

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Сорғы агрегатының автоматтандырылған электржетегі

5B071800 - «Электр энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Егенберді Бағдат Берикбайұлы ЭАТк – 16 – 4

(аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Алмуратова Н.К., PhD доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

Кеңесшілер:

Техникалық бөлімі бойынша:

Даркенбаева Эльмира Байджумаевна, аға оқытушы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша:

Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, PhD докторы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

Пікір жазушы:

Хидолда Еркін, т.ғ.к., профессор

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20__ ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электр техника институты
5B071800 - «Электр энергетика» мамандығы
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Егенберді Бағдат Берикбайұлы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Сорғы агрегатының автоматтандырылған электржетегі

Ректордың «11» 11 2019 №147 бұйрығы бойынша бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2020 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс

нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Берілген ортадан тепкіш сорғы параметрлері: КМ-50-32-125, $P_n=5,5кВт$,

$n=1500$ айн/мин, $\cos\varphi=0,8$, $I_n=37,1$, бұрыштық жылдамдығы $\omega_{оном}=314с^{-1}$

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе

қысқаша мазмұны:

1. Сорғы агрегатын басқару жүйесінің технологиялық процесі. Ортадан
тепкіш сорғыш қондырғылары.

2. Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін реттеу тәсілдері. «Жиілікті
түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» сұлбасы бойынша ортадан тепкіш
сорғылардың энергия үнемдеуші электржетегі.

3. ЖТ-АҚ статикалық жүйе мінездемесі

4. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі.

5. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының шиыршықты бұрмамен сұлбасы

2. Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының құрылымдық сұлбасы

3 НЦС-1 Өз-өздігінен соратын ортадан тепкіш сорғы

4. Сорғы станцияларындағы агрегаттардың байланысу сұлбасы

5. Ортадан тепкіш механизмдерінің автоматтандырылған электржсетек функционалды сұлбасы
6. VFD-B жиілікті түрлендіргіштің қосылу сұлбас
7. ТЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы
8. Автоматтандырылған электржсетектің басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы
9. Асинхронды қозғалтқышты іске қосудың виртуалды моделі
10. 4A100L2У3 электрқозғалтқыштың параметрлері
11. Жүктемемен іске қосу кезіндегі өтпелі сипаттамалар ($M=M_H=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) кезінде $f=50 \text{ Гц}$ $U_H=380 \text{ В}$.
12. Жүктемемен іске қосу кезіндегі жылдамдық пен моментінің өтпелі сипаттамалары ($M=M_H=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) кезінде $f=15 \text{ Гц}$ $U_H=114 \text{ В}$.
13. Белгілі бір уақыт сәтіндегі жүктемені түсіру және лақтыру кезінде қозғалтқышты зерттеуге арналған виртуалды модель
14. Жүктемені көтерілу және түсу кезіндегі өтпелі сипаттамалар ($M=M_H=15 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $f=15 \text{ Гц}$, $U_H=114 \text{ В}$, $t_H=0,6 \text{ с}$, $t_C=1,3 \text{ с}$.
15. Өмір тіршілік қауіпсіздігі
16. Экономикалық бөлім

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

- 1 Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009. – 248 с.
- 2 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2007. – 320 с.
- 3 Герман – Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА – Век, 2008. – 368 с.
- 4 Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Путер, 2008. – 288 с.
- 5 Терехов В. М. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
- 6 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат. – Алматы: АИЭС, 2009.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімшелер	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Техникалық бөлім	Алмуратова Н.К.		
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мусаева Ж.К.		
Экономикалық бөлім	Тузелбаев Б.И.		

Диплом жұмысын дайындау

К Е С Т Е С І

№ p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	<i>Сорғы агрегатын басқару жүйесінің технологиялық процесі. Ортадан тепкіш сорғыш қондырғылары</i>	29.11.2019	
2.	<i>Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін реттеу тәсілдер</i>	19.12.2019	
3.	<i>«Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» сұлбасы бойынша ортадан тепкіш сорғылардың энергия үнемдеуші электржетегі</i>	15.03.2020	
4.	<i>АҚ табиғи механикалық мінездемесі $U/f^2 = \text{const} (f = 50 \text{Гц})$ кезінде</i>	12.04.2020	
5.	<i>Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің құрылымдық сұлбасы және оның параметрлерін есептеу</i>	12.05.2020	
6	<i>Электржетектің компьютерлік моделін таңдау және өтпелі процестерді зерттеу</i>	21.05.2020	
6.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері</i>	22.05.2020	
7	<i>Экономикалық бөлім</i>	24.05.2020	

Тапсырманың берілген уақыты « 20 » қараша 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ *Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор*
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі _____ *Алмуратова Н.К., PhD доцент*
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ *Аубакирұлы Маулен*
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Қарастырылған дипломдық жұмыста сорғы агрегаттарының автоматтандырылған электржетек жұмысын зерттеп, оған келтірілген талаптар, реттеп реализациялау мүмкіндіктері, электржетек жүйесін таңдау және негіздеу, ЖТ-АҚ жүйесінің математикалық жазбасы, MATLAB бағдарламасында ЖТ-АҚ моделін тұрғызып, жиілікті түрлендіргіш сұлбасының күштік элементтері және параметрлерін есептедім.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде ортадан тепкіш сорғылардың эксплуатациясы және техника қауіпсіздігі және цехтағы қызметкерлердің еңбек жағдайларына талдау жасадым. Жасанды жерге қосқыш көмегімен сорғыны жерге қосу қауіпсіздігі мен ажыратқыш қабілетке қорғаныс нөлін есептеу. Сорғы станциясының аспирациялық жүйелерін есептедім.

Экономикалық бөлімінде техноко-экономикалық көрсеткіштергі есептеу жүргізіп, электр жетекті жетілдіру капиталды шығынын есептедім. Эксплуатациялық шығындарды есептептеп, еңбек сыймдылығын анықтадым.

Аннотация

В дипломной работе рассмотрена работа автоматизированного электропривода насосных агрегатов, требования к ним, возможности регулировки реализации, выбор и обоснование системы электропривода, математическая запись системы ПЧ-АД, модель ПЧ-АД в программе MATLAB, силовые элементы и параметры схемы преобразователя частоты.

В разделе Безопасность жизнедеятельности произведен анализ условий труда работников цеха и эксплуатации центробежных насосов. Расчет безопасности заземления насоса с помощью искусственного заземления и нулевого защитного нуля на отключающую способность. Подсчитал аспирационные системы насосной станции.

В экономической части произведен расчет технико-экономических показателей и расчет капитальных затрат на модернизацию электропривода. Расчет эксплуатационных затрат и определение трудоемкости.

Annotation

The thesis reviewed the work of the automated electric drive of pumping units, requirements, control implementation, selection and justification of the electric drive system, mathematical notation system IF-AD, model IF-AD MATLAB power components and circuit parameters of the frequency Converter.

In the section life Safety, the analysis of working conditions of shop workers and operation of centrifugal pumps is made. Calculation of the safety of pump grounding using artificial grounding and zero protective zero for breaking capacity. I counted the pump station's aspiration systems.

In the economic part, the calculation of technical and economic indicators and the calculation of capital expenditures for the modernization of the electric drive was made. Calculation of operating costs and determination of labor intensity.

Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Сорғы агрегатын басқару жүйесінің технологиялық процесі.....	10
1.1 Ортадан тепкіш сорғыш қондырғылары.....	11
1.2 Ортадан тепкіш сорғының түрлері.....	14
1.3 Сорғы агрегатының сипаттамасы мен жұмыс режимі.....	15
1.4 Сорғы қондырғыларының қолдану аймағы.....	17
1.5 Ортадан тепкіш сорғы электржетек күштік каналдарының энергетикалық қатынастары.....	19
2 Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін реттеу тәсілдері.....	21
2.1 Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін жұмыс доңғалағының айналу жиілігін өзгертумен реттеу.....	23
2.2 Ортадан тепкіш сорғы реттелетін жетек жүктемесі ретінде.....	27
2.3 «Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» сұлбасы бойынша ортадан тепкіш сорғылардың энергия үнемдеуші электржетегі..	27
2.4 Сорғы агрегаттары мен қондырғылары.....	31
2.5 Асинхронды машина үлгілерінің дифференциалды тендеулері.....	32
3 ЖТ-АҚ статикалық жүйе мінездемесі.....	35
3.1 ЖТ-Ақ механикалық мінездемесі.....	35
3.2 АҚ табиғи механикалық мінездемесі $U/f^2 = \text{const}$ ($f = 50 \text{ Гц}$) кезінде.....	36
3.3 Жиілікті түрлендіргіш және күштік сұлба элементтерін және параметрлерін есептеу.....	44
3.4 Жиілікті түрлендіргіш сериясын таңдау. VFD-B жиілікі түрлендіргіштің ерекшеліктері.....	45
3.5 Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің құрылымдық сұлбасы және оның параметрлерін есептеу.....	47
3.5 Электржетектің компьютерлік моделін таңдау және өтпелі процестерді зерттеу.....	49
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....	56
4.1 Ортадан тепкіш сорғылардың эксплуатациясы және техника қауіпсіздігі.....	57
4.2 Цехтағы қызметкерлердің еңбек жағдайларын талдау.....	59
4.3 Жасанды жерге қосқыш көмегімен сорғыны жерге қосу.....	61
4.4 Ажыратқыш қабілетке қорғаныс нөлін есептеу.....	62
4.5 Сорғы станциясының аспирациялық жүйелерін есептеу.....	65
5 Техника- экономикалық бөлімі.....	68
5.1 Техноко-экономикалық көрсеткіштергі есептеу жүргізу.....	68
5.2 Электр жетекті жетілдіру капиталды шығынын есептеу.....	69
5.3 Эксплуатациялық шығындарды есептейміз.....	70
5.4 Еңбек сыймдылығы.....	71
5.5 Жобаны ұйымдастыру техника-экономикалық шаралар тиімділігі.....	75
Қорытынды.....	79
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	80

Кіріспе

Ортадан тепкіш сорғылардың индустриялық дамуының жаңа кезеңі 1875 жылдан басталады, Осборн Рейнольдс, арнайы құрылғыларды (диффузорларды) қолдану арқылы олардың жұмысында айтарлықтай жақсартуға қол жеткізді. Осы уақытқа да жоғары айналымдағы электр қозғалтқыштары мен бу турбиналарының пайда болуы мен дамуы жатады, бұл ортадан тепкіш сорғыларды жетілдіруге және оларды қолдану аясын кеңейтуге күшті түрткі болды.

Бұл бағытты дамыту тоқтатылмайды, сорғының жеке бөліктері, гидравликалық, механикалық, электрлік, қолдану саласы кеңейтіледі.

Сорғы агрегаттарының функциялары берілген қозғалтқыштарды қарастыру, сұйықтықтарды сору шығындарымен, белгілі шарттарға тәуелді өзгереді. Барлық сорғы станциялары максималды шығындармен есептеледі, экстремалды жағдайлар туғызулары мүмкін. Барлық сорғы станциялары максималды шығындармен есептеледі, шұғыл жағдайлар арқылы туындайды. Салыстырмалы түрде нормалы жағдайлар реттеу ортасы, әр-түрлі шығындар кезіндегі жұмыс жүйесін реттеу нормасы.

Сорғының айналу жиілігін өзгертпестен жұмыс кезінде дресселдеу, сорғы құбыржолының қысымымен жабындыны ішінара ашу. Гимараттардың жылу желілері, жылу желілері, суық және ыстық сумен жабдықтау. Бұл станциялардың максималды өнімділікке байланысты таңдалуына байланысты тұтынушыларды ауыстыру әр түрлі уақыт кезеңдеріне байланысты. Кейбір деректерге байланысты, орташа күн сайынғы суық суды сорғыштармен тұтыну 50 құрайды ... 55%.

Кеңінен таралған жүйе (асинхронды қозғалтқыш) "жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш" жүйесі болып табылады және асинхронды қозғалтқыштың конструкциясын оңайлатумен вентильді түрлендіргіштің (асинхронды қозғалтқыштың) басқаруымен реттеуші электр жетегі. Жиіліктік-толқынды реттеу-бұл үнемді әдіс, жоғары тиімділік және механикалық сипаттамалар жақсы, ПӘК жоғары.

Электржетек жүйесіне дұрыс таңдау жүргізілді, қозғалтқыш жұмысының оңтайлы тұрақтылығын зерттеу жүргізілді және орталықтан тепкіш агрегаттардың орнықтылығын сәйкестендіру көрсетілді.

Сорғы станциялары энергия жүйесі шығаратын 20% электр энергиясын пайдаланады.

Бұл жұмыста жұмыс қысымын ұстап тұру жүйесіндегі насостың асинхронды электр жетегіне талдау жүргізілді.

1 Сорғы агрегатын басқару жүйесінің технологиялық процесі

Сорғы агрегаты-бұл өзара қосылған қозғалтқыш және сорғы. Сорғы агрегаттары:

- 1) бу сорғысы бар бу қазандығынан тұратын бу;
- 2) Электрлік — электр мотордан және сорғыдан (ортадан тепкіш немесе поршеньді));
- 3) мұнай — мұнай қозғалтқышынан және жетек сорғысынан;
- 4) турбонасосстар — орталықтан тепкіш сорғышы бар бір білікке қосылған бу турбинасынан.

Сорғы агрегаттары жылжымалы, доңғалақ жүрісінде болуы мүмкін (өрт сөндіру, жұмыс жүргізу кезінде суды сору, уақытша сумен жабдықтау үшін). Сорғы станциясына орнату үшін сорғы агрегаттарының түрін таңдау жергілікті жағдайларды ескере отырып, техникалық-экономикалық есеппен негізделеді.

Ортадан тепкіш сорғы-сұйықтықтың қозғалысы мен қажетті арын жұмыс дөңгелегі қалақтарының сұйықтыққа әсері кезінде пайда болатын ортатадан тепкіш күш есебінен құрылатын сорғы.

Сорғыш корпусының ішінде, әдетте, спиральді нысаны бар, білікке жұмыс дөңгелегі қатты бекітілген. Ол, әдетте, арасында қалақтар орнатылған артқы және алдыңғы дискілерден тұрады. Олар жұмыс дөңгелегінің айналу бағытына қарама-қарсы радиалды бағытқа иілген. Патрубклардың көмегімен сорғыш корпусы сорғыш және арынды құбырлармен жалғанады.

Егер сорғы корпусы сорғыш құбырдан сұйықтықпен толық толтырылған болса, онда жұмыс дөңгелегіне айналу берілген кезде (мысалы, электрқозғалтқыштың көмегімен) жұмыс дөңгелегінің арналарында болатын сұйықтық (оның қалақтарының арасында), ортадан тепкіш күштің әсерінен доңғалақтың ортасынан периферияға қарай лақтырылатын болады. Бұл дөңгелектің орталық бөлігінде сирету пайда болады, ал периферияда қысым артады. Ал егер қысым жоғарыласа, онда сорғыдан сұйықтық тегеурінді құбырға түсе бастайды. Оның салдарынан сорғы корпусының ішінде сирету пайда болады, оның әсерінен сұйықтық сору құбырынан сорғыш сорғыға бір мезгілде түсе бастайды. Осылайша, сұйықтықты орталықтан тепкіш сорғымен соратын сорғыдан арынды құбырға үздіксіз беру жүреді.

Орталықтан тепкіш сорғылар бір сатылы ғана емес (бір жұмыс дөңгелегі бар), көп сатылы (бірнеше жұмыс дөңгелегі бар) да болады. Бұл ретте олардың әрекет ету принципі барлық жағдайларда әрдайым сияқты қалады. Сұйықтық айналмалы жұмыс дөңгелегі есебінен дамиды ортадан тепкіш күштің әсерінен қозғалады.

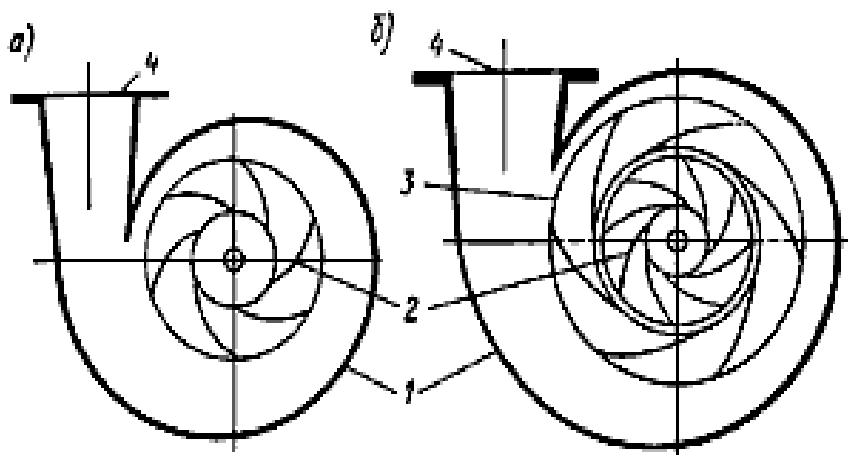
1.1 Ортадан тепкіш сорғыш қондырғылары

1.1.1 Сорғы қондырғыларының құрылысы. Олардың конструктивтік ерекшеліктері және техникалық сипаттамалары

Жұмыс доңғалағының әсерінен ортадан тепкіш сорғылар жоғарыдан және үлкен жылдамдықта дөңгелекті қалдырып, сұйықтықты қажетті жерге тез жеткізуге мүмкіндік береді. Шығу жылдамдығы сорғыдан сұйықтықтың шығуына дейін сорғы конструкциясы корпусының қысымына айналады. Ағым орта күшінің өзгеру жылдамдығы 1 орамдағы пьезометриялық жартылай дөңгелек орамда жүзеге асырылады (сурет.1.1) немесе бағыттаушы құрылғыда 3. Сұйық дөңгелек 2 шиыршықты бұрма арнасына ақырын өсіп келеді. Қималарына ағып түсуіне қарамастан, жылдамдықтың сұйық күші пьезометрлық түрде түрленіп ең бастысы конус түріндегі келтекұбырында 4 іске асырылады.

Егер сұйықтық жұмыс дөңгелегінен бағыттаушы аппараттың арнасына түссе, онда бұл арналарда түрлендірудің үлкен бөлігі орындалады. Айналымды дөңгелек сұйықтық оны айдау құбырына бағыттайды және қамтамасыз етеді. Жұмыс істеп тұрған доңғалақ айналғанда, құйылған сұйықтықты берер алдында қалақша мен ортадан тепкіш және Кориолис күшінің әсерінен доңғалақтың ортасынан оның қалақшасының шеткі аймағына қозғалады, содан кейін спиральды камера арқылы арынды құбырға жіберіледі.

Бағыттаушы аппарат гидравликалық турбиналардың жұмысқа қабілеттілігін ескере отырып, сорғы қондырғысының құрылысына қосылған. Құрылымда бағыттаушы аппарат болуы тиіс. Бұрынғы сорғы құрылысы құрылымында бағыттаушы аппарат, турбонасос атауы берілген.



а — бағыттаушы аппараты жоқ; *б* — бағыттаушы аппаратты бар

1.1 сурет - Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының шиыршықты бұрмамен сұлбасы

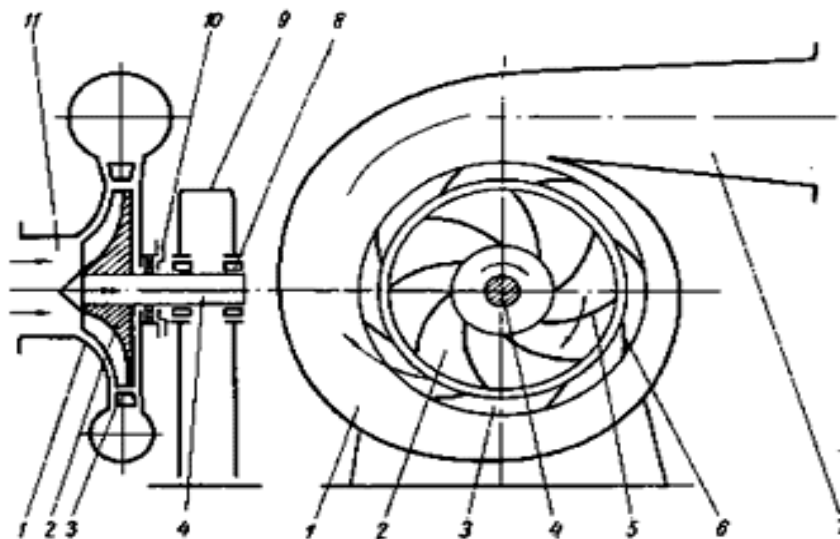
Спираль түр формасы берілген жұмысшы доңғалағы 2, қозғалмайтын корпусының ішінде орналасқан (Сурет-1.2). Ортадан тепкіш сорғы негізінен

жұмыс бөлігі болып есептеледі. Жұмысшы бөлігі екі білікке бекітілген. Дөңгелек екі (алдыңғы 3 және артқы 4) дисктерінен құралған. Олардың арасында қалақшалар орналасқан 8. Бір бағытта бірқалыпты майысқан, қарама-қарсы айналу бағытында айналатын дөңгелектер.

Қалқандар дискілерді біртұтас бүтін етіп қосатын бөлік болып табылады. Дискілердің ішкі беті мен қалақтардың беті қалақтың аралығын құрайтын дөңгелек арнаның бөлігі болып табылады. Олар, өз кезегінде, жұмыс істеп тұрған сорғыш кезінде сорып алатын сумен толтырылады.

Ротор мойынтірек 8 бөлігінде айналады. Айналатын және қозғалмайтын бөліктері арасын , сорғы құрылысының ішінде циркуляцияны азайту үшін нығыздап 10, сорғыдан сұйық ақпау үшін араларын тығыздап бекітеді. Әр сұйық үшін жұмыстық доңғалағының айналуына (масса М), жылдамдықпен қозғалатын білек осьтерінің арасындағы қашықтықта планета аралық арнада орналасуына байланысты ортадан тепкіш күш әсер етеді. Орталық күштер-сұйықтықты араластырады және жоғары қысым туғызады. Дөңгелектің ортасында-түсіру жүргізіледі.

Қысым айырмасының арқасында сұйықтық қысым құбырына түседі. Осылайша, сұйықтықтың үздіксіз айналуы сорғы арқылы жүзеге асырылады.



1-жұмысшы камерасы; 2- жұмысшы дөңгелегі; 3-бағыттаушы аппарат;
4-білік; 5-қалақ; 6- бағыттаушы аппаратының қалағы; 7- баспа сорғы;
8-мойынтірек; 9-сорғы корпусы; 10- гидравликалық біліктің тығыздалған тірегі; 11-тартып алу келтеқұбыры.

1.2 сурет -Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының құрылымдық сұлбасы

Ортадан тепкіш сорғылар ең көп таралған динамикалық гидравликалық машиналардың бірі болып табылады. Олар сумен жабдықтау, су құбыры, жылу энергетикасы, химия өндірісі, атом өндірісі, авиациялық және зымыран техникасында пайдаланылады.

- Басқа типті сорғыларға карағанда ортадан тепкіш сорғының артықшылықтары болып табылады.:

- $H = f(Q)$ және $H = H(Q)$, H -арын (механизмнің шығысындағы газ қысымы немесе сұйықтық) және КПД жоғары мәні, су беру Q кең диапазонда ұстап тұруға әкеледі.;

- жоғары айналу жиілігі, электр қозғалтқышты және турбинаны электр жетегі ретінде пайдалану ыңғайлылығы;

- N қуаттың қалыпты формасының өзгеруі, шығыстық бекітпенің жабық жағдайы кезінде сорғыны іске қосу орындалады;

- бір құбырдағы тізбекті және параллель сорғылардың жұмысы нәтижесінде сорғылар жұмысының тұрақтылығы, H және Q техникалық көрсеткіштерін арттыру;

- гидрожүйенің жұмыс режимі өзгерген кезде өтпелі процестердің біркелкі өтуі;

- Шығыс сыйымдылығы шегінде сорғының сұйықтық деңгейінен жоғары орналасуы бар болуы;

- Әртүрлі факторларды есепке алу нәтижесінде сорғы көрсеткіштерінің өзгеруі, H , Q .: жұмыс доңғалағының диаметрі, айналу жиілігінің өзгеруі, электрмен жабдықтау жиілігінің өзгеруі;

- сорғы құрылысының құрамында салыстырмалы арзан материалдарды: шойын, болат, Полимерлік материалдарды пайдаланған кезде сорғының төмен құны;

- пайдалану және техникалық қызмет көрсету қарапайымдылығы;

- жұмыс кезіндегі жоғары сенімділік;

- Q жоғары сұйықтық беру;

- пульсацияның аздаған мәніндегі орташа қысым және осы мөлшерде сұйықтықтың ағуы;

- ластанған сұйықтықтың жұмысқа қабілеттілігі;

Жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігі бойынша реттелмеген ортадан тепкіш сорғылардың шамалы кемшіліктері бар:

іске қосар қарау қажет;

- тұтқыр сұйықтықты айдау кезіндегі ҚНҚ аз мәні;

- Q сұйықтықты берудің төменгі мәні кезінде және H [5] қысымның жоғарғы мәні кезінде КПД жеткіліксіздігі];

- Сорғының ПӘК-і NS жылдам әрекет ету коэффициентіне, жұмыс режиміне, конструктивтік орындауға тәуелділігі;

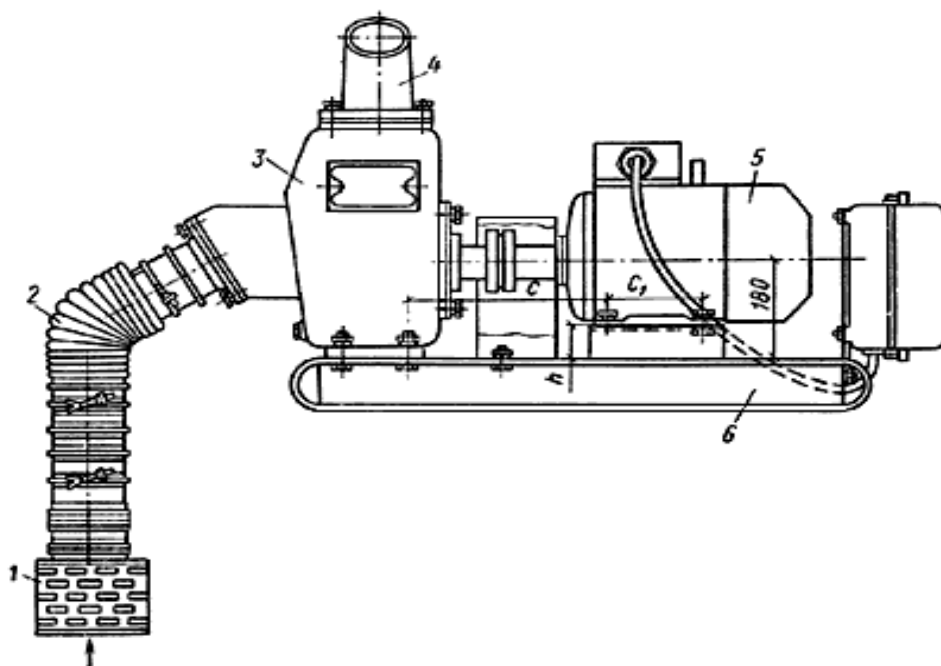
- Оңтайлы режимде үлкен сорғылардың пәк мәні-0,92;

1.2 Ортадан тепкіш сорғының түрлері

1.1 кесте - Ортадан тепкіш сорғылар 18 түрі келтірілген

1. Консольдік	10. Құйындық
2. Көлденең	11. Майлысорғыш
3. Конденсат	12. Грунтты
4. Тігіне	13. Фекальды
5. Химиялықты	14. Өлшену сорғыш
6. Осьті	15. Теңіз түріне
7. Артезиан және батырма	16. Бензин түріне
8. Мұнай	17. Қоректендіру
9. Масстық	18. Арналанған

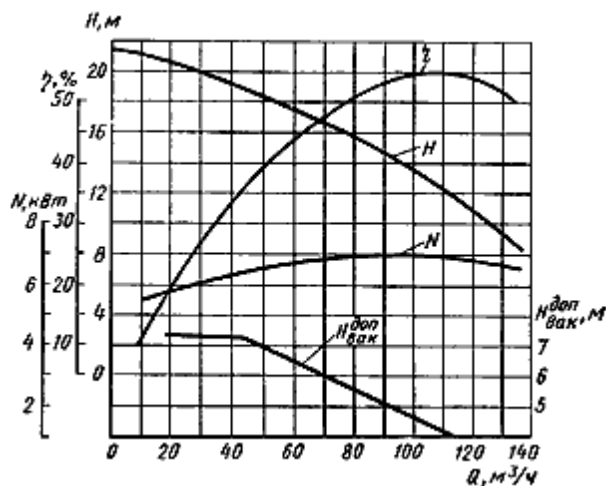
Орталықтан тепкіш сорғылардың ең көп таралған түрлері: бір сатылы сорғы. Ось бойынша көлденең орналасуын және бір жақты кіру жұмысшы дөңгелектері. Ортадан тепкіш сорғы 3 НЦС типті түрін, электр қозғалтқыш 5, сорғыш жетек түріндегі қызметтер атқаратын және сонымен бір рамада 6 орналасқан, сорғыш қондырғылары 1.3 суретте көрсетілген.



