

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Әкімшілік қолданылмайтын *Әкімшілік және ақпараттық қолданылатын*
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » 20__ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: *орындаған тапсырманың сарқалымының*
Әкімшілік және ақпараттық қолданылатын

58 071800 *Әкімшілік және ақпараттық қолданылатын* мамандығы бойынша

Орындаған *Қыдырбек Қош Қорнеш Қолемсараұлы* *ЖАТ Кк-12-2*
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші *Бестерекова А.Н., аға ақпараттық қолданылатын*
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Э.ғ.к., профессор Жақұмов А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 06 » 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

аға ақпараттық қолданылатын Байзақова С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 12 » 05 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

аға ақпараттық қолданылатын Бестерекова А.Н.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 27 » 05 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:

Сарсенбаев К.С. м.ғ.к., Қ.Ч.Салимаев ақпараттық қолданылатын қолданылатын және ақпараттық қолданылатын
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) *Әкімшілік және ақпараттық қолданылатын*
« _____ » 20__ ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Жеңіл жерлеміне факультеті
53071800 жеңіл жерлеміне мамандығы
Әлеуметтік қолдаушылардың жеңіл жеріне және ақпараттық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Қыдырғали Қозы Қорған Кемесарали
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Әлімадан иешіні сарының зерттеу
жөніне жөнілері
ректордың «19» қазы №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

4xN 355 M4Y сериялы қозғалтқышы
 $P_n = 400 \text{ кВт}$ - қозғалтқышы қуаты,
 $U_{\text{н}} = 380 \text{ В}$ - стандартты кернеу,
 $I_{\text{н}} = 985 \text{ А}$ - қозғалтқышы қозғалтқышы ток,
 $n_0 = 1500 \text{ айналым/мин}$ - айналу жылдамдығы,
 $\cos \varphi = 0,8$ - қуат коэффициенті,
 $\eta = 0,94$ - қозғалтқышы ПӘК.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Жеңіл жөніне Әлімадан иешіні сарының зерттеуіне мен
жөніне ішкі ірілігіне қарастырылды. Сарының зерттеу-
сіміне әлеуметтік ірілігіне есепте отырмын, екі
таңдама қорықтарды жөніне әлеуметтік
қозғалтқышының жеңіл жөніне таңдауы және
жеңіл жөніне басқару жөніне қарастырылды.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

- 1 Ормандар меншігі сураты
- 2 СҚ меншігі сураты
- 3 ЖТ-АҚ жиналмалық байлыққа тиісті кеңестің сураты
- 4 Аймақтың ұрпақтың қолдануына ЖТ-АҚ тиісті сураты
- 5 Сураттың суратына қарай құрылым сураты сураты
- 6 ЖТ-АҚ тиісті кеңестің ұрпақтың сураты
- 7 Аймақтың қолдануына тиісті кеңестің сураты
- 8 Жоғалып кеткен сураты

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасының Заңдары, Алматы, 2005
2. Қазақстан Республикасының Заңдары, Алматы, 2007
3. К.К. Мамбетов, Экономикалық құрылым - Алматы - 2007
4. А.А. Мамбетов, А.М. Қашаева, "Қазақстандағы жер меншігі меншігінің құқығын қорғау", Алматы 2010
5. Жамбылбекова А.С., Жаңабаева Р.Т., "Жер меншігінің құқығын қорғау" Алматы: АУЭС, 2009.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Жер бөлімі	Мамбетов А.А.	08.05.16	[Signature]
ТӘҚ және ҚОҚ	Байзақова С.М.	12.05.16	[Signature]
Арнайы бөлім	Бастеряков А.И.	27.05.16	[Signature]

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Ортадан кейінгі сарылар	17.04.2016	
2	Сарылардың құрамы	20.04.2016	
3	Сарылардың жұмысшы саны	22.04.2016	
4	Сарылардың жұмысшы құрамы	26.04.2016	
5	А.В. айналмалы жүйенің ролі	3.05.2016	
6	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	10.05.2016	
7	А.В. жүйесінің қасиеттері	13.05.2016	
8	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	18.05.2016	
9	Кері байланысты А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	18.05.2016	
10	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	20.05.2016	
11	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	05.05.2016	
12	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	10.05.2016	
13	А.В. жүйесінің құрамы мен қасиеттері	24.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы

қабылдаған студент

(қолы)

(аты-жөні)

Аннотация

Данная дипломная работа выполнена на тему «Модернизация электропривода центробежного насоса».

В работе рассмотрены устройство и принцип действия центробежного насоса. Учитывая особенности работы насоса, выбран электропривод с асинхронным двигателем двойного питания и изложены системы управления электроприводом.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» сделан анализ опасных и вредных факторов нефтяной промышленности, рассмотрены вопросы обеспечения электробезопасности и рассчитано заземление. Уделено внимание вопросам защиты от производственного шума и вибрации, обеспечению микроклимата и пожаробезопасности.

В экономической части представлен бизнес-план на основе сравнительного анализа двух вариантов привода насоса. Также рассчитано сколько финансов потребуется для внедрения данного проекта и дополнительные расходы.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыс «Ортадан тепкіш сорғының электржетегін жетілдіру» тақырыбына жасалынды.

Жұмыста ортадан тепкіш сорғының құрылымы мен жұмыс істеу принципі қарастырылды. Сорғы жұмысының ерекшеліктерін ескере отырып, екі жақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқышты электржетек таңдалды және электржетекті басқару жүйелері көрсетілді.

Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімі су өнеркәсібіндегі зияны бар және қауіпі бар фактордың талдауы жасалды және электрлі қауіпсіздікті қамтамасыз ету шаралары қарастырылып, шу есебі жүргізілді. Өндірістік шу және вибрация әсерлерінен қорғаныс шараларына, микроклиматты қамтамасыз ету және өрт қауіпсіздігіне көңіл бөлінді.

Экономикалық бөлімде сорғы электржетегінің екі нұсқасына салыстырмалы талдау жүргізу негізінде жасалған бизнес-жоспар ұсынылды. Сонымен қатар жобаның қолданысқа енуіне қаншалықты қаражат қажет екендігі және қосымша шығындар есептелді.

Annotation

This project work is done on the theme " Modernization of electric centrifugal pump ."

The paper discusses the mechanism and operation of the centrifugal pump principle. Given the characteristics of the pump , select the drive with asynchronous motor double power and electric control system are set out .

In the " Safety" made an analysis of dangerous and harmful factors of the water industry , the issues of provision of electric and is targeted ground . Attention is paid to the protection of industrial noise and vibration , ensuring climate and fire safety.

In the economic part of the submitted business plan based on a comparative analysis of the two drive options pump.A also calculated how much finance is required for the implementation of the project and an extra cost .

Мамұны

Кіріспе	9
1 Қалақты сорғылардың түрлері және құрылысы. Ортадан тепкіш сорғылар	10
1.1 Ортадан тепкіш сорғылардың құрылысы және әсер ету принципі	10
1.2 Ортадан тепкіш сорғылар	10
1.3 Ортадан тепкіш сорғылардың жұмыстық сипаттамалары	12
1.4 Дросселдеу арқылы сорғы агрегаттарының жұмыс режимдерін реттеу	13
2 Сумен жабдықтау жүйесінің типтік құрылымы	15
2.1 Сорғы білігінің айналу жиілігін реттеу тәсілдері	17
2.2 Асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу	19
2.3 Екі жақтан қоректендірілетін асинхронды машина	19
2.4 Асинхронды каскадтар	23
3 ЖТ – АҚ жүйесіне қысқаша сипаттама	31
3.1 Кері байланысты ЖТ-АҚ математикалық сипаттамасы	32
3.1.1 Талап етіліп отырған сорғы арынының анықтамасы	34
3.1.2 Сорғы электржетегінің қуатын анықтау	36
3.1.3 Сорғы таңдау	36
3.2 Ортадан тепкіш сорғының арынын реттеу жүйесі буындарының беріліс функциясы	39
3.3 Айнымалы құрылымдық реттеуішті ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы. Жылдамдық реттеуіш ретіндегі сызықты емес түзеткіш буын	39
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі	43
4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың анализі	43
4.2 Микроклимат шарттарын қамтамасыз ету	43
4.3 Өрт қауіпсіздігі	44
4.4 Шулар және вибрациялар әсерінен қорғаныс шаралары	44
4.4.1 Өндірістік шудан қорғаныс	47
4.4.2 125 Гц жиілікті есептеу үлгісі	50
5 Экономикалық бөлім	51
5.1 Бизнес-жоспардың мақсаттары	51
5.2 Жобаны енгізудің негіздемесі	52
5.3 Келтірілген шығындарды анықтау	53
5.3.1 Жобалық нұсқа үшін келтірілген шығындарды анықтау	53
5.3.2 Базалық нұсқа үшін келтірілген шығындарды анықтау	57
Қорытынды	63
Әдебиеттер тізімі	64

Кіріспе

Қазақстанда қазіргі кезде әртүрлі категориядағы су құбырлары бар және одан әрі дамуда. Су ағынымен басқару су айдау станцияларының сорғылық агрегаттарының өнімділігін реттегіш және ілмектік арматуралар көмегімен өзгерту арқылы жүргізіледі. Бұл кезде сорғының жетектік қозғалтқышының жылдамдығы тұрақты болып қалады, бұл реттегіш элементтердегі елеулі шығындарға соқтырады. Есептеулер көрсеткендей, айналу жиілігі бойынша реттелетін электржетектер қозғалтқыштардың тұтынатын энергиясын азайтады.

Жоғарыда аталғандай, энергияны үнемдеудің негізгі шаралары, соның ішінде осы диплом жұмысында: сорғыш қондырғысының электр қозғалтқышының оңтайлы қуаттылығын таңдау және жиілігі реттелетін электр жетекті қолдану болып табылады.

Соңғы жылдары елімізде электр энергиясын барынша үнемдеу бағыты қолға алынды. Бұл өз кезегінде жобаға салынған қаражатты тез уақыт аралығында қайтарып алу мүмкіндігін тудырады. Энергияны үнемдеп қана қоймай, реттелетін жетектер сорғы арыны мен берісіне оңтайлы айналу жиілігін ұстап тұрады. Су айдау станциясының өнімділігін басқару жүйесін бүкіл магистральдің басқару жүйесіне қосу мүмкіндігі туады.

1 Қалақты сорғылардың түрлері және құрылысы. Ортадан тепкіш сорғылар

1.1 Ортадан тепкіш сорғылардың құрылысы және әсер ету принципі

Қалақты сорғы – динамикалық сорғыға жатады, ол олардың жұмыс дөңгелек қалақтарымен ағатын сұйық ортадағы әсерінен пайда болған қозғалтқыштағы энергияны береді. Қалақты сорғылар бірнеше түрге бөлінеді: ортадан тепкіш, осьтік және диагональді.

1.2 Ортадан тепкіш сорғылар

Бұл сорғыларда сұйықтық жұмыс дөңгелектеріне енгенде осьтік бағытта, содан кейін дөңгелектің өзінде радиалды, ары қарай дөңгелектің центрінен периферияға бағытталады. Жұмыс дөңгелегі тұрақты жиілікпен айналғанда сұйықтық дөңгелек каналдарымен үздіксіз қозғалады. Дөңгелектің қалақшалары ағып жатқан сұйықтыққа қозғалыс энергиясын, қысымды және қажетті жылдамдықты хабарлап отырады. Дөңгелектен шыққан сұйықтықтың жылдамдығы трубоөткізгіштерде төмендейді, сол арқылы ол дөңгелек арқылы жасалған қысымды күшейтеді.

Жұмыс дөңгелегі (сурет 1), шойыннан, болаттан және қоладан құйылған екі дисктен тұрады: біреуі – білікке кіргізілетін тығын, ал екіншісі кең сақина формасындағы втулка. Дисктер арасында қалақшалар орналасқан, олар дөңгелек каналдарын құрайды және екі дискті біреу етіп жалғап тұрады.

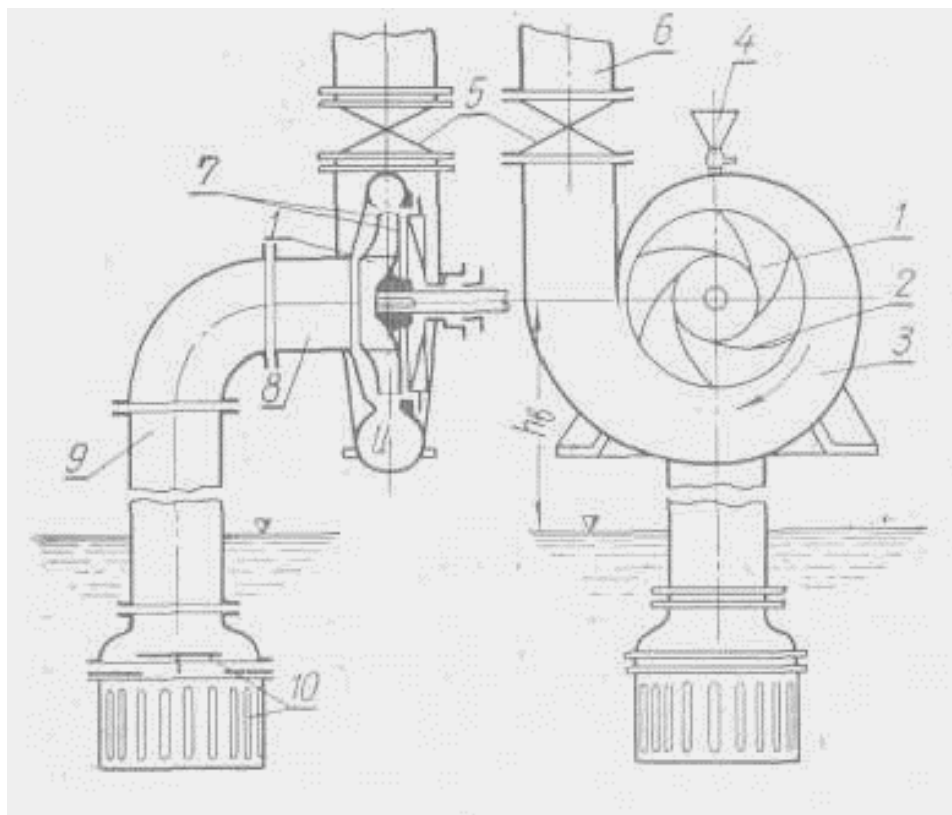
Дөңгелектің орта бөлігіне кіріс трубоөткізгіштер 8 еніп тұрады (кішкене ауа саңылауымен), оған сорғыш труба жалғанады 9.

