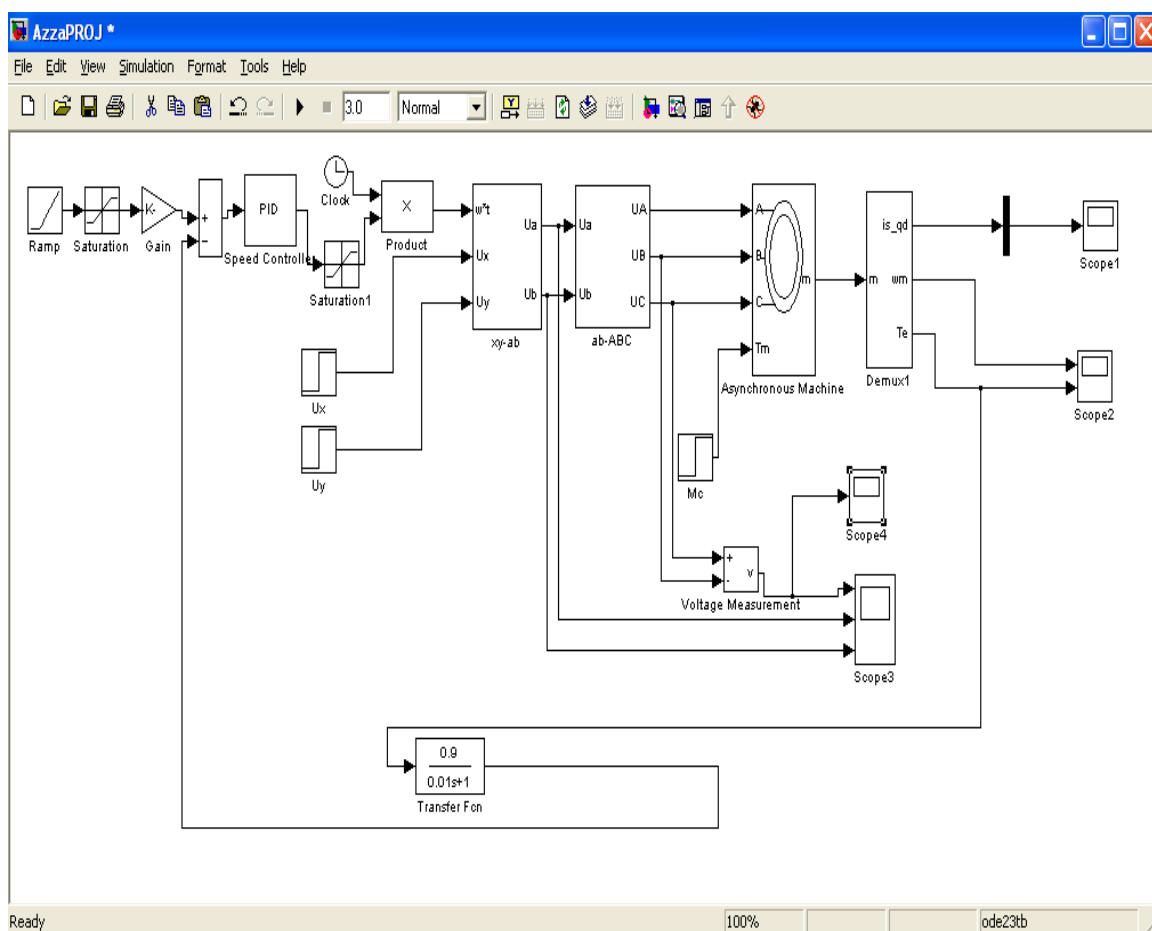
SimPowerSystems кітапханасы өте үлкен. Егер кітапханада қажетті блок болмаса, қолданушы Simulink-тің жүйелер байланыс мүмкіндіктерін қолдану арқылы, библиотекада бар блоктардың көмегімен өзінің жаңа блогын құра алады.

Жиіліктік реттеу әдісімен реттелетін асинхронды қозғалтқыштың Matlab ортасында жасалған моделі 3.6 - суретте көрсетілген.

Matlab (Simulink) пакетінде жасалған тікелей байланысты жиілік түрлендіргішінің негізінде вертикальді басқару принципі жатыр, яғни басқару тірек сигналы мен басқарушы сигналдардың айырмасынан шығады.

Басқарушы сигнал шығыс сигналдарының (жиілік, амплитуда) формасы туралы ақпараттар алып келеді, ал тірек сигналы кернеудің формасы туралы сигналдар береді.

3.6 - суретте көрсетілген моделде жиілік түрлендіргіш негізгі екі блоктардан құралады.