2-тартып алу құбыры; 1-сүзгі; 4-келтеқұбыр; 5-электр қозғалтқыш; 6-корпус
1.3 сурет - НЦС-1 өз-өздігінен соратын ортадан тепкіш сорғы

Бұл сорғыш негізінен таза суды айдауға қолданылады. Суға арналып қазылған шұңқырлы іргетас пен траншея өңдеуі, тазалау үшін арналған. Бұл

жабдықты шаруашылықтың және құрылыстың әртүрлі салаларда қолданылады. Сорғыш сорғылары суды сору үшін түтігі бар 2 құбырдан, 1 сүзгіштен, 4 су қысымы бар келте құбырдан тұрады. Сорғылардың осы түрлерінің электржетегі, электрлік қозғалтқышқа қарағанда, Іштен жану бензині бар қозғалтқыштар мен жұмыс істеуге мүмкіндігі бар.



1.4 сурет -НЦС-1 сорғының сипаттамасы

1.3 Сорғы агрегатының сипаттамасы мен жұмыс режимі

Сорғы станцияларының жұмыс режимін реттеудің мақсаты құбырдың берілген нүктесінде арынның тұрақтылығын немесе берілуін не оларды технология талаптарына және сыртқы факторлардың өзгеруіне сәйкес өзгертуді қолдау болып табылады. Мұндай басқаруды сорғының немесе құбырдың сипаттамасын мақсатты түрде өзгерте отырып жүзеге асыруға болады.

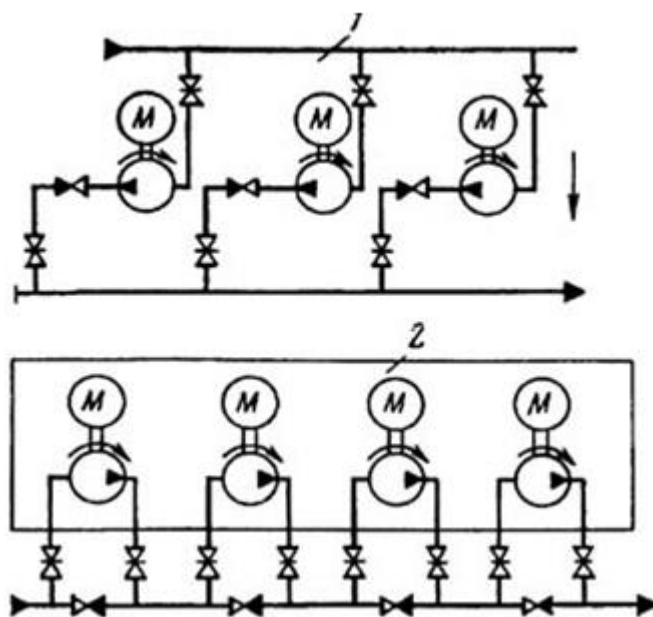
Алдыңғы бөлімде жүргізілген талдау құрылымдық-технологиялық және жедел-пайдалану болып бөлінетін жүйенің әсер ететін параметрлерінің нұсқаларын анықтауға мүмкіндік береді.

Конструкторлық-технологиялық іс-шаралар (сорғы параметрлерін іріктеу, сорғының жұмыс дөңгелегін қайрау немесе ауыстыру және т.б.) жүйені монтаждау және баптау жобасы сатысында орындалады және бұдан әрі қаралмайды. Қазіргі уақытта мұнай құбырларының жұмыс режимдерін жедел реттеудің төрт әдісі белгілі:

- а) сорғыны оның кіруіне беру бөлігін қайта жіберу әдісімен реттеу;
- б) сорғыларды жүйелі қосу әдісімен реттеу;
- в) құбырды дросселдеу әдісімен реттеу;
- г) сорғының жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігінің өзгеруін реттеу.

Бос шеңбер бойынша сұйықтықтың айналуына жұмсалатын ПӘК төмен басқару тәсілдеріне қатысты пайдалы жұмыс жасамайды. Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін реттеудің басқа әдістеріне қысқаша талдау жүргіземіз.

Жинақтау бойынша сорғы агрегаттарын параллель және тізбекті жалғайтын сорғы станциялары ажыратылады. Бірінші нұсқа елді мекендердің, өнеркәсіптік кәсіпорындардың, ЖЭО сумен жабдықтау және кәріз жүйелеріне тән, екіншісі магистральды құбырларда пайдаланылады.



1 – сорғының қатарлап қосу сұлбасы; 2 – сорғының тізбектей қосылу сұлбасы.

1.5 сурет – Сорғы станцияларындағы агрегаттардың байланысу сұлбасы

Қатарлы сұлбада қосылыстар өзара тиісінше сорғылардың кіру және шығу келтеқұбырлары біріктіріледі. Бұл жағдайда жалпы беру әрбір сорғыдан жинақталады, ал барлық ЦН арыны бірдей және бір сорғының арына сәйкес келеді.

Бір сорғыдан екінші сорғыға сұйықтықтың ағуын болдырмау үшін цн параметрлерінің айырмасына байланысты сорғылардың шығу келтеқұбырларынан кейін кері клапандар көзделеді. Мұндай схема бір сорғының қысымына тең, талап етілетін шағын қысым кезінде бірнеше ЦН беруді қосу есебінен үлкен беруді алуға мүмкіндік береді.

Тізбектей қосылу сұлбасы тасымалданатын ағыны түседі коллектордың бірінші сорғы және кері коллектор, содан кейін екінші насос және кейін оған коллектор және т. б. Сорғыны параллель қосқан жағдайда сорғы агрегатына кері клапаны бар коллектор учаскесі құрастырылады, ол жұмыс істемей тұрған агрегаттың ағынын өткізуге мүмкіндік береді. Тізбекті қосу схемасы магистральды сорғылар үшін қолданылады және құбырда жоғары қысымды алуға мүмкіндік береді, келесі станцияға дейін сұйықтықты беру үшін талап етіледі. Магистральды сорғылар құбырда сұйықтықтың белгілі бір қысымын жасайды, ол құбырда сұйықтықтың тасымалдануы кезінде төмендейді. Үш насосты тізбектеп қосылған бірдей сипаттамалар кезінде әрбір насостың өріс қысымы барлық насосты дамытатын қысымның үштен бір бөлігіне қосылады.

Бұл әдіс жеңілдігі, кең диапазонда арынды реттеу мүмкіндігі және сорғы-құбыр жүйесінің пайдалы әрекетінің жоғары коэффициенті (қосымша шығындардың болмауы), егер олардың сипаттамалары келісілсе, оның мәндерінің кең диапазонында Арынның өзгеруін талап етсе де. Алайда, бұл әдіс елеулі кемшіліктерге ие:

- қосымша сорғылар паркінің қажеттілігі;
- беру мен қысымды реттеу дискреттілігі, берілген параметрлерді үздіксіз және сапалы ұстап тұруды қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді (қысым мен берудің аралық мәнін, оның ішінде бір сорғының жұмысы кезінде орын алатындардан аз алуға болмайды));
- шығыс параметрлерін сатылы реттеу кезінде жүйеде гидравликалық соққылардың пайда болу мүмкіндігі;
- қозғалтқыштарды жиі іске қосу, бұл жабдықтың қызмет ету мерзімін төмендетеді.

Көрсетілген кемшіліктер дросселдеу немесе сорғының жұмыс дөңгелегінің жылдамдығымен реттеу әдістерімен үйлесімде осы әдісті қолдану кезінде едәуір мөлшерде жойылады.

1.4 Сорғы қондырғыларының қолдану аймағы

Сорғы қондырғылары өндірістік-тұрмыстық пайдалануда болады, жылу жүйесінде сұйықтықты айдау үшін де қолданылады. Құю материалы ретінде келесі сұйықтықтарды жатқызуға болады: құрамында минералды майлар жоқ ұзын талшықты, қатты және абразивті қосылыстар бар сұйықтықтар. Спиральді корпусы бар және сородың қалыпты дәрежесі бар ортадан тепкіш сорғы қондырғылары, сондай-ақ өнеркәсіптік жүйенің циркуляциясында және суық су, жылу және ауа баптау жүйелерінде, технологиялық операциялар мен су дайындау және сумен жабдықтау процестерінде қолданылады. Суға арналған ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының негізгі түрлері: тік орналасқан, вакуумдық, ортадан тепкіш сорғы қондырғылары. Суға арналған сорғы қондырғылары қолдану саласына байланысты тұрмыстық, өнеркәсіптік болып бөлінеді. Мұндай құрылғылардың өзіндік оң сипаттамалары, жоғары өнімділігі мен сенімділігі бар. Ол үшін сұйықтықты айдау үшін пайдаланылатын жабдықтың химиялық агрессивтілігі болмауы, ал сұйықтықты айдау үшін пайдаланылуы мүмкін екенін ескеру қажет.

Жұмыс режимінің мақсаты мен ерекшеліктері бойынша реттеу қажеттіліктерімен жоғары ортадан тепкіш әрекет ететін сорғы қондырғылары төрт негізгі топқа бөлінуі мүмкін.

а) канализациялық және су-жылу сорғы қондырғылары: ең жоғары техникалық параметрлер бойынша таңдалады (беру және қысым) және тұрғын үй - коммуналдық шаруашылық, өнеркәсіп жүйесінде қолданылады. Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: 1. Берілген дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 2. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 3. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі

ұғымдар. Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: 1.Берілген дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 2. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 3. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар. Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық жүйесі сорғы станцияларына байланысты. Электр энергиясын тұтынушы ретінде маусымдық ауытқулары бар күндізгі және кешкі жүктеме нүктелері(ПИК) нақты белгіленеді. Су тұтыну мен оның кәріздерінің біркелкі емес сипаттамалары жүйенің бақылау нүктелеріндегі судың қысымын тексеруді талап етеді. Атап айтқанда, қарастырылған тапсырмалар сорғы қондырғыларының агрегаттарын автоматтандырумен қазіргі заманғы реттеуші құрылғыларды есепке ала отырып орындалуы мүмкін. Қазіргі уақытта бұл процестерді басқару дроссель желісі арқылы жүзеге асырылады, яғни. орталықтан тепкіш сорғы қондырғысының шығысындағы берілістің вентильдік шектеуі. Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: 1.Жалпы ережелер. Бірнеше жыл бойы сорғы станциясына су-жылу және канализацияны қамтамасыз ететін агрегаттар шықты

Ортадан тепкіш сорғыларды пайдалану жүктеменің номиналды мәнінен төмен жұмыс істейді. Сорғы қондырғылары қазіргі заманғы өнеркәсіптік кәсіпорындағы энергия теңгерімі құрылымында 20% құрайды. Су және жылумен жабдықтау міндеттеріне салқындатылған суды беру құрылғылары, станциялармен өнеркәсіптік су ағындарын айдау, сумен жабдықтаудың кешенді құрылыстары қосылған. Қойылған міндеттерді шешу үшін қысымды және сұйықтықты беруді реттеудің заманауи тиімді схемаларын қолдану қажет.

б) магистральдық құбырлардың сорғы агрегаттары-мұнай өңдеу станцияларында, су тарату құбырларында. Мұндай құбыржолдар басқа құбыржолдарға қатысты өзінің берік (50км) және өткізу қабілеті (құбыр диаметрі кемінде 150мм және 1200мм дейін) болады. Мұнай құбыры жүйесі Қазақстан үшін ең мүмкін көрсеткіштердің бірі болып табылады. Сорғы агрегаттарының жұмыс ерекшеліктерін мысал ретінде қарастырайық. Мұнайды айдау жөніндегі бастапқы пунктте орналасқан бас мұнай айдау станциясында жеткізушіден мұнайды қабылдау және оны құбырға айдау жүргізіледі.

Мұнай құбырдың үйкеліс күшін беру үшін құбырмен қозғалғанда, ол сигнал ретінде сорғыдан орнатылған энергияны жоғалтады. Мұнай құбыр бойынша ағқанда, келесі сорғылар энергияны тұтынуды толықтырады. Кейбір сорғы стансаларында мұнай сақтауға арналған сыйымдылық бар, ал кейбіреулері мұндай сыйымдылық жоқ.

в) сорғы агрегаттары-жеке ерекше топқа кіретін электр энергетикасында қолданылатын сорғылар. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары ЖЭО-дағы энергияны көп қажет ететін тұтынушысы (қоректендіруші сорғыларының орнатылған қуаты 25 кВт басап өсе береді), және белгілі мөлшерде өндірістегі электрикалық және жылулық энергияны тасылмайды.

1.5 Ортадан тепкіш сорғы электржетек күштік каналдарының энергетикалық қатынастары

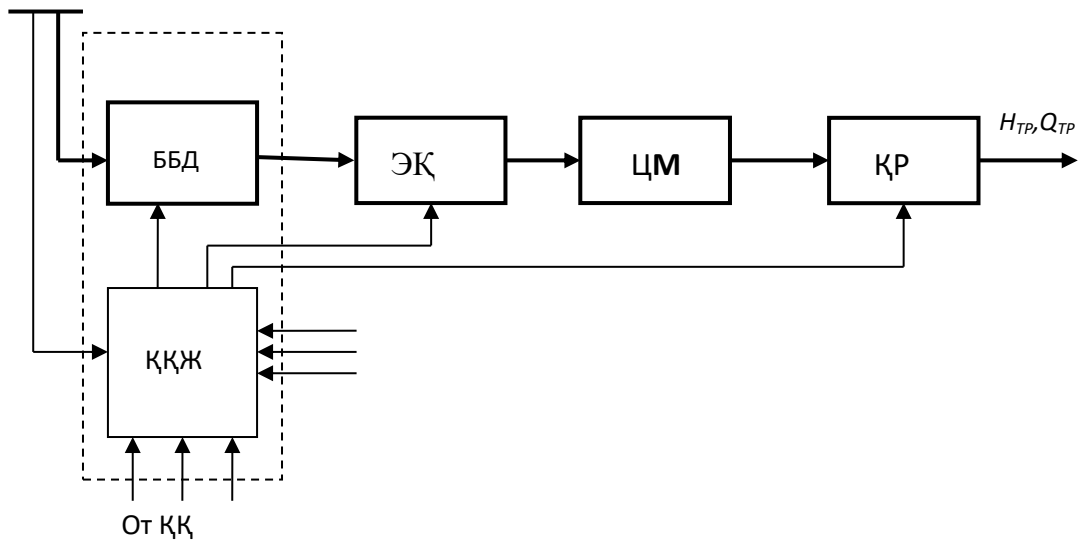
Осы бөлімнің мақсаты электржетек параметрлерінің өзара тәуелділігін анықтау болып табылады, яғни орталықтан тепкіш сорғы жұмыс істейтін сорғы және құбыр бойынша. 1.6 суретте электр жетегін өндіру механизмдерінің функционалдық сұлбасы берілген. Жетекті басқару жүйесі күштік (ККС) және құлақтандыру (МДУ) құрамы U_C, i_C, f_C параметрлері бойынша желіден қоректі алады және оларды ЭУ қозғалтқышы үшін соңғы жұмыс режиміне қатысты түрлендіреді. Беріліс механизмі M_B моментін және механикалық параметрлердің ω_B айналу жиілігін ЭУ БМ осіне түрлендіру және ОМ оларды орындау механизміне беру үшін қызмет етеді. Берілген құрылғының (БҚ) сигналдарын салыстыру кезінде АЭЖБУ-нің тұйықталған жүйесіндегі басқару жүйесі басқару сигналы қалыптастырылады және кері байланыс датчигінен (КБД) тұрады.

Ортадан тепкіш механизмдер бірнеше ерекшеліктерге ие. Біріншіден, механизмі ОТМ өйткені айналу сәті түрлендіреді механикалық қуаты сипаттайтын айналу жиілігін M_B және ω_B көздейді гидравликалық ереже айқындайтын, қысыммен $h_{ЦМ}$ арқылы $Q_{ЦМ}$. Екіншіден, ортадан тепкіш сорғы механизмдерінің жұмыс дөңгелегі қозғалтқыштың осіне қарамастан, яғни жалғаушы құрылғыларсыз жанасады.

Бұл жағдайлар өте жоғарғы пайдаланатын көрсеткіштерді көрсетеді. Агрегаттардың шығысындағы берілістер мен қысымды өзгерту үшін реттелетін электр жетегімен бірге жел үрлейтін және гидравликалық жүктелген аппараттардың әртүрлі типтері қолданылады (немесе оның ішінде).

Электр қозғалтқыштарын реттеу мүмкіндігі қарастырылады, M_B және ω_B , ЭҚ бөлігі ол арқылы орнатылады. 2.2 сурет-берілген шарттарды ескере отырып, орталықтан тепкіш механизмдердің Автоматты электржетегінің сұлбасы 2.2 сурет-Автоматтандырылған электржетектің схемасы.

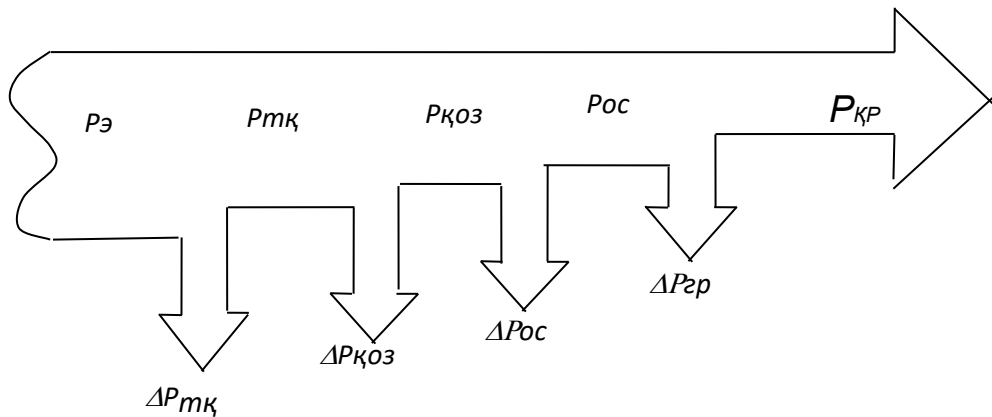
Қарастырылған жүйе әртүрлі сипаттамаларды береді-электрлік, механикалық, гидравликалық, сондықтан келесі қуат диаграммасын қолдануға болады.



1.6 сурет – Ортадан тепкіш механизмдерінің автоматтандырылған электржетегінің функционалды сұлбасы

Құрастыратын қуат балансының жүйесін қарастырамыз. Электрлік қуат тұтынылатын қозғалтқышты режимі бойынша жабындар толығымен ашылуы және базалық жұмыстың режимі бойынша атаймыз.

$$P_{\text{эб}} = \frac{H_{\delta} Q_{\delta}}{\eta_{\delta}}, \quad (1.1)$$



$P_{ҚР}$ - құбыр өткізгіштерінің кірісіндегі пайдалы гидравликалық қуаты; $P_{ос}$ – ОС шығысындағы гидравликалық қуат; $P_{қоз}$ – сорғы қозғалтқыш білігіндегі механикалық қуат; $P_{тқ}$ – тұтыныатын сорғы қозғалтқыштың электрлік қуаты; $P_{э}$ – сорғы электржетек жүйесіндегі тұтыныатын электрлік қуат; $\Delta P_{гр}$, $\Delta P_{ос}$, $\Delta P_{қоз}$, $\Delta P_{тқ}$ – түрлендіргіш және қозғалтқыш, сорғы, гидравликалық реттеуге қатысты қуат шығыны.

1.7 сурет – Сорғы агрегаттарымен қуаттардың диаграммасы

2 Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін реттеу тәсілдері

Сорғы мен құбырдың берілген сипаттамаларында беріліс пен арынды Z магистралінің кірісінде гидравликалық кедергіні немесе сорғының жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігін өзгерту арқылы реттеуге болады. $\omega_* = 1$, болған жағдайда, теңдеулер түрді қабылдайды:

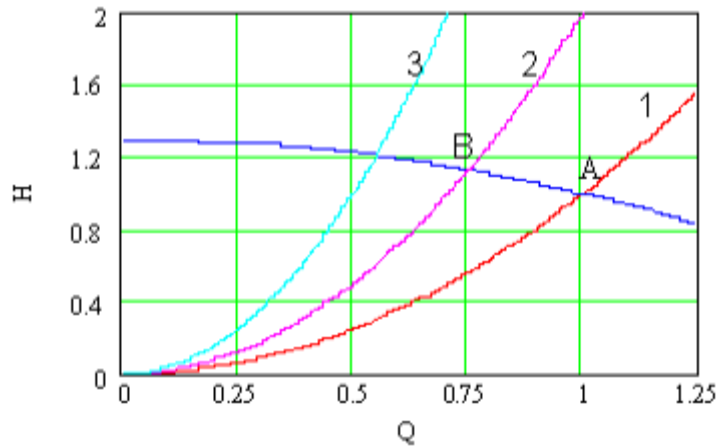
$$Q_* = \sqrt{\frac{H_{0*} - H_{c*}}{C_H H_{0*} + Z_*}}, \quad (2.1)$$

$$H_* = \frac{H_{0*}(C_H H_{c*} + Z_*)}{C_H H_{0*} + Z_*}. \quad (2.2)$$

Құбыр кіре берісіндегі гидравликалық қуат:

$$P_{TP*} = Q_{TP*} H_{TP*} = \frac{H_{0*}(C_H H_{c*} + Z_*)}{C_H H_{0*} + Z_*} \sqrt{\frac{H_{0*} - H_{c*}}{C_H H_{0*} + Z_*}}. \quad (2.3)$$

2.1 суретте көрсетілген "сорғы-құбыр" жүйесінің арынды диаграммасының А нүктесі ашық ысырмамен агрегаттың жұмысына сәйкес келеді.



2.1 сурет – ОС дросселирлеумен берілуін реттеу

Сорғыны дросселдеу кезінде реттеуіштің қосымша гидравликалық кедергісі енгізіледі $Z_{гр}$, құбыр сипаттамасы өзгереді және жүйе В нүктесінде жұмыс істейді, жаңа мәндермен H және Q .

Сорғыш шығысындағы жалпы кедергі:

$$Z_* = Z_{mag}^* + Z_{гр}^*, \quad (2.4)$$

мұнда $Z_{гр}^*$ - су реттегіш кедергісін сипаттайды.

Q өнімділігін қамтамасыз ету үшін қажетті реттеуіш гидравликалық кедергісі:

$$Z_{гр*} = \frac{H_{0*}(1-Q_*^2) - H_{с*}}{Q_*^2}. \quad (2.5)$$

бұл ретте су реттегіштегі қысымдағы шамаға өзгереді:

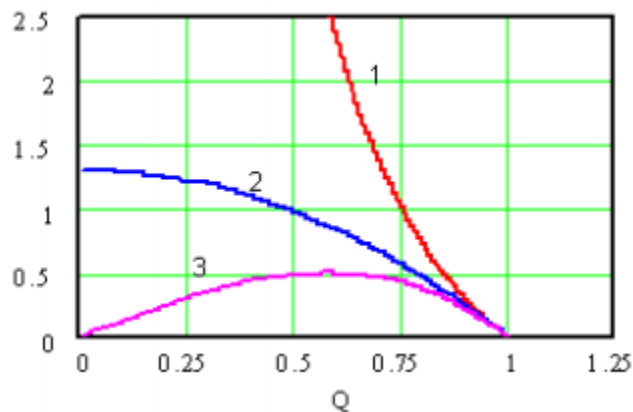
$$\Delta H_* = Z_{гр*} Q_*^2 = H_{0*}(1 - Q_*^2) - H_{с*}. \quad (2.6)$$

Ал ондағы қуат шығынын келесідей анықтаймыз:

$$\Delta P_{гр*} = \Delta H_* Q_* = (H_{0*} - H_{с*}) Q_* - H_{0*} Q_*^3. \quad (2.8)$$

2.2 суретте талап етілетін берілушіге байланысты гидрореттеуші кедергінің өзгеруін және қысым өзгеруін және қуат жоғалуын сипаттайтын есептеулердің нәтижелері көрсетілген. Соңғы тәуелділік шамалар H_c (сурет 2.2) және жетуі мүмкін 50% қуаттары (кезінде $H_{с*} = 0$, $H_{0*} = 1.3$).

Су реттегіш қуаттың салыстырмалы мәні H_c шамасы ұлғайған кезде төмендейтіндігі. Сонымен қатар, жоғалту максимум шыңы Q аз мәндері аймағына ығысады, яғни беруді белсенділік реттеуші аймағынан шығарылады.



2.2 сурет – Дросселирлеуші кезіндегі қуат шығындары

Су реттеуіштің қуаттар балансына әсерін бағалау үшін гидрореттеуіш пен сорғының шығысындағы гидравликалық қуаттардың қатынасына тең оның ПӘК мәнін енгіземіз (тиісінше 2 және 1 қисықтар). Берілген Q су реттегіштің ПӘК берілген берілісінде қалай бағалауға болады:

$$\eta_{гр} = \frac{H_{гр}}{H_{цн}}. \quad (2.9)$$

мұнда $H_{гр}$ және $H_{цн}$ -гидролегулятор мен сорғының шығысындағы қысым.