Дөңгелектің сыртындағы корпус 3, ұлу тәріздес болады, ол дөңгелектен шыққан суды жинап, ары қарай қысымдық трубоөткізгішке б жібереді. Мұндай сорғының біз консалды деп айтамыз, өйткені оның жұмыс дөңгелегі қосолдың білік ілініп тұрған бөлігінде орналасқан.

Шойыннан жасалған жұмыс дөңгелегі 4 екі дисктен тұрады, олар қалақшалар арқылы жалғасқан. Нақты конструкцияның артқы жағында бірнеше тесіктер болады 23, олар сорғының осьтік күштерін тепе – теңдікте ұстап тұру үшін керек. Жұмыс дөңгелегі білікке гайка арқылы бекітілген 21. Сұйықтық дөңгелекке осьтік болып құйылады. Сорғының 7 корпусы іштік спиральдік қуыс болып келеді, сол арқылы ол тығындыға өтеді, нақты жағдайда жоғарыда орналасқан. (сурет 9). Корпус болат құйындысынан жасалған. Қысымдық тығынды сорғы осінен 90, 180 және 270° бұрышымен келеді, ол 10 суретте көрсетілген. Корпуске 7 болат қақпақ жанасады, кіріс тығындымен 1 бірге құйылып жасалған (сурет 2).

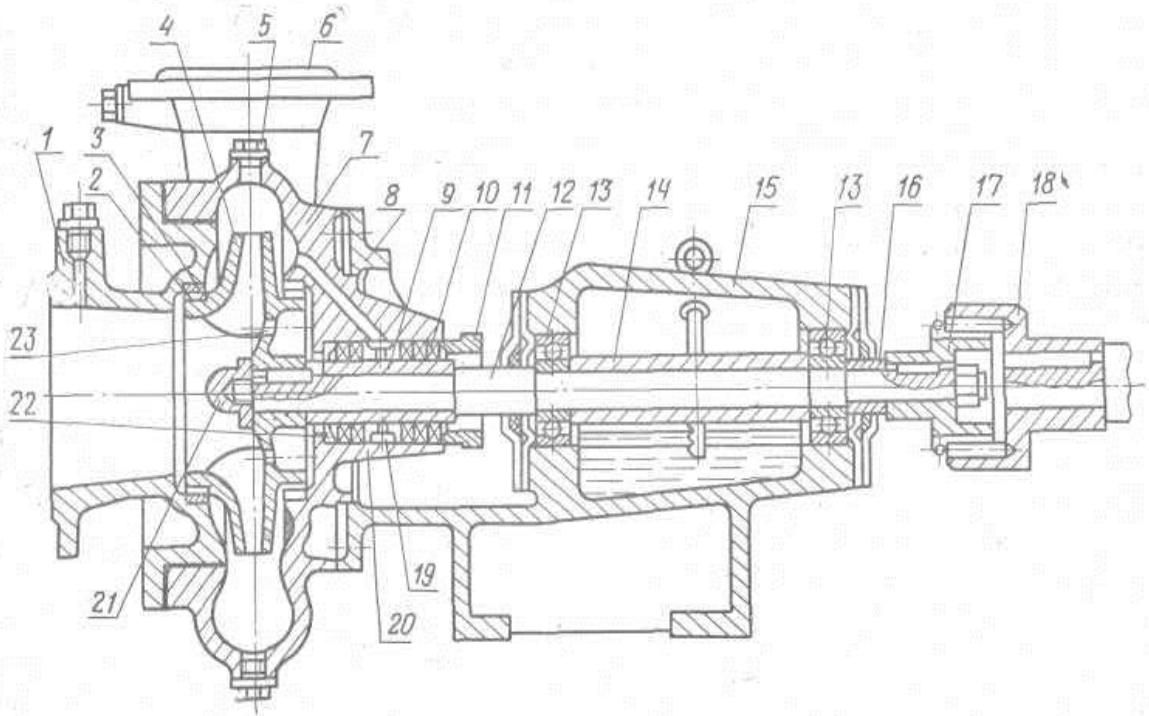
Кіріс бөлігі, жұмыс дөңгелегі, спираль тәріздес бұрылғы сорғының ағындық бөлігін құрайды. Жұмыс дөңгелегі шарикподшипниктері түріндегі 13 екі тірекке, болат білік 12 арқылы жалғанған, олар тұрған тіректе 15 орналасқан. Сыртқы ортамен сорғының ішкі кеңістігі бытырау үшін, саңылау нығыздағышы бар, ол матақағазды өткізгіш

сақинадан құралатын корпустан 20, қақпақтан 11 және толтырғыштан 10 және гидравликалық тығыздағыш сақинадан тұрады, сол жерге су тесіктер арқылы немесе сыртқы ерекше трубка арқылы келіп түседі.



1— жұмыс дөңгелегі; 2 — қалақша; 3 — спиралды бұрылғы (улитка); 4 — сорғы толтырғышқа арналған құйғыш (құйғыш болмаған кездегі вакуум — сорғы жалғанатын орын); 5 — ысырма; 6 — қысымдық құбыр; 7 — жұмыс дөңгелектерінің дисктері; 8 — кіріс тығындығы; 9 — сорғыш құбыр; 10 — торлы қабылдағыш клапан

1.1. Сурет - Ортадан тепкіш сорғы



1 — кіріс немесе сорғыш тығындық, ол қақпақпен бірге жалғанаған; 2 — тығыздағыш сақина; 3 — қорғаушы сақина; 4 — жұмыс дөңгелегі; 5 — вакуум – сорғыны сорғы трубасына жалғанған тесікті жауып тұратын тығындық; 6 — шығыс немесе тығыздағыш патрубок; 7 — спиралды корпус; 8 — кронштейн; 9 — қорғаушы тығынды; 10 — тығыздағыш; 11 — саңылау нығыздағыштың қақпағы; 12 — білік; 13 — шарикподшипниктер (білікті тіреуіштер); 14 — қысым тығындығы; 15 — майлы ванналы тіректі сүйеніш; 16 — қысымға төтеп беретін тығынды; 17, 18 — жартылай муфталар; 19 — гидравликалық тығыздау сақинасы; 20 — сальник корпусы (сорғы корпусына біріктіріліп құйылған); 21 — гайка; 22 — грундбукса; 23 — түсіретін тесік.

1.2. Сурет - Горизонтальді ортадан тепкіш сорғының қимасы

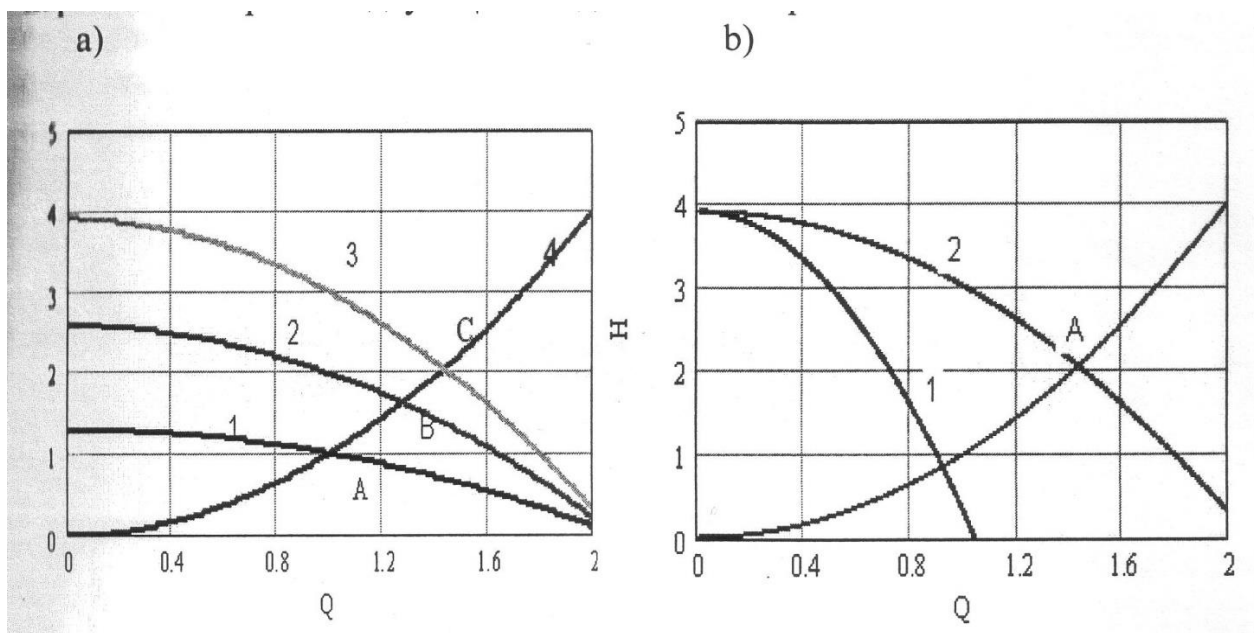
1.3 Ортадан тепкіш сорғылардың жұмыстық сипаттамалары

Сыртпен циркуляция жасағанда сұйықтық ағып кетпеу үшін, жұмыс дөңгелегінің дисктерінің сыртқы жақтарында 2 және 3 қорғаушы сақиналармен нығыздалған. Сорғыны іске қосқанда сорғыш трубоөткізгіш пен корпустан ауаны сорып отыру үшін, вакуум – сорғы трубаға жалғанатын тесігін 5 тығындағыш. Ортадан тепкіш сорғыны іске қосарда ол сұйықтыққа толып тұру керек.

Сонымен қатар, сорғыларды эксплуатациялық сипаттарына қарайда бөлуге болады (мысалы, бұрғылау сорғылары, бұрғылау қондырғыларында қолданылатын сорғылар болып табылады).

Сумен жабдықтау облысында жұмыс жасайтын мамандар тек қана сорғылармен емес, сонымен қатар сорғы агрегеттары мен қондырғыларымен жұмыс жасайды .

Бір (1 қисық), екі (2 қисық) және үш (3 қисық) тізбектей қосылған сорғылардың және трубоөткізгіштердің (4 қисық) сипаттамалары 1.3,а суретінде келтірілген. Сорғы стацияларындағы сорғылардың суды беру параметрлері Q_A, Q_B, Q_C (қысымның статикалық құрамы $H_c = 0$). 1.7, Б суретінде бір коллекторға жұмыс жасайтын екі ОТС сипаттамалары келтірілген.



A, B, C – әр түрлі санда қосылған агрегаттардың жұмыс нүктелері

1.3. Сурет– әр түрлі санда қосылған тізбектей (а) және параллель (б) қосылған агрегаттардың сипаттамалары

Бұл амалдың артықшылығы өте қарапайым және қысымдыүлкен диапазондарда реттеуге болады, сонымен қатар пайдалы әсер коэффициенті жоғары (қосымша шығындар болмайды). Алайда бұл амалдында кемшіліктері бар:

- қосымша сорғылар паркі болу керек;
- берілген параметрлерді үздіксіз және сапалы түрде реттеу, судың берілуі және қысымды реттеу дискретті;
- шығыс параметрлері сатылы түре реттелгенде гидравликалық соққылар пайда болуы мүмкін;
- қозғалтқыштарды жиі іске қосып тұру керек, бұл дегеніміз қондырғының пайдалану мерзімінің азайуын білдіреді.

1.4 Дросселдеу арқылы сорғы агрегаттарының жұмыс режмдерін реттеу

Құбыр мен сорғының қысымы мен судың берілуін, магистраль кірісіндегі гидравликалық кедергіні Z немесе жұмыс қалақшасының айналу жиілігін ω өзгерту арқылы реттеуге болатынын (1.7), (1.8), (1.9) теңдеулерінен көреміз. Бірінші жағдайда $\omega_t = 1$, (1.7) және (1.8) келесідей болады:

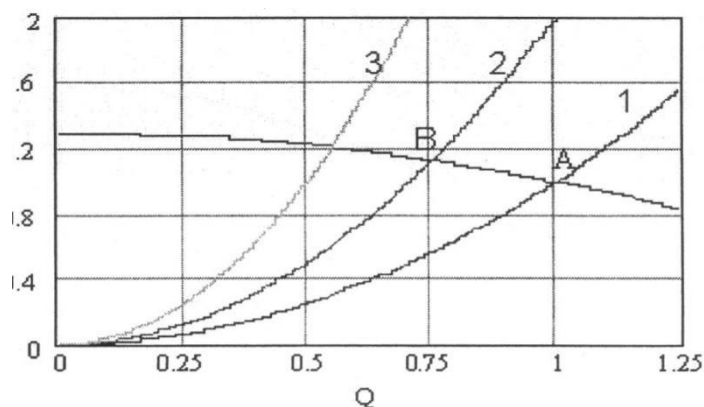
$$Q_* = \sqrt{\frac{H_{0*} - H_{C*}}{C_H H_{0*} + Z_*}} \quad (1.1)$$

Құбыр кірісіндегі гидравликалық қуат :

$$P_{TP} = Q_{TP} H_{TP} = \frac{H_{0*} (C_H H_{C*} + Z_*)}{C_H H_{0*} + Z_*} \sqrt{\frac{H_{0*} - H_{C*}}{C_H H_{0*} + Z_*}} \quad (1.2)$$

1.3 суретіндегі «сорғы - құбыр» жүйесіндегі А нүктесі, ашық тұрған агрегат жұмысына сәйкес келеді.