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

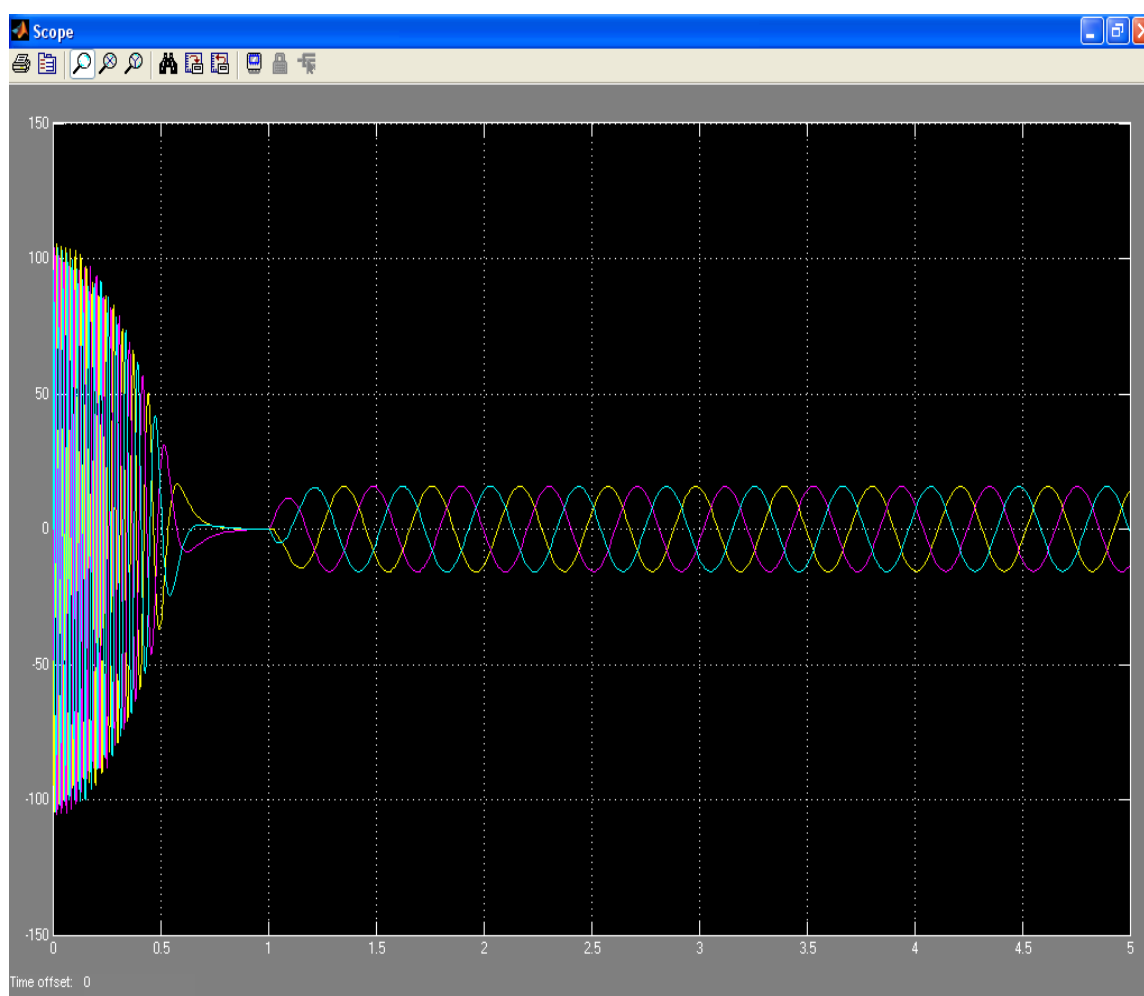
Бірінші блок Simulink қосымшасында жасалған,оның негізгі қызметі жартылай өткізгіштерді басқару импульстерін өндіреді.

Екінші блок Power System Blokset (PSB), қосымшасында жасалған,оның қызметі жиілік түрлендіргішінің жүктемесіндегі процесстерді модельдеуге арналған.

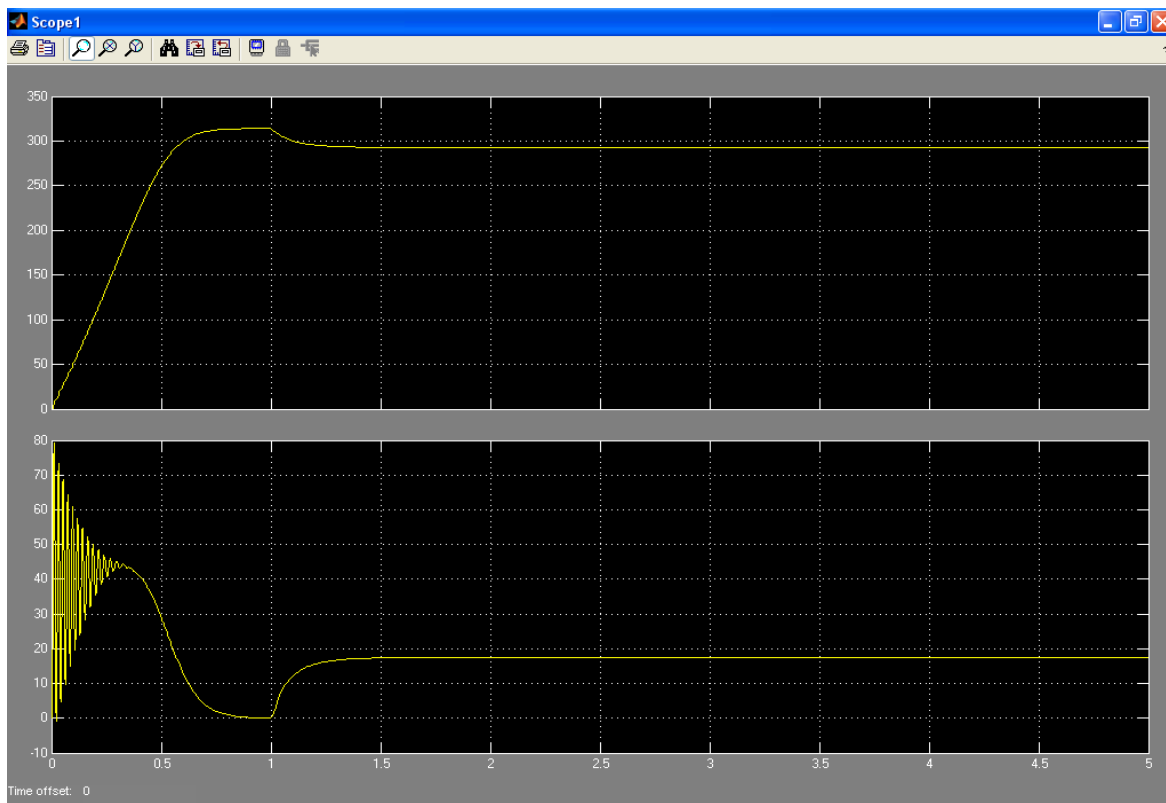
Шығыс координаталары u_1 және u_2 блоктары жартылай өткізгіштер шығысындағы сигналдарды қалыптастырады.