Әр түрлі мәндерге есептелген пгр мәндері 1.2 суретте келтірілген және сорғыны дросселирлеу арқылы беруді реттеудің өте төмен тиімділігін суреттейді.

2.1 Сорғы агрегаттарының жұмыс режимін жұмыс доңғалағының айналу жиілігін өзгертумен реттеу

Реттеу жетегін қолдана отырып, ЦН жұмыс класының айналу жылдамдығын тікелей бірқалыпты басқаруға болады және сол арқылы дросселдеу арматурасын пайдаланбай, шығыс пен берудің талап етілетін мәнін қамтамасыз етуге болады. Соңғысы қосымша мақсаттар үшін ғана орнатылады және айдау процесінде толығымен ашық, бұл желінің гидравликалық кедергісін төмендетеді.

Сорғының дөңгелегі айналу жиілігінің өзгеруін және шығудағы толық ашық ысырманы беруді реттеу кезінде ($Z^* = 1$):

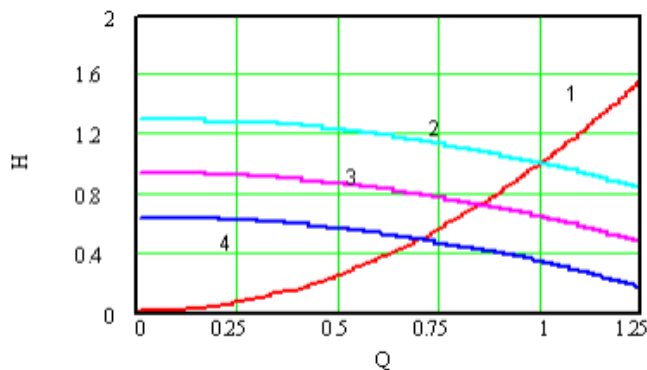
$$Q_* = \sqrt{\omega_*^2 - \frac{H_{c*}}{H_{0*}}}. \quad (2.10)$$

$$H_* = C_H H_{c*} + \omega_*^2. \quad (2.11)$$

$$P_{TP*} = (C_H H_{c*} + \omega_*^2) \sqrt{\omega_*^2 - \frac{H_{c*}}{H_{0*}}}. \quad (2.13)$$

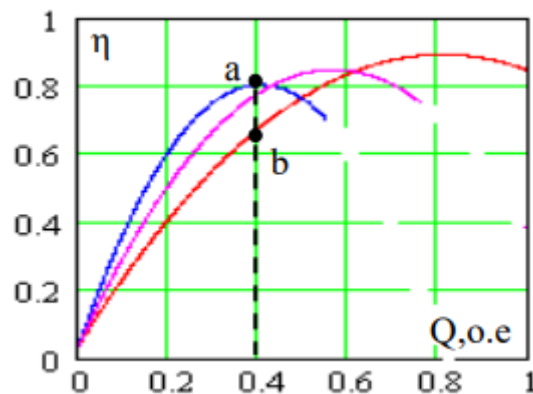
Бұл жағдайда берілістің төмендеуі сорғы жасайтын қысымды азайту есебінен жүргізіледі (2.3 сурет), бұл ретте гидролегулятордағы қуаттың қосымша ысырабы және кез келген мәнде $P_H = P_{TP}$ алынып тасталады.

Реттелетін электрлік жетектерін енгізу тиімділігі есептелу кезінде сорғыш жұмыс дөңгелегінің айналу жиіліктерімен өзгеруімен өнімділік реттеу кезінде ОС энергия тұтынуын төмендету бойынша тағы бір факторы мыналар болып табылады.



1 – Магистральді сипаттамасы; 2,3,4 – реттеу кезіндегі ОС сипаттамасы
2.3 сурет – Жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігінің өзгеруімен ОС берілуін реттеу

Құжат мәні ПӘК ОС (2.4 сурет) алынған тұрақты және тең номинал айналу жиілігі. $W = \text{const}$ кезіндегі беруді төмендету кез-келген тәсілін птн төмендегішке әкеледі. 2.4 суретте ұсынылды маңызы бар қаланың ПӘК ЦН кезінде төменгі айналу жиіліктерін, алынған формулалардың қолдана отырып, гидравликалық ұқсастық.



2.4 сурет – Жұмыс дөңгелегінің әртүрлі айналу жиілігі кезінде ОС ПӘК

Максималды ПӘК ω төмендеуімен солға жылжиды және шамалы төмендейді. Суретпен берілудің төмендету үшін төмен жылдамдықта жұмыс істеу ұтымды болады. $Q^* = 0.4$ ПӘК, $\omega = \text{const}$ кезінде 0.65 (В нүктесі) құрайды, жиіліктік реттеу кезінде 0,8 (А нүктесі) дейін өседі. Осылай, берілген өнімділікке сәйкес айналушы жиілігінің төмендеуі гидрорегулятордағы гидравликалық ысыраптарды алып тастауға ғана емес, сонымен қатар сорғының ПӘК-ін арттыруы есебінен энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бұл жағдай атап өтілді, алайда қарсы қосылған желілер үшін жиіліктерді реттеу кезінде ОС пәк өзгеруін бағалаудың айтарлықтай күрделі әдістері ұсынылды. ОС-дағы шығындары агрегаттың жалпы шығындарының елеулі үлесін құрайтындықтан, сорғы агрегаттарын жаңғыртуды жоспарлау және жобалау кезінде оларды аналитикалық бағалау құралын алу маңызды.

Қисық ПӘК, қарастырылған бұрын, сипатын білдіреді шығындарды ОС тұрақты айналу жиілігі кезінде және реттеу берілген қандай да бір басқа тәсілмен. Қарама-қарсы қысым болмаған жағдайда, ұқсас формулаларға сәйкес, жұмыс дөңгелегінің жылдамдығымен өнімділіктерді реттеу кезінде ОС ПӘК мәні тұрақты болып қалады. ПӘК есептеу кезінде $H_c \neq 0$ қолданамыз алынған арақатынасы.

Жұмыс белгіленген режимі нүктесінің ОС жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігін реттеу кезінде құбыр сипаттамасы орналасқан және пайдалы қуатқа тең:

$$P_{TP*} = H_{TP*} Q_* = (H_c + Q_*^2) Q_* \quad (2.14)$$

Q білік берудің қамтамасыз ету үшін жиілігін айналады:

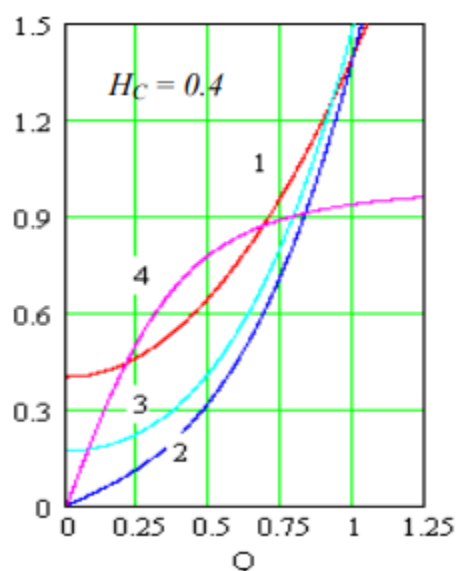
$$\omega_* = \sqrt{Q_*^2 + \frac{H_{C*}}{H_{0*}}}. \quad (2.14)$$

Және білік механикалық қуаты, гидравликалық ұқсастық заңы бойынша, тең болады:

$$P_{\text{мех}*} = \omega_* M_* = (Q_*^2 + \frac{H_{C*}}{H_{0*}})^{3/2}. \quad (2.15)$$

Берудің реттеу кезінде ПӘК-ң салыстырмалық мәнін қалай анықтауға болады:

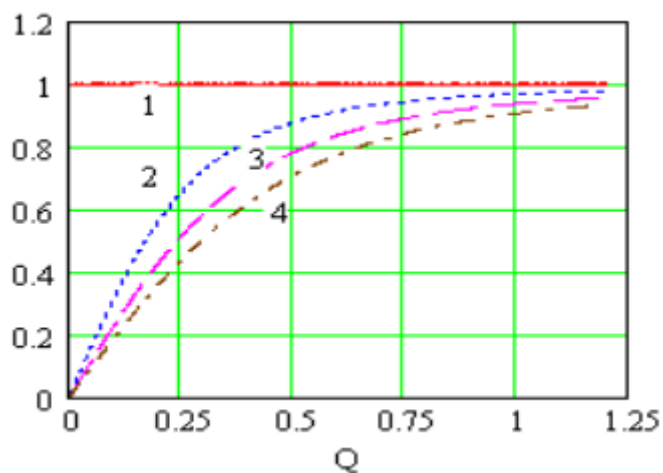
$$\eta_* = \frac{P_{\text{ТР}*}}{P_{\text{мех}*}} = \frac{(H_C + Q_*^2) Q_*}{(Q_*^2 + \frac{H_{C*}}{H_{0*}})^{3/2}}. \quad (2.16)$$



2.7 сурет – ОС ПӘК және қуат есептелуі

2.7 суретте, қуат және ПӘК-ОС есептелуі ұсынылған, сорғы жұмыс істеген кезінде желіге статикалық қысым және қарсы қысым бойынша.

Кезінде $H_C = 0$, $\eta^* = 1$ реттеудегі барлық диапазонда берген кезде ПӘК қарсы қысым бойынша.



2.8 сурет – Айналу жиілігін реттеу кезіндегі ОС салыстырмалы ПӘК

2.8-суретте статикалық арынның әр түрлі мәндері үшін ОС айналу жиілігі бойынша реттелетін есептік ПӘК қисықтары және ПӘК эксперименталды алынған сипаттамасы келтірілген. Сурет есептеудің ұсынылған аналитикалық тәсілінің жеткілікті жоғары дәлдігін көрсетеді (қателігі 6,5% - дан аспайды).

ОС ПӘК абсолютті мәні номиналды мәнге қатысты пәк туындысы ретінде анықталады:

$$H_{oc} = \eta \cdot \eta_{oc,ном} \quad (2.17)$$

Қозғалтқыш білігінен сорғы тұтынатын қуат мәндерін салыстыру ОС реттелетін жетекке ауыстырудан айтарлықтай экономикалық әсерді көрсетеді. Есептеу салыстырмалық бірліктерде және $H_0 = 1,2$ үшін жүргізілді. 1.4, сорғы агрегаттарының басым көпшілігінің параметрлеріне сәйкес келетін болсақ, біз жоғарыда алынған тәуелділіктерді пайдалана отырып, белгілі H_0 бар нақты құбырдың жұмыс режимі үшін көрсетілген әсерді бағалай аламыз.

Сорғы білігінің қуатын есептеу кезінде сорғының ҚНҚ бұрын алынған қисығы қолданылды. Айта кету керек, сорғының ПӘК-і ұлғайта отырып, ω біршама арта түседі, өйткені барабар қуаты өзгереді, тек гидравликалық шығындар сорғы мен шығындар дискілік үйкелуі. Подшипниктерде және сальниктерде үйкелуге кететін шығындарды құраушылар сорғының қуатына пропорционалды түрде арттырылмайды.

Сорғылардың реттелетін жетегінің тағы бір маңызды артықшылығы мыналар болып табылады. ЦН электр жетектері жүйеде қажетті арынды сақтай отырып, барынша мүмкін шығынды қамтамасыз ету үшін таңдалады. Қондырғының шығуында қысым жасалады (кейде жүйе үшін номиналдан әлдеқайда жоғары), содан кейін жедел арматурамен талап етілетін мәнге дейін төмендейді. Жұмыс дөңгелегінің айналу жиілігінің өзгеруімен сорғы қысымының төмендеуі жүктемені азайтуға және агрегат бөлшектерінің қызмет ету мерзімін ұлғайтуға және онда ағуды азайтуға мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы ЦН автоматтандырылған электржетегі принциптік қиындықтарсыз кез келген күрделіктегі процесті автоматты басқару жүйесіне қосылуы мүмкін.

Барлық келтірілген дәлелдер сорғылардың реттелетін жетегін құбыр көлігін пайдаланатын барлық салаларда энергия және ресурс үнемдеудің маңызды құралы деп есептеуге мүмкіндік береді. Алынған ара қатынас цн және құбырдың нақты сипаттамалары бар сорғы агрегаттарына реттелетін электр жетегін енгізуді экономикалық бағалау үшін негіз бола алады.

2.2 Ортадан тепкіш сорғы реттелетін жетек жүктемесі ретінде

Электр жетегінің реттелетін жүйесін таңдау кезінде цн маңыздысының бірі дөңгелектің айналу жиілігін реттеудің қажетті диапазоны туралы мәселе болып табылады. Берілген НС және Н0 кезінде Q беруді қамтамасыз ету үшін қажетті жылдамдық:

$$\omega_* = \sqrt{Q_*^2 + \frac{H_{c*}}{H_{0*}}}. \quad (2.18)$$

"Ең жоғары" жүктемелермен және шығыс параметрлерін реттеудің маңызды шектерімен жұмыс істейтін сорғы агрегаттары жүктемеде айтарлықтай қарсы басу болады, бұл сорғы дөңгелегінің айналу жиілігін реттеудің қажетті диапазонын төмендетеді. Магистральды сорғылар, керісінше, шағын шектерде шығудағы қысымды өзгертеді, бірақ статикалық қысым геодезиялық сипатқа ие, $H_c = 0.2$. Осылайша, ОС басым көпшіліктің айналу жиілігін реттеудің негізгі жұмыс диапазоны $D=2$ есептеуге болады.

2.3 «Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» сұлбасы бойынша ортадан тепкіш сорғылардың энергия үнемдеуші электржетегі

Жоғарыда көрсетілгендей, векторлық басқару базасында асинхронды электр жетегін автоматты басқарудың күрделі тұйық жүйелері "ПЧ – АД"схемасы бойынша құрылған. Нәтижелер реттеуіш сипаттамалар жақсартылды: ауқым кеңейтілді, жоғары жылдамдық пен дәлдік жылдамдыққа қол жеткізілді. Алайда көптеген жағдайларда мұндай САУ синтездеу кезінде энергетикалық аспектілерге жеткілікті көңіл бөлінбеген. Машина болатының шығындары, қоректендіруші кернеудің синусоидалы емес әсері және машинада магнитті индукцияның таралуы, магниттендіру сипаттамаларының сызықсыз болуы ескерілмеген.

Бірінші кезеңде ОС асинхронды электр жетегінің жұмысын қарастырайық, шығу кернеуі синусоидалы жиілікті идеалданған түрлендіргіштен қоректену кезінде. Бұл жағдайда орнатылған режимде $p = 0$ кезіндегі синхронды осьтерде жазылған электрлік тепе-теңдік теңдеуі.

Сонымен, осы бөлімде біз статордың қоректенуі кезінде қысқа тұйықталған роторы бар қозғалтқышты $U_1 = U_{1x}$ амплитудасымен реттелетін синусоидалы кернеумен $U_1 = U_{1x}$ амплитудасын қосып қарастырамыз. (координат осі өріс векторымен біріктірілген) және ω_1 жиілігімен.

Статор мен ротор токтары векторлары белгіленген режимде:

$$I_1 = \frac{z_2 U_1}{z_1 z_2 - z_4 z_3}, \quad (2.19)$$

$$I_2 = \frac{-z_4 U_1}{z_1 z_2 - z_4 z_3}. \quad (2.20)$$

мұнда $Z_1 = \begin{vmatrix} r_1 & -\omega_0(l_1 - l_m) \\ \omega_0(l_1 + l_m) & r_1 \end{vmatrix}$ – субматрица кедергі,

статор;

$$Z_2 = \begin{vmatrix} r_2 & -\omega_0 s(l_2 + l_m) \\ \omega_0 s(l_2 + l_m) & r_2 \end{vmatrix} \text{ – субматрица кедергі,}$$

ротора;

$Z_3 = \begin{vmatrix} 0 & -\omega_0 l_m \\ \omega_0 l_m & 0 \end{vmatrix}$ – магниттелуші тізбегінің субматрица кедергісі.

Сондай-ақ, бөлімде электромеханикалық қатынастар қолданылады. ЖТ шығыс кернеуінің уақытша гармоникаларының синусоидалы емес әсерлері, магниттік индукциялардың таралуы және магниттендіру сипаттамаларының сызықтылығы төменде ретімен қарастырылады, бірінші гармониктер үшін белгілі арақатынастар негізінде.

Екі тәуелсіз басқару каналының болуы жиіліктік реттеу жүйелерінде оңтайлы басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Осындай нұсқалардың бірі-академик М. П. Костенко ұсынған қозғалтқыштың тұрақты жүк тиеу қабілетін сақтау заңы:

$$\frac{U_1}{U_{1H}} = \sqrt{\frac{M_{c1}}{M_{cH}}} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_{1H}}. \quad (2.21)$$

Бірінші рет кернеуді қалай өзгертулері керек, қозғалтқыш номиналды қоректену жиілігінен ω_{1H} кернеудің төменгі (жоғары) мәніне ауысқанда, және кернеудің жаңа мәнін анықтау үшін жүктеме қасиеттерін ескеру қажет. Машинаның қанықпаған магниттік жүйесі кезінде қозғалтқышты басқара отырып, іс жүзіндегі өзгермейтін қуат коэффициентін және жетектің абсолютті сырғуын сақтауға болады, ал оның ПӘК жылдамдықты өзгертуден тәуелсіз.

Жиілікті және кернеуді өзара байланысты басқару формасының жүктеме түріне тәуелділігі. ортадан тепкіш жүктеме үшін, $M_C = \omega^\alpha$:

$$\frac{U_1}{U_{1H}} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_{1H}}\right)^{1+\frac{\alpha}{2}}. \quad (2.22)$$

Статор орамасы белсенді кедергісінде кернеудің құлауын елемеу жағдайында, яғни 1:2 жиіліктердің өзгеру диапазонында ірі машиналар үшін әділ ара қатынасын шығару. Төмен жиіліктерде индуктивті кедергілерге қатысты r_1 әсері артады. Статор орамына қоса берілген кернеу негізгі ағындар индуктивті және активті және индуктивті кедергілерде кернеудің төмендеуі ЭДС E_1 теңестіріледі:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + j\dot{J}_1\dot{X}_1 + \dot{J}_1\dot{R}_1, \quad (2.23)$$

$$E_1 = 4,44w_1K_{01}f_1\Phi. \quad (2.24)$$

мұнда w_1, K_{01} - орамдар саны және статор орамасының орау коэффициенті.

Жиіліктің өзгеруі кезінде кернеуді реттеудің принципті қажеттілігі, егер қозғалтқыштың сипаттамаларына қойылатын талаптарға, электр машинасының магнит өткізгішінің қанығуына көңіл аударсақ. Жиіліктің төмендеуі кезінде қанығуды болдырмау үшін қозғалтқышқа келетін кернеуді азайту қажет.

Орташа және шағын қуатты машиналар үшін, сондай-ақ реттеудің кең ауқымында Костенко оңтайлы заңына нақтыланады:

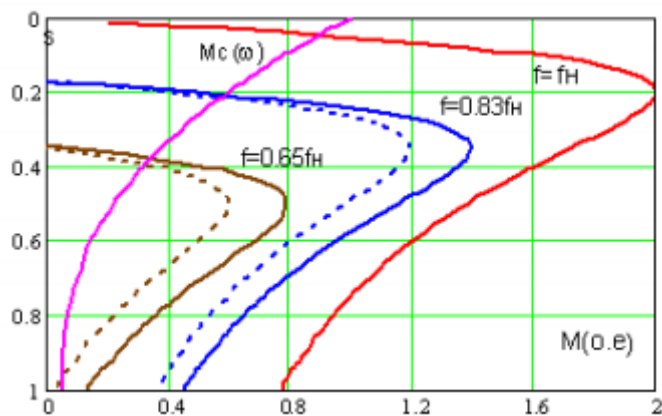
$$\frac{|\dot{U}_1 - \dot{I}_1\dot{Z}_1|}{U_{1H}} = \sqrt{\frac{M_{c1}}{M_{сн}}} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_{1H}}. \quad (2.25)$$

2.4 суретте ұсынылған механикалық сипаттамалардың АЖ жұмыс істейтін ортадан тепкіш жүктемені және басқарылатын бойынша заңоу (2.23) және есептелген түзетілген арақатынасы (2.26) (белгіленуі).

Көрсетілгеннен басқа, в (2.23) сырғу шамасы есепке алынбайды, себебі ротор айналу жиілігі

$$\omega = \omega_1 (1 - S). \quad (2.26)$$

Сырғумен елемеуден туындаған қателік айналу жиілігін терең реттеуге қарағанда соғұрлым көп.



2.9 сурет – Ортадан тепкіш жүктеме кезіндегі ЖТ-АҚ жетегінің механикалық сипаттамалары

Жиілікті басқару заңдары қозғалтқыш сипаттамаларының жүктеме сипаттамаларына сәйкестігін ғана емес, сондай-ақ қозғалтқыштағы шығын деңгейімен едәуір дәрежеде айқындалатын айналу жиілігін реттеудің үнемділігін қамтамасыз етуі тиіс. АҚ басқару қозғалтқыштың ең аз шығындармен жұмысын қамтамасыз етпейді және ОС электр жетегінің энергия тұтыну режимдерін оңтайландырудың бірінші қадамы ғана болып табылады.

Реттеу кезінде қозғалтқыштағы шығындарды азайтуды қамтамасыз ететін жүктеме моментінің функциясындағы басқарудың басқа Заңы ақ магниттік тізбегінің сызықтығын ескере отырып шығарылатын ең аз ток заңы болып табылады. Статор тогын азайту үшін ағынмен және сырғумен моменттің математикалық өзара байланысы орнатылады. Бұл жағдайда ротор тогының ағынына пропорционалды қажетті моментті құру ақ магниттік ағынымен байланысты ауыспалы және тұрақты жоғалтулар тең болған кезде жүзеге асырылады. Математикалық интерпретацияның күрделілігі осы заңды кеңінен таратуға мүмкіндік бермеді. Қазіргі уақытта қажетті алгоритмдерді іске асыратын басқару жүйесін құру өте нақты, бұл ұсыныстарды өзекті етеді.

Қоректендіргіш кернеудің ауыспалы жиілігі кезінде асинхронды қозғалтқышты алмастыру сұлбасын негізге ала отырып, шығындарды барынша азайтылуы бойынша жиіліктік басқару міндеті шешіледі. Сәттің, жиілік пен кернеудің белгілі бір мәндері үшін қозғалтқышты жоғалту барынша аз болатын салыстырмалы бірліктерде абсолюттік сырғанаудың белгілі бір мәні бар екендігі көрсетілген. Алайда, есеп сызықтық қойылымда шешілді және қорытындылардың дұрыстығы магниттеу қисығының сызықтық бөлігімен анықталады ($U_1 < 0,8 U_{1н}$) кезінде), өрнектер көптеген параметрлер үшін айқын емес түрде келтірілген, күрделі.

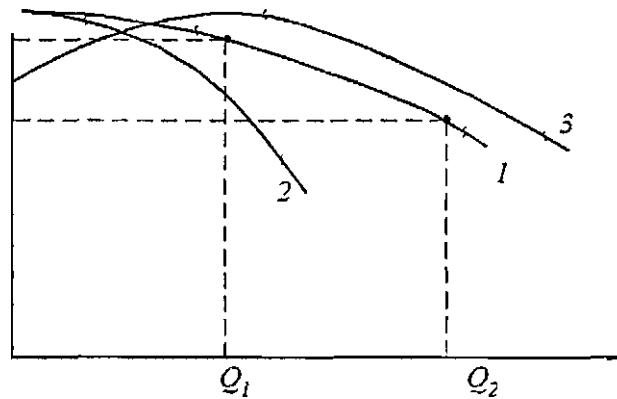
2.4 Сорғы агрегаттары мен қондырғылары

Сорғы-сұйықтықты энергияны жеткізетін және сұйықтықтың қысымын шығаратын гидравликалық машина. Сорғы электржетекпен және беру механизмімен (муфтамен, редуктормен, шкивпен және т.б.) жиынтықта сорғы агрегатын (СА) құрады. Қажетті режимде сорғылардың жұмысын қамтамасыз ететін және бір немесе бірнеше сорғы агрегаттарынан, құбырлардан, бекіткіш және реттеуші арматурадан, бақылау-өлшеу, басқару және қорғау аппаратурасынан тұратын жабдық кешені сорғы қондырғысын (СК) құрады.

НУ жұмыс режимін сипаттайтын басты параметрлер қысым және беру болып табылады. Арын-берілген биіктікке сұйықтықты көтеру және құбырдағы үйкеліс күшін жеңу үшін қажетті сорғының арынды және сорғыш келтекұбырларындағы сұйықтықтың үлестік энергияларының айырмашылығы. Беру-уақыт бірлігіне берілетін сұйықтық көлемі. НУ жұмыс режимі-Жалпы жүйенің өзгермелі жұмыс жағдайларына сәйкес оның жабдықтарының белгілі бір жұмыс тәртібі.

Сорғының негізгі сипаттамалары арынның (H), қуаттың (P), пайдалы әсер коэффициентінің (η) тәуелділігі және сорудың рұқсат етілген вакуумметриялық биіктігі ($H_{\text{кос}}$) болып табылады. жұмыс дөңгелегінің белгілі бір айналу жиілігі кезінде (Q) беруден.

Түрлері қысым-шығыс тәуелділіктердің $H=f(Q)$ 2.10 суретте сорғылар тәуелділігі ұсынылған. Олар 1 - қиғаш, 2-тік, үздіксіз төмендететін (тұрақты) немесе 3-лабильді болуы мүмкін, яғни шағын беру кезінде — өсіп келе жатқан, ал беру ұлғайған кезде — төмендейтін болуы мүмкін



2.10 сурет — Сорғылардың арынды-шығыс тәуелділігінің түрлері

Ортадан тепкіш сорғылардың қысым-шығыс сипаттамалары квадраттық парабола учаскесінің теңдеуімен сипатталады:

$$H_H = H_\phi - S_\phi Q^2, \quad (2.27)$$

мұнда H_ϕ - нөлдік беру кезінде жалған арын, м;

S_ϕ - гидравликалық жалған сорғы кедергісі, $\text{с}^2/\text{м}^5$;

Q - қысым, м³/с.