Дроссельдегенде сорғы шығысына реттеуіштің қосымша гидравликалық кедергісі Z_{zp} енгізіледі, трубоөткізгіштің сипаттамасы өзгереді және жүйе В нүктесінде жұмыс жасайды.



$$1 - Z_{zp*} = 0; \quad 2 - Z_{zp*} = 1; \quad 3 - Z_{zp*} = 3.$$

1.4 сурет– ОТС дроссельдеу арқылы судың берілуін реттеу

Сорғының шығысындағы жалпы кедергі:

$$Z_0 = Z_{mag} + Z_{zp}; \quad (1.3)$$

бұл жердегі Z_{gp} – гидрореттеуіштің кедергісін сипаттайды. Гидравликалық кедергі өнімділікті Q қамтамасыз ету үшін керек:

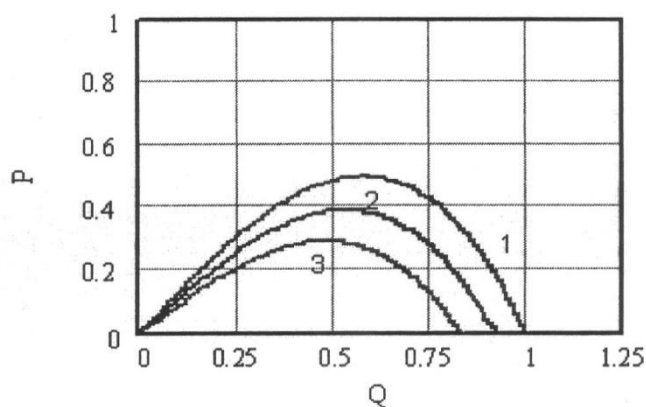
$$Z_{gp*} = \frac{H_{0*}(1 - Q_*^2) - H_{c*}}{Q_*^2} . \quad (1.4)$$

Сонда гидрореттеуіштің қысымы келесідей шамамен өзгереді:

$$\Delta H_* = Z_{gp*} Q_*^2 = H_{0*}(1 - Q_*^2) - H_{c*} . \quad (1.5)$$

Сол кезде оның шығындары келесідей теңдеумен өрнектеледі :

$$\Delta P_{gp*} = \Delta H_* Q_* = (H_{0*} - H_{c*}) Q_* - H_{0*} Q_*^3 . \quad (1.6)$$



1 – $H_c = 0$; 2 – $H_c = 0.2$; 3 – $H_c = 0.4$

1.5 сурет - қысымның статикалық құрамы

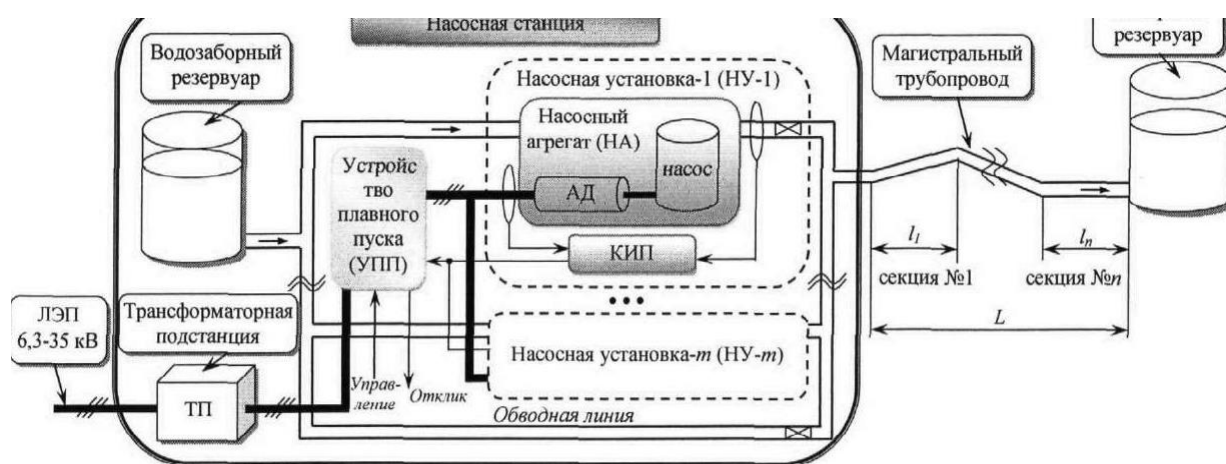
2. Сумен жабдықтау жүйесінің типтік құрылымы

Құрылымдық схеманы ұсынудан бұрын келесі анықтамаға назар аударайық СНиП 2.04.02-84* [88]: сорғы станциясы дегеніміз гидротехникалық және қондырғылардан тұратын кешенді айтамыз, ол жиналған суларды сорғы агрегаттар көмегімен қысымдық бассейндерге және тұтынушыларға жеткізеді. Осындай суды транспорттайтын, таратуды және беруді құрайтын қондырғылар арқылы типтік құрылымдық сорғы станцияларының негізін қалыптастырады, келесі компоненттерден тұрады:

- Су жинайтын резервуар, оған су тазартылғаннан кейін (I көтерілу), су көздерінен келіп құйылу (II көтерілу) немесе трубоөткізгіштен (III, IV көтерілулер);

- m сорғы қондырғылары (СК). Сорғы қондырғысы дегеніміз сорғы арқылы агрегаты трубоөткізгішке судың келуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, сорғы қондырғыларының құрамына сорғыш және қысымдық трубоөткізгіш жалғанады, ол бақылау – өлшегіш аспаптарымен жабдықталға;

- сорғы агрегаты (СА) – жетек, редуктор және сорғы бір түйінге жинақталға;
- орамдық желі – СҚ авариялық жағдайда енгізіледі;
- магистралды трубоөткізгіш, ұзындығы I, n сегменттерден тұрады, ол алыстағы суды қысымдық резервуарға беру үшін тағайындалған, сол жерден су СҚ арқылы келесі көтерімге жеткізіледі, содан кейін желіге жеткізіледі;
- трансформаторлық қосалқы станциясы, СҚ негізгі және қосымша электрқондырғыларын қоректендіруді қамтамасыз етеді.



1.6 сурет– СҚ типтік сұлбасы

Ортадан тепкіш сорғылардың электржетек орамаларындағы электр энергия шығынын азайту актуалды проблема. Сондықтан бұл жүйеде технологиялық жағынан қарағанда резервуарлар көлемдері азайтылған, сол кезде сорғы агрегаттарының іске қосылу сандары сағатына 60 рет болады.

1.1 Кесте – Ортадан тепкіш сорғылардың техникалық деректері

Сорғы маркасы	Беріс, $\text{м}^3/\text{сағ}$	Арын, м	Қозғалтқы қуаты, кВт	Айналу жиілігі, айн/мин	Массасы, кг
Бірсаатлы бақылаушы сорғылар					
1,5-К	6-14	20,3-14	2,2	2900	60,5
2К-6	10-30	34,5-24	4	2900	78
3К-6	45	54	20	2900	301
3К-9	30-54	34,8-27	7	2900	141
4К-6	90	87	55	2900	496
НК типті сорғылар					
НК-65/35	65-35	7-24	13-90	3000	80-200
НК-200/120	200-180	7-21,0	35-180	3000	100-300
НК-560/335	560-335	7-30	100-600	3000	200-700

1.1 Кестенің жалғасы- Ортадан тепкіш сорғылардың техникалық деректері

МС типті көпсатылы секциялы сорғылар					
ЗМС-10*2	34	46	7	1950	185
ЗМС-10*3	34	69	10	2950	213
ЗМС-10*4	34	92	14	2950	241
ЗМС-10*5	34	115	17	2950	269
4МС-10*2	60	66	17	2950	220
4МС-10*3	60	99	25	2950	254
4МС-10*4	60	132	33	2950	280
4МС-10*5	60	165	42	2950	324
Көпсатылы су сорғылары					
8НД-9*2	150-180	95-140	29	1500	1837
8НД-9*3	200-250	210-305	45	1500	3370
8НД-10*5	300	420	500	2950	3492

Ортадан тепкіш сорғыға қозғалтқыш таңдау кезінде, қозғалтқыштың айналу жиілігіне көңіл аудару керек, себебі ортадан тепкіш сорғыда қуат, арын, өнімділік және жиілік келесідей қатынастармен байланысқан:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}; \quad (1.7)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}; \quad (1.8)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad (1.9)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}; \quad (1.10)$$

мұндағы M – қозғалтқыш моменті.

Кең тараған ортадан тепкіш сорғылардың негізгі техникалық деректері 1.1-кестеде келтірілген.

2.1 Сорғы білігінің айналу жиілігін реттеу тәсілдері

Сорғы білігінің айналу жиілігін қозғалтқыштың айналу жиілігін өзгерту арқылы реттеуге болады. Тұрақты ток электрқозғалтқышының, бу турбинасының және іштен жану қозғалтқыштарының жиілігі аз ғана, бірақ

сорғы параметрлерін реттеуге жеткілікті өзгергенде, ПӘК-і шамалы ғана өзгереді. Сорғының білігінің айналу жиілігін қозғалтқыштың тұрақты айналу жиілігінде де гидромұфталар немесе магнитті муфталар көмегімен өзгертуге болады. Кейбір реттеу тәсілдерін қарастырайық.

Бу турбиналары және іштен жану қозғалтқыштары ортадан тепкіш сорғылардың айналу жиілігін реттеуге ең лайықталғаны. Кең тарағаны жылжымалы айдау құралдарындағы ортадан тепкіш сорғылардың іштен жану қозғалтқыштары. Стационарлық сорғы станцияларында бұл жетектер аз қолданылады.

Гидромұфталар. Сорғы білігінің айналу жиілігін гидромұфта көмегімен өзгерту қозғалтқыштың тұрақты айналу жиілігінде мүмкін, яғни ол қарапайым айнымалы ток қозғалтқыштарында қолданыла алады. Гидромұфтаның жұмыс істеу принципі ортадан тепкіш сорғының жұмысына ұқсас. Қозғалтқыш білігінде муфтаның оң жағы (жүргізуші) бекітілген және білікпен бірге айналады. Муфтаның осы бөлігіндегі жартылай дөңгелек каналдарындағы сұйықтық центрден тепкіш күшпен шетке ығыстырылады. Дәл осындай үрдіс ортадан тепкіш сорғының жұмыстық доңғалағында жүреді. Сол себепті, қозғалтқыш білігіне бекітілген муфта жұмыс доңгелегіне ұқсайды және сорғылық доңғалақ деп аталады. Сорғылық доңғалақтан лақтырылатын сұйықтық муфтаның сол жағында симметриялы орналасқан және конструкциясы бойынша жүргізуші бөлігіне ұқсас жетектегі бөлігіне (турбинаға) беріледі. Муфтаның жетектегі бөлігі шапшаң арынмен қозғалысқа келтірілетін турбинаның жұмыс доңғалағына ұқсайды. Муфтаның екі бөлігін қосқанда май айналатын радиалды ұяшықтары бар тұйық сақиналық кеңістік пайда болады. Сұйықтық турбинаның жұмыс доңғалағында шеттен ортаға қарай өтіп, қайтадан жүргізуші бөліктің жартыдөңгелек каналдарына беріледі және осы жолын қайталайды. Энергияның жүргізуші бөлігінен жетектегі бөлігіне берілуі сұйық орта арқылы жүреді. Жұмыстық сұйықтық ретінде май емесе су болуы мүмкін.

Энергияның бір бөлігінен екінші бөлігіне берілуі үшін жүргізуші және жетектегі бөліктерінің жиіліктері бірдей болмауы тиіс және олардың арасында сырғудың болуы керек. Жетектегі бөлігінің айналу жиілігі гидромұфтаға жұмыстық сұйықтықтың берілуін өзгерту арқылы реттеледі. Жұмыстық сұйықтықтың гидромұфтаға берілуін тоқтату арқылы айналысқа келтірілетін ортадан тепкіш сорғыны тоқтатуға болады. Гидромұфтамен реттеуде толық жүктелген кезде шамамен 3% сырғу шығындары орын алады, ал бұл гидромұфта ПӘК-і 0,97 болуына сәйкес. Сорғының айналуы азайған сайын оның ПӘК-і төмендейді:

$$\eta_{ГМ} = 0,97 \frac{n_1}{n_2}; \quad (2.1)$$

мұндағы:

- n_1 – жүргізуші біліктің (қозғалтқыштың) айналу жиілігі;
 n_2 – жетектегі біліктің (сорғының) айналу жиілігі.

Айналу жиілігін өзгерту арқылы реттеу гидромурфтадағы шығындардың өзінде дросселді реттеуге қарағанда елеулі экономикалық пайда береді.

Электромагнитті муфта. Сорғының айналу жиілігін қозғалтқыштың тұрақты айналу жиілігінде реттеу муфтаньң магнит жүйесіндегі магнит ағынын өзгерту арқылы қол жеткізеді.

Тұрақты ток қозғалтқыштары. Тұрақты ток қозғалтқышының роторының айналу жиілігін реостат көмегімен реттеуге болады. Ортадан тепкіш сорғылардың жетегі үшін тұрақты ток қозғалтқыштары қолданылмайды, себебі айнымалы ток желісінен тұрақты токты алу түрлендіргіштердің орнатылуымен және үлкен капиталдық шығындармен байланысты.

Айнымалы ток қозғалтқыштары. Ортадан тепкіш сорғылардың басқарылатын электржетегіне асинхронды айнымалы ток қозғалтқышын қолданған тиімді, себебі сенімділігі жоғары және бағасы қолайлы.

2.2 Асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу

Асинхронды қозғалтқыштардың айналу жиілігін келесі әдістермен реттеуге болады:

- ротор тізбегіне қосымша кедергіні енгізу – бұндай әдіс айналу жиілігін реттеуді тек шектелген жүктеме ауқымында ғана реттейді. Бұдан басқа, бұндай реттеуде барлық сырғанау қуаты $M\omega_1 s$ тең ротор тізбегінде жылу ретінде бөлінеді;

- асинхронды қозғалтқыштың статор орамаларын әртүрлі жұпталған полюстер санына аудару – бұндай әдісті қолданғанда бұрыштық жылдамдық сатылы жатықсыз өзгереді;

- қозғалтқыштың статорындағы кернеудің өзгеруі – бұл әдіс төмен қуатты қозғалтқыштарда немесе (орта және жоғары қуатты) ротордағы барлық қуаттың сырғуы жылу ретінде бөлінетіндіктен бұрыштық жылдамдықты қысқа уақытты реттелуінде қолданылуы мүмкін. Бұл қозғалтқышты тез қыздыруы және жұмыстан шығаруы мүмкін.

- токты қоректендіретін жиілікті өзгерту – бұрыштық жылдамдықты номиналдыдан төмен, не жоғары реттеу мүмкіндігі болғандықтан жиіліктік әдіс ең тиімді нұсқа болып табылады. Бұл әдісті шектеулі қолданудың факторы қозғалтқыштың қуатын жиілік түрлендіргіштің қуатымен тең келетіндей етіп қолдану болып табылады, бұдан конструкция қатты қымбаттайды;

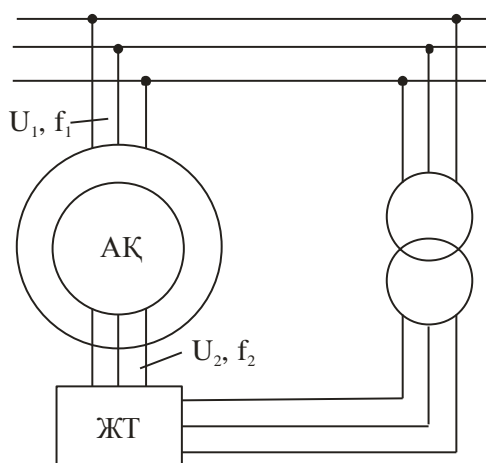
- екі жақтан қоректендірілетін машинаны қолдану (МДП) – МДП-ның артықшылығы реттеу тереңдігіне сай келетін жылдамдық түрлендіргіштің тұрақтандырылған қуатының төмендеуі болып табылады. Ортадан тепкіш сорғының жұмыс істеу диапазонының қуаты қозғалтқыштың номиналды

қуатынан 18% аспайды, яғни МДП түрлендіргішінің тұрақтандырылған қуаты «жиілік түрлендіргіш – қозғалтқыш» жүйесінен 4-5 есе аз.