Simulink сигналдарынан PSB сигналдарына өту үшін Controlled Voltage Source блогы қолданылады, оған жүктеме ретінде RL- элементтері жалғанған.

Модельдеу кезінде 4A180S2Y3 қуаты 22 кВт -қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы қарастырылды.



3.7 Сурет - Статор тоқтарының осциллограммасы



3.8 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_{cm} жүктеме моментінің өзгеруі;
- M -айналдыру моментінің өзгерісімен, яғни жетектің бір сипаттамадан келесі сипаттамаға көшуімен сипатталады.

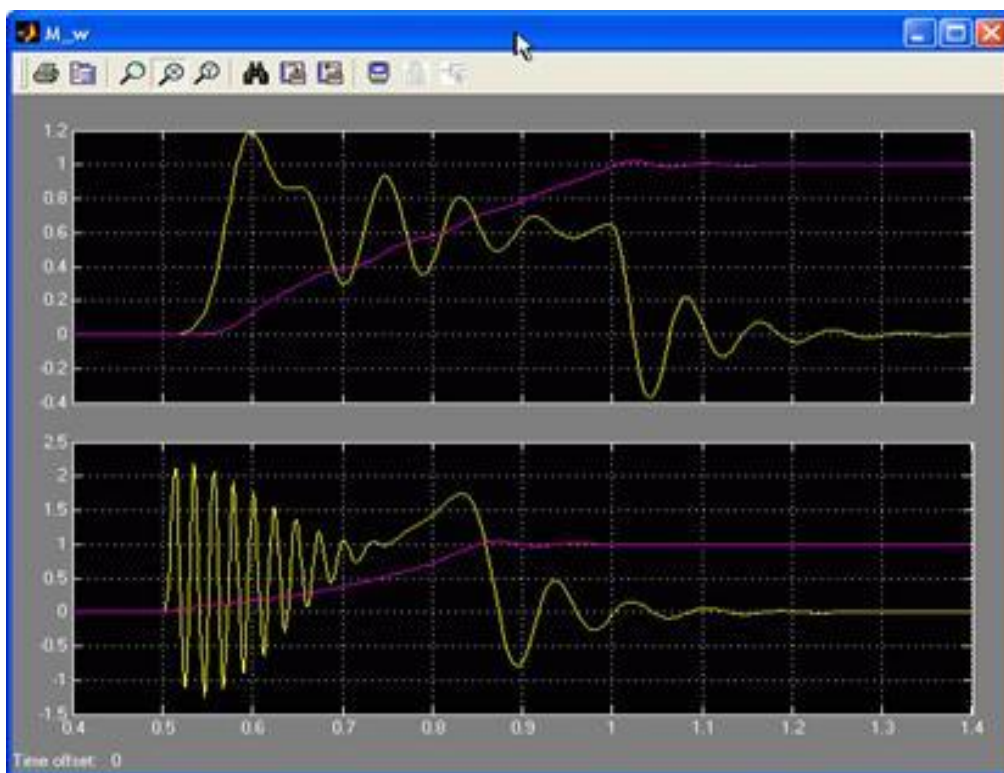
Осыған байланысты өтпелі процесстердің негізгі түрлері мыналар: іске қосу, тежеу, реверстеу немесе жетектің қандайда бір параметрін өзгерту арқылы оның жылдамдығын реттеу.

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

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

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 3.10 – суретте көрсетілген.



3.9 – 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 4A180S2Y3 қуаты 22 кВт -қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы қарастырылды.

Жоғарыдағы (3.23) және (3.25) негізінде ЖТ – АҚ және насос жүйесінің математикалық моделі келесі түрде жазылады:

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

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

$$T_{ПЧ} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = k_{ПЧ} \Delta U_{PC}, \quad (3.27)$$

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

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

мұндағы T_H – сорғы дөңгелегіндегі өтпелі уақытша тұрақты (электр қозғалтқышының электромагниттік уақыт тұрақтысына ұқсас).

Динамикалық өтпелі процестерді зерттеуге ыңғайлы болу үшін (3.13) кері байланысы бар ПЧ – АД жүйелері жылдамдық бойынша кері байланысы бар және ортадан тепкіш сорғы, күрделі емес түрлендірулерден кейін, тендеулер жүйесін келесі түрде ұсынамыз:

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

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

(3.28)

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

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

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

мұндағы $x_1 = \Delta\omega$, $x_2 = \Delta M$, $x_3 = \Delta\omega_0$, $x_4 = \Delta U_{PC}$, x_5 – айнымалы линеаризация коэффициенті ω^2 .