Сорғыштардың тәжірибелік сипаттамалары немесе жалған параметрлері анықтамалықтар мен каталогтарда келтіріледі. Жалған параметрлер формулалар бойынша эксперименталды тәуелділіктер бойынша анықталуы мүмкін. Крутизну байланысты $H=f(Q)$ бағалайды шама салыстырмалы жалған қысым (ҰҚ*)

$$H^*_{\Phi} = H_{\Phi} / H_{ном}, \quad (2.28)$$

мұнда $H_{ном}$, - сорғы номинал қысымы; ортадан тепкіш сорғылар үшін.

$$H_{\Phi} \approx 1,25.$$

Сорғы тұтынатын қуат белгілі формуламен анықталады:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot \eta}, \quad (2.29)$$

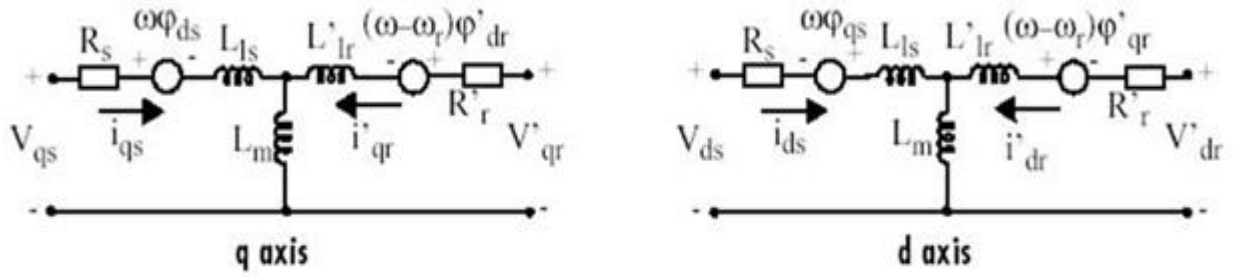
мұнда ρ – сұйық тығыздығы, кг/м³ ;
g - еркін құлауды жеделдету, м / с² ;
Q-сорғыны беру, м³ / сағ;
H-арын, м;
H - сорғының ПӘК-і, о.е.;
3600-бір сағаттағы секунд саны;
N - қуаты, Вт.

Сорғылардың жетектері. Сорғыш жетегі үшін негізінен электрлік қозғалтқыштар қолданылады. Электр қозғалтқыштарынан сорғылардың жетектері үшін, әдетте, қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштар, кейде - фазалық роторы бар және синхронды қозғалтқыштар қолданылады. Қуаты 320 кВт дейінгі электр қозғалтқыштар, әдетте 220/380 В немесе 380/660 В номиналды кернеуге, ал қуаты үлкен қозғалтқыштар - 6/10 кВ-ға орындалады.

2.5 Асинхронды машина үлгілерінің дифференциалды теңдеулері

Электр бөлігінен асинхронды машиналардың модельдері, төртінші ретті қорытылған модельдер және механикалық бөліктің модельдері.

Машина айналарының барлық параметрлері статорға келтірілген. Екі фазалы координаталар жүйесі үшін (dq-ось) машинаның электр бөлігінің теңдеуі берілген. 3.2 суретте орналасу сұлбасы және теңдеу көрсетілген.



Сурет 3.2 – Асинхронды машинаның орынбасу сұлбалары

Машинаның электрлі бөліктерінің теңдеулері келесідей көрсетілген:

$$\begin{aligned}
 u_{qs} &= R i_s + \frac{d}{dt} \psi_{qs} + \omega ds, \\
 u_{ds} &= R i_{ds} + \frac{d}{dt} \psi_{ds} - \omega \psi_{qs}, \\
 u'_{qr} &= R' r i'_{qr} + \frac{d}{dt} \psi'_{qs} + (\omega - \omega_r) \psi'_{qr}, \\
 u'_{dr} &= R' r i'_{dr} + \frac{d}{dt} \psi'_{dr} - (\omega - \omega_r) \psi'_{qr},
 \end{aligned} \tag{2.30}$$

$$T_e = 1.5(\psi_{ds} i_{qs} - \psi_{qs} i_{ds}),$$

$$\psi_{qs} = L_s i_{qs} + L_m i'_{dr}, \quad \psi'_{qr} = L'_r i'_{qr} + L_m i_{qs}, \quad \psi'_{dr} = L'_r i'_{dr} + L_m i_{ds},$$

мұнда $L_s = L_{ls} + L_m, L'_r = L'_{lr} + L_m$.

Теңдеу жүйелері индекстері келесі мәндерге ие:

d – d осінің айнымалы кескіні;

q – q осінің айнымалы кескіні;

r – индекс, айнымалы ротор немесе белгіленген параметрлері;

s – индекс, статор айнымалы параметрі;

l – сейілу индуктивтілік;

m – магниттеу тізбек индуктивтілігі.

Машинаның механикалық бөлігі келесі екі теңдеумен анықталады:

$$\frac{d}{dt} \omega_m = \frac{1}{2H} (T_e - F \omega_m - T_m) \tag{2.31}$$

Айнымалы теңдеулер мәні келесі түрде:

R_s, L_{ls} – активті кедергі және статордың сейілу индуктивтілігі;

R'_r, L'_{lr} – активті кедергі және ротордың сейілу индуктивтілігі;

L_m – магниттелу тізбегінің индуктивтілігі;

L_s, L_r – ротор және статор орамасының толық индуктивтілігі;
 U_{qs}, i_{qs} – q осінің статор тогы және кернеу кескіні;
 u'_{qs}, i'_{qr} – q осінің ротор тогы және кернеу кескіні;
 u_{ds}, i_{ds} – d осінің статор тогы және кернеу кескіні;
 u'_{dr}, i'_{dr} – d осінің ротор тогы және кернеу кескіні;
 Y_{ds}, Y_{qs} – d және q остерінің статор ағынлілісінің кескіні ;
 ψ'_{dr}, ψ'_{qr} – d және q остерінің ротор ағынлілісінің кескіні;
 ω_m – ротордың айналу бұрыштық жиілігі;
 p – полюстер саны;
 ω_γ – $(\omega_m X_p)$ ротор электрлік айналу бұрыштық жиілігі;
 T_e – электромагнитті момент;
 T_m – машинаның жалпы момент инерциясы және жүктемесі;
 J – машинаның жалпы момент инерциясы және жүктемесі;
 H – тұрақты машинаның жалпы инерциясы және жүктемесі;
 F – (машина және жүктеме) үйкеліс тұтқыр жалпы коэффициенті.

ω_k бұрыштық жылдамдық айналу координат жүйесі, қиял осьтері және заттық осьтерімен координат жүйесі, (3.11) теңдеулер [3] мынадай түрде жазылады.

$$\begin{aligned}
 u_{sX} &= r(1 + T'_S S) i_{sX} - \omega_k L'_S i_{sY} - \frac{K_R}{T_R} \psi_{RX} - K_R p \omega_m \psi_{RY}, \\
 u_{sY} &= r(1 + T'_S S) i_{sY} + \omega_k L'_S i_{sX} - \frac{K_R}{T_R} \psi_{RY} - K_R p \omega_m \psi_{RX}, \\
 0 &= -K_R R_R i_{sX} + \frac{1}{T_R} \psi_{RX} + \frac{d}{dt} \psi_{RX} - (\omega_k - p \omega_m) \psi_{RY}, \\
 0 &= -K_R R_R i_{sY} + \frac{1}{T_R} \psi_{RY} + \frac{d}{dt} \psi_{RY} - (\omega_k - p \omega_m) \psi_{RX}, \\
 m &= 1.5 \cdot p \cdot K_R (\psi_{RX} i_{sY} - \psi_{RY} \cdot i_{sX}),
 \end{aligned} \tag{2.32}$$

$$J \frac{d\omega_m}{dt} = M - M_H$$

Қысқа тұйықталған асинхронды машинаның құрылымдық сұлбасы мен типтері ротормен базалық векторға тәуелді, координаталар айналу жылдамдығымен анықталады. Базалық векторға бір координаталар жүйе осімен қосылады.

Егер базалық вектор қабылданып жатса, онда координаттар жүйесі ω_1 жылдамдықпен айналады, қоректену кернеуі бұрыштық жиілікке тең және егер теңдеуі вектор x координаттары жүйесі айналуы, (3.13) теңдеулерде қабылданады $u_{sX} = u$, $u_{sY} = 0$.

3.3 суретте құрылымды сұлбасы үлгісін көрсетеміз.

(3.13) тендеу жүйесі, бұл жағдайда келесі түрде көрсетеміз:

$$\begin{aligned}
 u &= r(1 + T'_S) i_{SX} + \omega_1 L'_S i_{SY} - \frac{K_R}{T_R} \psi_{RY} - K_R p \omega_m \psi_{RX}, \\
 0 &= -K_R R_R i_{SX} + \frac{1}{T_R} \psi_{RX} + \frac{d}{dt} \psi_{RX} - \omega_1 \psi_{RY} + p \omega_m \psi_{RY}, \\
 0 &= -K_R R_R i_{SY} + \frac{1}{T_R} \psi_{RY} + \frac{d}{dt} \psi_{RY} - (\omega_k - p \omega_m) \psi_{RX}, \\
 m &= 1.5 \cdot p \cdot K_R (\psi_{RX} i_{SY} - \psi_{RY} \cdot i_{SX}), \\
 J \frac{d\omega_m}{dt} &= M - M_H.
 \end{aligned}
 \tag{2.33}$$

(2.33) жүйе $\omega_m \psi_{RY}$, $\omega_m \psi_{RX}$, $\psi_{RY} \cdot i_{SY}$ и $\psi_{RY} \cdot i_{SX}$ қатысты сызықты емес.

Роторы қысқа тұйықталған асинхронды машинаның математикалық жазбасы, аралас кернеу векторы, [3] синтездеу үшін асинхронды жүйе жиілікті басқару әдісі.

3 ЖТ-АҚ статикалық жүйе мінездемесі

3.1 ЖТ-Ақ механикалық мінездемесі

Бұл үшін жиілік пен квадраттық параболикалық жүктемені реттеу үшін $U/f^2 = \text{const}$ формасында болу қажет. Берілген жағдайға байланысты $u/f = \text{const}$ сенімді тарату мақсатында жабындыны ашуды реттеудің заңдылығы Төмен жиілік мүмкіндігімен жүктеудің қарапайым мүмкіндігі. Берілген заңдылықтар үшін механикалық сипаттамаларды есептеу. Механикалық мінездеменің мінездеме нүктесі келесі түрде:

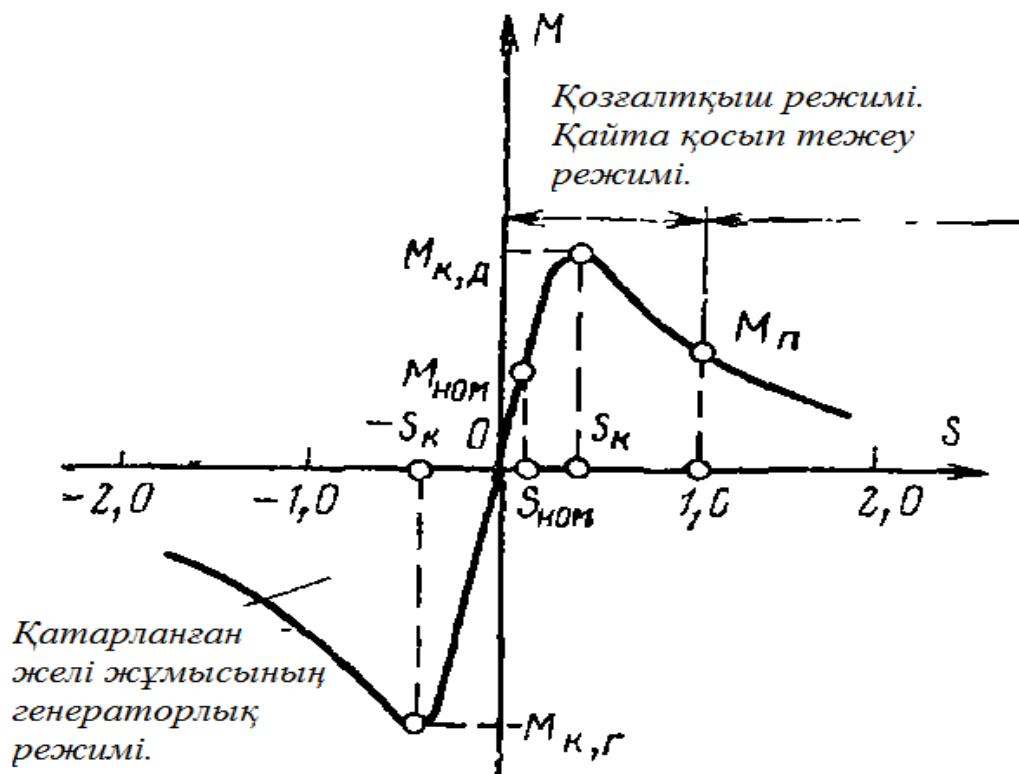
1) $s=0$, $M=0$ – бос жүрістің анық нүктесі, қозғалтқышты жылдамдығы синхронды;

2) $s = s_{\text{НОМ}}$, $M = M_{\text{НОМ}}$ – номиналды жылдамдыққа қатысты және номиналды момент;

3) $s = s_K$, $M = M_K$, – қозғалтқышты режимдегі максимал моменті;

4) $s = 1$, $M = M_{\text{П}}$ – бастапқы берілуші момент;

3.1 суретте АҚ механикалық мінездемесі келтірілген. Желінің U_1 қоректендіруші фазалық кернеуге қатысты. Бұл белгіленген желі қоректендіруі кезектелген фазалық кернеуге сәйкес. АҚ кезектелген екі фазасы аналогты механикалық мінездемесі, бастапқы координатқа салыстырмалы симметриялы.



3.1 сурет - Қозғалтқыш режиміндегі асинхронды қозғалтқыш 4А160М4У3 табиғи механикалық мінездемесі

3.1 кесте - 4А160М4У3 асинхронды қозғалтқыш құжаттық берілгендері

Қуат P_H , кВт	5,5
Номинальнды ток 380 В I_H , А	37,1
Синхронды айналу жылдамдығы n_H , айн/мин	1500
Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$	0,8
Кернеу U , В	380
X_μ	4,3
Статордың активті кедергісі R_1 , Ом	0.042
Статордың реактивті кедергісі X_1 , Ом	0.085
Энергия көрсеткіші ПӘК $P_2/P_{2ном}$	89,5
Энергия көрсеткіші CO_s кезінде $P_2/P_{2ном}$	0.88
Статордың активті кедергісі R_2 , Ом	0.024
Статордың реактивті кедергісі X_2 , Ом	0.13

3.2 АҚ табиғи механикалық мінездемесі $U/f^2 = \text{const}$ ($f = 50$ Гц) кезінде

Актив кедергі R_1 және реактив кедергі X_1 есептейміз

$$X_1 = \frac{2X'_1 \cdot X_\mu}{X_\mu + \sqrt{X_\mu^2 + 4X'_1 \cdot X_\mu}} = \frac{2 \cdot 0.085 \cdot 4.3}{4.3 + \sqrt{4.3^2 + 4 \cdot 0.085 \cdot 4.3}} = 0.083 \quad (3.1)$$

$$R_1 = R'_1 \cdot X_1 / X'_1 = 0,042 \cdot 0,083 / 0,085 = 0,041$$

$$X'_2 = \frac{2X''_2 \cdot X_\mu}{X_\mu + \sqrt{X_\mu^2 + 4X''_2 \cdot X_\mu}}, = \frac{2 \cdot 0,13 \cdot 4,3}{4,3 + \sqrt{4,3^2 + 4 \cdot 0,13 \cdot 4,3}} = 0,122 \quad (3.2)$$

$$R'_2 = R''_2 \cdot X'_2 / X''_2 = 0,022 \cdot 0,126 / 0,13 = 0,021$$

Қозғалтқыштың айналу моменті:

$$M = \frac{3U_\Phi R'_2}{\omega_0 [(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_1 + X'_2)^2] s} \quad (3.3)$$

$dM/ds=0$ теңестіру, критикалық сырғанау мәні s_K , қозғалтқыш моменті:

$$s_K = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \pm \frac{0,021}{\sqrt{0,041^2 + (0,083 + 0,126)^2}} = 0,187. \quad (3.4)$$

Белгі «+» двигательді режим немесе қарсы қосу тежелуі.

s_K мәндерді қою асинхронды қозғалтқыш моменті және максималды момент мәні:

$$M_K = \frac{3U_\Phi^2}{2\omega_0 [R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 157 \cdot [0,042 + \sqrt{0,042^2 + (0,083 + 0,126)^2}]} = 3840,01 \text{ Нм} \quad (3.5)$$

мұнда ω_0 - бұрыштық синхронды жылдамдық;

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot n_0}{60} = \frac{6,28 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ рад/с}, \quad (3.6)$$

мұнда n – айналу жылдамдығы айн/мин;

P – полюстер саны.

Қозғалтқыш режиміндегі асинхронды қозғалтқыш моментін табу үшін алдағы теңдіктен келесі теңдеуді анықтаймыз және табиғи механикалық мінездемені аламыз:

$$M_D = \frac{2M_K(1 + as_K)}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s} + 2as_K} \quad (3.7)$$

мұнда M_K - қозғалтқыштың максималды (критикалық) моменті;

s_K - критикалық сырғанау;

$$a = \frac{R_1}{R_2} = \frac{0.042}{0.024} = 1.75;$$

$$s = 0.1;$$

Асинхронды қозғалтқыштың механикалық мінездемесінің кернеу өзгеруі. Қозғалтқыш моментінің берілген сырғанау әсері кернеу квадратына тең, сондықтан қозғалтқыш кернеу тербелісіне өте сезімтал.

Асинхронды қозғалтқыштың момент мәні және табиғи механикалық мінездемесі:

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s} + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75)}{\frac{s}{0.11} + \frac{0.11}{s} + 2 \cdot 1.75} \quad (3.8)$$

1 $s=0, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0 = 157$ рад/с, $M=0$;

2 $s=0.15, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.15 = 133.45$ рад/с,

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{s/s_K + s_K/s + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75 \cdot 0.108)}{0.15/0.108 + 0.108/0.15 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 3684;$$

3 $s=0.2, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.2 = 125.6$ рад/с,

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{s/s_K + s_K/s + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75 \cdot 0.108)}{0.2/0.108 + 0.108/0.2 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 3298,03;$$

4 $s=0.3, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.3 = 109.9$ рад/с,

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{s/s_K + s_K/s + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75 \cdot 0.108)}{0.3/0.108 + 0.108/0.3 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 2603.13;$$

5 $s=0.5, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.5 = 78.5$ рад/с,

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{s/s_K + s_K/s + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75 \cdot 0.108)}{0.5/0.108 + 0.108/0.5 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 1750,1;$$

6 $s=0.6, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.6 = 62.8$ рад/с,

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{s/s_K + s_K/s + 2as_K} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1+1.75 \cdot 0.108)}{0.6/0.108 + 0.108/0.6 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 1485,03;$$

$$7 \quad s=0.7, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.7 = 47.1 \text{ рад/с},$$

$$M_{\text{д}} = \frac{2M_{\text{к}}(1 + as_{\text{к}})}{s/s_{\text{к}} + s_{\text{к}}/s + 2as_{\text{к}}} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1 + 1.75 \cdot 0.108)}{0.7/0.108 + 0.108/0.7 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 1311,65;$$

$$8 \quad s=0.85, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.85 = 23.55 \text{ рад/с},$$

$$M_{\text{д}} = \frac{2M_{\text{к}}(1 + as_{\text{к}})}{s/s_{\text{к}} + s_{\text{к}}/s + 2as_{\text{к}}} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1 + 1.75 \cdot 0.108)}{0.85/0.108 + 0.108/0.85 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 1081,02;$$

$$9 \quad s=0.9, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0.9 = 15.7 \text{ рад/с},$$

$$M_{\text{д}} = \frac{2M_{\text{к}}(1 + as_{\text{к}})}{s/s_{\text{к}} + s_{\text{к}}/s + 2as_{\text{к}}} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1 + 1.75 \cdot 0.108)}{0.9/0.108 + 0.108/0.9 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 1032,31;$$

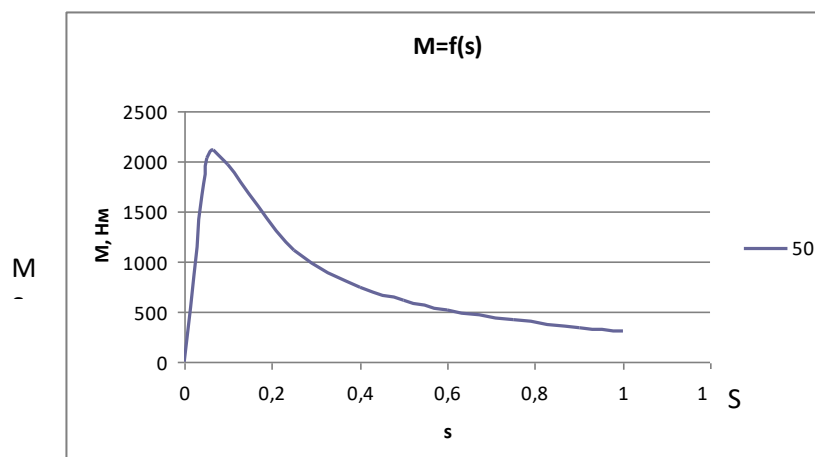
$$10 \quad s=1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 1 = 0 \text{ рад/с},$$

$$M_{\text{д}} = \frac{2M_{\text{к}}(1 + as_{\text{к}})}{s/s_{\text{к}} + s_{\text{к}}/s + 2as_{\text{к}}} = \frac{2 \cdot 3840.11 \cdot (1 + 1.75 \cdot 0.108)}{1/0.108 + 0.108/1 + 2 \cdot 1.75 \cdot 0.108} = 936,8.$$

3.1 кесте – Есептеулер қорытындысы

s	0	0.15	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.85	0.9	1
$M_{\text{д}},$ $H \cdot m$	0	3685	3298,04	2611,1	1741,2	1485,0	1301,5	1081,0	1032,3	936,8
$\omega,$ рад/с	157	133.45	125.6	109.9	78.5	62.8	47.1	23.55	15.7	0

АҚ моменті $M=f(s)$ сырғанау тәуелділік графигі



3.2 сурет – Қозғалтқыш режиміндегі асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық мінездемесі

АҚ жасанды механикалық мінездемесі $U/f = \text{const}$, ($f = 25$ Гц)

Берілген механикалық мінездемесін тұрғызу үшін барлық сырғанау мәндері үшін бұрыштық жылдамдықты есептейміз:

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s \quad (3.9)$$

Бұрыштық жылдамдық есептеу үшін 25 Гц жиілігі үшін индуктивті кедергіні есептейміз:

$$L = \frac{X_1}{2\pi \cdot f} = \frac{0,083}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,00025 \text{ Гн}; \quad (3.10)$$

$$X_{125} = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 0,00025 = 0,040 \text{ Ом};$$

$$X'_{225} = \frac{X'_2}{2} = 0,065 \text{ Ом}.$$

Жиілігі 15 Гц индуктивті кедергі:

$$X_{115} = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 0,00026 = 0,024; \quad (3.11)$$

$$X'_{215} = \frac{X'_2}{3,3} = 0,039.$$

Жиілігі 25 Гц критикалық сырғанау мәнін есептеу:

$$s_{K25} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_{125} + X'_{225})^2}} = \pm \frac{0,023}{\sqrt{0,041^2 + (0,040 + 0,065)^2}} = 0,501; \quad (3.12)$$

$$a_{sK25} = \frac{R_1}{R'_2} \cdot s_{K25} = 0,893;$$

$$\omega_{025} = \frac{2\pi \cdot f_1}{2} = \frac{6,28 \cdot 25}{2} = 78,5 \text{ рад/с}.$$

Жиілігі 15 Гц критикалық сырғанау:

$$s_{K15} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_{115} + X'_{215})^2}} = \pm \frac{0,023}{\sqrt{0,041^2 + (0,024 + 0,039)^2}} = 0,139; \quad (3.13)$$

$$a_{sK15} = \frac{R_1}{R'_2} \cdot s_{K15} = 0,24;$$

$$\omega_{015} = \frac{2\pi f_3}{p} = \frac{6,28 \cdot 15}{2} = 47,1.$$

Жиілігі 25 Гц критикалық сырғанау:

Жиілікті реттеу заңдылығы: $(U/f=cOnst)$ аламыз: $220/50=4,4$.