Жоғарғы әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктерін талдай отырып, МДП жүйесін қолдану ЦН НПС жұмыс істеу шартынан бірнеше рационалды деген қорытынды жасауға болады.

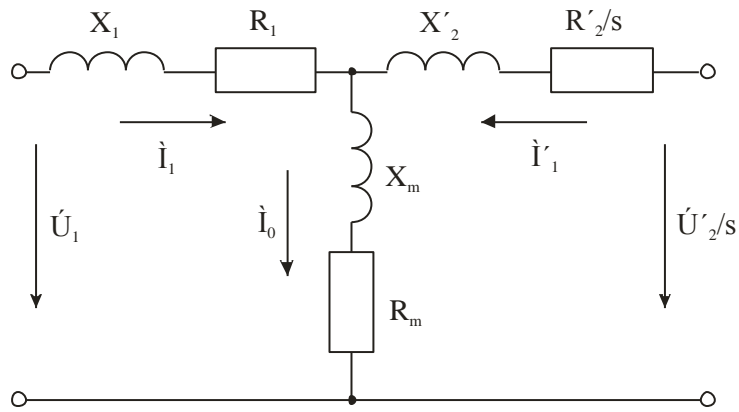
2.3 Екі жақтан қоректендірілетін асинхронды машина

Екі жақтан қоректендірілетін машина АМ (сурет 2.6) фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш сияқты жасалған. Статор орамы қоректендіргіш желіге тікелей, ал ротор орамы реттелген жиілік түрлендіргіш арқылы қосылған.

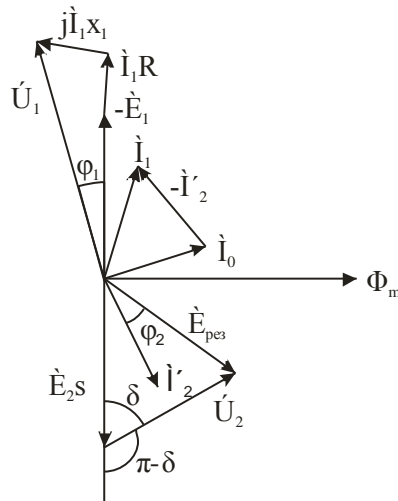


2.1 сурет– Екі жақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқыштың принципіалды сұлбасы

Статор және ротордың МДС векторлары жылжымайтын байланыста болу үшін $f_2=f_1s$ сырғу жиілігінде жиілік түрлендіргіш ротор орамын I_2 тогымен қоректендіру керек. Ротор тізбегіне U_2 кернеуін қосымша енгізу n_2 айналу жиілігін көп энергия шығындарысыз төменгі және жоғарғы n_1 жиілігін кең ауқымда жатық реттеуді қамтамасыз етеді, сонымен қатар қозғалтқыштың қуат коэффициентін $\cos \varphi_1$ өзгертеді. Бұндай машинаны реттеу жиілік түрлендіргіштің шығысындағы I_2 жиілігін және U_2 кернеуін өзгертеді.



2.2 Сурет— Екі жақтан қоректендірілетін қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы



2.3 сурет— Екі жақтан қоректендірілетін қозғалтқыштың векторлық диаграммасы

2.7 және 2.8-суреттерде екі жақтан қоректендірілетін асинхронды машинаның орынбасу сұлбасы мен векторлық диаграммасы көрсетілген. Жалпы жағдайда кернеу векторы \dot{U}'_2 ЭДС \dot{E}'_2 қатысты $(\pi - \delta)$ бұрышқа жылжытылуы мүмкін. Бұл жағдайда ротор тогы:

$$\dot{I}'_2 = (\dot{E}'_2 s + \dot{U}'_2) / \underline{Z}'_2 = (E'_2 s e^{-j\phi_2}) / Z'_2 + (U'_2 / Z'_2) e^{-j(\pi - \phi_2 - \delta)}; \quad (2.2)$$

немесе

$$\dot{I}'_2 = (E'_2 / Z'_2)(s e^{-j\phi_2} - U'_{2*} e^{-j(\phi_2 + \delta)}); \quad (2.3)$$

мұндағы:

$U'_{2*} = U'_2 / E'_2 - U'_2$ кернеуінің салыстырмалы мәні ($n_2=0$ болғандағы ЭДС E'_2 роторының үлесі);

$\varphi_2 = \arccos(R'_2/Z'_2)$ – сырғуға байланысты (R'_2 мәнімен ротор орамының кедергісі ғана түсіндірілмей, сонымен қатар түрлендіргіштің түзетілген тогының тізбегіндегі ротордың бір фазасына қатысты, яғни $R'_2 = R'_{2дв} + (2/3)R'_d$, $Z'_2 = \sqrt{R'^2_2 + (sX'_2)^2}$ R'_d кедергісі).

Ротор тогының активті және реактивті құраушылары (ЭДС E_2 салыстырмалы):

$$I'_{2a} = (E'_2 / Z'_2)[s \cos \phi_2 - U'_{2*} \cos(\phi_2 + \delta)]; \quad (2.4)$$

$$I'_{2p} = (E'_2 / Z'_2)[s \sin \phi_2 - U'_{2*} \sin(\phi_2 + \delta)]. \quad (2.5)$$

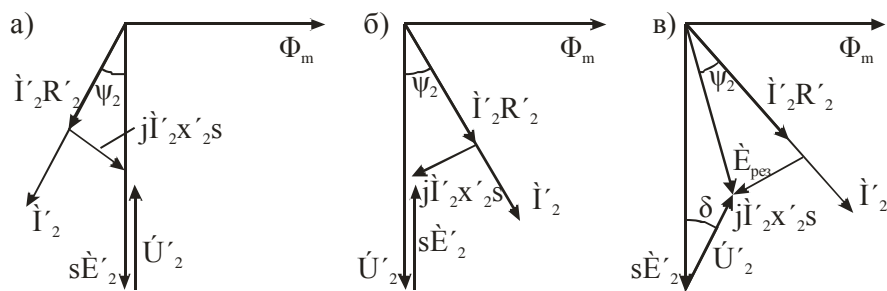
Ротор тогының активті құраушысы активті қуатты және $M = C_M \Phi_M I'_{2a}$ электрмагниті моментін тудырады, ал реактивті құраушысы ротор және статор тізбегінде циркуляндрылған реактивті қуатты тудырады.

(2.11) және (2.12) формулаларынан екі жақты қоректендірілетін машина биіктігін және U_2 кернеу фазасын реттеуде қозғалтқыштың активті және реактивті қуаттарын тәуелсіз өзгертуге болады. Мысалы, өзгертілмеген сырғуда s машинаның жүктемесі өзгерген кезде I'_{2p} реактивті тогын өзгертусіз ұстап тұруға болады, яғни I'_{2a} тогын немесе активті және реактивті қуаттардың белгілі қатынастарын ұстап тұруға, мысалы, $\cos \phi_1 = \text{const}$ шартын орындау. U'_{2*} кернеуі мен δ бұрышының белгілі мәндерінде ротор тогының активті құраушысы сырғу оң болғанда теріс немесе сырғу теріс болғанда оң болады. Осыған байланысты, мұндай машина $n_2 < n_1$ болғанда генераторлық режимде және $n_2 > n_1$ болғанда қозғалтқыш режимінде жұмыс істей алады.

Электромагниттік моменті $M = 0$ болғандағы s_0 сырғуын (2.3) формуласынан табуға болады ($I'_{2a} = 0$):

$$s_0 = U'_{2*} (\cos \delta + \sin \delta \operatorname{tg} \phi_2). \quad (2.6)$$

Көрініп тұрғандай, екі жақты қоректендірілетін машина $s < s_0$ сырғуында генераторлық режимде, ал $s > s_0$ – қозғалтқыш режимінде жұмыс істейді.



2.4 Сурет– U'_2 кернеуінің әртүрлі фазасындағы ротор орамасы тізбегінің векторлық диаграммасы

2.9-суретте U'_2 және δ әртүрлі мәндеріндегі ротор тізбегінің векторлық диаграммасы көрсетілген. U'_2 кернеуі ЭҚК E'_2 -мен кері фазада $\delta = 0$ болғанда $I'_2 = (sE'_2 + U'_2) / (R'_2 + jsX'_2)$ тогы және U'_2 кернеуі жоқ болғандағы және қозғалтқыштың алдыңғы сақталынған жоғары сырғанауда жұмыс істегендегі $M = M_H = \text{const}$ момент мәнімен салыстырғанда алынатын момент азаяды. U'_2 кернеуі sE'_2 фазасымен сәйкес келгенде I'_2 тогы және M моменті азаяды, және қозғалтқыш $M = M_H = \text{const}$ шартын қамтамасыз ету үшін төменгі сырғанауда жұмыс жасайды. U'_2 кернеуінің толық жоғары мәнінде s сырғанау теріс болады, ЭҚК sE'_2 және ψ_2 бұрышы таңбаларын өзгертеді (сурет 2.9, б), одан I'_2 тогының фаза ағынымен Φ_m сәйкес келетін құраушысы пайда болады, яғни магниттеуші машина. Сондықтан желідегі статор орамымен қоректенетін магниттеуші ток азаяды және $\cos \varphi_1$ көбейеді. U'_2 кернеуі ЭҚК E'_2 қатысты δ бұрышына біршама жылжыса, онда аналогты эффектке орын бар (сурет 2.4, в).

Сонымен, екі жақты қоректендірілетін асинхронды машина жоғарғы реттеу қасиеттерімен, реактивті қуатты реттеу және айналу жиілігін кең ауқымда қозғалтқышты және тежеуішті режимдерін алу мүмкіндігі қамтылған.

Айналу жиілігін n_2 жоғары және n_1 төмен максималды мүмкін реттеу диапазоны екі параметр арқылы анықталады: f_2 жиілігін өзгерту диапазонымен және түрлендіргіштің шығысындағы U'_2 кернеуімен. 20 Гц қисық формалы қорек кернеуін қанағаттандыруы арқылы вентильді түрлендіргіштердің максималды жиілігі іске асады. Осыдан, f_2 өзгеруінен n_1 -ден n_2 -нің $\pm 40\%$ реттеу диапазонын қамтамасыз етуге болады. Жиілік түрлендіргіш беретін n_2 биіктігінің өзгеруінен және U'_2 кернеу фазасын реттеу мүмкіндігімен анықталады. (2.13) формуласынан максималды диапазон $\delta = 0$ болғанда қол жеткізіледі, сонымен қатар $|s_{0\text{max}}| = U'_{2*} = U'_{2\text{max}}/E'_2$.

Екі жақты қоректендірілетін асинхронды қозғалтқыштың механикалық характеристикасы мынадай түрге ие:

$$M = [2M_{\text{max}} / (s_{kp} / s + s / s_{kp})] [1 - ((U'_{2*} / s) \cos \delta + (s / s_{kp}) \sin \delta)]; \quad (2.7)$$

немесе

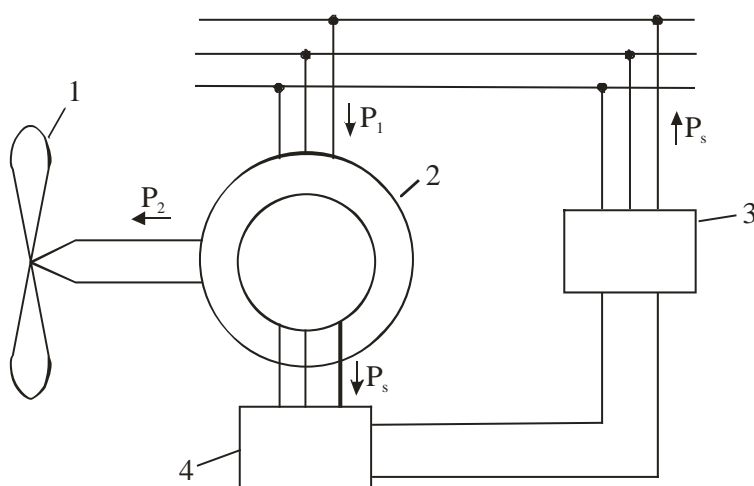
$$M = M_A [1 - (U_{2*}' / s)(\cos \delta + \operatorname{tg} \varphi_2 \sin \delta)]; \quad (2.8)$$

мұндағы M_A – қысқа тұйықталған роторымен жұмыс жасайтын асинхронды қозғалтқышқа арналған момент.

2.4 Асинхронды каскадтар

Екі жақтан қоректендірілетін асинхронды машинаны қолдану кезінде сырғудан (сырғу энергиясы) ротор тізбегіне берілетін электр энергиясын түрлендіргіш қондырғы арқылы қайтадан қоректендіруші айнымалы ток желісіне немесе негізгі асинхронды қозғалтқыш білігіне қосымша механикалық энергия беретін көмекші қозғалтқышқа қайтаруға болады. Түрлендіргіш қондырғы және көмекші қозғалтқышпен үйлестірілген асинхронды қозғалтқыш асинхронды каскад деп аталады. Қазіргі кезде асинхронды каскадтарда негізінен жартылайөткізгішті түрлендіргіштерді қолданады, сол себепті оларды жиі вентильді каскад деп те атайды.

Асинхронды каскадтарды қолдану фазалық роторлы қозғалтқыштың айналу жиілігін ротор орамасына реостат қосқандағы энергия шығынысыз реттеуге мүмкіндік береді, ал бұл электржетектің энергетикалық көрсеткішін жоғарлатады.