Асинхронды қозғалтқыштың параметрлері кезінде жүйені шешу бағдарламасы (3.28) 4A112M2Y3:

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

параметрлері ПЧ:

$k_{ПЧ} = 5$; $T_{ПЧ} = 0,001$,

жылдамдықты реттегіш параметрлері, кері байланыс коэффициенті:

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

сондай-ақ ортадан тепкіш сорғының параметрлері К90/20:

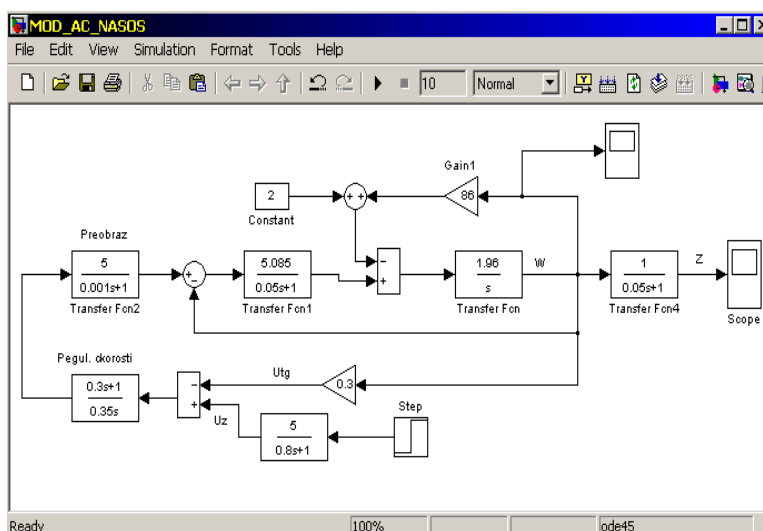
$b = 0,57$; $h_0 = 0,1$; $x_0 = 35$; $T_H = 0,045$,

3.10 суретте көрсетілген:

```
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
```

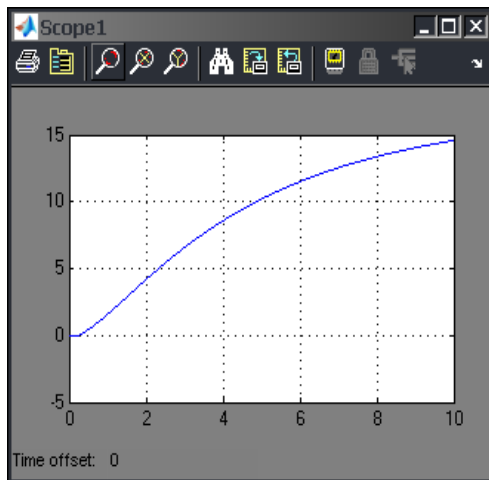
3.10 Сурет - асинхронды қозғалтқыштың параметрлері кезінде жүйені шешу бағдарламасы 4A112M2У3

Динамика системы ПЧ – АД – ортадан тепкіш сорғыны 3.11 суретте көрсетілген модельдің блок диаграммасында зерттеп алуға болады.

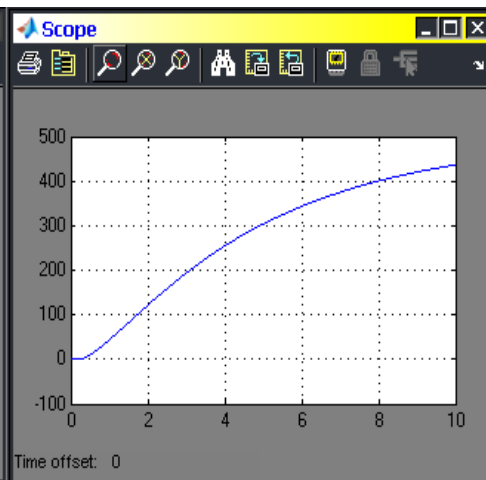


3.11 Сурет – Жүйелік модельдің құрылымдық сұлбасы ПЧ – АД – ЦБН MATLAB

Бағдарламада дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу үшін (3.28) Рунге - Кутта сандық әдісі қолданылады [4]. Модельдеу нәтижесінде алынған осцилограммалар 3.12, 3.13-суретте келтірілген. 3.20 сурет өтпелі процесті жүйесінің жылдамдығы көрсетеді ПЧ-АД, 3.13-суретте сорғыдағы шығыс қысымының қысымы көрсетілген.

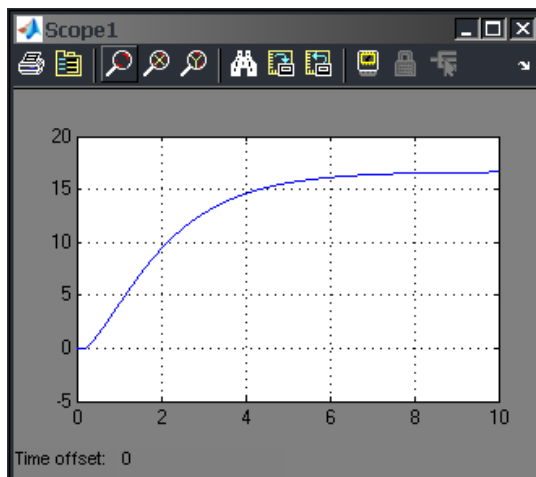


3.12 Сурет

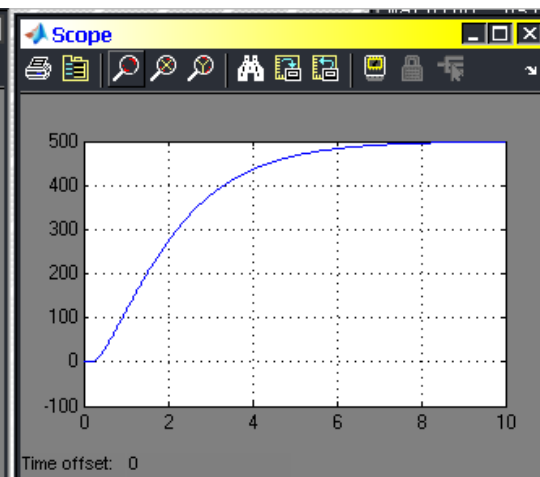


3.13 Сурет

3.14, 3.15-суретте ПЧ - АД жылдамдық реттеушісінің параметрлері өзгергенде, ПЧ - АД және ЦБН өтпелері көрсетіледі ($k_{PC} = 3$, $T_{PC} = 0,1$).