Жиілік кезінде 25 Гц $U_{\phi}=4,4*25=110В$,

Жиілік кезінде 15 Гц $U_{\phi 2}=4,4*15=66В$.

$$M_{K25} = \frac{3U_{\phi 2}^2}{2\omega_{025}[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (X_{125} + X_{225}')^2}]}; \quad (3.14)$$

$$M_{K25} = \frac{3 \cdot U_{\phi 2}^2 \cdot}{2 \cdot 78.5 \left[0.041 \pm \sqrt{0.041^2 + (0.040 + 0.065)^2} \right]} = 0,742.$$

Жиілігі 15 Гц критикалық моменті:

$$M_{K15} = \frac{3U_{\phi 3}^2}{2\omega_{015}[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (X_{115} + X_{215}')^2}]} = 0,671; \quad (3.15)$$

Жиілігі 25 Гц критикалық моменті:

$$M_{K25} = \frac{3 \cdot U_{\phi 2}^2 \cdot}{2 \cdot 78.5 \left[0.041 \pm \sqrt{0.041^2 + (0.024 + 0.039)^2} \right]} = 0,818; \quad (3.16)$$

25 Гц жиілікте асинхронды қозғалтқыш момент мәнін табамыз және механикалық мінездемесін тұрғызамыз:

$$M_{Д25} = \frac{2M_{K25}(1 + as_{K25})}{\frac{s}{s_{K25}} + \frac{s_{K25}}{s} + 2as_{K25}} = \frac{2 \cdot 0.819 \cdot (1 + 0.893)}{\frac{s}{0.501} + \frac{0.501}{s} + 2 \cdot 0.893} \quad (3.17)$$

$$s = 0..1$$

15 Гц жиілікте асинхронды қозғалтқыш момент мәнін табамыз және жасанды механикалық мінездемесін тұрғызамыз:

$$s=0, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0 = 47.1 \text{ рад/с, } M_{Д15}=0;$$

$$1 \text{ } s=0.15, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.15 = 40.035 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{K15}(1 + as_{K15})}{s/s_{K15} + s_{K15}/s + 2as_{K15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1 + 0.24)}{0.15/0.139 + 0.139/0.15 + 2 \cdot 0.24} = 0,673Н \cdot м; \quad (3.18)$$

2 $s=0.2$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.2 = 37.68$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.2/0.139 + 0.139/0.2 + 2 \cdot 0.24} = 0,630H \cdot м;$$

3 $s=0.3$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.3 = 32.97$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.3/0.139 + 0.139/0.3 + 2 \cdot 0.24} = 0,538H \cdot м;$$

4 $s=0.5$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.5 = 23.55$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.5/0.139 + 0.139/0.5 + 2 \cdot 0.24} = 0,382H \cdot м;$$

5 $s=0.6$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.6 = 18.84$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.6/0.139 + 0.139/0.6 + 2 \cdot 0.24} = 0,312H \cdot м;$$

6 $s=0.7$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.7 = 14.13$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.7/0.139 + 0.139/0.7 + 2 \cdot 0.24} = 0,281H \cdot м;$$

7 $s=0.85$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.85 = 7.065$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0.85/0.139 + 0.139/0.85 + 2 \cdot 0.24} = 0,246H \cdot м;$$

8 $s=0.9$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 0.9 = 4,71$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{0,9/0.139 + 0.139/0,9 + 2 \cdot 0.24} = 0,232H \cdot м;$$

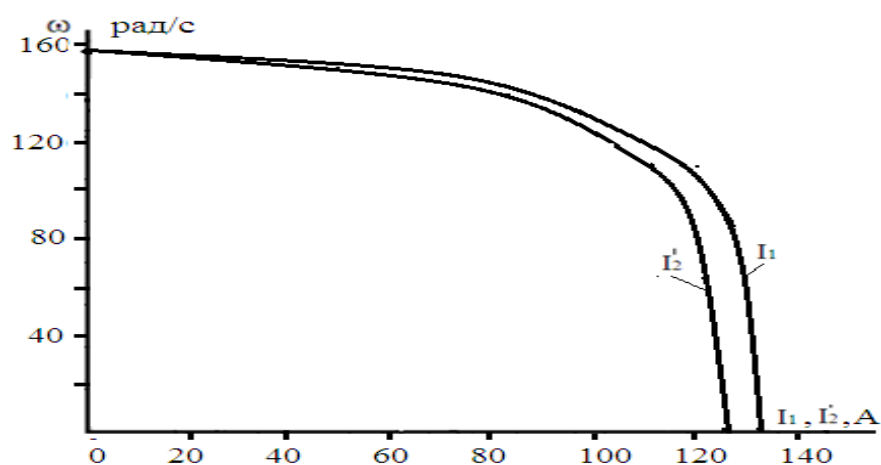
9 $s=1$, $\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47.1 - 47.1 \cdot 1 = 0$ рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1+as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 0.673 \cdot (1+0.24)}{1/0.139 + 0.139/1 + 2 \cdot 0.24} = 0,212H \cdot м.$$

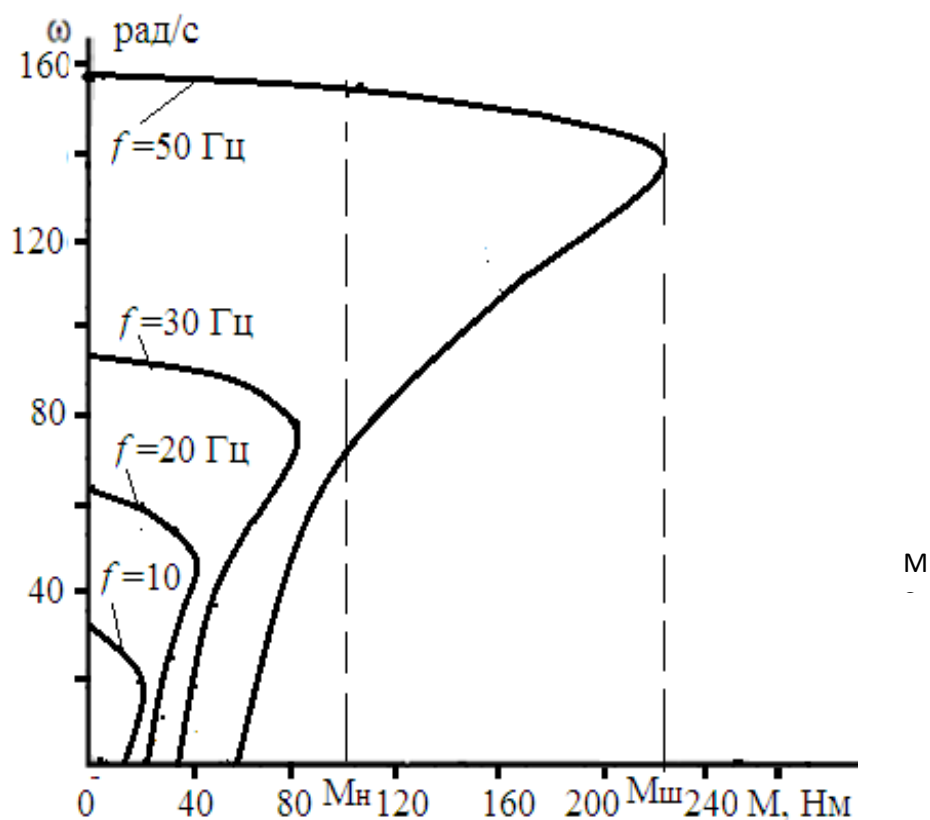
3.2 кесте – Есептеудің қорытындылары

S	0	0.15	0.2	0.3	0.5	0.6	0,75	0,85	0,9	1
ω , 50 Гц	157	133,45	125,6	109,9	78,5	62,8	47,1	23,55	15,7	0
ω ,25 Гц	78,5	66,725	62,8	43,96	39,3	31,4	23,55	11,78	7,85	0
ω , 15 Гц	47,1	40,035	37,68	32,97	23,55	18,84	14,13	7,065	4,71	0
$M_{д50}$, кН·М	0	1,714	1,545	1,222	0,824	0,705	0,614	0,545	0,612	0,442
$M_{д25}$, кН·М	0	0,572	0,662	0,766	0,820	0,862	0,796	0,811	0,596	0,723
$M_{д15}$, кМ М	0	0,674	0,640	0,539	0,383	0,332	0,292	0,247	0,213	0,234

Алынған моменттер мәнімен үш табиғи механикалық мінездемелер аламыз жиілігі 15, 25 және 50 Гц болатын.



3.3 сурет – Табиғи электромеханикалық сипаттам



3.4 сурет – Жасанды механикалық сипаттама

Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың алынған екі табиғи сипаттамасына байланысты әртүрлі жиіліктік табиғи сипаттамаларда жиілік өзгерген кезде бұрыштық жылдамдық азаяды, қозғалтқыштың сапалық сипаттамаларын төмендетеді. Қозғалтқыштың асинхронды қысу жиілігін реттеу бойынша жиіліктің өзгеруімен айнарудың бұрыштық жылдамдығын төмендету, дегенмен, сыни сәттің мәнін тұрақты сақтау.

3.3 Жиілікті түрлендіргіш және күштік сұлба элементтерін және параметрлерін есептеу

Түзеткіш және инвертор күштік элементтер таңдалып есептеледі. КИМ АИК қорек көзінің кернеуін есептейміз

$$U_H = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{U_{SI}}{\mu_{\max}} \quad (3.19)$$

мұнда U_H - қозғалтқыш статоры сызықты кернеу номинал мәні;
 μ_{\max} - модуляция коэффициенті максимал мәні.

Анық АИК үшін $\mu_{\max} = 1$. Пайдалану кезінде $\mu_{\max} < 1$, анықталып көрсетілген жиілікті тарататын бөлігі коммутация процессін орындайды.

IGBT транзистор пайдалану тасымалдаушы жиілігі f_K , 16 кГц, жетеді, $\mu_{\max} \rightarrow 1$.

Модуляция коэффициентінің максимал мәні келесідей анықталған:

$$\mu_{\max} = 1 - 4f_K t_B \quad (3.20)$$

мұнда t_B - транзистордың өшу уақыты;

кезінде $f_K = 2$ кГц, $\mu_{\max} = 1 - 4f_K t_B = 1 - 4 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 0.992$.

Осыдан

$$U_H = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \frac{U_{SL}}{\mu_{\max}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{380}{0.992} = 500.57 \text{ В.} \quad (3.21)$$

3.4 Жиілікті түрлендіргіш сериясын таңдау. VFD-B жиілікті түрлендіргіштің ерекшеліктері



3.4 сурет - VFD-B жиілікті түрлендіргіш

Көп функциялардың саны әмбебап түзеткіштер келесі түрде көрінеді: төрт басқару режимі: $U / f = \text{const}$, жылдамдық бойынша кері байланыс, ажыратылған жүйе векторлық басқару.

Алынған басқару пульті опциялық сымның көмегімен шығарылады, мысалы, электрошкаф есігінде. Тұрақты пульті бар опциялық пульте VFD-PU06 кірістіру функциясы бар VFD-B салынған. Бұл пультер RS-485 порталына және 300 м шығуды жою арқылы телефон сымы арқылы қосылады.

Жиілік түрлендіргішін реттеу мүмкіндігі (4.08, 207 параметрлері бар бағдарламалық жасақтаманың нұсқалары, қашықтан басқару құралының басқаруындағы пайдаланушы мәндерін немесе RS-485 компьютермен бірізді интерфейс арқылы өзгертуге болады).

VFD-B жиілік түрлендіргіш тұрақсыз және көпше жұмыс режимдерінен қорғайды:

- Жерге тұйықтау кезінде шығу фазаларының қысқа тұйықталу, шығудағы тоқтық жүктеме және қысқа тұйықталу мүмкіндігі;
- DS шинасында ерекшеліктері және асқын кернеу;
- радиатор температурасы;
- технологиялық параметрлердің мүмкін емес ауытқуы;
- параметрлерді бағдарламалау мүмкіндігі (парольдерді қорғау) және т.б.

VFD-B жиілікті түрлендіргіш жазбасы

Алгоритмнің жиілігі мен векторын басқару. Жүйенің номиналды тұйық контурының $\pm 1\%$ - дан айналу сәті өзгерген кезде (жылдамдық бойынша кері байланыс датчигі) ажыратылған жүйенің жылдамдығын қолдау дәлдігі (жылдамдық датчигі арқылы кері байланыс) жүктеме моментінің номиналды өзгеруінің 150% -ын номиналды-тұйық контурдың $\pm 0,05\%$ - дан 90% - ға дейін номиналды-номиналды контурдың (жылдамдық бойынша кері байланыс кодері) номиналды ұстау дәлдігі-номиналды жүктеменің $\pm 0,05\%$ - дан 90% - ға дейін өзгеру уақыты.

- Автоматты реттеу жүйесінің тұйықталған автоматтық реттеу жүйесі үшін, мысалы, немесе қысымда жұмыс істеу тиімділігі, жылыту жүйесі және суменқамтамасыздандыру мб.

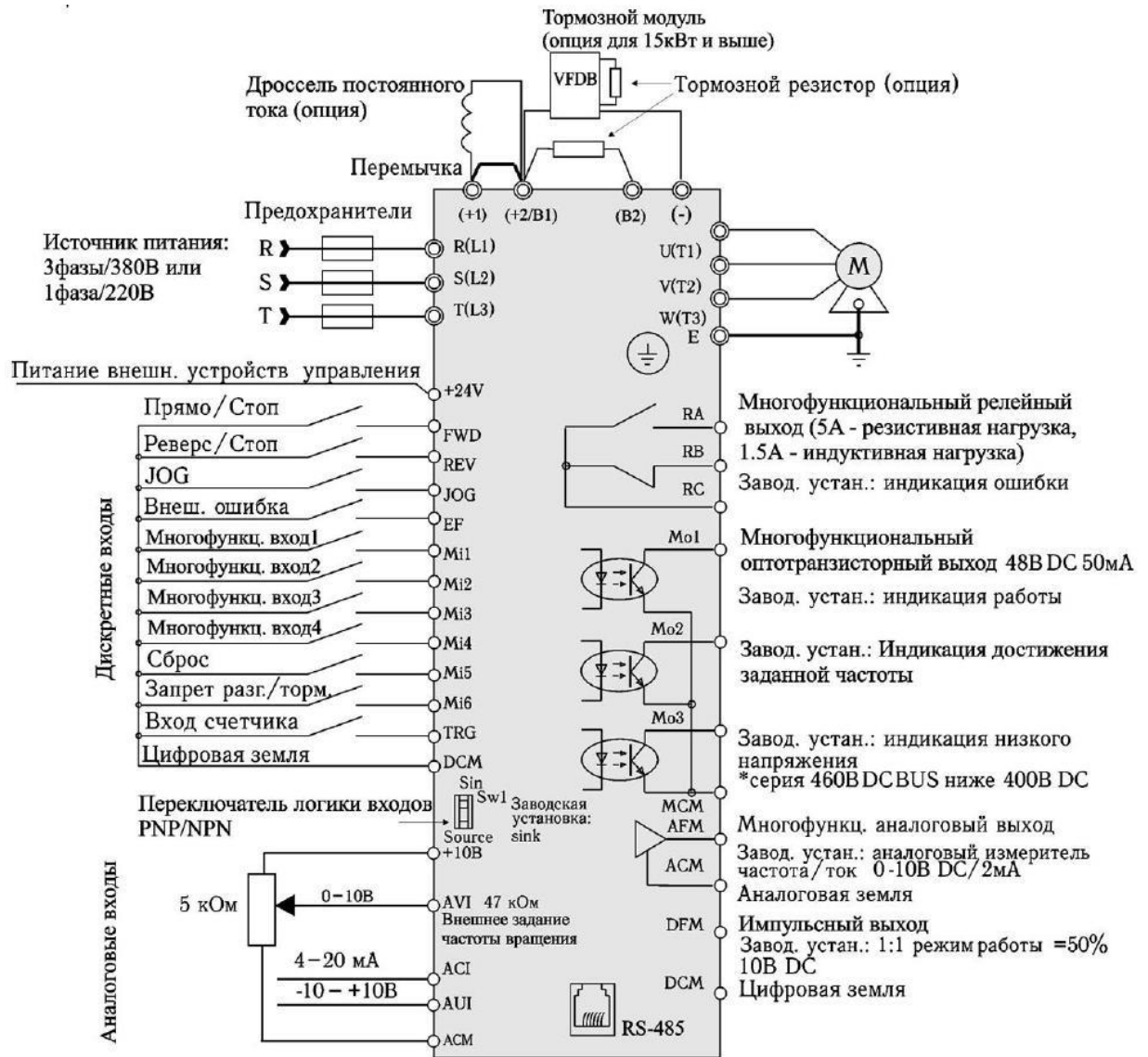
- * Үш қосымша электр қозғалтқышты автоматты басқару релесі
- * $U_{шв}=f(F_{шв})$;
- * Берілген уақыт аралығында 0-ден 65500секке дейінгі диапазонмен Автоматты орындау циклі (Plc-логикалық контроллермен бағдарламалау). Тәуелсіз тапсырма және 4 (0.01 бастап 3600с дейін))

- RS-485 тізбекті интерфейсi (Модбус ХАТТАМАСЫ) беру жылдамдығы 38 400 бод

- Қуаты 15кВт тұрақты ток үшін дроссель шанышқысының келтірілген шиналары

- 11 дискретті кіріс (оның ішінде 6 Көп функциялы бағдарлама)
- 3 аналогтық кіріс (4...20мА, 0...10В, -10...+10В)

- 1 Релелік және 3 сандық (ашық коллектормен) шығу көпфункционалды бағдарламалау
- 1 Бастапқы Аналогты бағдарламалау
- 1 импульстік ШЫҒЫС импульстік шығу жиілігіне пропорционалды



3.5 сурет - VFD-V жиілік түрлендіргіш қосылу сұлбасы

3.5 Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесінің құрылымдық сұлбасы және оның параметрлерін есептеу

ТПЧ-Д линеаризацияланған жүйесінің құрылымдық схемасы ТЖТ беріліс функциясы бар оның кіре берісіндегі АҚ және динамикалық буынның құрылымдық схемасы болып табылады (3.2 сурет):

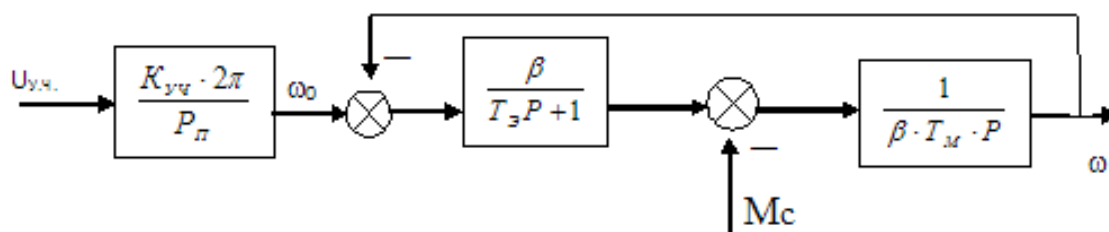
ТПЧ-Д линеаризациялы жүйесінің құрылымдық сұлбасы ТЖТ беру функциясы бар ТПЧ кірісіндегі АҚ және динамикалық буынның құрылымдық схемасы болып табылады (3.2-сурет.)):

$$W_{ТПЧ} = \frac{\omega_0(P)}{U_{уқ}(P)} = \frac{K_{уқ} \cdot 2\pi}{P_{II}}, \quad (3.22)$$

бұл жерде $U_{уқ}$, $K_{уқ}$ - жиілік басқару кернеуінің және жиілікті арнасы бойынша ТПЧ күшейтуші коэффициенттерімен.

Статикалық қаттылық модулі мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\beta = \frac{2 \cdot M_K}{\omega_{OH} \cdot S_K} \cong \frac{M_H}{\omega_{OH} - \omega_H} = \frac{18,13}{314 - 303,32} = 1,7. \quad (3.23)$$



3.6 сурет - ТЖТ-АҚ жүйесі бойынша құрылымдық сұлбасы

Электромагниттік тұрақты уақыт мынадай формула бойынша анықталады:

$$T_{э} = \frac{1}{314 \cdot S_K} = \frac{1}{314 \cdot 0,21} = 0,0152. \quad (3.24)$$

Электр қозғалтқышының электромеханикалық тұрақты уақыты:

$$T_M = J \frac{\omega_0}{M_{max}} = 0,0075 \frac{314}{36,26} = 0,065. \quad (3.25)$$

Сондай электр энергияны өндіру және тарату үшін пайдаланады.

Схемада келесі белгілер қабылданды:

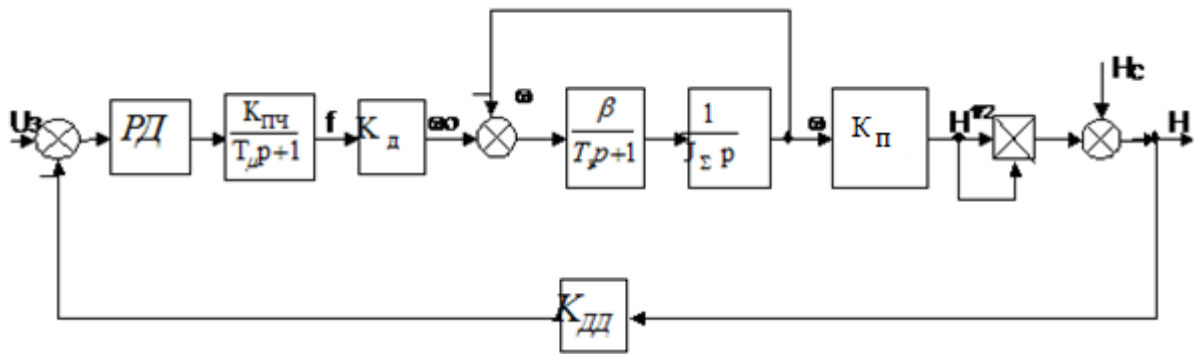
РТ-температура реттегіші;

КДТ-температура датчигі;

КП-автоматты жүйенің барабарлық беру коэффициенті;

КД-мына формула бойынша анықталатын электр қозғалтқышты беру коэффициенті:

$$K_D = \frac{2\pi}{p} = \frac{2 \cdot 3,14}{1} = 6,28. \quad (3.26)$$



3.7 сурет – Автоматтандырылған электржетектің басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы

3.5 Электржетектің компьютерлік моделін таңдау және өтпелі процесстерді зерттеу

Жартылай өткізгішті электр жетектерін модельдеу үшін бағдарламалық пакет ретінде жартылай өткізгішті электр жетектерін зерттеудің негізгі құралы ретінде барлық жерде қабылданған өзінің кеңейту пакеттерімен (Toolboxes) MatLab (матрицалық зертхана) ең қолайлы жүйесі саналады.

Жартылай өткізгіш электр жетектерін зерттеу кезінде қолданылатын негізгі кеңейту пакеттері Simulink және Power System Blockset болып табылады.

Simulink пакеті-түрлі электромеханикалық жүйелерді зерттеудің негізгі құралы. Бұл пакетте шешуге болмайтын Электржетек жүйелерін зерттеуге байланысты міндеттер жоқ.

Simulink зерттеушіге жүйенің құрылымдық (математикалық) көрінісінен бастап және модельдің құрылымдық схемасына сәйкес микропроцессорды бағдарламалау үшін кодтарды генерациялаумен біріктірілген әртүрлі мүмкіндіктерді береді.

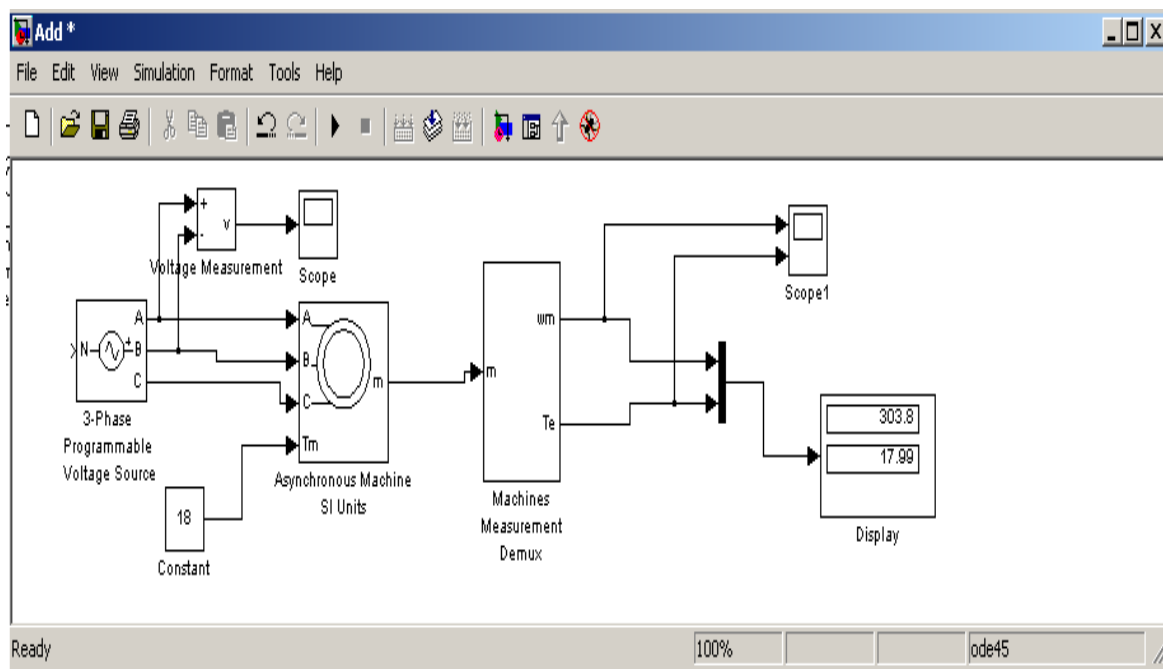
Simulink-кез келген автоматты реттеу жүйесін зерттеуге болатын визуалды Нысандар жиынтығы. Барлық блоктар үшін параметрлерді теңшеу мүмкіндігі бар. Баптау параметрлері Таңдалған блоктың баптау терезесі тақтасында көрсетіледі.

Зерттелетін модельде (сурет. 3.8) осындай элементтер кірді:

- Asynchronous Machine SI Unit-4A100L2Y3 қозғалтқыштың номиналды паспорттық деректеріне сәйкес келетін параметрлері бар асинхронды қозғалтқыштың дайын моделі;

- 3 Phase ProgrammableVoltage Source синусоидадағы кернеуінің үшфазалық көзінің номинал параметрлері келесідей, $U_m=380$ В; бір-бірінің қатысты фаза бойынша 1200-ге жылжыған, номинал мәндері бар үшфазалы кернеу жүйесін модельдейді: $U_f=220$ В, $U_ж = 380$ В, $f=50$ Гц;

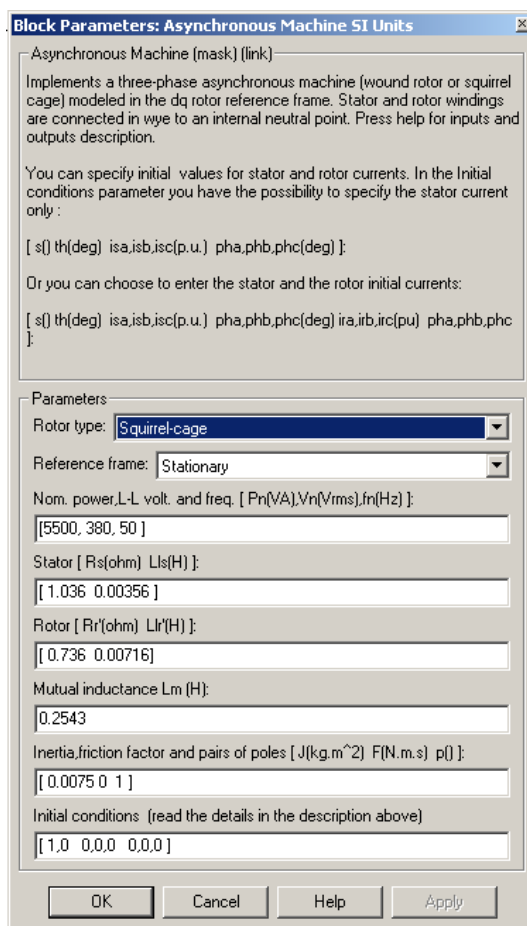
- Three-Phase V-I Measurement-желілік ток пен кернеуді өлшеуді жүзеге асыруға арналған үш фазалы мультиметр;
- Желілік ток және кернеудің графиктерін көру үшін Scope-осциллографтар моделінің 2 элементі, сондай қозғалтқышты ротордың айналу жиіліктерінің және оның білігіндегі сәттің уақыттық өзгерісі;
- Бірдей параметрлердің белгіленген мәнін бақылау үшін Display түріндегі 2 элемент;
- Scope-қозғалтқышты ротордың айналу жылдамдығының өзгеруі осциллограмма және уақыттық бойынша білікке алып тастаудағы мүмкіндігі бар элементтер;
- Constant-қозғалтқыш білігіндегі тұрақты жүктеменің кодтаушы мүмкіндік элементі;
- Timer-белгілі бір уақыттық сәтіндегі қозғалтқыштық білігіндегі жүктеменің лақтырылуы және түсіруді кодтауға болатын элемент.



3.8 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың іске қосылуының виртуалды моделі

Терезеге енгізген параметрлерді таңдалған электрлік қозғалтқыш 4A100L2Y3, тиісті номиналдық паспортты деректері (сурет 3.9).

Моделируем іске қосатын қозғалтқышты жүктеме кезіндегі үш түрлі жиіліктердің қоректендіретін кернеу $f_1=50$ Гц, $f_2=30$ Гц, $f_3=15$ Гц пайдалана отырып, $\frac{U}{f} = const$ заңдылығы бойынша.



3.9 сурет – 4А100L2У3 электр қозғалтқыштың параметрлері

3.10 суретте жүктемемен іске қосу кезінде ($M=M_n=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) және $f=50$ Гц $U_{ж}=380 \text{ В}$ кезіндегі электрлік қозғалтқыштың жылдамдықтары мен моменттің өтпелі сипаттамаларын көрсетеміз.