2.5 сурет– Вентильді каскадтың принципіалды сұлбасы

Вентильді каскад. Қарастырылатын каскадта (сурет 2.5) асинхронды қозғалтқыш 2 роторына екі жартылайөткізгіштік түрлендіргіштер – 3 және 4 қосылған, олар қозғалтқыштың айналу жиілігін синхронды айналу жиілігінен «төмен» және «жоғары» реттеуге мүмкіндік береді. Синхронды жиіліктен «төмен» ($s > 0$) реттеу кезінде түрлендіргіш 4 түзеткіш режимде жұмыс жасайды, ал түрлендіргіш 3 – инверторлы режимде. Бұл кезде сырғудың P_s

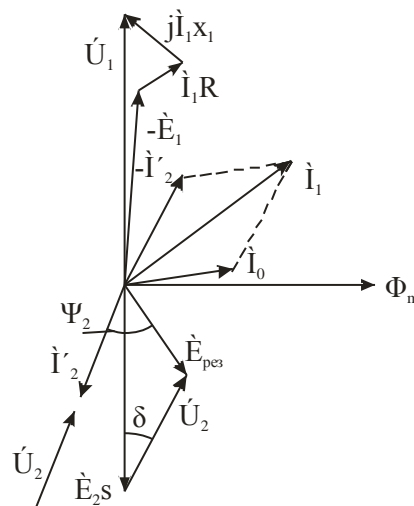
қуаты асинхронды қозғалтқыш роторынан түрлендіргіш 4 арқылы тұрақты токты айнымалыға түрлендіретін және сырғу энергиясын желіге қайтаратын түрлендіргішке 3 беріледі. «Жоғары» реттеу кезінде ($s < 0$) роторға түрлендіргіштер 3 және 4 арқылы желіден қосымша энергия беріледі. Бұл кезде қозғалтқыш синхронды жиіліктен жоғары жиілікпен жұмыс істеп бастайды. Қарастырылып отырған каскадта айналу жиілігін реттеу түрлендіргіштің 3 жұмыс режимін өзгерту арқылы жүзеге асады. Қозғалтқыштың P_2 шығыс қуаты айналысқа келтірілетін механизмге 1 беріледі. Бұдан қозғалтқыштағы шығындарды елемей, $P_{эм} \approx P_1$ деп алып, механизмге берілетін қуатты аламыз:

$$P_2 \approx P_{мех} \approx P_{эм}(1-s) \approx P_1(1-s); \quad (2.9)$$

ал оның білігіндегі айналу моменті $P_1 = P_{ном} = \text{const}$ болғанда:

$$M = P_2 / \Omega_2 \approx P_1(1-s) / [\Omega_1(1-s)] = \text{const}. \quad (2.10)$$

Вентильді каскад сұлбасында басқарылмайтын түрлендіргіш 4 қолданғанда, оның түзетілген ток тізбегіне берілген кернеу әрдайым осы тізбек тогымен бір фазада немесе кері фазада болады. Осыған сәйкес айнымалы ток бөлігіндегі бірінші гармоник токтары мен кернеулері де бір фазада немесе кері фазада болады. Осыны ескере отырып, векторлық диаграмманы тұрғызамыз, \dot{U}_2 и \dot{I}'_2 векторлары ротор орамасы тізбегіне әсер ететін бірінші гармоник тогы мен кернеуін көрсетеді. Демек, машина жүктемесінің өзгеруінен \dot{I}'_2 векторы фаза бойынша өзгергенде, \dot{U}_2 векторы да \dot{I}'_2 артынан ере бұрылады.



Сурет 2.6 – Вентильді каскадтың векторлық диаграммасы

Осылайша, вентильді каскадты δ бұрышының өзгеру мүмкіндігіне шектеулер қойылған екі жақтан қоректендірілетін асинхронды машина

ретінде қарастыруға болады. Бұл бұрыш Γ_2 тогының функциясы болып табылады, яғни машинаның жүктемесіне тәуелді (түрлендіргіштің 4 вентильдер коммутациясы бұрышы өзгеріссіз жағдайында).

Түрлендіргішті 4 басқарылатындай орындағанда Γ_2 тогының E_2 ЭҚК фазасынан ығысуы ротор тізбегінің R'_2 и X'_2s параметрлерімен ғана емес, сонымен қатар түрлендіргіш вентильдерінің реттеу α бұрышымен де анықталады, себебі оның өзгеруі кезінде түзетілген кернеу де өзгереді және Γ_2 тогы U_2 кернеуінен α бұрышқа қалады.

Γ_2 тогын және U_2 кернеуін олардың бірінші гармониктерімен ауыстырғанда ротор тогының жоғары гармониктерін елемейміз. Бұл гармониктер электромагниттік моменттің пульсациясын және статор тогының дүрсілін туғызады. Бірақ түрлендіргіште 4 кеңінен қолданылатын вентильдерді қосудың үшфазалы көпірлік сұлбаны қолдансақ, ток пішінінің бұрмалануы шамалы. Бұрмалау коэффициенті ротор токтары үшін 0,955-тен және статор токтары үшін 0,98-ден аспайды. Ротор орамасының тізбегі үшін келесідей жазуға болады:

$$i'_2 Z'_2 = \dot{E}'_2 s + \dot{U}_2; \quad (2.11)$$

немесе

$$I'_2 e^{-j\delta} (R'_2 + jX'_2 s) = \dot{E}'_2 s - U'_2 e^{-j\delta}. \quad (2.12)$$

(2.12) жорамал бөліктерін теңестіріп, алатынымыз:

$$I'_2 = E'_2 \sin \delta / X'_2. \quad (2.13)$$

Сырғу қуаты:

$$P_s = m_1 E'_2 I'_2 s \cos \delta; \quad (2.14)$$

ал электромагниттік момент:

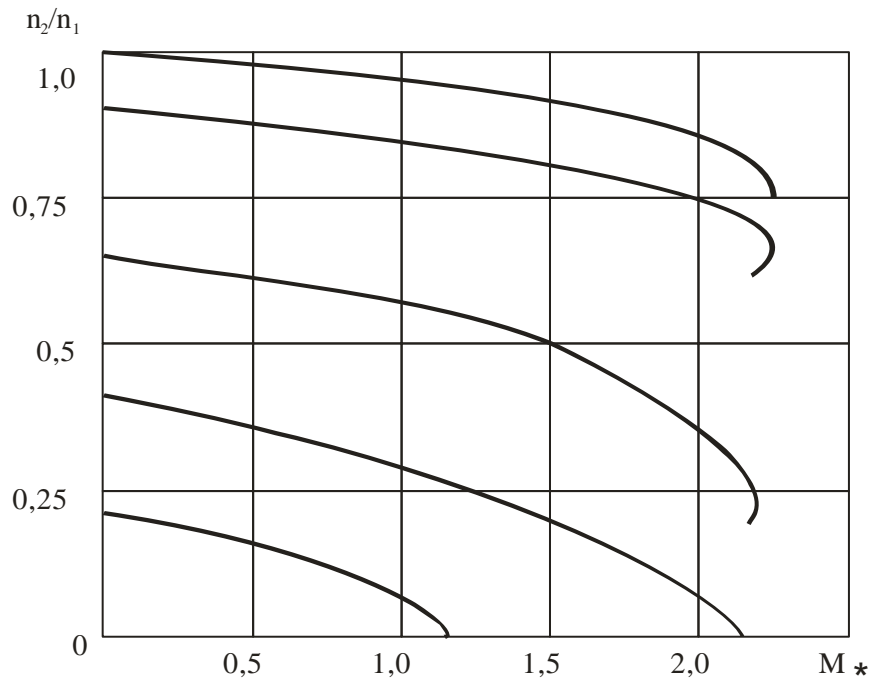
$$M = P_s / (\Omega_1 s) = m_1 E'_2 I'_2 \cos \delta / \Omega_1. \quad (2.15)$$

(2.20) ескере отырып алатынымыз:

$$M = m_1 E'^2_2 \sin 2\delta / [2\Omega_1 X'_2]. \quad (2.16)$$

Қарапайым сұлбамен жұмыс жасайтын (яғни вентильді каскадсыз) асинхронды қозғалтқыш үшін максималды момент $M_{\max} = m_1 E'^2_2 / (2\Omega_1 X'_2)$. Сондықтан (2.16) формуланы $M = M_{\max} \sin 2\delta$ түріне келтіруге болады, немесе, салыстырмалы бірлікке көшсек:

$$M_* = M / M_{ном} = k_M \sin 2\delta. \quad (2.17)$$



2.6 сурет– Вентильді каскадтың әртүрлі U_2 мәндеріндегі механикалық сипаттамасы

Моменттің максималды мәні $\delta = 45^\circ$ бұрышына немесе $s_{кр} = R'_2 / X'_2 + \sqrt{2} U'_2$ сырғуына сәйкес. $M=0$ болатын айналу жиілігі $s_0 = U_2$ сырғуына сәйкес. Демек, $s_{кр}$ ротор тізбегіндегі U'_2 қосымша кернеудің өсуімен көбееді, нәтижесінде механикалық сипаттамасының қатаңдығы да азаяды. Негізінде ротор тогының синусоидалды еместігінен вентильді каскад сұлбасындағы асинхронды қозғалқыштың түрлендіргіш 4 коммутация γ бұрышы 60° кем болғанда асқын жүктемелік қабілеті қозғалтқыштың роторы қысқа тұйықталған кездегі жұмысынан 4,5%, ал $\gamma > 60^\circ$ кезінде 17% төмен болады.

2.6-суретте вентильді каскадтың 280 кВт асинхронды қозғалтқышының механикалық сипаттамасы келтірілген. Қазіргі кезде асинхронды каскадтарды негізінен айналу жиілігін кең ауқымды реттейтін үлкен қуатты қозғалтқыш жетектерінде қолданады.

Электрлік және электромеханикалық каскадтар. Сырғу энергиясын түзеткіш арқылы тұрақты ток қозғалтқышына беретін каскадты сұлбалар өз қолданысын тапқан.

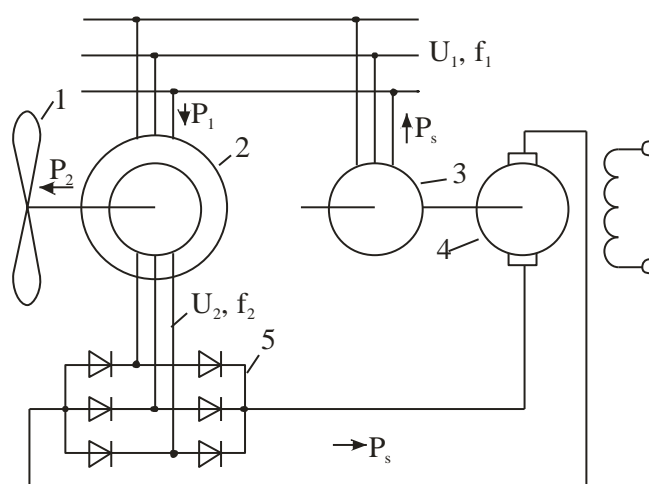
Электрлік каскад сұлбасында (сурет 2.13) асинхронды қозғалтқыштан 2 түзеткіш 5 арқылы сырғу энергиясын алатын тұрақты ток қозғалтқышы 4 осы энергияны желіге қайтаратын айнымалы ток генераторын 3 айналдырады. 2.13-суреттегі сұлба принципіалды 2.10-суреттегі сұлбамен ұқсас, бірақ бұл каскадтың массасы көбірек және ПӘК-і айналмалы машиналарды қолдану

салдарынан төмендетілген. Жұмыстық машинаға 1 жоғарыда қабылданған идеалды шарттарда тұрақты моментте $P_2 = P_1(1-s)$ қуаты беріледі.

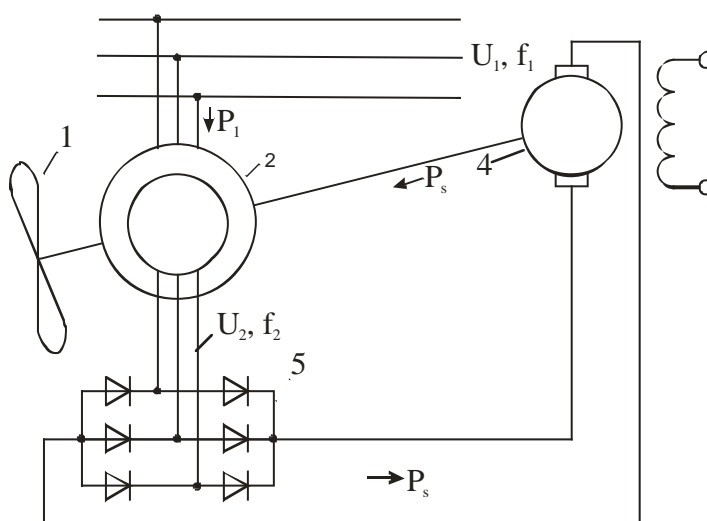
Электромеханикалық каскад сұлбасында (сурет 2.14) тұрақты ток қозғалтқышы 4 асинхронды қозғалтқыштың 2 білігімен қатаң байланысқан, сондықтан сырғу энергиясы механикалыққа түрленеді. Жұмыстық машинаға 1 берілетін қуат:

$$P_2 + P_s \approx P_1(1-s) + P_1s \approx P_1; \quad (2.18)$$

және $P_1 = \text{const}$ болғанда барлық жиіліктерде тұрақты болады.



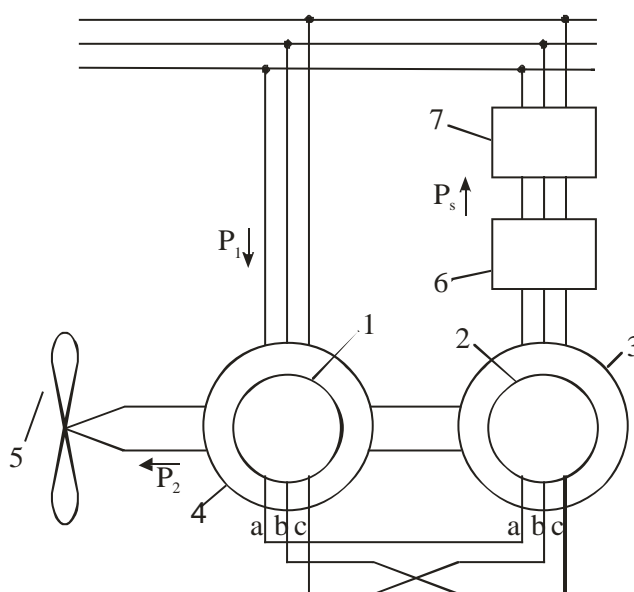
2.7 Сурет– Тұрақты ток машинасы бар асинхронды қозғалтқышты электрлік каскадтың принципіалды сұлбасы



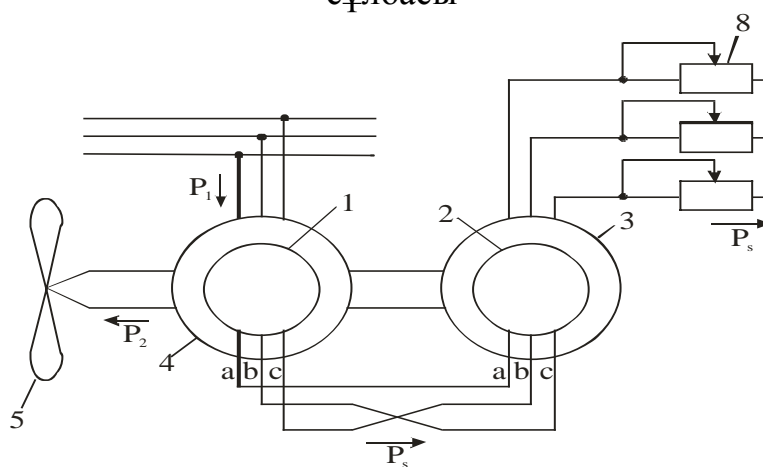
2.8 Сурет– Тұрақты ток машинасы бар асинхронды қозғалтқышты электромеханикалық каскадтың принципіалды сұлбасы

Тұрақты ток қозғалтқышы бар каскадтық сұлбалардың кемшіліктері коллекторлық қозғалтқыштарының салыстырмалы жоғары бағасы және қолданысының қиындығы.