3.14 Сурет



3.15 Сурет

Осциллограмманың визуалды зерттеуі 3.14 және 3.15 суретте сорғы дөңгелегінің айналу жылдамдығы сапалы сипаттамалары бойынша ПЧ – АД жүйесінің жылдамдығына сәйкес келетіндігін көрсетеді.

Осциллограммаларды визуалды зерттеу қысымның өсу қарқыны (үдеу) ОСБ-АҚ жүйесі жылдамдығының өсу қарқынына қарағанда жоғары екенін көрсетеді.

4 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ

4.1 Еңбекті қорғау бойынша ұйымдастыру шаралары

Еңбек қорғау бойынша жұмыстарды ұйымдастыру және де ол үшін бақылау бөлмесінде жауапкершілік бастық пен бас инженер басшылығымен зауыт әкімшілігіне жүктеледі.

Орындарда толық жауапкершілікті ТТС бастығы атқарады. Жұмысқа қабылдау кезінде ТТС-қа жұмысқа қабылданатын адамның денсаулығын тексеретін міндетті медициналық қарау ескерілген.

Жұмысты 8 сағаттан 3 ауысымға орнатамыз. Түскі үзіліске 1 сағат және жеке жұмыстарға 20-40 минут бөлінеді. ТТС-те аптасына 2 рет қауіпсіздік техникасынан кеңес жүргізіледі. Жұмысқа қауіпсіздік техникасы нұсқауынан өткендер жіберіледі:

1) кіріспе нұсқау беру – ТТС-қа жұмысқа қабылданған кезде білікті жұмысшы, еңбек қорғау мамаңы бойынша жүргізеді. Әдетті ұзақтылығы 2-3 сағат;

2) жұмыс орнында нұсқау беру – сол участоктағы тікелей жұмыс жетекшісімен жүргізіледі;

3) мерзімді нұсқау беру – барлық жұмысшылармен 6 ай сайын жүргізіледі;

4) кезектен тыс нұсқау беру – жұмысшының басқа участокқа ауысқанда немесе ауысым құрамында жарақаты бар кезде жүргізіледі;

5) жоғары қауіп жағдайында жұмыс жүргізу кезінде нұсқау беру.

Жұмысшылардың ТТС-тағы денсаулық сақтау және еңбекті қорғау шарттарына тиісті қаулылардың, бұйрықтардың, нұсқаулардың орындалуын қадағалау «Госгортехнадзор» жүргізуіндегі техникалық пен санитарлық инспекцияларына жүктелген.

Өндірістік санитария мен қауіпсіздік техникасы бойынша қағидалар мен ережелерді сақтайтын қоғамдық бақылауды құрамы заводтық кәсіподақ комитетімен бекітілген еңбек қорғау бойынша комиссия жүргізеді.

Еңбекті қорғау мен қауіпсіздік насихаты бойынша шаралар келесідей қауіпсіздік техникасы бойынша плакаттарды ілу, журналдарды тарату және фильмдерді көрсету, баяндамалар мен дәрістерді өткізу.

ЕПК-да еңбекті қорғауды ұйымдастыру үшін еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасының кабинеті бар, бір штаттық бірлікмен: еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасы бойынша инженер.

4.2 Өндірістік қауіптер мен зияндылықтарды талдау

Лақтырудың зияндылығы мен құрамын сапалы талдау ережелеріне сәйкес ТТС-ғы газ тазарту өндірісін зияндылықтың 4-ші тобына жатқызамыз, яғни құрамында улы және уландырғыш заттар бар газдардың атмосфераға лақтырылатын өндіріс тобы.

Газдардың үлкен концентрациясы бар болғанда қоспа газдардың өрт кезінде жарылу мүмкіншілігін ескереміз. газдың құрамы негізінде газды тазалау өндірісін лап ету температурасы 120 °С жоғары өртті қауіпті өндірісіне жатқызамыз.

Цех ғимаратының отқа төзімділік дәрежесін «үшінші» деп қабылдаймыз. Цехта газарналардан және газ тазалау аспаптардан артық жылу шығаруы ескерілген. Сондықтан цехты өндіріс зияндылығының 4-ші тобына, өрт қауіптілігінің «В» тобына, жарылу қауіптілігінің «А» тобына және де үлкен жылу жұмысты жайларға жатқызамыз.

Есептеу құрылғысы орналасқан бөлмедегі шудың көзі жұмыс істеуші ЭЕМ-дер және техникалық құралдар кешеніне кіретін құрылғылар (бейне терминалдар, баспа құрылғылар). Шу ақпаратты қабылдау және талдауға байланысты жұмыстардың орындалуын қиындатады, назар аудару және ауызша ақпарат алмасуға кедергі жасайды. Шу жеке жүйесін өзгертеді, адам психикасына, жүрек-қантамыр жүйесіне, ас қорытуға кері әсер етіп, ұйқыны нашарлатады. Шулы жағдайларда жұмыс істеу бас ауруын, бас айналуы тудырып, есту мүшелері функцияларын бұзады. Зиянды параметрлердің шамалары санитарлық нормаларға сәйкес 5.1-кестеде келтірілген.

4.1 Кесте - Зиянды параметрлердің шамалары

Өндіріс қауіпінің параметрлері	СН245-71	Нақты мәні
Микроклимат: ауа температурасы қыс мерзімінде жаз мерзімінде	17-24 °С 22-25 °С	0 °С дейін 30-35 °С
Электр тогы	0,5-1 мА	60 мА
Шу деңгейі	90-95 дБ	80-90 дБ
Артық жылу бөліну	20 ккал/м ³ артық емес	35 ккал/м ³

4.3 Сақтау шараларын қалыптастыру

Зиянды және жарылысқа қауіпті газ қоспаларының жиналуы мен таралуын ескеру мақсатында жобамен газдардың жекеленген сорылу жүйесін ескереміз.