3.10 суретте көрсетілгендей, қайта реттеу сонда:

$$\delta = \frac{\Delta\omega}{\omega_{\text{тыр}}} = \frac{7}{303,8} \cdot 100\% = 2,3\%. \quad (3.27)$$

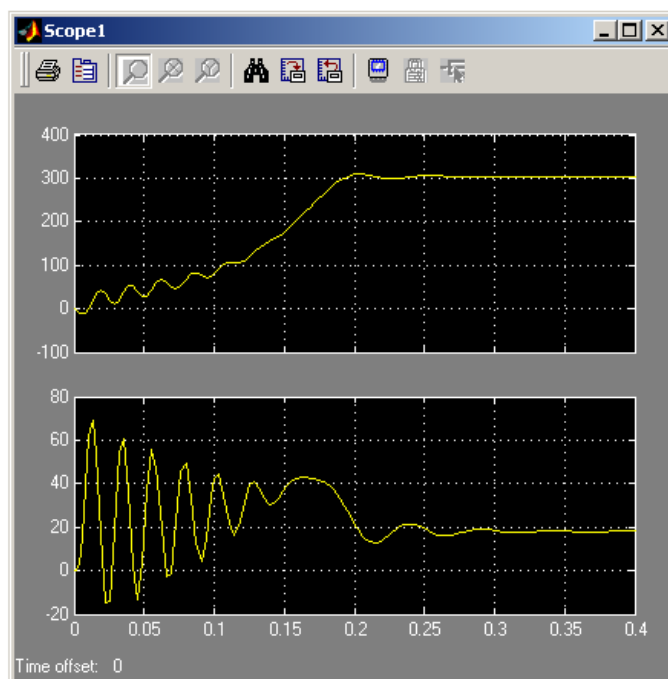
Өтпелі процесстің уақыты тең: $t_p=0,22$ с. белгіленген режимде қозғалтқыш айналу жылдамдығы: $\omega_n=303,8$ рад/сек.

3.11-суретте жүктемемен іске қосу кезінде ($M=M_n=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) және $f=30$ Гц $U_{ж}=228 \text{ В}$ электр қозғалтқышының жылдамдығы мен моментінің өтпелі сипаттамалары көрсетілген:

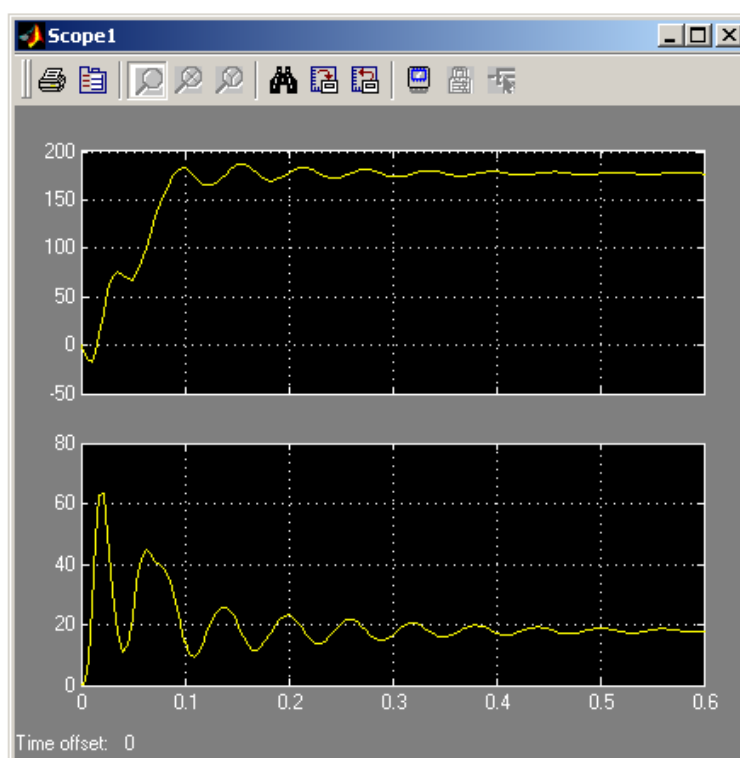
$$\delta = \frac{\Delta\omega}{\omega_{\text{уст}}} = \frac{8}{177,5} \cdot 100\% = 4,5\%. \quad (3.28)$$

Өтпелі процесстің уақыты $t_n=0,35$ с.

Белгіленген режимде қозғалтқыш айналу жылдамдығы: $\omega_h=177$, рад/сек.



3.10 сурет - Жүктемеменің іске қосылу кезіндегі өтпелі сипаттамаларын ($M=M_H=18$ Н·м) болғанда $f=50$ Гц $U_D=380$ В.

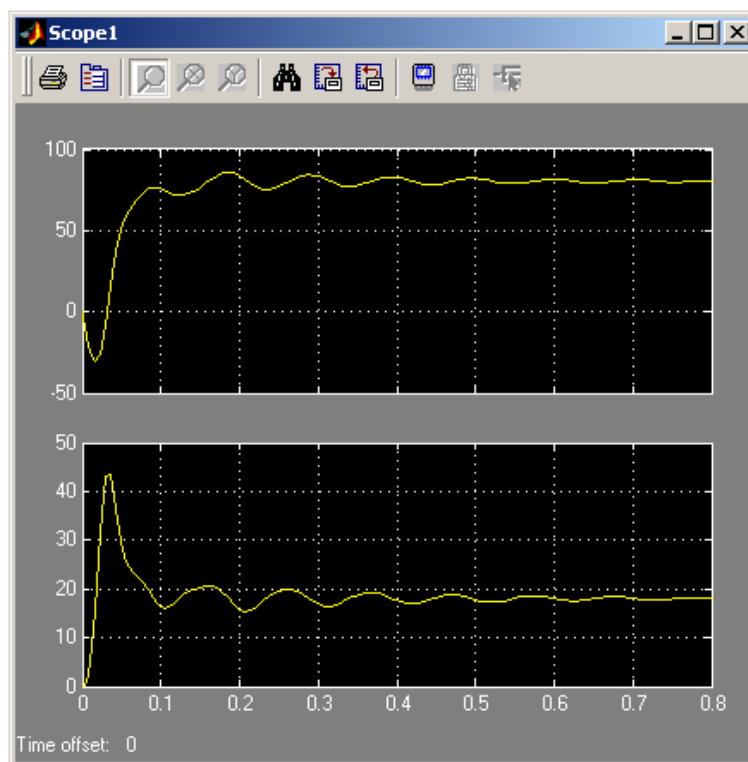


3.11 сурет - Жүктемеменің іске қосылуы кезіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі сипаттамалары ($M=M_H=18$ Н·м) болғанда $f=30$ Гц $U_D=228$ В.

3.12 суретте жүктемемені іске қосу кезінде ($M=M_n= 18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) және $f=15\text{Гц}$, $U_{ж}=114 \text{ В}$ болғандағы электр қозғалтқыш жылдамдығы мен моменттің өтпелі сипаттамаларын қарастырамыз.

Суретте көрсетілген, бұл жағдайда қайта реттелуі

$$\delta = \frac{\Delta\omega}{\omega_{уст}} = \frac{5}{80,44} \cdot 100\% = 6,2\%. \quad (3.29)$$



3.12 сурет - Жүктемеменің іске қосылуы кезіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі сипаттамалары ($M=M_n= 18 \text{ Н}\cdot\text{м}$) кезінде $f=15 \text{ Гц}$ $U_{ж}=114 \text{ В}$.

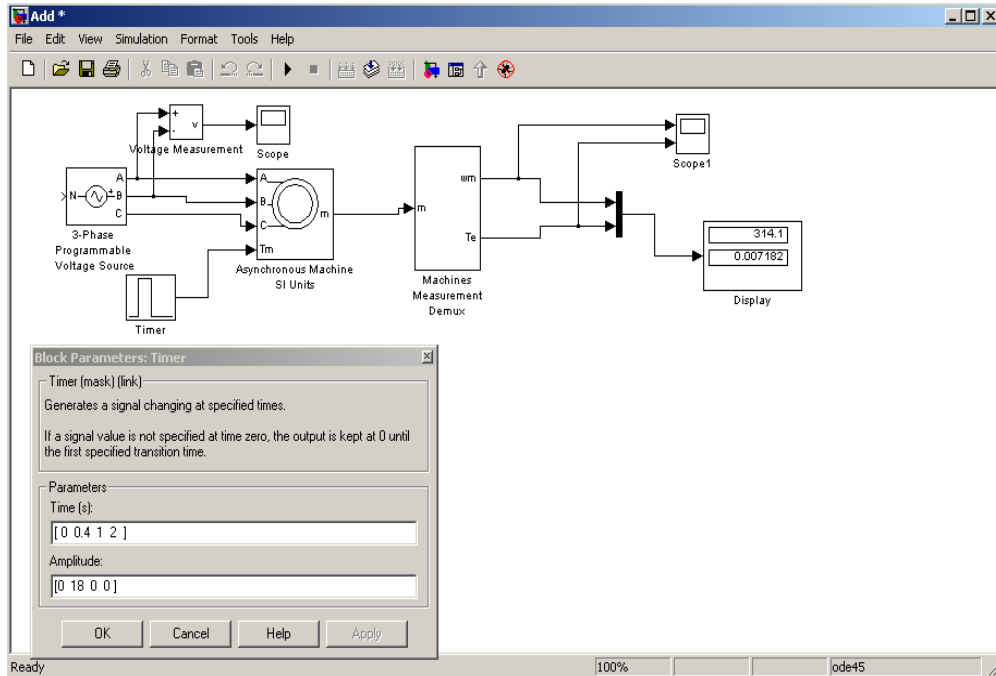
Өтпелі процессті уақыттың тең: $t_0=0,65 \text{ с}$.

Орнатылған режимде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $\omega_n=177$, рад/сек. 3.13 сурет - белгілі бір уақыт сәтіндегі жүктеменің лақтыру және лақтыру кезіндегі қозғалтқыштың іске қосылуын модельдеуге болады (қоректендіруші кернеудің үш түрлі жиілігінде $f_1=50 \text{ Гц}$, $f_2=30 \text{ Гц}$, $f_3=15 \text{ Гц}$) (3.13 сурет).

3.14-суретте электрлік қозғалтқыштың жүктемесі лақтыру және шығару кезіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі сипаттамаларын көрсетілген ($M=M_n=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$).

Мінездемелері алынып тасталған кезінде $f=50 \text{ Гц}$ $U_{ж}=380 \text{ В}$, уақыты наброса $t_n=0,4 \text{ с}$, ағызу уақыты $t_c = 1 \text{ с}$.

3.14 суретте көрсетілгендей, жүктемені лақтырғанға дейін (бос жүріс режимінде) айналу жылдамдығы $w_{б.ж}=314$ рад/сек, айналғаннан кейін ($M=M_H=18$ Н•м) ол азаяды және $w_x=303,8$ рад/сек тең болады, ал тастағаннан кейін ($M=0$) $t_c=1$ с кезінде ол $w_{б.ж}=314$ рад/сек дейін көтеріледі. Бұл жағдайда қайта реттеу 5-7% аспайды.

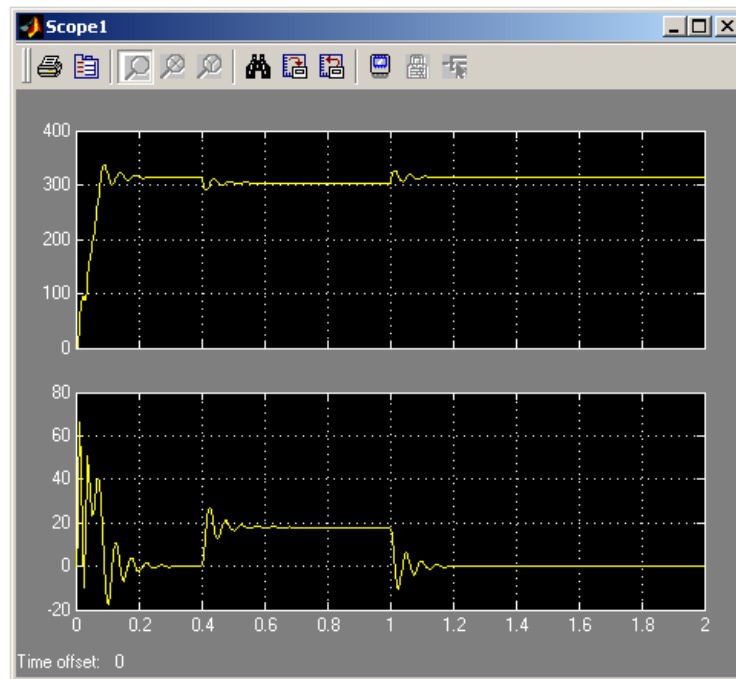


3.13 сурет – Белгілі уақыт моментінің жүктеме түсіруі мен айналу барысындағы қозғалтқыш зерттеуі бойынша виртуалды моделі

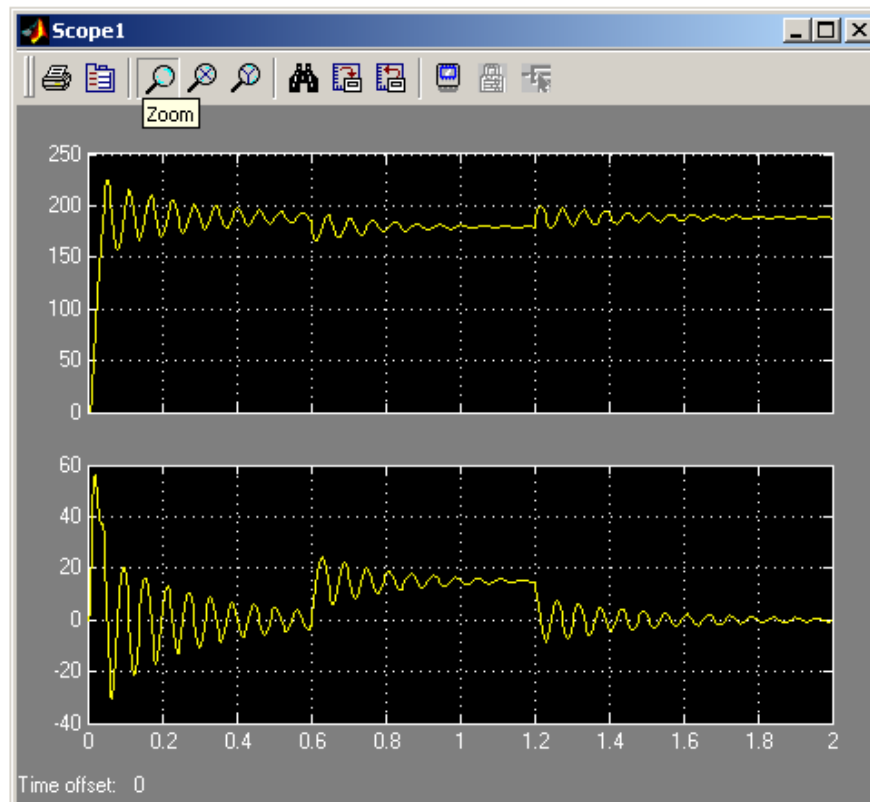
3.15-суретте электр қозғалтқыш жүктемені шығару және лақтыру кезіндегі жылдамдық пен моментінің өтпелі сипаттамалары көрсетілген ($M=M_H=15$ Н•м). Олар $f=30$ Гц кезінде алынған $U_{ж}=228$ В, лақтыру уақыты $t_H=0,6$ с, лақтыру уақыты $t_c=1,2$ с.

3.11 суретте көрсетілгендей, жүктемені лақтырғанға дейін (бос жүріс режимінде) айналу жылдамдығы $w_{б.ж}=187,8$ рад/сек, лақтырудан кейін ($M=M_H=15$ Н•м) ол азаяды және $w_x=180$ рад/сек тең болады, ал лақтырудан кейін ($M=0$) $t_c=1,2$ с кезінде ол $w_x=187,8$ рад/сек дейін көтеріледі.

Бұл ретте қайта реттеу 7% - ден аспайды.



3.14 сурет - Жүктеме көтерілуі және түсуі кезіндегі электрік қозғалтқыш жылдамдығы мен моменттің өтпелі сипаттамалары келесідей ($M=M_H=18 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $f=50 \text{ Гц}$ $U_H=380 \text{ В}$)



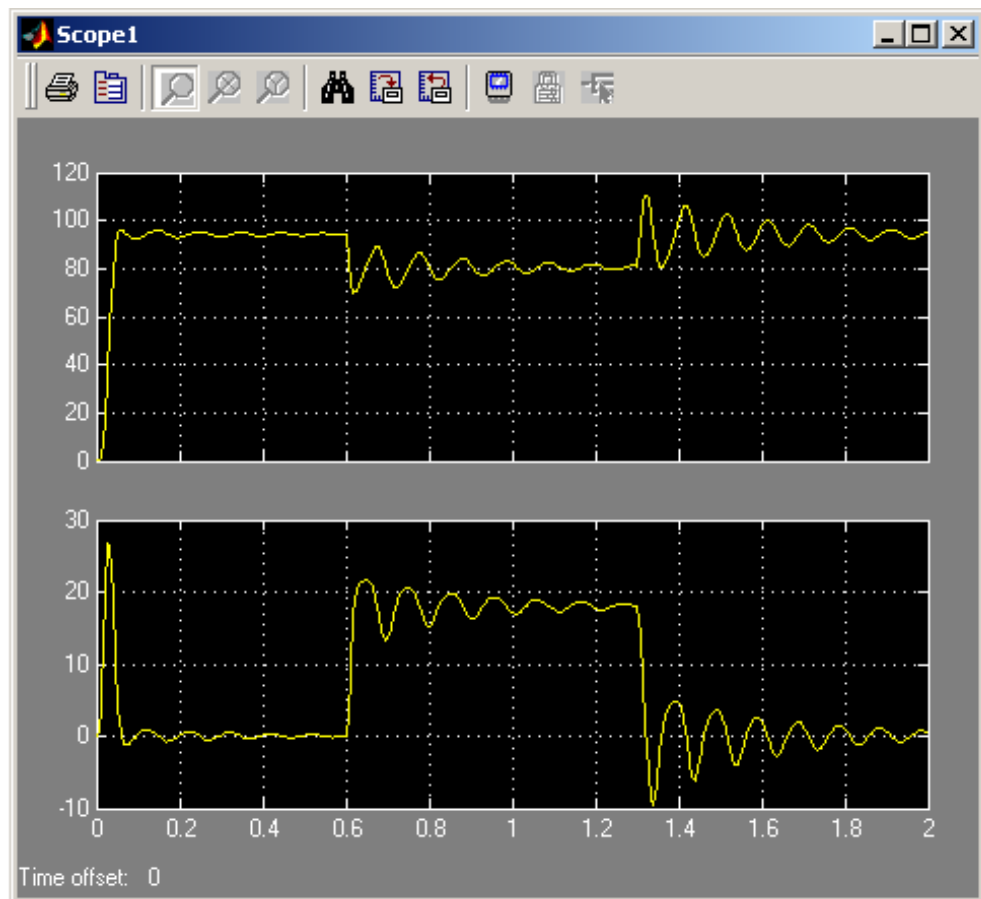
($M=M_H=15 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $f=30 \text{ Гц}$ $U_{ж}=228 \text{ В}$, $t_H=0,6 \text{ с}$, $t_c=1,2 \text{ с}$.)

3.15 сурет - Жүктеме көтерілуі және түсуі кезіндегі өтпелік сипаттамалары

3.16 суретте электр қозғалтқышының жүктемені лақтыру және шығару кезіндегі жылдамдығы мен моментінің өтпелі сипаттамалары көрсетілген ($M=M_H=15 \text{ Н}\cdot\text{м}$). Олар $f=15 \text{ Гц}$ кезінде алынған $U_L=114 \text{ В}$, лақтыру уақыты $t_H=0,6 \text{ с}$, лақтыру уақыты $t_C=1,3 \text{ с}$.

3.12 суретте көрсетілгендей, жүктемені лақтырғанға дейін (бос жүріс режимінде) айналу жылдамдығы $\omega_{xx}=95,41 \text{ рад/сек}$, лақтырудан кейін ($M=M_H=15 \text{ Н}\cdot\text{м}$) ол азаяды және $\omega_x=80 \text{ рад/сек}$ тең болады, ал лақтырудан кейін ($M=0$) $t_C=1,3 \text{ с}$ кезінде ол $\omega_x=95,41 \text{ рад/сек}$ дейін көтеріледі.

Бұл ретте қайта реттеу 8% аспайды.



3.16 сурет - Жүктеме көтерілуі және түсуі кезіндегі өтпелі сипаттамалары ($M=M_H=15 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $f=15 \text{ Гц}$, $U_L=114 \text{ В}$, $t_H=0,6 \text{ с}$, $t_C=1,3 \text{ с}$).

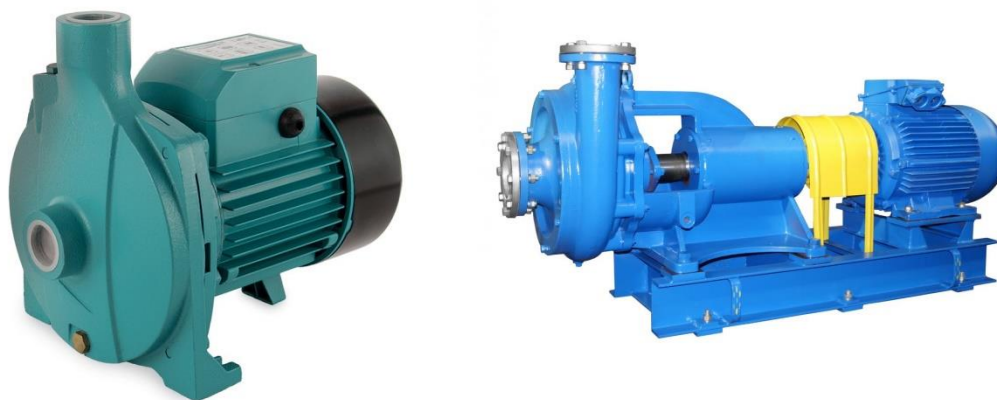
Берілген өтпелі сипаттамалардың негізінде кернеу мен жиіліктің пропорционалды төмендеуі кезінде номиналды жылдамдық мәні мен осы жылдамдыққа қол жеткізу уақыты тиісінше төмендейтіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Электрқозғалтқышы номиналды моментті қамтамасыз ете алады.

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Дипломдық жобада сумен қамтамасыз ететін сорғы стансасының ортадан тепкіш сорғысының асинхронды электр жетегін жылдамдық реттеуіші арқылы жүзеге асыру.

Сонымен қатар осы бөлімде сорғы стансасының электр қауіпсіздігін қарастырып, сонымен қатар аспирациялық жүйеге есептеу жүргіземін.

Сорғы қондырғысы-бұл әр түрлі сұйықтықтарды, құбыр желісі арқылы, көзден тұтынушыға тасымалдау үшін қажетті құрылғылар кешені. Сорғы қондырғысының құрамына сорғы, жетек және құбырлар (сору және арынды) кіреді. Ықшам конструкциясы, турбо механизмімен қосылудың қарапайымдылығы, оңай автоматтандырылуы және салыстырмалы түрде төмен шығындары арқасында орталықтан тепкіш сорғылардың жетегі ретінде айнымалы электр қозғалтқыштары кеңінен қолданылады. Электр центрифугалық сорғының жалпы көрінісі төмендегі суретте көрсетілген.



4.1 сурет – Ортадан тепкіш сорғысы

Отандық және әлемдік даму тәжірибесін талдаудан қондырғыны одан әрі дамыту міндеттеріне қатысты келесі қорытындылар жасауға болады: бұл жабдықтың жұмысы кезінде электр қозғалтқыштарының жұмыс режимін кең шектерде өзгерту қажет, бірақ басты мақсаты электр энергиясын барынша үнемдеу болып табылады.

Технологиялық сумен жабдықтау жүйесі автоматтандырылмаған, желідегі қысымды тұрақты бақылау жоқ, сорғыш сорғыны қосу персоналдың жинақталған тәжірибесіне сәйкес қолмен жүргізіледі, көбінесе сорғыш артық қысымды 3 атм-дан астам бере отырып, жұмыс істейді., немесе жеткіліксіз, кемінде 3 атм. Сумен жабдықтау сапасы зауыттың өнімділігіне және өнімнің тұтынушылық қасиеттеріне әсер етеді.

Сондықтан осы дипломдық жобаның міндеті қазіргі қолданыстағы жүйені жаңғырту үшін сорғы қондырғысының автоматтандырылған электржетегін жобалау болып табылады.

4.1 Ортадан тепкіш сорғылардың эксплуатациясы және техника қауіпсіздігі

Өндіріс аумақтарында орындалған бар жұмыстар түрлеріне қызметкерлердің әкімшіліктері қауіпсіз техника бойынша нұсқаулықтарды көрсетеді. Берілген нұсқаулықтардың келесі түрлеріне назар аударуымыз керек: жұмысты бастамас бұрын, жұмыстарды орындау кезінде, техника жүйелері мен жұмыстың орындалуына қызметтер көрсетуімен жөндеу бойынша, сонда жұмысты орындаудың соңында қызметкерлер міндеттері; бастапқы жарылыс, өрт , электр қауіпсіздігіне қамтамасыз етуге көңіл бөлінді.

Сумен жабдықтаудың сорғы станцияларын пайдалану өндірістің жұмысшылары сонымен қатар қызметкерлері: оқытып, нұсқаулық беріп жүргізетін жұмысты орындауға; жұмыстың уақытында мұқиятты болуға, басты міндеттердің орындауында алаңсыз болуға, жұмыстың орнындарында басқа адамдарды кіргізбеуге; барлық көрсетілген қауіпсіздіктеріне шараларын қабылдап содан соң жұмысқа кірісіп (желдетуге қосылып, нөлдеуді тексеріп, бұғаттаушы және ажырату құрылғылары қаралады, қорғаушы құралдарын ретке келтірілген); бұзылған жабдықтар, құрал-саймандар жұмыс істеуге; жұмыс орнындарын таза ұстауға; қауіптілік зиянды факторлармен жұмыс басшыларына, еңбекті қорғау жөнінде инженерлерге хабарласып, қоршаған өндіріс жағдайды бақылаумен; оларды тез арада әкімшілікке хабарласып, апаттық және жарақаттанған қауіпті жағдайларды болдырмауға; дабыл сигналдарына мұқият болу керек; тек белгіленген орындармен жүруге; көлік және жүк көтергіштер құралдары қозғалысының орындарына тұруға; жабдық электрлік қауіптеріне бөліктерімен жанаспауға; осы тұлғамен бекітіп берілмеген жабдықтардың және басқа да; өрт және жарылыс қауіпсіздігіне қамтамасыз етумен; қауіпті зардаптар шеккендерін көмек көрсетеміз.

Электрлік қондырғылармен жұмыс істеулер кезінде еңбектің қорғауы басты міндеттері бірі электрлік қауіпсіздігіне қамтамасыз ету болып табылады. Өндіріс қызметкерлерінің электр қауіпсіздігіне электр қондырғылар құрлысы, техникалық тәсілдері және қорғау құралдары, ұйымдастыру және техника іс-шараларымен қамтамасыз етіледі.

Жұмыстар сипатына және электр тогымен зақымдану қауіптілігін дәрежесіне қатысты электрлік қондырғыларын және электрлік жетектері бар жабдықтардың жұмыс істейтін қызметін көрсетуші персонал біліктімен топтарына (I, II, III, IV, V) сәйкесті болуына тиіс.

Басқа топтардың қызметкерлеріне курсты тыңдағаннан кейін куәліктер беріледі және ол куәлік қызметкердің лауазымдарына қатысты бір жыл немесе екі жыл аралығында аттесталынып тұрады. Электрлік техника бөлімшелер IV немесе V білікті тобы бар инженерлер, техникалық, электромеханиктердің тағайындалады.