Каскадты қозғалтқыш (сурет 2.9) бір білікке кигізілген және ортақ корпусы бар екі фазалық роторлы қозғалтқыштан тұрады. Каскадты қозғалтқышқа қорек көзі бірінші статор 4 арқылы келеді. Ротор орамалары 1 және 2 бір бірімен фазаларының қиылысуы арқылы байланысқан, нәтижесінде роторлар МҚК-і қарсы бағыттарда айналады. Екінші статор 3 түзеткішке 6 және сырғу энергиясын P_s айнымалы ток желісіне беретін инверторға 7 қосылады. Қозғалтқыш білігіне жұмыстық машина 5 жалғанады.

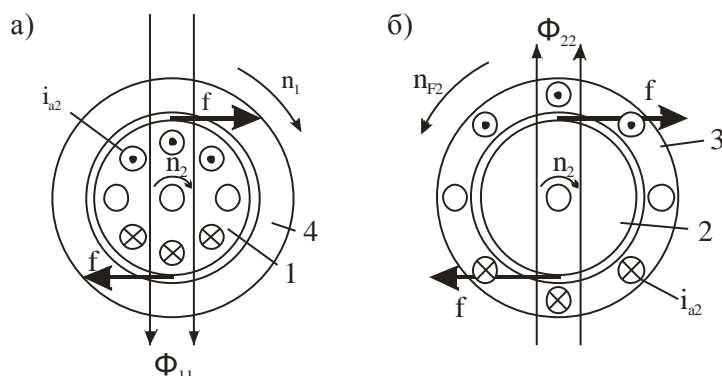


2.9 Сурет– Вентильді каскады бар каскадты қозғалтқыштың принципіалды сұлбасы



2.10 Сурет– Екінші статор тізбегінде реостаты бар каскадты қозғалтқыштың принципіалды сұлбасы

Қарапайым жағдайда (сурет 2.10) екінші статор 3 орамасына үшфазалы реостат 8 қосылуы мүмкін. Бұл кезде контактсіз каскадтық қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың сипаттамасына ұқсас болады.



2.11 Сурет– Каскадты қозғалтқышта электромагнитті моменттің пайда болуын көрсететін сұлбалар: а – бірінші қозғалтқышта $n_2 < n_1$ кезінде; б – екінші қозғалтқышта $n_2 < n_{F2}$ кезінде

Каскадты қозғалтқыштың электромагнитті моменті екінші статор тогының активті құраушысына тең болатын ротор тогының активті құраушысымен анықталады. Бұл токтың мәні кез келген асинхронды қозғалтқыштағы сияқты екінші ротор 2 өрісінің Φ_{22} екінші статор 3 өрісіне қатысты s сырғумен анықталады. МҚК және екінші ротордың Φ_{22} өрісі 1 және 2 роторлардың айналу бағытына кері бағытта айналатындықтан (сурет 2.11), сырғу олардың өзара қиылысу жиілігімен анықталады:

$$s_2 = (n_{F2} - n_2) / n_{F2}; \quad (2.19)$$

мұндағы:

$n_{F2} = 60f_2/p = 60f_1s_1/p = n_1s_1$ – екінші ротордың 2 МҚК-нің айналу жиілігі;

f_1 және f_2 – сәйкесінше бірінші статордағы 4 және ротордағы 1 токтың өзгеру жиілігі;

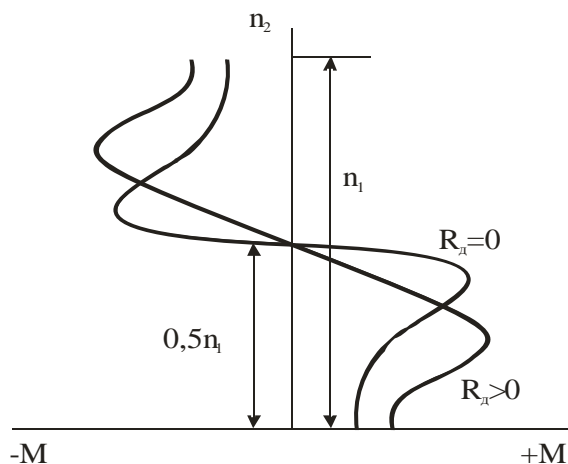
n_1 және s_1 – бірінші статор 4 өрісінің Φ_{11} айналу жиілігі және роторының 1 осы өріске қатысты сырғуы.

Ротордың айналу жиілігі $n_2 = (1 - s_1)n_1$ екенін ескере отырып, (2.19) келесі түрге ауысады:

$$s_2 = [n_1s_1 - n_1(1 - s_1)] / (n_1s_1) = (2s_1 - 1) / s_1. \quad (2.20)$$

$s_1 < 0,5$ кезінде сырғу s_2 оң болады және 1 және 2 роторларға әсер ететін электромагниттік момент айналу бағытымен дәл келеді. Сырғудың $s_1 = 0,5$

мәніне сай $s_2=0$ болады, яғни ротор арқылы тек магниттеуші ток өтеді және момент нөлге жақын болады. $s_1>0,5$ и $s_2<0$ кезінде токтың активті құраушысы ауысады: машина генераторлық режимге өтеді, ал электромагниттік момент тежегіш моментке ауысады. Екінші статор орамалары қысқа тұйықталған жағдайда механикалық сипаттама роторы қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың сипаттамасына ұқсас келеді, тек генераторлық режимге өту $0,5n_1$ жиілігінде болады (сурет 2.18). Екінші статор тізбегіне реостаттың қосылуы механикалық сипаттаманы фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштағыдай етіп өзгертеді.

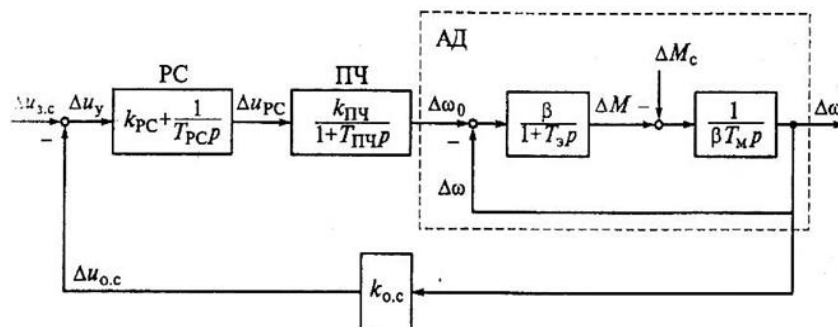


2.12 Сурет– Каскадты қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

Барлық каскадты сұлбалардың басты кемшілігі қозғалтқыштағы шығындардың көптігі, осыған байланысты оның өлшемдерін үлкейтуге тура келеді.

3. ЖТ – АҚ жүйесіне қысқаша сипаттама

ЖТ-АҚ жүйенің құрылымдық сұлбасының математикалық сипаттамасын беріліс функциясы негізінде қарастырамыз. ЖТ-АҚ жүйенің құрылымдық сұлбасы 2.1 суретте келтірілген [1].



3.1 сурет – ЖТ – АҚ жылдамдық бойынша кері байланыс тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Құрылымдық схемада келесі белгілеулер келтірілген [Ключев, Терехов]:

β – асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының қатандағының модулі;

T_M – асинхронды қозғалтқыштың электромеханикалық уақыт тұрақтысы;

T_{Σ} – асинхронды қозғалтқыштың роторының және статорының тізбектерінің эквивалентті электромагнитті уақыт тұрақтысы;

$T_{ПЧ}$ – жиілікті түрлендіргіш басқару тізбегіндегі уақыт тұрақтысы;

$k_{ПЧ}$ – жиілікті түрлендіргіштің беріліс коэффициенті.

Суретте 2.1 жылдамдық реттеуіші ПИ – реттеуіш болып саналады (пропорционалды интегралды).

ЖТ – АҚ жүйесінің динамикасының математикалық сипатталуы келесі беріліс функциясымен көрсетіледі:

Беріліс функциясын келесі қозғалыс теңдеуімен келтіріледі W_1 :

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta M - \Delta M_c} = \frac{1}{\beta T_M p}, \quad (3.1)$$

немесе

$$\frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} (\Delta M - \Delta M_c). \quad (3.2)$$

3.1 Кері байланысты ЖТ-АҚ математикалық сипаттасы

Асинхронды қозғалтқыштың математикалық сипаттамасын асинхронды қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасымен сәйкес қарастырамыз. Жоғарыда көрсетілгендей (3.2 сурет) АҚ құрылымдық сұлбасы екі динамикалық буындардан (интеграцияланған және инерцияланған) құралады, бірегей кері байланыспен болған.Әр динамикалық буынды дифференциалды теңдеумен көрсетеміз. Интеграцияланған буынның беріліс функциясының дифференциалды теңдеуі келесі түрде болады [1]:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} \Delta M - \frac{1}{\beta T_M} \Delta M_c ; \quad (3.3)$$

мұнда $\Delta\omega$ - қозғалтқыштың жылдамдық өсімшесі;

ΔM - қозғалтқыштың электрмагниттің моментінің өсімшесі;

ΔM_c - қозғалтқыштың статикалық моментінің өсімшесі;

β - АҚ сызықтық механикалық сипаттамасының қаттылық модулі ;

T_M - уақыттың электр механикалық тұрақтылығы .

Екінші динамикалық буын үшін, АҚ инерцияланған буынына дифференциалдық теңдеуді келесі түрде жазамыз:

$$T_3 \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta(\Delta \omega_0 - \Delta \omega). \quad (3.4)$$

$\Delta U_{p2} = \Delta \omega_0$ кезіндегі туынды электромагнитті моменттің ΔM (3.2) теңдеуі келесі түрде болады:

$$\frac{d\Delta M}{dt} = \frac{\beta}{T_3} U_{p2} - \frac{\beta}{T_3} \Delta \omega - \frac{1}{T_3} \Delta M; \quad (3.5)$$

мұнда T_3 - АҚ статоры мен ротор тізбегінің эквивалентті электромагниттік уақыт тұрақтысы;

U_{p2} - приращение жиілік түрлендіргіштің шығысындағы кернеу өсімшесі.

Беріліс функциясына байланысты жиілік түрлендіргіштің дифференциалды теңдеуі келесі түрде болады:

$$T_{pr} \frac{d\Delta U_{pr}}{dt} + \Delta U_{pr} = \Delta K_{pr} \Delta U_{pc} \quad (3.6)$$

немесе

$$\frac{d\Delta U_{nc}}{dt} = \frac{K_{nc}}{T_{nc}} \Delta U_{pc} - \frac{1}{T_{nc}} \Delta U_{nc} \quad (3.7)$$

мұнда $T_{ЖТ}$ - жиілік түрлендіргіштің (ЖТ) уақыт тұрақтысы;

$k_{ЖТ}$ - ЖТ берілмелі коэффициенті;

$\Delta U_{жр}$ - жылдамдық реттеу шығысындағы кернеу өсімшесі (ПИ-реттегіш).

$\Delta U_{3.C} = \text{const}$ болғанда ПИ-жылдамдық реттегішінің беріліс функция кезінде жылдамдық реттегішінің дифференциалдық теңдеуі келесі түрге ие болады:

$$\frac{d\Delta U_{жр}}{dt} = \frac{1}{T_{pp}} \Delta U_{3.C} - K_{жр} K_{oo} \frac{d\Delta \omega}{dt} - K_{жр} K_{oo} \Delta \omega. \quad (3.8)$$

Алайда (3.8) дифференциалды теңдеуін басқа түрде көрсетуге болады, туынды жылдамдықтың $d\Delta \omega/dt$ орнына (3.1) теңдеуінің оң бөлігін қойып. (3.8) теңдеуін келесі түрде жазып аламыз:

$$\frac{d\Delta U_{жр}}{dt} = \frac{1}{T_{pc}} \Delta U_{3,C} - \frac{K_{жр} K_{OC}}{\beta T_M T_{pc}} \Delta M - \frac{K_{жр} K_{OC}}{\beta T_M T_{жр}} \Delta M_C - \frac{K_{жр} K_{OC}}{T_{pp}} \Delta \omega; \quad (3.9)$$

мұнда $\Delta U_{3,C}$ - берілген сигналдың өсімшесі;

$K_{жр}$ - ПИ – реттегіштің еселігі;

$T_{жр}$ - ПИ – реттегіштің уақыт тұрақтысы;

K_{OC} - ЖТ-АҚ жүйесінің кері байланыс коэффициенті.

ЖТ-АҚ тұйық жүйесінің математикалық моделінің дифференциалдық теңдеуін келесі түрде көрсетуге болады:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} \Delta M - \frac{1}{\beta T_M} \Delta M_C;$$

$$\frac{d\Delta M}{dt} = \frac{\beta}{T_{\vartheta}} U_{p2} - \frac{\beta}{T_{\vartheta}} \Delta \omega - \frac{1}{T_{\vartheta}} \Delta M; \quad (3.10)$$

$$\frac{d\Delta U_{nc}}{dt} = \frac{K_{nc}}{T_{nc}} \Delta U_{pc} - \frac{1}{T_{nc}} \Delta U_{nc};$$

$$\frac{d\Delta U_{жр}}{dt} = \frac{1}{T_{жр}} \Delta U_{3,C} - \frac{K_{жр} K_{OC}}{\beta T_M T_{жр}} \Delta M - \frac{K_{жр} K_{OC}}{\beta T_M T_{жр}} \Delta M_C - \frac{K_{жр} K_{OC}}{T_{pp}} \Delta \omega.$$

Сонымен ЖТ-АҚ тұйық жүйесінің математикалық сипаттамасы бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесімен көрсетілген болатын. Мұндай математикалық модельдің көрінісі конвейердің көпқозғалтқышты асинхронды электржетегінің басқару жүйесінің ЭВМ-ді қолдану арқылы анализ бен синтез есептерін шешуге мүмкіндік береді.