Жекеше қорғаныс үшін:

- тыныс алу мүшелері – противогаздар, респираторлар;
- көру мүшелері – герметикалық оправалы көзілдірік;
- теріні қорғау – кремдер мен тұнбаларды қолдану.

Өрттен сақтану мен ескеру мақсатында өрттен автоматты сақтандыруды ескереміз.

Өртке қарсы шаралар

Автоматиканың техникалық құралдары мен аспаптары үрдіс параметрлерін берілген дәрежеде ұстайды, нормалардан ауытқуды білдіртеді, қауіп болған кезде асепаратордың жұмысын тоқтатады.

Өртті қақпайлау үшін едәуір қауіпті жерлерде ОУ-5 немесе ОУ-8 қол өрт сөндіргіштерін участокқа 2-3-тен орнатамыз. Өртті сөндіру суды қолданумен немесе көмірқышқыл өрт сөндіргіш көмегімен жүргізіледі. СНИП негізінде сыртқа апаратын екі эвакуациялық шығысты ескереміз.

ЭЕМ-де өрт қауіпін ток тасушы өткізгіштерден және кернеудегі электрондық сұлбалардан, сонымен қатар тез жанғыш материалдар бөлшектерінің қызуынан, токтың мүмкін болмайтын артуы себебінен трансформатордың жануынан, қысқа тұйықталған жалғаушы өткізгіштерді оқшауландырудың бұзылуынан және жергілікті қызудың электрлік доғалының пайда болуынан туындайды.

Қарастырған зауыт өрт қауіпі бойынша СНИП II-A5-70 нормасына сәйкес Г категориясына жатады, ал ЕТ құрылғылары орналасқан есептеу орталығының бөлмесі өндірістік мекемелері құрылыстық жобалаудың өртке қарсы нормаларына сәйкес өртке төзімділік дәрежесі бойынша III-категорияға жатады. Қысқа тұйықталудан пайда болатын өртті болдырмау үшін барлық ток тасушы өрттер сызығы R3 болғанда өшіретін релелік қорғанышпен қамтамасыз етілген.

Өрт шыққан жағдайда қызметкерлерді залалсыздандыру үшін СН 245-71 нормасына сәйкес ортақ залдан 2 эвакуациялық шығыс, сондай-ақ сыртқа шығатын өрт сатылары қарастырылған. Есіктердің ені 1,5 м, өткізу қабілеті 50 адам/мин.

Өрт жайлы жылдам хабар беруші 2 телефон орнатылған: біреуі - ЕҚ бөлмесіндегі қалалық телефон, екіншісі – дәліздегі телефон – автомат. Эвакуация жайлы хабар бөлімдер бойынша орындалады.

Өрт қауіпсіздігіне ЕҚ басшысы жауап береді. Мекемеде қызметкерлер және ИТР, жұмыскерлер арасынан ерікті түрде өртке қарсы топ құрылған.

Ауа алмасуын ұйымдастыру

Су балансын қалпына келтіру үшін, қоршаған орта мен ағзаның жылу алмасуын бұзушылығын ескерту үшін суды газдау және тұздаудың екі түрі қарастырылған. Қызметкерлердің жұмыс орындарына 3-4 м/сек жылдамдығымен, 4000-5000 м³ шамасында ауа беріледі.

Желдетуді ұйымдастыру

“SIEMENS” фирмасының аспаптарымен орнатылған бөлмеге қажетті жылу мен ауаның мөлшері “SIEMENS” аспаптарының дұрыс жұмыстарымен қамтамасыз ететін режимдарымен анықталады және қызмет ету персоналының қажетті еңбек жағдайларымен анықталады.

Еңбектің дұрыс жағдайын қамтамасыз ету үшін міндетті түрде қоршайтын ауаның температурасын $\pm 15 - 16^{\circ}\text{C}$ максималды түсуімен $+15 - +20^{\circ}\text{C}$ шегінде ұстап тұруы қажет, сол себептен бөлмеде көрсетілген шектерде ауаның температурасын реттеп отыратын құрылғылар қарастырылуы керек.

ТТС қондырғыларды қолдану кезінде келесі ережелерді сақтауды талап етеміз:

1) $t > 80^{\circ}\text{C}$ температурада жұмыс істейтін аспаптар корпусының беті аулақтанған болу керек;

2) уландырғыш газдардан уланудан, жарылуға қауіпті қоспалардың жарылу мен оттанудан аулақ болу мақсатында аспаптар корпусындағы барлық тесіктер нығыздалған болу қажет;

3) газ тазаланатын қондырғылар жарылыс пластиналарымен немесе сақтандыратын клапандармен жабдықтандырылған болу қажет.

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр қуатын өткізу кабельдері цехке жер бойымен өткізілген. Бақылау және күшті кабельдері арнайы тунельдерде кем дегенде биіктігі 2,2 м биік цехтың қабырға бойымен өткізілген және резина изоляциясына ие болады. Кем дегенде 2,2 м биіктігінде кабельдерді төсеу кезінде ол болат профилімен жабылады.

Электрлі ток қауіпсіздіктен қорғалынбаған бөлшектері кернеу 36 В жоғары болған кезде, барлық жағдайда сенімді етіп жерге қосылу керек.

Қорғаныштық жерлендіруді есептеу

Адамның электр тоғына шалыну қаупін болдырмау үшін қорғаныштық жерлендірудің есептеуін жүзеге асырамыз. Есептеу орталығы, іргетасы темірбетонды бөлмеде орналасқан. Есептеу құрылғысына ТВСО-1 микро-ЭЕМ орналасқан. Оны қоректену үшін оқшауланған нейтралды торап қолданылады. Қорек кернеуі - 220 В, тұйықталу тоғы – 60 мА, грунттың үлестік кедергісі – 45 Ом.