Электрлік қондырғыларын техника қызмет көрсетуге және жөндеуге кезіндегі еңбек қауіпсіздігіне олардың қоректендіруші көздерін ажырату, қоршау құрылғыларын орнату, белгілер мен тиым салатын қағаздарды ілумен қол жеткізіледі.

Өндірістің сорғы станцияларына электрлік қондырғыларын жұмыс істеу кезіндегі еңбек қауіпсіздігін мынадай техника тәсілдері мен құралдардың пайдалану есебінен қамтамасыз етіледі: қорғанысты жерге қосылу, ток өткізгіш бөліктерін оқшаулау, қоршау құрылғыларын, ескерту дабылы, бұғттау, ескерту қағаздары мен жазуларды орнату, сақтандыру құрылғылары мен қорғау құралдарын пайдалану.

Өндірісте сорғы станцияларын пайдаланған уақытта электрлік қауіпсіздігіне қамтамасыз ету маңызды шарты мен қосымшалар болып бөлінетін электрлік тогының зақымдануымен қорғаушы құралдары пайдаланумен болып табылады.

1000 В дейінгі электрлік қондырғылары негізгі электрлік оқшаулағыштар құралдарына келесідей: барлық түрдегі электрлік оқшаулағыш штангалары; электрлік оқшаулағыш қысқыштары; кернеу көрсеткіштерімен; электрлік өлшегіш қысқыштары; электрлік оқшаулағыш қолғаптары; қол электрлік оқшаулағыштар аспабы.

1000 В дейінгі электрлік қондырғылары қосымша электрлік оқшаулағыштар құралдарына келесілер жатады: электрлік оқшаулағыш кілемдер мен тұғырықтар; электрлік оқшаулағыш қалпақтары мен жапсырмалары; тасымалды жерге тұйықтаушылар; қағаздар мен қауіпсіздік белгілері; қоршау құрылғылары пайдаланылады.

Электрлік қондырғыларына қызмет көрсететін жұмыскерлердің адамға электрлік тогымен зақымданған кезде алғашқы көмек көрсетуімен тәсілдерін үйрету қажет.

Пайдалану кезінде сорғы қондырғысын реттеу және күтім көрсету ережелері сақталу қажет.

- сорғыларды іске қосар алдында қысым құбырының ысырмасының жабылғаны, сорғыға судың құйылғандығын тексеру қажет.

- электрлік қозғалтқышты қосар алдында мойынтіректің май деңгейлерін қарау;

- құю үшін кранды ашу қажет,

- сорғы ысырмамен және манометрді кранды ашу,

- қозғалтқыш қосылуы керек.

Сорғы агрегаттың айналымдарының қалыпты санын таратқанда, ал манометр қажетті қысымды көрсеткен кезде, вакуумметр крандарын ашу қажет, содан соң керекті шығындарды алғанға дейін арынды құбырды ысырмаларын біртіндеп ашылуы қажет.

Сорғыны тоқтату кезінде:

- арынды ысырманың баяу жабылуы;

- крандарды аспаптар жабылуы;

- тығыздамалар мен подшипниктердің су жеткізгіш түтіктердің крандарын жабу;

- қозғалтқыш өшіру.

Қысқы уақыт арасында жұмыстан ұзақтау үзіліс болған кезде сорғыларды толтырылған сумен қалдыруға болмайды.

4.2 Цех қызметкерлерінің еңбек жағдайларымен талдау

Сорғы станцияларын пайдалану уақытында қызметкерлердің қауіпті және зиянды өндірістік факторларының әсерінен оқыс оқиғалары мен аурулар болуы мүмкін.

Еңбектерді арттыруға, шаршағанды төмендету кезінде өндіріс жағдайларында 2.04.05-91 ҚНЖЕ-ке сәйкесті микроклиматтар сақталу қажет. Мұнда орындалған жұмыс ауырлық санатына, ғимараттағы жылу жыл кезеңдеріне байланысты өндірістік жұмыс аймағындағы температура, салыстырмалы ылғалдылық пен ауа қозғалысы жылдамдығы мәндерімен белгіленіп көрсетіледі. Мұндай кезде оператор жұмысы мен сорғылардың мерзімі, "жеңілді 1а" санатының жатқызылуына мүмкін болады. Осылай, өндірістік тұрақты және жұмыс орындарында ауаны рұқсат ету және нақты температурасымен, жылдамдық пен салыстырмалы ылғалдылық 3.1-кестеде келтірілген.

4.1 кесте - Микроклиматтың параметрлері

Жыл кезеңдері	Жұмыс санаттары	Тұрақты және тұрақты емес жұмыс орындарындағы оңтайлылық нормалары мен нақтылау мәндері				Салыстырмалы ылғалдылық мәні, %	
		Температура, °С		Ауа қозғалысының жылдамдығы, м/с, артық емес			
Жылы	Жеңіл 1а	23-25	26	0,1	0,1	40-60	57
	Жеңіл 1б	22-23	24	0,2	0,1		
Суық	Жеңіл 1а	22-24	24	0,1	0,1	40-60	60
	Жеңіл 1б	21-23	25	0,1	0,1		

Қарастырған кестеде рұқсат етілген нормалардан асатын микроклимат нақты мәндері бойынша айырмашылықтар бар.

Дипломдық жобада қазіргі уақытта Қазақстанда жаңа технологиялардың әзірленуі және енгізілуі бойынша жұмыстар жүргізілді, Қазақстанда солай көрсетілген.

Қарастырылған өндірістік процессте зиянды заттардың едәуір бөлінуі жоқ, яғни ауаны арнайы тазартудың қарастыруы талап етілмейді.

Өндірістік учаскені жарықтандырудың таңдауы және есептелуі өндірістік жарықтандырудың жобалануымен нормалары басшылыққа алынған.

Осы өндірістік учаскені жарықтандыруы үшін қызметтер көрсететін қызметкерлердің аз болуларына байланысты ең қолайлы қыздыру шамдары қарастырылған.

Көлік, көлік-технологиялы және технологиялы діріл параметрлері рұқсат етілген мәндер МЕМСТ 12.1.012-90 келтірілген. Дірілге күресу үшін діріл оқшаулағыш діріл көздерін орнату қажет.

Сорғылардың пайдалануы уақытында жоғары шу мен діріл сияқты зиянды өндірістік факторлар туады. Қарастырылған зиянды өндірістік факторлар көздері сорғылардың механизмдері айналмалы және қозғалатын бөліктері (электр қозғалтқыш, қалақты дөңгелек, подшипниктері) болып табылған. Шу және діріл МЕСТ 12.0.003-74 бойынша белсенділер ретінде жіктеледі, яғни олар энергетикалық ресурстармен арқылы адамға әсерлік етуі мүмкін. МЕМСТ 12.1.003-88 қатысты шуға рұқсат етілген деңгейлерін 3.2-кестеде келтіреміз.

Шуға қарсы әдістер мен құралдар:

- шу көздерінің таралу жолдарында шуды азайту әдістері;
- пайда болушы көздерінде шуды азайтушы әдістері;
- шу шараларын жеке қорғау құралдарымен.

Сорғы шуларының әсерлерін төмендету жұмыс аймақтарынан бөлек шығарумен арқылы қол жеткізілген. Қарастырылған сорғыда қазіргі замандағы майлаушы материалдары пайдаланушы көзделген. Олардың көзі таралу жолындағы шудың төмендетуіне едәуір құрылысты-акустикалы іс-шаралар жүргізген арқылы қол жеткізілген. Мұндай жағдайларда акустикалық өңдеулер (қоршаудың ішкі беттері бөліктерін дыбысты сіңіргіш материалдар арқылы қаптаумен, сонымен қатар ғимараттары әр-түрлі пішіндегі еркін ілінетін көлемділеу сіңіргішері денелер арқылы көрсететін жекеленген сорғыштарды орналастыру), дыбысты оқшаулағыштар қоршаулар мен дыбыстық қорғалатын кабиналарды қолданған.

4.2 сурет - Шуға рұқсат етілген көрністер (СанЕжН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002)

Жұмыстың орны	Орташалау геометриялы жиіліктерінің октавалы жолақтарындағы дБ дыбыс қысымдарының деңгейлері, Гц								Дыбыс деңгейлерінің және дыбыс эквивалент деңгейі, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Кәсіпорын аймағындағы өндіріс тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс аумақтары	99	92	86	83	80	78	76	74	80

4.3 Жасанды жерге қосқыш көмегімен сорғыны жерге қосу

Сорғының жерге тұйықталуы жабдықтар жұмыстарның қауіпсіздіктерін қамтамасыз ету үшін қажет. Сорғыларды жерге тұйықтау жасанды жерге қосу тізбегін құрып және оны жабдықтармен қосу қажет. Электр жетегіне қатысты жасанды жерге қосуды орнату қимасы 48 мм^2 және қалыңдықтары 4 мм болат тікбұрышты жерге қосқыштарды пайдаланылады.

Сорғысы бар ғимараттар пайдаланып нөлдік өткізгіштермен жолақты немесе бұрыштықты болаттан дайындалып өлшемдеріне сәйкесті жерге қосу үшін алынады. Жерге қосу болғанда нөлдік өткізгіштерді дәнекерлеу қосылып жалғанады. Сорғы жұмысын істеу кезінде топырақтары келесідей болады: тереңдігі 80 см үшбұрышты траншея үзіледі де оған ұзындықтары 2 м үш болат бұрыштары ілінеді, олар $40 \times 4 \text{ мм}$ болатты жолақпен жалғанып, дәнекерленуші орындарын коррозияға қарсы құрамы қорғалуымен тиісті. Бұрылысы сорғыш орналасқан ғимаратқа және құдыққа әкеледі.



а



б

а - жұмыс істеу кезіндегі сорғыны жерге тұйықтау; б - сорғыны жерге тұйықтауға арнаған кабель

4.2 - Жерге тұйықтауға арналған өткізгішті таңдау

Сорғы жерге тұйықталуы, иілгіш кабелі немесе сары және жасыл түсті оқшаулағыштары бар сым тағайындалынады. КПП таңдалғанда сорғылар моделіне байланысты болады. Үш фазалы сорғылар үшін 4 немесе 5 тал мыс кабелдерін пайдаланылады, бір фазалық үшін 3 тал кабель таңдалады. Жұмыс қуаты 4кВт (~220-230 В) аспайтын болса, онда $2,5 \text{ мм}^2$ қимасы бар кабель таңдаланады, мысалы, су жүктелген КВВ 3 х 2,5. Бұл кабельдер қосылуы үшін келесі сұлба бойынша жүргізілінеді: қоңыр оқшауламасы— фазаға жалғанады; көкшіл (көгілдір) оқшауламалары бар кабельдер — нөлге жалғанып ал сары мен жасыл оқшауламалары бар кабельдері — жерге тұйықталынып қосылады. Жерге тұйықтаушы монтаждан кейін кедергілерін тексеріп ұйғарылады. Қауіпсіз болу үшін ол 4 Ом-нан аспаулары тиіс.

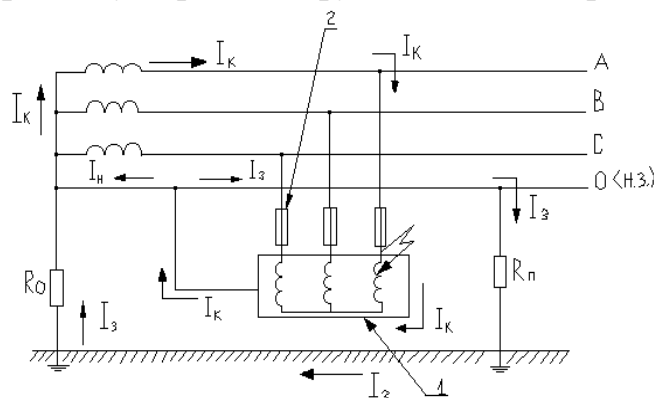
4.4 Ажыратқыш қабілетке қорғаныс нөлін есептеу

Электрлік тогымен зақымданушы қауіп бар корпуста жнасқан және кернеуде тұрған электр жабдығымен басқа ток өткізгіш бөліктері жанасу уақытында зақымдалған электр жабдықтарын қоректендірушіері желіден

жылдам ажыратып жойылулары мүмкін. Бұл үшін үш фазалық ток желісінің принциптік сұлбасы қолданылған 4.3 суретте.

Нөлдеу кезінде - бұл кернеуі бар болуы мүмкін металл ток өткізбейтін бөліктері нөлдік қорғаныс өткізгіштерімен әдейі электрлік байланысқан.

Жұмыс істеу принципі нөлдеумен - айналдыруы тұйықталушы корпустарына бір фазалы (арасындағы фазалы және нөлдік өткізгіші) мақсатында шақыруға үлкен ток қамтамасыз етуге қабілетті қорғаныш іске қосылуы мен автоматты түрде өшуі, бүлінген электрлік жабдықтарымен жылғы қоректендірушімен желілері. Ажыратқыш аппараттары мақсатында: балқитын сақтандырғыш, автоматты ажыратқыш, магниттік іске қосқыш және т. б. қолданылып қарстыралады. Бұл ретте, апатты болған сәттерінен бастап (корпусқа тұйықталушы) және зақымдалып жабдықтарды автоматты түрде ажыратқан сәттерге дейін желіден аз уақытты аралығымен бар екенінде ескеру қажеттілігі, ол корпусқа жанасулары қауіпті болады, өйткені корпуста u_{ϕ} кернеулері болады (3.3-сурет) және оларды желіден ажыратқыш әлі болған жоқ. Мұндай кезеңде нөлдік қорғанысты өткізгіштер арқылы жабдық корпустарын жерге тұйықтау қорғаныш функциясына әсер етеді.



R_0 -ток көзі нейтралдарының жерге тұйықтау кедергісі; R_n -нөлдік қорғаныс өткізгішінің қайта жерге тұйықтау кедергісі; I_k - қысқа тұйықталу тогы; I_n -нөлдік өткізгіш арқылы өтетін қысқа тұйықталу тогының бөлігі; i_3 - жер арқылы өтетін қысқа тұйықталу тогының бөлігі; O(н. з.) - нөлдік қорғаныс өткізгіші

4.3 сурет - Нөлдеудің принциптік сұлбасы

4.3 суретте көрініп тұрғандай сұлбасы нөлдеу болуларын желіде келесідей элементтер көрсетіледі: нөлдік қорғаныс өткізгіші; бейтараптағы тұйық жерге қосылуы бейтарап ток көзі; қайталап жерлестіруші нөлдік қорғанысты өткізгішін қарстырған.

Нөлдік қорғанысты өткізгіші осы ток үшін аз кедергісімен барлық тізбекті құру жолымен ток мәнін орнатудың қажетті ажыратудың қамтамасыз етуге арналған.

Бейтарап жерге тұйықтау мақсаты-жерге қатысты Жерге тұйықталған корпустардың кернеуін фазаның жерге тұйықталуы кезінде қауіпсіз мәнге дейін төмендету.

Нөлдік қорғаныс өткізгішінің қайта жерге тұйықталуын мақсаты-жарамды сұлба жағдайында және нөлдік қорғаныс өткізгіші үзілген жағдайда корпусқа фаза тұйықталуын кезіндегі жерге қатысты корпусқа кернеу төмендеуін көрсетеміз.

Егер тізбекте жасанды түрде құрылған бір фазалық қысқа тұйықталушы ток (I_k) мәні автоматты ажыратқышты іске қосу тогы (немесе сақтандырғыш балқымалы ендірімесінің номиналды тогы) мәнінен көп (немесе тең $I_{НОМ}$) болса және келесі шарт орындалса, зақымдалған қондырғыны қоректендіру желісінен ажырату орын алады:

$$I_k \geq k I_{НОМ}, \quad (4.1)$$

Бұл жерде k -ток еселік коэффициенті, электрлік қондырғыларын қорғаулар түрлеріне байланысты таңдалынылады.

Нөлдеу есебін келесі шарттармен сақталуы тексеруге түседі:

$$I_{k2} \geq I_{k1}. \quad (4.2)$$

Ол үшін келесілерді анықталу қажет:

қысқа тұйықталушы тогы (I_{k1}) ең азырақ рұқсат етілген мәні, ол кезде қорғаныс іске қосылады және зақымданған жабдық желіден ажыратады;

бір фазалық қысқа тұйықталу тогы нақты мәні, ол апат туындалған кезде сұлбада орын алған (I_{k2}).

Ток шамасын келесідей анықтадық:

$$I_{k1} = k \cdot I_{НОМ}, \quad (4.3)$$

мұнда $I_{НОМ}$ - электрлік қозғалтқыштың сақтандырғышы балқымалы қондырғысының номинал тогы, $I_{НОМ} = 80 \text{ A}$;

k - токты еселік коэффициенті, $k = 1,25$.

$$I_{k1} = 1,25 \cdot 80 = 100 \text{ A}. \quad (4.4)$$

Фаза-ноль ілмегі толық кедергісін анықтаймыз:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\Phi} + R_{НЗ})^2 + (X_{\Phi} + X_{НЗ} + X_{\Pi})^2}, \quad (4.5)$$

мұнда $R_{\Phi}, R_{НЗ}$ - фазалық және нөлдік қорғанысы өткізгіштері белсенді кедергісі, $R_{\Phi} = 0,9 \text{ Ом}$, $R_{НЗ} = 0,308 \text{ Ом}$;

X_ϕ, X_{H3} - фаза және нөлдік қорғаныстар өткізгіштері ішкі индуктивті кедергілері, $X_\phi = 0,033 \text{ Ом}$, $X_{H3} = 0,308 \text{ Ом}$;

X_Π - "фаза-нуль" ілмегі сыртқы индуктивтілік кедергісі" (0,02 Ом).

$$Z_\Pi = \sqrt{(0,9 + 0,308)^2 + (0,033 + 0,308 + 0,02)^2} = 1,26 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

Апаттық режимде сұлбада өтетін бір фазалық қысқа тұйықталу тогының нақты мәнін табамыз:

$$I_{K2} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + Z_\Pi}, \quad (4.7)$$

мұнда U_ϕ - фазалық кернеу, $U_\phi = 220 \text{ В}$;

Z_Π - "фаза-нуль" ілмегі толық кедергісі;

Z_T - трансформатор толық кедергісі, $Z_T = 1,237 \text{ Ом}$.

$$I_{K2} = \frac{220}{\frac{1,237}{3} + 1,26} = 131,55 \text{ А}$$

$I_{K2} \geq I_{K1}$ шарт қанағаттандырылып, жерге тұйықтау мүмкіндігі ажыратылады және қорғаныс өткізгіші дұрыс таңдалады.

Бүлінген электр жабдықтарының желіден автоматты қосылуын қамтамасыз ету үшін апаттық режимде тізбекте ағып тұрған ток күшін арттыру қажет. Бұған электр тізбегіне нөлдік қорғаныс өткізгішін енгізу және фазалық-нөлдік тізбекке төмен қарсылықты (қысқа тұйықталу режимінде) жасанды түрде жасау арқылы қол жеткізіледі. Осылайша, бір фазалы қысқа тұйықталу тогының мөлшері бейтарап қорғаныс өткізгішінің параметрлерінің шамасына байланысты болады. Жерлендіруді есептеу нөлдік қорғаныс өткізгішінің (R_{H3}, X_{H3}) параметрлерін дұрыс таңдауды тексеруге дейін азаяды.

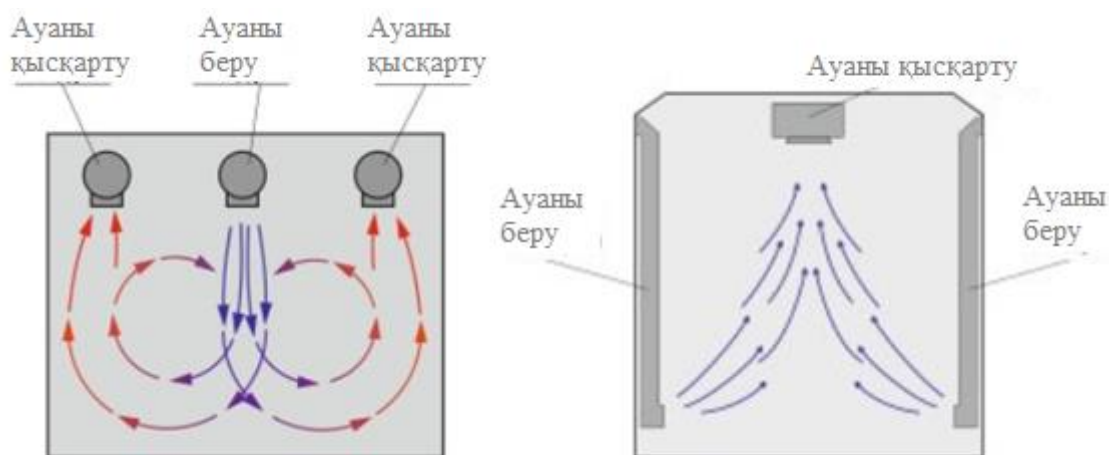
4.5 Сорғы станциясының аспирациялық жүйелерін есептеу

Өндірістік цехтағы желдету өзара байланысты процестер мен құрылғылардың күрделі кешені болып табылады, ол өндірістік үй-жайдың ішінде сапалы ауа алмасуын құруға бағытталған.

Цехтың желдету жүйесі кез келген басқа бөлмедегі ұқсас жүйеге қарағанда маңызды рөл атқарады. Басты акцент-бұл технологиялық процестердің барысын бұзбай, оларды табысты орындау үшін қолайлы жағдайларға ықпал ете отырып, зиянды және уытты қоспалардан ауаны

үздіксіз сүзуді және оның функционалдық айналымын қамтамасыз етуге арналған инженерлік әзірлемелердің тұтас жүйесі.

Цехтың сору-сору желдеткіші таза ауа массасын бір уақытта бере отырып, лас ауаны алып тастайды. Ағындарды бөлу 2 жолмен болуы мүмкін: араластыру арқылы; ығыстыру жолымен.



4.4 сурет – Жалпы алмасу және ығыстырушы желдету

Цехтың желдеткішін жобалау-күрделі инженерлік міндет, оны шешу үшін мұқият есептерді орындау қажет, олар оның мақсатына байланысты. Өндірістік желдету барлық зияндылықтарды, соның ішінде ыстық ауаны, жарылыс қауіпті қоспалар мен улы бөлулерді, су буларын — өніммен, жабдықпен және персоналмен өндіріс процесінде бөлінетін барлық зиянды заттарды алып тастауы тиіс.

Бастапқы деректер:

Бөлме параметрлері: ұзындығы-42м, ені-30м, биіктігі-7м;

Жабдық бойынша деректер: дана саны-6; Қуат., Р – 3 кВт/сағ; Пәк, - 0,8%

Жарық көзі бойынша деректер: ОЖ қуаты.қондырғы-N, Вт / м²-40

Жарық көзінің түрі – қыздыру шамдары

Қызметкерлер саны: ерлер-6

Терезелер: саны-3; 1 терезе алаңы-3м²; Түрі-пластикалық түптеу;

Есептік уақыт – 13-14 сағ.; үй-жайдағы температура: жазда-27С; қыста-26С;

Жұмыс жағдайы түрі, тұрып жүру қозғалысын; сыртқы ауа параметрлерін: есептік географиялықты ендік - 45с,Е.; барометриялық қысым-930ГПа; Б-Параметрлері.

Жыл кезеңі: жылы болған кезде, ауа температурасы 26⁰С, желдің жылдамдығы-1м/с.

Суық болған кезде ауа температурасы - (- 23⁰С). Желдің жылдамдығы - 2,1 м/с.

Аспирациялы жүйелердің есептеуді орындау.

Өндірістік жабдықтарын бөлінетін жылу:

$$Q_{жаб} = \eta \cdot n \cdot P, \quad (4.8)$$

мұнда P – қондырығының тұтынатын қуаты, кВт/сағ;
 n – қондырығы саны;
 η – ПӘК.

$$Q_{жаб} = 0,8 \cdot 4 \cdot 3 = 9,6 \text{ кВт} / \text{сағ} . \quad (4.9)$$

Шамдардан бөлінетін жылу:

$$Q_{жылу} = \eta \cdot N_{жылу} \cdot F_n. \quad (4.10)$$

мұнда η – электр энергиясының жылуға айналу коэффициенті
 $\eta = 0,92 \div 0,98$ – қыздыру шамдарының;

$N_{жар}$ – ғимаратты жақсы жарықтандыру үшін, шамдардың қуаты, Вт/м²;

F_e – еденнің ауданы (ұзындығы – 42м; ені – 30м):

$$F_n = 42 \cdot 30 = 1260 \text{ м}^2 . \quad (4.11)$$

$$Q_{жылу} = 0,95 \cdot 42 \cdot 1260 = 50,27 \text{ кВт} . \quad (4.12)$$

Адамдардан бөлінетін жылу:

$$Q_{жс} = n \cdot q_{нак}, \quad (4.13)$$

бұл жердегі $q_{нак}$ – адамның нақты жылуы, жылу кезеңі кезіндегі адамдардан бөлінетін жылу – 51Вт, ал суық кезінде – 82Вт;

n – адамдар саны (7 ер адам).

Жазғы уақытта:

$$Q_{жс} = 7 \cdot 51 = 0,44 \text{ кВт}.$$

Қысқы уақытта:

$$Q_{жс} = 7 \cdot 82 = 0,574 \text{ кВт}$$

Шыны терезелерден күн сәулелерінен түсетін жылу:

$$Q_{к.с.} = m \cdot F \cdot (q^I + q^{II}) \cdot \beta \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.14)$$

бұл жердегі m – ғимараттағы терезелер саны;

F – терезенің ауданы, м²;

q^I, q^{II} – тура және әлсіз радиация әсерінен туатын жылу ағыны Вт/м²,
 тәулік есебіне қарай Ж – 265 және 89.