Есептеуге керекті мәліметтер:

1. Керекті беріс - $Q=400 \text{ м}^3 \cdot \text{сағ}$
2. Су өткізгіш арынның ұзындығы [м] - $L=1000 \text{ м}$
3. Айдалатын сұйықтықтың биіктігі $h=140 \text{ м}$
4. Құбыр диаметрі $d=260 \text{ мм}$
5. $R=750 \text{ мм}$
6. $D=1,25$
7. Айналым саны $n=1500 \text{ айн/мин}$
8. Жетектің ПӘК-і $\eta_{п}=0,9$

3.1.1 Талап етіліп отырған сорғы арынының анықтамасы Сұйықтықтың салмағы:

$$\gamma = g \cdot \rho = 9,81 \cdot 1000 = 9810 \text{ Н/м}^3 ; \quad (3.11)$$

мұндағы ρ -су тығыздығы 1000 кг/м^3 ,

g – еркін түсу үдеуі $9,81 \text{ м/с}^2$.

Керекті арын келесі формуламен анықталады [м]:

$$H = H_{\Gamma} + \Delta H - \text{толық арын, м.} \quad (3.12)$$

Геодезиялық арын:

$$H_{\Gamma} = h - h_0 = 140 - 5 = 135 \text{ м} \quad (3.13)$$

H_{Γ} – Қалдық сулардың көтерме биіктігі тазарту құрылығысының қабылдау камерасындағы және қабылдау резервуарының түбіндегі су деңгейі белгілеулерінің әртүрлілігіне немесе қабылдау резервуарындағы қалдық сулардың орта деңгейінің белгілеулеріне тең.

Жергілікті арын шығынының сомасы:

$$\Delta H = \Delta H_{\kappa} + \Delta H_{\Gamma} + \Delta H_{\text{клап}} = 35,7 + 0,059 + 0,018 = 35,777 \text{ м}; \quad (3.14)$$

$$\Delta H_{\Gamma} = a \cdot L \cdot \left(\frac{v^{1.75}}{d^{1.25}} \right) = 0.00074 \cdot 2000 \cdot \left(\frac{2.42^{1.75}}{0.27^{1.25}} \right) = 35.7 \text{ м}$$

Сұйықтық жылдамдығы:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{0.138}{0.057} = 2.42 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Құбырдың қимасы:

$$S = \pi r^2 = 3.14 \cdot 0.135^2 = 0.057 \text{ м}^2 \quad (3.15)$$

мұндағы $Q = 400 \text{ м}^3/\text{сағ} = 0,111 \text{ м}^3/\text{с}$.

Құбыр желісіндегі арын шығыны:

Мұнда $\nu = 0.2$ – тізенің коэффициенті.

$$\Delta H_{\kappa} = \nu \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 0.2 \cdot \left(\frac{2.42^2}{2 \cdot 9.81} \right) = 0.059 \text{ м}$$

Клапандағы арын шығыны:

$$\Delta H_{\text{КЛАП}} = \epsilon_1 \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 0.063 \cdot \left(\frac{2.42^2}{2 \cdot 9.81} \right) = 0.018 \text{ м}$$

мұнда $\epsilon_1 = 0,063$ – жаппа коэффициенті

Керекті арын:

$$H = 135 + 35,777 = 170,777 \text{ м} . \quad (3.16)$$

3.1.2 Сорғы электржетегінің қуатын анықтау:

$$P = \frac{k \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta} = \frac{1,2 \cdot 9810 \cdot 0,138 \cdot 170,777}{1000 \cdot 0,765} = 362,65 \text{ кВт} . \quad (3.17)$$

Сорғының кедергі моменті:

$$M = 975 \cdot (N/n) = 249.528 \text{ кгм} .$$

Қозғалтқыш таңдау:

- 4АН 355 М4У сериялы қозғалтқыш таңдадым.

Келесі мәліметтермен:

- $P_n = 400$ кВт – номиналды қуат,
- $U_{1н} = 380$ В – статор кернеуі,
- $I_{2н} = 485$ А – ротордың номиналды тогы,
- $n_0 = 1500$ айн/мин – айналу жылдамдығы,
- $\eta = 0,94$ – номиналды ПӘК,
- $\cos \varphi = 0,9$ – қуат коэффициенті,
- $U_{2н} = E_{2н} = 505$ В – ротордың кернеуі,
- $s_k = 7.7 \%$ - критикалық сырғу,
- $s_n = 0.02$ – қозғалтқыштың номиналды сырғуы,
- $J = 7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – қозғалтқыштың инерция моменті,
- $R'_1 = 0.019$ о.е. статордың активті кедергісі,
- $X'_1 = 0.12$ о.е. ротордың реактивті кедергісі ,
- $R''_2 = 0.02$ о.е. ротордың активті кедергісі,
- $X''_2 = 0.14$ о.е. ротордың реактивті кедергісі,
- $X_\mu = 4.8$ о.е. таралудың индуктивті кедергісі,
- $B_\delta = 0.89$ Тл ауа саңылауындағы индукция.

3.1.3 Сорғы таңдау

Сорғы таңдау кезінде келесі шарттар орындалады:

- жұмыс сорғысының жалпы берілісі қалдық сулардың максималды есептік кірісіне тең болу қрек немесе аздаған мөлшерде одан асуы керек;
- сорғылардың саны және берілісі кіріс суының периодтық тербелісі кезінде станция жұмысының тұрақты жұмысын қамтамасыз етуі керек;

Қалдық судың шығыны және сорғының арыны бойынша каталогтан сорғы таңдаймыз: $H_{mp} = 180.777$

ЦНС 500/480 маркалы екі сорғы таңдаймыз.

ЦНС 500/480 маркалы сорғының техникалық сипаттамасы:

- Беріліс – 400 м³/сағ
- Арын– 480 м
- Айналу жиілігі– 1475 айн/мин
- Коэффициент полезного действия – 71%
- Рұқсат етілетін кавитациялық қор – 5 м
- Сорғының қуаты – 1074 кВт
- Өтпелі қиманың өлшемі, аз болмауы керек – 200 мм
- Жұмыс дөңгелегінің диаметрі – 953 мм

Жобаланып отырған сорғылық станцияны сенімділік бойынша I категориялы сорғылық станцияға жатқызамыз. I категория су беріліс кезінде үзілісті тек уақытша ғана (10 мин артық емес), яғни зақымдалған бөлшекті өшіріп резервті қосу үшін. Резервтегі сорғы саны 1-ге тең, оның да маркасы жұмыс істеп тұрған сорғының маркасындай.

Түрлендіргіш беріліс коэффициентін анықтаймыз:

$$K_{II} = \frac{\Delta E \times 9}{\Delta \beta} = \frac{364 \times 9}{45} = 72.8. \quad (3.18)$$

Қозғалтқыш электромагнитті тұрақтысын анықтаймыз:

$$T_{\text{э}} = \frac{L_{\text{э}}}{R_{\text{э}}} = \frac{0.0069}{0.22} = 0.031 \text{ с}. \quad (3.19)$$

Қозғалтқыштың конструктивті коэффициенті:

$$C_M = 1.35 \cdot \frac{(E_{2k} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot I_{2H} \cdot X_P)}{\omega_0} = 1.35 \cdot \frac{(505 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 485 \cdot 0.078)}{157.08} = 4.058$$

Инерция моменті:

$$J_{\Sigma} = J + 1.5 \cdot J = 7 + 3.28 \cdot 7 = 30 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Уақыттың механикалық тұрақтысын табамыз:

$$T_M = \frac{J_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}}{C_M^2} = \frac{30 \cdot 0.22}{4.058^2} = 0.4c$$

$$I_d = k_{cx} \cdot I_{2H} = 1,35 \cdot 485 = 654,75 \text{ A.} \quad (3.20)$$

3.2 Ортадан тепкіш сорғының арынын реттеу жүйесі буындарының беріліс функциясы

Қарапайым құбырдағы су инерциясының тұрақтысы $T_w = 330 \text{ c}^2 / \text{м}^2$
 Құбырдағы шығынды сипаттайтын коэффициент $R_k = 60$
 Коэффициент номиналды мәліметтер бойынша анықталады:

$$C_H = \frac{H_0 - H_{ном}}{Q_{ном}^2} = 29$$

$$-\beta_2 = \pi \cdot \left(1 - \frac{U_y}{U_{my}}\right) = 180^\circ \cdot \left(1 - \frac{5}{10}\right) = 90^\circ$$

Ортадан тепкіш сорғының номиналды бұрыштық жылдамдығы және нөлдік беріліс кезіндегі арыны $H_{OH} = 145 \text{ м}$.

Асинхронды қозғалтқыш үшін беріліс функциясы:

$$W_2 = \frac{1.35 \cdot (E_{2k} - \sqrt{2} \cdot I_d \cdot x_p)}{\omega_0} = \frac{1.35 \cdot (505 - \sqrt{2} \cdot 654.75 \cdot 0.078)}{157.08} = 3.72$$

Инвертор үшін беріліс функциясы:

$$W_5 = \frac{3 \cdot \sqrt{2} \cdot U \cdot \cos(\pi / 6 + \beta_2)}{U_{my}} = \frac{3 \cdot \sqrt{2} \cdot 106.302 \cdot \cos(180^\circ / 6 + 90^\circ)}{10} = -22.55$$

Ортадан тепкіш сорғы үшін беріліс функциясы:

$$W_6 = \frac{2 \cdot H_{OH} \cdot \omega}{\omega_H^2} = \frac{2 \cdot 145 \cdot \omega}{153.938^2}$$

мұндағы ω – ортадан тепкіш сорғының электр жетегі, ол қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығына тәуелді.

$$W_7 = -2 \cdot C_H \cdot Q_A = -2 \cdot 29 \cdot 0.138 = -8.004$$

Су құбыры үшін берліс функциясы:

$$W_8 = \frac{1}{\frac{(2 \cdot Q \cdot R_k)}{T_w p / (2 \cdot Q \cdot R_k) + 1}} = \frac{1 / (2 \cdot 0.138 \cdot 60)}{\frac{330}{(2 \cdot 0.138 \cdot 60)} p + 1} = \frac{0.12}{20p + 1}$$

Ортадан тепкіш сорғы үшін беріліс функциясы:

$$W_9 = \frac{Q}{(\omega_H \cdot \eta)} = \frac{0.138}{(153.938 \cdot 0.75)} = 0.0012$$

$$W_{10} = \frac{H}{(\omega_H \cdot \eta)} = \frac{180.777}{(153.938 \cdot 0.75)} = 1.56$$

Датчик және реттегіштің беріліс функциясы:

$$W_{11} = \frac{\kappa_{ДВ}}{(R_C \cdot C)p} = \frac{0.055}{(90000 \cdot 1 \cdot 10^{-6})p} = \frac{0.055}{0.09p}$$

Қысым датчигінің шығыс сигналы және арын арасындағы пропорционалдық коэффициенті:

$$\kappa_{ДВ} = \frac{U_{му}}{H} = \frac{10}{180.777} = 0.055 \text{ В / м}$$

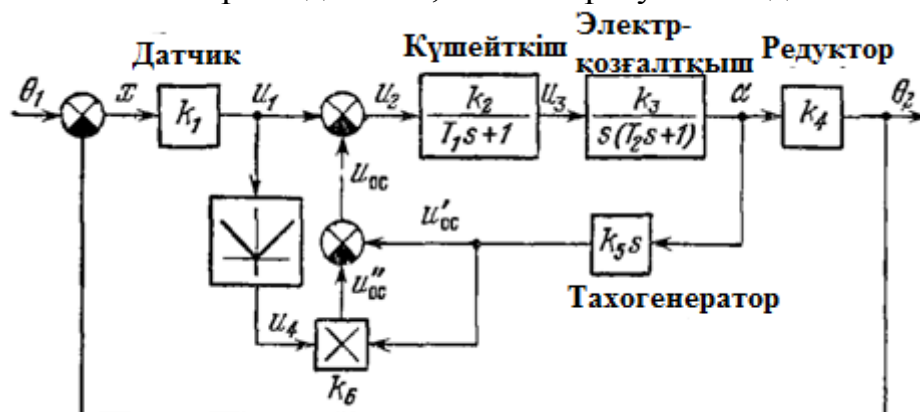
3.3 Айнымалы құрылымдық реттеуішті ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы. Жылдамдық реттеуіш ретіндегі сызықты емес түзеткіш буын

Сызықты жүйеге түзеткіш құрылғы ретінде сызықты емес түрін енгізсе, жүйе сызықты емес болады. Сонымен қатар сызықты жүйелерді, сызықты емес құрылғылар арқылы түзетуге рұқсат етіледі. Сызықты емес түзету үлкен мүмкіндікке ие, ал осының жиілікті сипаттамасы әр түрлі болады, сонымен қатар оның сипаттамаларының формасын сигнал амплитудасының шамасын өзгерту арқылы өзгертуге болады. Осы аталған

сипат жаңаланған сапа болып табылады. Ол жүйедегі басқару процесі кезінде пайда болатын қателік шаманың өздік бапталуына жол ашады.

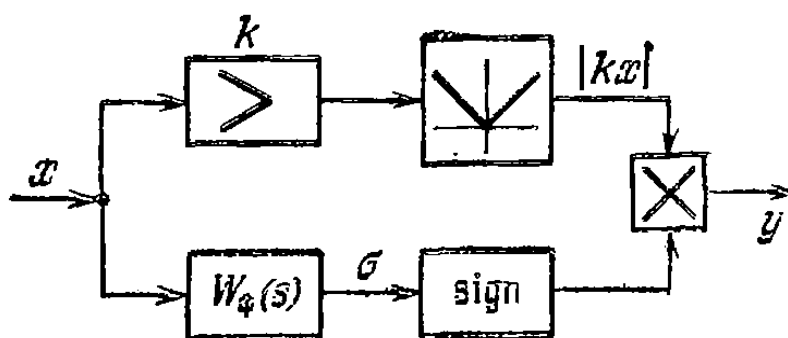
Сызықты емес түзетудің мақсаты, басқару процесінің талап етілген мүмкіндіктеріне қол жеткізу болып табылады.