Метеорологиялық қызмет көрсету орталығының деректері бойынша ТТС орналасқан аймақ бірінші климаттық аймаққа жатады.

ЕҚ залы - жолақтық қимасы 4x50 мм бұрыштық болаттан жасалған, өзектік қимасы ұзындығы 2,5м 50x50 мм бұрыштық болаттан тұратын жерлендірудің контурлық типін қолданады. Жерлендіргіш 0,8 м тереңдікке отырғызылады. Жерлендіру түрі: 0,8 м-ге тереңдетілген жолақтар мен тік электродтарда жүзеге асырылған құрылыс периметрі бойынша контур типті.

Мерзімдік коэффициентін ескере отырып, грунттың үлестік кедергісін есептейік:

$$\rho_6 = \rho_{zp} \cdot \varphi_6 = 45 \cdot 1,7 = 76,50 \text{ м} \cdot \text{м}$$

$$\rho_2 = \rho_{zp} \cdot \varphi_2 = 45 \cdot 5,5 = 247,50 \text{ м} \cdot \text{м}$$

Табиғи жерлендіргіш ретінде ЕҚ бөлмесінің темірбетонды іргетасын аламыз. Темірбетонды іргетасының ағынды токқа кедергісін келесі формула бойынша есептейміз:

$$R_{\phi} = 0,5 \eta \rho_2 / \sqrt{S_{\phi}}$$

мұндағы η - 1,6 бетондық қабаттын болуын және оның қатуын (1,5-1,8) ескеретін коэффициент; S – құрылыс іргетасымен шектелген аудан, m^2

$$R_{\phi} = 0,5 \cdot 1,6 \cdot 247 / \sqrt{80} = 270 \text{ м.}$$

Келесі формула бойынша табиғи жерлендіргішке қажетті кедергіні анықтаймыз:

$$R_{\text{ндон}} = \frac{R_n \cdot R_{\phi}}{R_{\phi} - R_n}$$

ПУЭ талаптарына сәйкес 1000В кернеуге дейін электр құрылғылары үшін жерлендіретін құрылғының кедергісі R_H 4 Омнан артық болмауы керек, сол себепті $R_H = 4$ Ом:

$$R_{\text{ндон}} = \frac{27 \cdot 4}{27 - 4} = 4,8$$

Бір өзекті электродты кедергісін есептейік:

$$R_c = \frac{\rho b}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t_1 + l}{4t_1 - l} \right)$$

мұндағы $d = 0,95 \cdot 0,05 = 475 \cdot 10^{-4}$; $l = 2,5$; $t_1 = 0,8 + \frac{2,5}{2} = 2,05$

Электродтардың қажетті санын есептейік:

$$R_c = \frac{77}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,0475} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,05 + 2,5}{4 \cdot 2,05 - 2,5} \right) = 23,36$$

$N=4,8$ және тік электродтар арасындағы қашықтықтың $a=5$ м олардың ұзындығына $a/l=2$ қатынасы 4.1- кестеден анықталады, яғни 6 электрод алынады, $n_b=6$.

Сонда жолақты электродтың ұзындығы:

$$L = n \cdot b \cdot l_b = 6 \cdot 2,5 \cdot 2 = 30 \text{ м}$$

Контур жолағының кедергісі R_H келесі формула бойынша анықталады:

$$R_n = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt} = \frac{247,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} \ln \frac{30^2}{0,038 \cdot 0,8} = 12,05$$

Тік электродтарды және көлденең электродтарды қолдану коэффициенті:

$$\eta_B=0,73 \quad \eta_T=0,48$$

Онда табиғи жерлендіргіштің кедергісі:

$$R_4 = \frac{12,05 \cdot 23,36}{12,05 \cdot 6 \cdot 0,73 + 23,36 \cdot 0,48} = 4,46$$

Табиғи жерлендіргішті ескеріп:

$$R = \frac{4,46 \cdot 4,8}{4,46 + 4,8} = 2,29 < 4 \text{ Ом}$$

Яғни, қойылған талаптарды қанағаттандырады.

4.4 Табиғи және жасанды жарықты ұйымдастыру

Қанағаттанбаушы жарықтандыру жұмыс жүргізуді қиындатады, жұмысқа қабілеттілікті және еңбек өнімділігін төмендетуге әкеледі, көздің әлсіреуі мен шаршағандығына ұшыратады. Бұл жұмыстағы келеңсіз жағдайлар мен қатерлі себебі бола алады.

Қалыпты еңбек жағдайлары үшін жұмыс орнының дұрыс жарықтандырылуының мәні зор.

ТТС-тың басқару пультінің бөлмесі күндіз табиғи жарықпен жарықтандырылады, бірақ жұмыс кезекті-тәулікті жоспарда орындалғандықтан кешкі және түнгі уақытта жарықтандыру жасанды болып келеді.

Өндіріс ғимараттарының жарықтануы келесі негізгі талаптарға жауап беруі тиіс: жарықтану жеткілікті және бірінғай болуы керек, шектен тыс жарық, қалың және тез көлеңке тудырмау керек, жарық ағынының дұрыс бағыты.

Табиғи жарықтандыру сыртқы қабырғалардағы терезелер ойықтары арқылы, жарық фонарьлары және ғимарат аражабындарындағы арқылы қамтымасыздандырылады.

Операторлық бөлмелерде ЛБ-80 түріндегі люминисцентті шаммен жарық құрылғысы қарастырылған.

Жасанды жарықтану жүйесіне жалпы талаптар СНиП. II-A.9-71-ге енгізіледі.