β – жылуды өткізуші коэффициенттері, 0,7

K_1 – терезелердің жақтаған кездегі қараңғыланушы коэффициенті 0,7

K_2 – терезенің шаң кезіндегі коэффициенттері 0,96.

$$Q_{к.с} = 3 \cdot 3 \cdot (265 + 89) \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,96 = 1,49 \text{ кВт} / \text{м}^2 .$$

Температуралар айырмашылығына байланыстың пайда болатын жылу бөлінуі және жылу шығыны:

$$Q_{ж.м.} = V_{ғимарат} \cdot X_0 \cdot (t_e - t_n), \quad (4.15)$$

бұл жердегі $t_{iш}$ – ғимараттың қыс мезгіліндегі температурасы

t_c – сыртқы ауаның температурасы

$V_{ғим}$ – ғимараттың ауаданы

X_0 – меншікті жылу сипаттамасы, $0,42 \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$

$Q_{ж.м.} = 0$ – жылы мезгіл уақытында:

$$Q_{ж.м.} = 40 \cdot 20 \cdot 4 \cdot 0,42 \cdot (26 - (-23)) = 15,68 \text{ кВт} .$$

Ғимараттың жылулық тепе теңдігін анықтаймыз:

$$Q_{арт} = Q_{жаб} + Q_{ж.к} + Q_{ж} + Q_{к.с} - Q_{ж.м} . \quad (4.16)$$

Жазда: $Q_{арт} = 9,6 + 50,27 + 0,574 + 1,49 = 61,934 \text{ кВт}$

Қыста $Q_{арт} = 9$

$$9,6 + 50,27 + 0,574 + 1,49 - 15,68 = 46,254 \text{ кВт}$$

Ауаның жылулығы:

$$Q_n = \frac{Q_{арт} \cdot 860}{V_n} . \quad (4.17)$$

Біз $Q_{артж} > Q_{артк}$, есеп үшін жаздық мезгілге есеп жүргіземіз:

$$Q_n = \frac{61,934 \cdot 860}{3150} = 16,90 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3} .$$

Ғимаратқа ауа арқылы келетін жылу мөлшерін есептейміз

$$L = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{C \cdot \Delta t \cdot \gamma} , \quad (4.18)$$

бұл жерде C – ауаның жылу сыйымдылығы, $1,005 \text{ ккал/кг} \text{ } ^\circ\text{C}$;

Δt – ауаның жылу кернеулігіне байланысты таңдалады Q_n ;

γ – келіп түсетін ауаның меншікті массалары, $1,204 \text{ кг/м}^3$

$$L = \frac{61,934 \cdot 860}{1,005 \cdot 6 \cdot 1,204} = 7445 \frac{m^3}{сag}$$

5 Техника- экономикалық бөлімі

5.1 Техноко-экономикалық көрсеткіштергі есептеу жүргізу

Сорғыларды генератор түрінде қолдану көптеп дамыған мемлекеттерде қолданыста. Қорек көзі ретінде жылумен сорғы агрегаттарын, экологияның таза сонымен қатар зиян құрылғы ретінде пайдалануға болады. Дипломдық жұмыста жиілікті түрлендірігішті – асинхронды қозғалтқышты жүйесі қарастырылған. Бұл жүйелердің құрамында асинхронды қозғалтқышты және түрлендіргіштер кіреді.

Жиілікті түрлендірігіштер жүктеме диапазонын үлкен жетектерде қолданылады. Осы жүйеде технологиялы қондырығының параметрлерін нақты ұстап тұруға болады,.

Дипломдық жұмыста келесі негізгі аппараттары қолданылады:

- а) 4А сериялы асинхронды қозғалтқыштың қуаты 15 кВт;
- б) Siemens фирмасының жиілікті түрлендіргіш.

5.1 кесте – Салыстырылатын жүйелерге берілген техникалық мәліметтер

Параметрлер атауы	Базалық түрі	Бағасы	Жобаланған түрі	Бағасы
Қозғалтқыштар түрі	4A71A2Y3	28200	4A80A2Y3	90600
Қуаттар, кВт	0,75	-	1,5	-
ПӘК,	0,9	-	0,88	-
Айналу жиілік, айн/мин	1500	-	1500	-
Түрлендіргіш	-	-	Siemens	363000
Түрлендіргіштің қуаты, кВт	-	-	0.4	-
Түрлендіргіштің ПӘК	-	-	97	-
Беріліс механизмдері	Жылдамдық қорапшалары	1535000	-	-
Іске қосу реттегіш аппаратурасы		418000		161000

5.2 Электр жетекті жетілдіру капиталды шығынын есептеу

Капитал шығындар негізгі қорлары бар нұсқаларын жақсартуға және жаңа түрлерінде жасауға арналған ақша қаражаттары. Капитал шығындары, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен арнайы шығын, келтірілетін шығындар мен жөндеу жасауға кететін шығындарымен есептеледі.

Сметаны жасау үшін негізгі болып келесілер болады:

Қондырғылар ерекшеліктері, баға тізімі, жөндеп жасау бағасы табылады.

Электр жетектерінің қымбат бөлімдері қозғалтқыштары, түрлендіргіштер және беріліс механизмдері болып табылады. Осыдан базалық нұсқа үшін электрлік жетектің сметалық құнын анықтауға болады.

Базалық нұсқаның капитал салымын есептейміз

$$K_{ЭЖ1} = K_{ЭК1} + K_{1КРА1} + K_{ЖК} = 28200 + 418000 + 1535000 = 1981200 \text{ тг.} \quad (5.1)$$

бұл жерде $K_{ЭК1}$ - 4А71А2У3 электрлік қозғалтқыш құны, тенге;

$K_{1КРА1}$ - іске қосу реттегіш аппараттың құны, тенге;

$K_{ЖК}$ - жылдамдық қорапшасының құны, тенге.

Жобалық нұсқа бойынша капитал салымды есептеу

$$K_{Ж2} = K_{ЭК2} + K_{1КРА2} + K_{ЖТ} = 161000 + 90600 + 672000 = 923600 \text{ тг} \quad (5.2)$$

мұнда $K_{ЭК2}$ - 4А80А2У3 электрлік қозғалтқыш құны, тенге;

$K_{1КРА2}$ - іске қосып реттегіш аппаратының құны, тенге;

$K_{ЖТ}$ - жиілік түрлендіргіш құны, тенге.

5.3 Эксплуатациялық шығындарды есептейміз

Электрлік жетек пен жұмыс механизмдері жөндеу жұмыстары құнын жеке есептейміз. Электрлік жетектері бойынша бұл өлшемдердің электрлік жетек құнынан 6% деп аламыз, ал жұмыс механизмдерімен үшін электрлік жетек құнынан 5% деп аламыз. Осыдан жөндеу жұмыстарын құны шығады:

Базалық нұсқалар үшін

$$K_{ЖЖ1} = (0,06 + 0,05) \cdot K_{ЭЖ1} = 0,11 \cdot 1981200 = 217932 \text{ тг.} \quad (5.3)$$

Жобаланатын нұсқалар үшін

$$K_{ЖЖ2} = (0,06 + 0,05) \cdot K_{ЭЖ1} = 0,11 \cdot 923600 = 101596 \text{ тг.} \quad (5.4)$$

Көлікті дайындау жұмыстарын бойынша, электрлік жетек құны және жөндеу жұмыстары құнының 2% құрайды.

Базалық нұсқалар үшін:

$$K_{Ж2} = (K_{ЭЖ1} + K_{ЖЖ1}) \cdot 0,02 = 0,02 \cdot (1981200 + 217932) = 43982 \text{ тг.} \quad (5.5)$$

Жобаланатын нұсқалар үшін:

$$K_{Ж2} = (K_{ЭЖ1} + K_{ЖЖ1}) \cdot 0,02 = 0,02 \cdot (923600 + 101596) = 20503 \text{ тг.} \quad (5.6)$$

Жөндеу ұйымдарын жоспарланған қор жөндеу жұмыстары құны 10% құрайды:

Базалық нұсқалар үшін:

$$K_{Ж2} = 0,1 \cdot K_{ЖЖ1} = 0,1 \cdot 217932 = 21793 \text{ тг.} \quad (5.7)$$

Жобаланатын нұсқалар үшін:

$$K_{Ж2} = 0,1 \cdot K_{ЖЖ1} = 0,1 \cdot 101596 = 10151 \text{ тг.} \quad (5.8)$$

Екі нұсқа үшінде капитал салымдары жүргізілген есептеулері бойынша 5.2 кестені толтырамыз.

5.2 кесте - Капитал салымдарды есептеу нәтижелері

Атаулары	Базалық нұсқалар	Жоба нұсқалар
Асинхронды қозғалтқыш, теңге	28200	90600
Түрлендіргіштер, теңге.	-	36300
Іске қосып реттегіш аспаптары, теңге	418000	80500
Транспортты дайындама жұмыстарын, теңге.	43982	20503
Жөндеу ұйымының жоспарланған қоры, теңге.	21793	10151
Капитал салымының қосындысы, теңге	511975	208054

5.4 Еңбек сыймдылығы

Пайданған шығындардың есептелуі бойынша есептеулерді жүргізетін аралықтарда өлшемдер маңызы зор. Жетектер салыстырылуы кезінде 10 жылдық аралықты қарастырамыз.

Электрлік энергия шығындарын номинал қуатты қозғалтқыштарының бір жылда пайдалыналатын электрлік энергиясымен сонымен қатар электрлік энергия тарифтік құнымен анықталынады. Жылдық энергия есептеулері, электржетектің бір жыл ішінде жұмыс істейтін уақыт қосындысын білу қажет, ол қолдану коэффициентімен анықталады:

$$K_{\text{сын}} = PV \cdot t_{\text{жум.уз}} / t_{\text{а.ж.}} \quad (5.9)$$

$t_{\text{жум.уз}}=8$ сағ;

$t_{\text{а.ж}}$ -ауысымдағы жұмыс сағаты, $t_{\text{уз}}=8$ сағ. $K_{\text{сын}}=1$.

Құрылғы бір жыл ішіндегі жұмыс сағатын анықталады:

КПВП жұмыс ұзақтығы/ t а.ж, құрылғының қосылу ұзақтығы;

$t_{\text{жум.уз}}$ - құрылғының бір ауысымдағы жұмыс ұзақтығы,

мұндағы $T_{\text{жум.күн}}$ - бір жылдағы жұмыс күн саны,

$T_{\text{жум.күн}}=300$;

$P_{\text{ас}}$ -ауысым саны, $P_{\text{ас}}=2$;

$$T_{\text{к}} = 300 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 1 = 4800 \text{ сағ.} \quad (5.10)$$

Бір жылда тұтынатын энергияның шығынын анықтаймыз.

Базалық нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{\text{ж1}} = P_{\text{н.эк,пн}} \cdot T_{\text{к}} \quad (5.11)$$

мұндағы $P_{\text{н.эк,пн}}$ - қозғалтқыштың номинал параметрлері;

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 0,75 \cdot \frac{4800}{0,8} = 4500 \text{ кВт} \cdot \text{сағғ.} \quad (5.12)$$

Жобаланған нұсқа үшін келесідей:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 1,6 \cdot \frac{4800}{0,68} = 9000 \text{ кВт} \cdot \text{сағғ.} \quad (5.13)$$

Осыдан базалық нұсқа үшін шығындары:

$$C_{\text{ш1}} = \mathcal{E}_{\text{ж1}} \cdot C_{\text{қос}} + P_{\text{орн}} \cdot C_{\text{нег}}, \quad (5.14)$$

мұндағы C - тарифтік құны,

$C=20$ тенге /кВтсағ;

$$C_{ш1} = 4500 \cdot 20 + 0,75 \cdot 20 = 90015 \text{ тг}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{ш2} = 9000 \cdot 20 + 1,5 \cdot 20 = 180300, \text{ тг.}$$

Амортизациялы аударымдар электржетек сметалы құнын 9,5% құрайды. Онда бірінші нұсқа үшін:

$$C_{a1} = 0,095 \cdot K_{эж1} = 0,095 \cdot 1981200 = 188214 \text{ тенге,} \quad (5.15)$$

$$C_{a1} = 0,095 \cdot K_{эж1} = 0,095 \cdot 925631 = 87934 \text{ тенге.}$$

Асинхронды қозғалтқыш жөндеу циклының жоспарланған ұзақтығын есептейміз:

$$T_{\text{кесте.коз}} = T_{\text{кесте.коз}} \cdot \beta_0 \cdot \beta_p, \quad (5.16)$$

мұндағы $T_{\text{кесте.козг}}$ - қозғалтқыш үшін жөндеу циклдарының ұзақтығы
 $T_{\text{кесте.козг}} = 9$ жыл;
 β_p - қондырғы жұмыстар сметасы анықтау коэффициенттері;
 β_0 - қондырғының негізгі категориясы қатысты машинаның жөндеу циклын ескеретін коэффициент.

$$T_{\text{Т.АҚ}} = 9 \cdot 2 \cdot 0,8585 = 15,2 \text{ жыл.} \quad (5.17)$$

Жиілік түрлендіргіш үшін:

$$T_{\text{Т.ЖТ}} = T_{\text{КЕС.ЖТ}} \cdot \beta_0, \quad (5.18)$$

T- жиілік түрлендіргіш үшін жөндеу циклының ұзақтығын аламыз,
 $T_{\text{КЕС.ЖТ}} = 6$ жыл.

$$T_{\text{Т.ЖТ}} = 0,85 \cdot 6 = 5 \text{ жыл.}$$

Жылдамдық қорапшасы үшін:

$$T_{\text{Т.ЖК}} = T_{\text{КЕС.ЖК}} \cdot \beta_0 \quad (5.19)$$

$T_{\text{КЕС.ЖК}}$ - жылдамдық қорапшалары үшін жөндеу цикл ұзақтығы, $T_{\text{КЕС.ЖК}} = 5$ жыл;

$$T_{\text{Т.ЖК}} = 5 \cdot 0,85 = 4,25 \text{ жыл.}$$

Энергетикалы қондырғының атқарымдары, асинхронды қозғалтқыштар

үшін екі жөндеу жұмыстарын арасындағы күнтізбелік уақытпен ай түрінде көрсетілген:

$$t_{T.ЭЖ} = t_{KЭС.ЭЖ} \cdot \beta_p \cdot \beta_0 = 9 \cdot 2 \cdot 0,7 = 12,5 \text{ ай.}$$

Жиілік түрлендіргіш үшін:

$$t_{T.ЖТ} = t_{KЭС.ЖТ} \cdot \beta_0 = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ ай.}$$

Жылдамдық қорапшасына қарай:

$$t_{T.ЖК} = t_{KЭС.ЖК} \cdot \beta_0 = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ ай.}$$

Алынған өлшемдері бойынша бір жылдың ішінде ағымдағы және капитал жөндеу жұмыстары санын есептеуге болады. Капитал жөндеу жұмыстары саны келесідей:

Бір жылдық ағымдағы жөндеу жұмыстарының сәйкесінше анықталады:

$$M_{Ж.А.ЖК} = 0,079, M_{Т.Р.ЖТ} = 0,238, M_{Т.Р.КС} = 0,2275.$$

Бір жылға тапсырылған жөндеулер жұмыстары сандары, сонымен қатар еңбек сыйымдылықтары тапсыру нормаларын жылдық жөндеу жұмыстары еңбекті сыйымдылықтары анықталады. Электрлік машиналардың жылдық еңбек сыйымдылықтарын келесідей формулалармен анықталады:

$$T_{К.К.ЖК} = M_{К.К.ЖК} \cdot H_{К.К.ЖК} K\omega, \quad (5.20)$$

мұндағы $H_{К.К.ЖК}$ - қозғалтқыш үшін капитал жөндеулер жұмыстары еңбек сыйымдылықтың нормасы;

$H_{К.К.ЖК} = 31$ адам/сағат;

$K\omega$ - түзету коэффициенті, электр қозғалтқыш айналу жиілігінде ескеретін, $K\omega = 1,1$.

$$T_{К.К.ЖК} = 0,065 \cdot 31 \cdot 1,1 = 2,2 \text{ адам / сағат.}$$

Жиілік түрлендіргіш үшін:

$$T_{К.К.ЖК} = 0,196 \cdot 50 = 9,8 \text{ адам / сағат.}$$

Жылдамдық қорапшасы үшін:

$$T_{К.К.ЖК} = M_{К.К.ЖК} \cdot H_{К.К.ЖК} K\omega = 0,235 \cdot 43 \cdot 1,1 = 11,1 \text{ адам / сағат.}$$

Ағымдағы жөндеу жұмыстарының сәйкесінше түрі үшін еңбек

сыйымдылығы капитал жөндеу жұмыстары еңбек сыйымдылығын келесідей анықтаймыз:

$$T_{T.P.ЖК} = M_{T.P.ЖК} \cdot H_{T.P.ЖК} \cdot K\omega = 0,079 \cdot 7 \cdot 1,1 = 0,608 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.P.ЖК} = M_{T.P.ЖК} \cdot H_{T.P.ЖК} = 0,238 \cdot 15 \cdot 1 = 0,608 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.P.ЖК} = M_{T.P.ЖК} \cdot H_{T.P.ЖК} = 0,285 \cdot 59 \cdot 1,1 = 18,49 \text{ адам / сағат}.$$

Іске қосқыш реттегіштер аспаптары үшін жылдықты капитал жөндеу жұмыстары еңбек сыйымдылығы электрлік жетек капитал (ағымдағы) жөндеу жұмыстары 25%-і алуға болады:

$$T_{T.P.ЖК} = 0,25 \cdot T_{K.K.ЖК} = 0,25 \cdot 2,2 = 0,574 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.P.ЖК} = 0,25 \cdot (T_{K.K.ЖК} + T_{кр.ЖТ}) = 0,25(2,2 + 9,8) = 3,02 \text{ адам / сағат}.$$

Қондырғылар техника қызметі еңбек сыйымдылығын, ағымдағы жөндеу жұмыстары еңбек сыйымдылығын нормасы 10% деп, түзету коэффициенттері ескермей аламыз.

$$T_{T.P.ЖК} = 0,1 \cdot 12 \cdot H,$$

$$T_{T.P.ЖК} = 0,1 \cdot 12 \cdot 7 = 8,4 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.O.ЖТ} = 0,1 \cdot 12 \cdot H,$$

$$T_{T.P.ЖК} = 0,1 \cdot 12 \cdot 15 = 18 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.O.ЖК} = 0,1 \cdot 12 \cdot H,$$

$$T_{T.P.ЖК} = 0,1 \cdot 12 \cdot 59 = 70,8 \text{ адам / сағат}$$

$$T_{T.O.КРА} = 0,1 \cdot T_{ОЖ.К} = 0,1 \cdot 8,4 = 0,84 \text{ адам / сағат},$$

$$T_{T.O.КРА2} = 0,1 \cdot (T_{ТО.ЖК} + T_{ТО.ЖТ}) = 0,1 \cdot (8,4 + 18) = 2,64 \text{ адам / сағат}$$

Екі нұсқадада жөндеу жұмысы мен техникалы қызмет еңбек сыйымдылығына жүргізілгені есептеулерді салыстырушы ыңғайлығына қарай кесте құрамыз.

5.3 кесте – Қондырғыларды қарастырып отырған нұсқалар үшін жөндеу жұмыстары техникалы қызметтің еңбек сыйымдылықтары есептеу нәтижелері

Қондырғы түрі	Базалық нұсқа	Жобалы нұсқа
Капиталды жөндеу жұмысының жылдық еңбек сыйымдылығы, адам/сағат		
Асинхронды қозғалтқыш	0,75	1,5
Түрлендіргіш	-	9,8
Іске қосу реттеу аппараттары	0,574	3,03
Ағымдағы жөндеу жұмысының жылдық еңбек сыйымдылығы, адам/сағат		
Түрлендіргіштер	-	3,57
Іске қосу, реттеу аппараттары	0,575	3,03
Техникалық қызметтің жылдық еңбек сыйымдылығы,		адам/сағат

Электрлік қозғалтқыш	8,4	8,4
Түрлендіргіштер	-	18
Іске қосу реттеуші аппараттар	0,84	2,64
Механикалық беріліс	70,8	-
Пайдаланылатын қондырғы еңбек сыйымдылығы қосындысы	131,69	403,37

5.5 Жобаны ұйымдастыру техника-экономикалық шаралар тиімділігі

Қолданатын қондырғыны белгілі жылдық еңбек сыйымдылығымен, жөндеу жұмыстарына қойылатын тарифті құнды ескерсек, сонымен қатар сәйкес салықтар, осыдан келіп жөндеу жұмысының бір жылдық жалақыға кететін шығындарды анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша:

$$C_E 1 = C_{ТАР} \cdot C_{САЛ} \cdot T \sum 1, \quad (5.21)$$

мұндағы $C_{ТАР}$ - жөндеу жұмыстары бойынша сағатты тариф құны разряды бойынша), $C_{ТАР}=2160$ теңге/сағ;

$C_{сал}$ -жалақы беруге байланысты салықты төлеген шығындарды анықтау коэффициенттері:

9,5% - социалды сақтандыру аударымдары,

10% - зейнетақы қор аударымдары,

25% - сыйлық ақы аударымдары,

10% - қосымша жалақы төлеуге аударым.

$T \sum 1$ - пайдаланылатын қондырғы еңбек сыйымдылық соммасы.

$$C_E 1 = 2160 \cdot (0,095 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 131,69 = 154307,25 \text{ теңге}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_E 2 = C_{ТАР} \cdot C_{САЛ} \cdot T \sum 2 \quad (5.22)$$

$$C_E 1 = 2160 \cdot (0,095 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 403,37 = 474847,716 \text{ теңге}$$

Жөндеу жұмыстары мен қызмет көрсету үшін материал бағалары жөндеу жұмысшылары бойынша негізгі жалақы бойынша салық ескерілмей 100% -ке тең деп аламыз:

Базалық нұсқа үшін:

$$C_{МАТ1} = C_{ТАР} \cdot T \sum 1 = 2160 \cdot 131,69 = 284450,3 \text{ теңге}$$

Жобаланатын нұсқалар:

$$C_{MAT2} = C_{TAP} \cdot T \sum 2 = 2160 \cdot 403,37 = 871279,2 \text{тенге}$$

Жалпы цех шығынын салықты ескермей негізгі жалақыны 100% деп аламыз:

$$\begin{aligned} C_{Ц1} &= C_{MAT1} = 284450,3,4 \text{тенге,} \\ C_{Ц2} &= C_{MAT2} = 871279,2 \text{тенге.} \end{aligned}$$

Жалпы зауытты шығын салықты ескермей негізгі жалақының 50% деп алып қарастырамыз:

$$\begin{aligned} C_{з1} &= 0,5 \cdot C_{Ц1} = 0,5 \cdot 284450,4 = 142225,2 \text{тенге,} \\ C_{з1} &= 0,5 \cdot C_{Ц1} = 0,5 \cdot 871279,2 = 435639 \text{тенге.} \end{aligned}$$

Осылайша қондырғы пайдаланылатын электрлік бөліктің жылдық шығынын есептеу мен екі нұсқа үшін жылдық пайдаланулар шығынын есептеумен бірге екі нұсқа үшін керек өлшемдерді таптық.

$$C_{пайд} = C_E + C_{mat} + C_{Ц} + C_{з} + C_{Э} + C_A, \quad (5.23)$$

$$\begin{aligned} C1_{пайд} &= 154307,25 + 284450,4 + 284450,4 + 142225,2 + 188214 = 1053646,25 \text{тенге,} \\ C2_{пайд} &= 474847,71 + 110959 + 110959 + 435639 + 180300 + 87934 = 1008638,716 \text{тенге.} \end{aligned}$$

Қабылданған экономика бөлімін шешімдері талдау жүргізгенде келтірілген шығын тәсілін қолданамыз:

$$Ш = E_H \cdot K + C_{пайд}. \quad (5.24)$$

$E_H = 0,15$ - дамыған мемлекеттер үшін ЮНИД ұсынысына сәйкес.

$$Ш_1 = 0,15 \cdot 1053646 = 158046,69 \text{тг.}$$

$$Ш_2 = 0,15 \cdot 1008638 = 151295,55 \text{тг.}$$

Экономикалық тиімділік есептеледі:

$$\Delta = Ш_1 - Ш_2 = 158046,69 - 151295,55 = 67751,14 \text{тенге} \quad (5.25)$$

Капитал салымды салыстыру мен талдау, пайдаланатын шығынды, электрлік энергия шығынын, реттелмейтін электрлік жетектің кемшілігімен электр энергиясы көп мөлшерін тұтынатындығын көрсетеді. Ал реттегіш электрлік жетек негізгі шығынын жиілік түрлендіргіштер құны болып табылады. Бірінші жағдайда жылдамдықтар қорапшаларын байланысты

болып жөндеу жұмыстары кезіндегі және қызмет көрсетуге кететін шығындар едәуір көптеп болады.

Экономикалық нәтижелерге талдау жүргізгенде келесідей қорытындыға келеміз, жиілікті құрылғысымен электрлік жетек экономикалық тиімді. Салыстырған жетек жүйелері арқылы алынған техника-экономикалық көрсеткіштер салыстырылып және кестеге енеді.

5.4 кесте - Салыстырылып отырған жетек жүйелерінің техника-экономикалық көрсеткіштері

Атаулары	Базалық нұсқа	Жобаланған нұсқа
Қозғалтқыш номинал қуаты, кВт	0,75	1,5
Қозғалтқыш номинал ПЭК, %	0,9	0,88

5.4 кестенің жалғасы

Түрлендіргіш номинал ПЭК, %	-	97
Капитал салымы, мың тенге	2543650	1044900
Амортизациялы аударым, мың тенге	211400	86800
Тұтынылған электр энергия бағасы, мың тенге	90015	180300,35
Жөндеу жұмысшылар жалақысы, мың тенге	452708,35	77671,43
ЭЖ жөндеуге кеткен материал құны, мың.тенге	245570,4	110959,2
Цех шығындары, мың.тенге	245570,4	110959,2
Жалпы зауыттық шығындар, мың.тенге	122785,2	55479,6
Жылдық пайдалану шығындары, мың. тенге	4326866,7	894577,79
Келтірілген шығындар, мың.тенге	158046,49	151295,55
Экономикалық тиімділік, мың.тенге	607751,35	

Қорытынды

Жұмыста сорғы — жетек қозғалтқышының механикалық энергиясын немесе энергияны (қол сорғыларында) сұйықтық ағынының энергиясына түрлендіретін гидравликалық машина, сұйықтықтың барлық түрлерінің арынын, сұйықтықтың қатты және коллоидты заттармен механикалық қоспасын немесе сұйытылған газдарды ауыстыру және жасау үшін қызмет ететін агрегат қарастырылды.

Жасалған жұмыста асинхронды электржетектің математикалық моделі құрастырылды. Сорғы агрегатының асинхронды электр жетегін басқару жүйесінің тұрақтылығы анықталды. Айнымалы токтың электр жетегін оңтайлы басқарудың әзірленген бағдарламасы.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде ортадан тепкіш сорғылардың артықшылықтар мен кемшіліктеріне тоқталып өттім, сонымен қатар электр қауіпсіздігі үшін жасанды жерге қосуды атап өттім. Сорғы агрегатының аспирациялық жүйесіне есептеу жүргіздім

Әзірленген бағдарламаны өндіріске енгізу елеулі шығындарды талап етпейді, бұдан басқа әзірленген басқару жүйесі айтарлықтай аз мерзімде өтелуде.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

- 1 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2007. – 320 с.
- 2 Герман – Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА – Век, 2008. – 368 с.
- 3 Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
- 4 Терехов В. М. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
- 5 Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
- 6 Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, Гл. ред. физ. – мат. лит., 2006. – 256 с.
- 7 Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009. – 248 с.
- 8 Байзакова А.А, Бегимбетова А.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С. Охрана труда. Методические указания к выполнению лабораторных работ (для студентов всех специальностей очно-заочной формы обучения). – Алматы: АИЭС, 2004 - 44 с.
- 9 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат. – Алматы: АИЭС, 2009.
- 10 Баклашов Н. И., Китаева Н. Ж., Терехов Б. Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: учеб. для вузов. - М. : Радио и связь, 2010. - 287 с.
- 11 Лагунов Л.Ф., Осипов Г.Л. Борьба с шумом в машиностроении. - М., Машиностроение, 2008 – 176 с.
- 12 Жакупов А.А., Хижняк Р.С.. Методические указания к выполнению экономической части выпускных работ (для бакалавров, обучающихся по направлению «Электроэнергетика»). – Алматы: АИЭС, 2011. – 28 с