Операторлық бөлмелерде табиғи жарықтандырудың жеткіліксіздігі байқалады. Соған байланысты жасанды жарықтандыру қажет.

Люминисцентті шам үшін қор коэффициенті $k=1,5$. Бөлме ені 6м, ұзындығы 10м, ал биіктігі $h=2,5$ м.

Есептеуді нүктелік әдіспен жүргіземіз. Қатарды екі бөлікке бөліп, әр қайсысы үшін:

$$P=1,5 \text{ м} \quad P^1=P/h=(1,2) \cdot 1,5/2,5 = 0,6 \text{ м},$$

$$L=5 \text{ м} \quad L^1=L/h=5/2,5 = 2 \text{ м},$$

Шамдардың ток тығыздығын келесі формулалар бойынша анықтаймыз:

$$F_1 = (1000 \cdot E \cdot k \cdot h) / (\mu \sum \varepsilon)$$

мұндағы E -жарықталу;

k -қор коэффициенті;

h -шам орнатудың биіктігі

μ -қашықтағы шамдардың әсерін ескеретін коэффициент.

$$F_1 = (1000 \cdot 600 \cdot 1,5 \cdot 2,5) / (1,2 \cdot 210) = 8928,6 \text{ лм/м}$$

Қатардың толық ұзындығы үшін (шамамен 10м) келесі ағын қажет:

$$8928,6 / 4320 = 20$$

Сонымен, есептеу машиналарының дисплейлерімен жұмыс істеу үшін және бергіштер көрсетулерін алу үшін, яғни келтірілген санитарлы-гигиеналық ережелерге сай жарықтандыруды қамтамасыздандыру үшін 20 шам қажет

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстың мақсатына сәйкес электржетегі және сорғы қондырғысы үшін автоматты басқару жүйесі жасалды.

Басқару жүйесі судың қысымының қалаған деңгейін сақтай отырып, су беру желісіндегі гидравликалық және пневматикалық соққылардың алдын алуға мүмкіндік береді. Температура датчигінің және дифференциалды қысымның (ағынның) болуы жүйені неғұрлым үнемді етуге мүмкіндік беретін қажетті ағын жылдамдығын қамтамасыз ету үшін қажетті қысымды есептеуге мүмкіндік береді.

Реттелетін жетекті пайдалану сорғы қозғалтқышының қызмет ету мерзімін ұлғайтады және қажетті сумен жабдықтауды және тиісті қуат тұтынуды қамтамасыз етеді.

Біздің жұмысымыздың ерекшелігі - негізгі жабдықты қайта өңдеусіз сорғы қондырғысын жаңғырту мүмкіндігі. Жүйе басқарудың екі деңгейін қолдана алады.

Төменгі деңгей (жобаланған) сумен жабдықтау желісінің параметрлерін және сорғы қондырғысының жабдықтарын бақылауды қамтамасыз етеді. Желінің су ағынын бақылау.

Басқарудың жоғарғы деңгейі осы қондырғыны басқару, басқару үдерісіне жедел араласу мүмкіндігі, сондай-ақ суды жеткізу үдерісі туралы ақпарат сақтау және құжаттау үшін бір жылға жоспарланатын болады. Жоғарғы деңгей дербес компьютердің негізінде бақыланады және параметрлерді орнатуды және монитордағы процестің бағытын көрсетеді. Жоғарғы деңгей бірнеше төменгі деңгейлі жүйелердің жұмысын қамтамасыз етеді.

Кәсіпорындарда және тұрғын үй-шаруашылық ұйымдарда ұсынылатын автоматтандырылған басқару жүйесін қолдану кезінде негізгі экономикалық тиімділікке қол жеткізіледі:

- энергия шығынын азайту;
- сумен жабдықтау сапасын жақсарту.

Сыртқы әсерлері бар нақты сорғы қондырғысының нақты жүйесінің динамикалық сипаттамаларын зерттеу нәтижесінде MATLAB 12 қосымшалар пакетінің SIMULINK бағдарламасы ұсынылған электр жетегі жүйесінің жұмысын және сумен жабдықтау желісіндегі қысымның реттелуін тексерді.

Жұмыстың нәтижесі жобаның міндетін қанағаттандырады. Осылайша, дипломдық жобаның негізгі мақсаты орындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупро-водниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2001.
- 2 Карасев Б.И. Насосные и воздухоудувные станции. - Мн.: ВШ, 1990.
- 3 Витальев В.П., Фаликов В.С. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 4 Бару А.Ю., Эпштейн И.И. Преобразователи частоты для насосных станций // Водоснабжение и санитарная техника, 1986, №3.
- 5 Гинзбург Я.Н., Лезнов Б.С. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки // Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения, 1986.
- 6 Лезнов Б.С. Экономичное регулирование режимов работы насосных станций / Водоснабжение и санитарная техника, 1983.
- 7 Лезнов Б.С., Чебанов В.Б., Чурганов А.В. Регулирование режимов работы насосной установки // Водоснабжение и санитарная техника, 1985, №4.
- 8 Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 9 Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под. ред. В.И. Круповича, Ю.Г. Барыбина, М.Л. Самовера. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
- 10 Автоматизированный электропривод / Под. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 11 Федоров О.В., Карпович Э.Л. Основы технико-экономического выбора электропривода промышленных установок: Монография. - Нижний Новгород: изд-во НГУ, 1991.
- 12 Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1980.
- 13 Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 320 с
- 14 Фираго Б.И. Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию по теории электропривода для студ. спец.21.05. - Мн.: БГПА, 1993.
- 15 Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1982.
- 16 Справочник по проектированию систем и электрооборудования / Под. ред. Ю.Г. Барыбина и др. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
- 17 Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР - 6-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 18 Безопасность жизнедеятельности. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. 7-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2007.