Тағы айта кететін жайт, ол егер сызықты емес жүде процеске жаман әсерін тигізетін сипаттар пайдаланса, оны әлсіретуге болады.

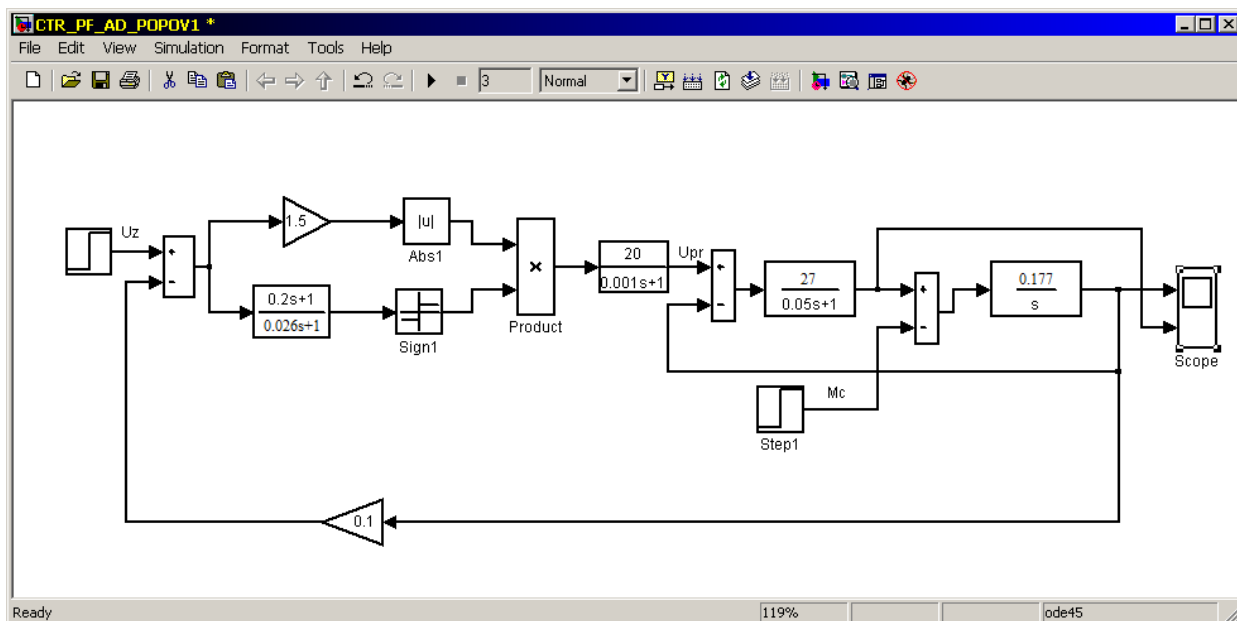


3.2 сурет - Айнымалы құрылымдық реттеуішті ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы

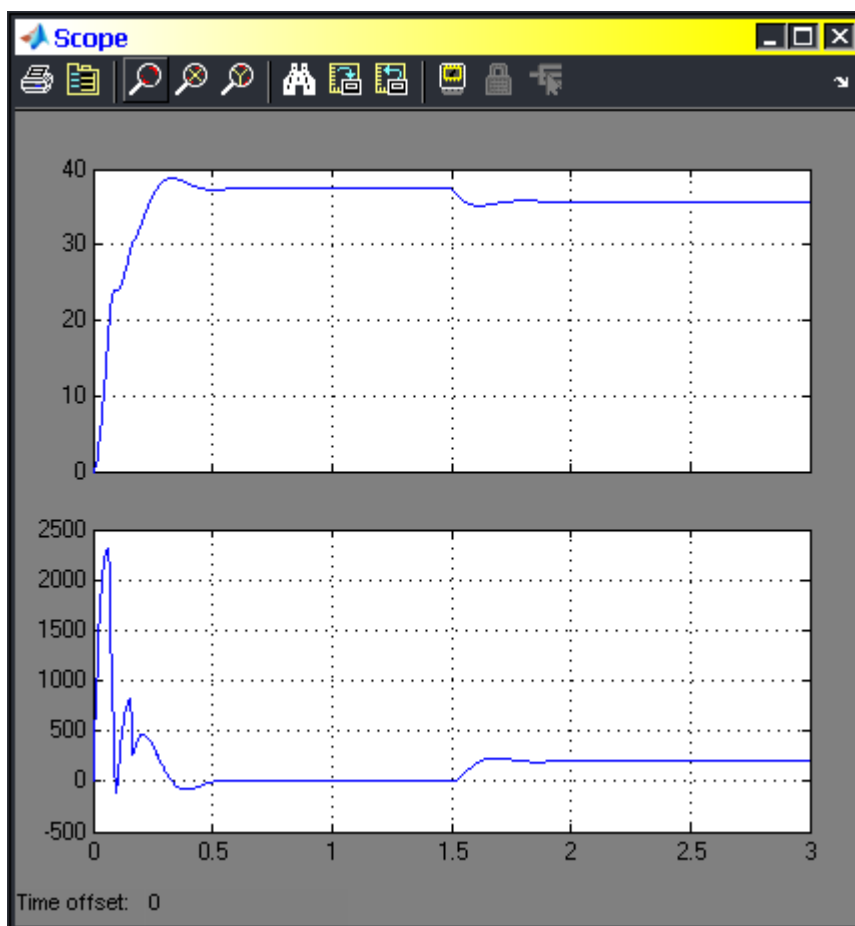
Төменде сызықты емес фазалық қуып жету сүзгісінің сұлбасы келтірілген. Ол схема арқылы амплитуданы өзгертпей фаза бойынша алға шығуын алуға болады. Ол сызықты емес құрылымға келеді, алайда сигналдар қосындыларының орнына модульдің көбейтілуі алынады $[kx]$ sign σ крісіне, бұл жердегі σ сызықты емес сүзгінің шығысы $W_\varphi(s)$, ол қуып жетуді тудырады.



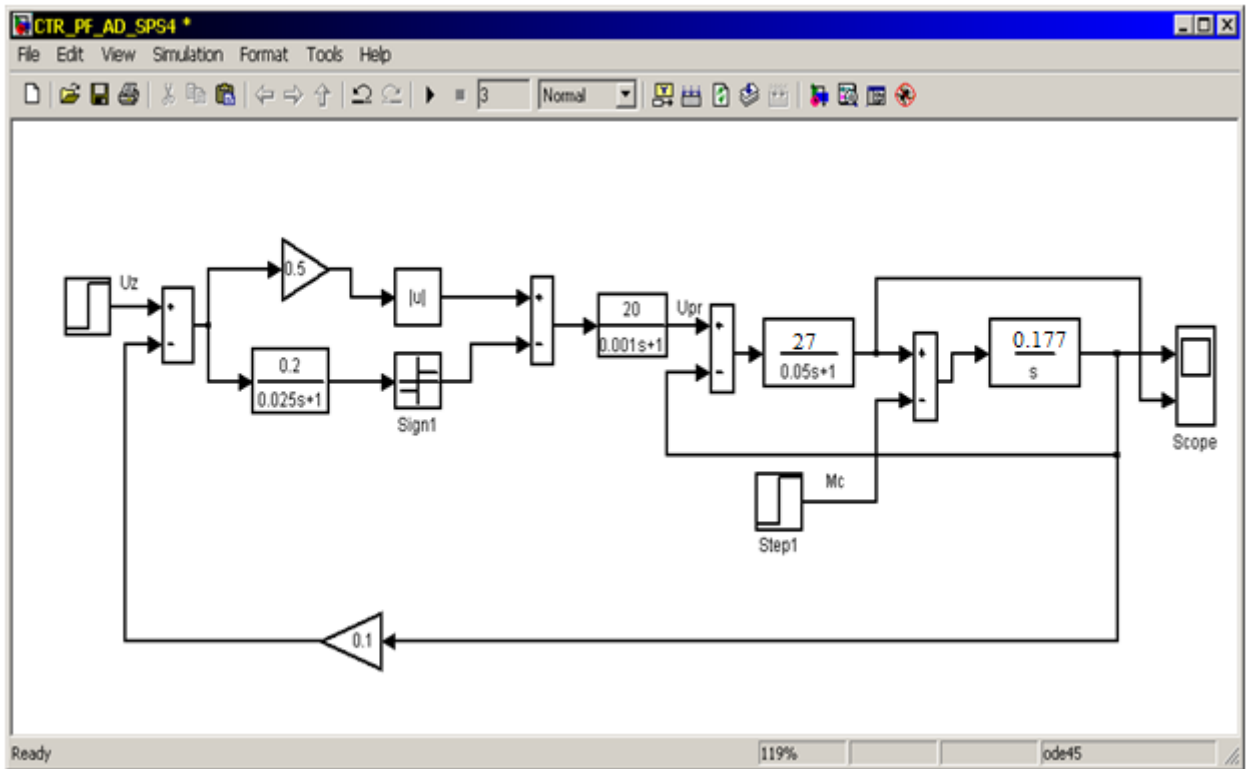
3.3 сурет – Сызықты емес фазалық қуып жету сүзгісінің сұлбасы



3.4 сурет - ЖТ – АҚ тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасы



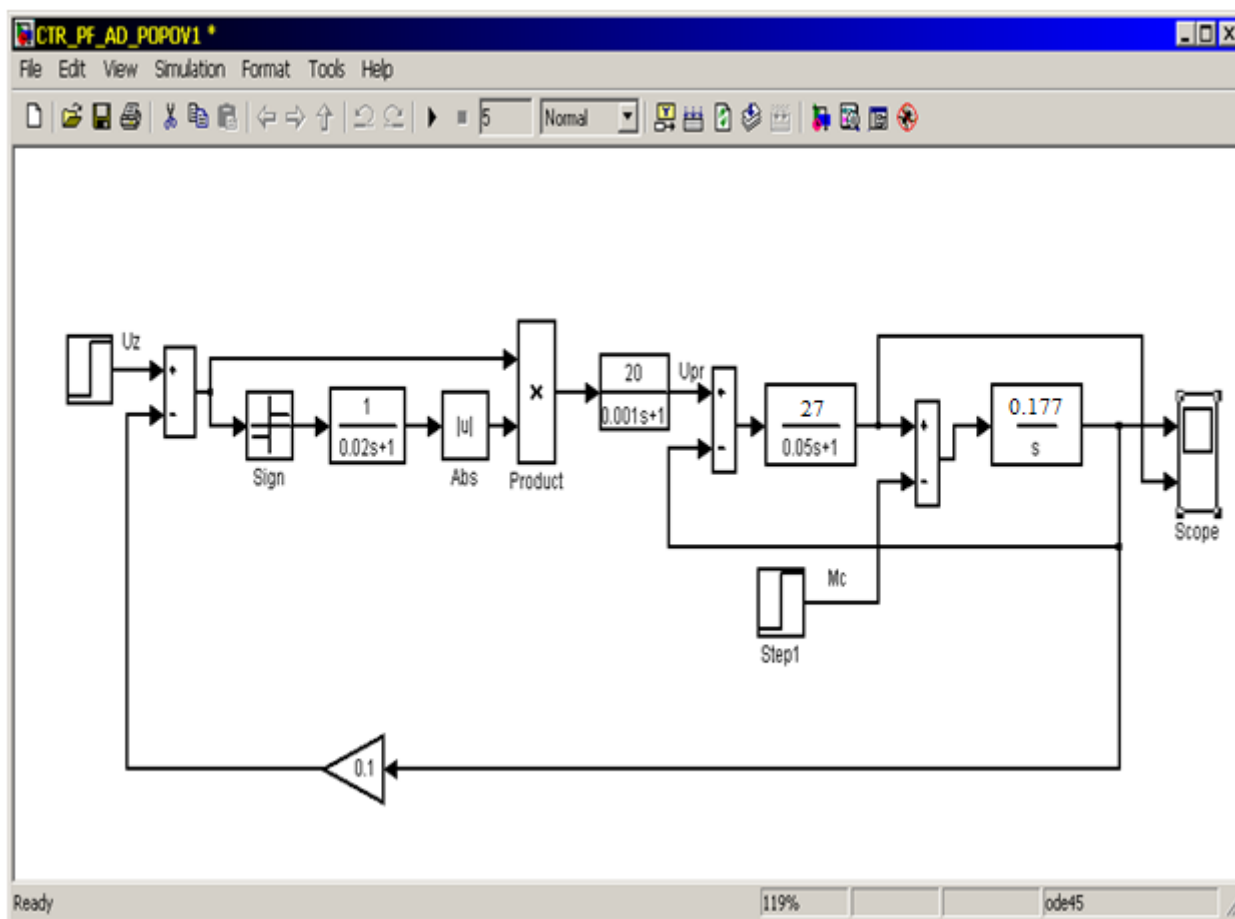
3.5 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың тұйықталған ЖТ-АҚ жүйесіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі процесстер қисықтары



3.6 сурет - ЖТ – АҚ тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасы



3.7 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың тұйықталған ЖТ-АҚ жүйесіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі процесстер қисықтары



3.8 сурет - ЖТ – АҚ тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасы

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі

4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың анализі

Еңбекті қорғау және техникалық қауіпсіздік шаралары тұрғысынан қарағанда, су өнеркәсібінде ортадан тепкіш сорғымен жұмыс жасау кезінде келесідей қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың пайда болу мүмкіндігі бар:

- 1) электрлі жарақаттарды алу мүмкіндігі;
- 2) механикалық жарақаттарды алу мүмкіндігі;
- 3) шу;
- 4) шаң-тозаң (адам денсаулығына қауіпті заттар);

4.2 Микроклимат шарттарын қамтамасыз ету

Метеорологиялық шарттарды зерттеу ылғалдылық, температура, ауа қозғалысы жылдамдығын өлшеу және жылумен сәулелену интенсивтілігін қортындылайды. Метеорологиялық шарттар қызметкерлер сияқты техника үшін де қолайлы болуы керек.

Ауа температурасы – уақытын автоматты реттеуішпен өзгертетін термометрмен немесе термографпен өлшенеді. Температура тұрақты 20-25°С-та болу керек.

Ауа ылғалдылығын термометрмен, салыстырмалы ылғалдылық психрометр және пирометр арқылы өлшенеді. Уақыт бойынша ауа ылғалдылығы ауытқуын жазу үшін, автоматты аспаптар, мысалы: гидрографтары және психрографтары қызмет жасайды. Ауа ылғалдылығы 40-60% болу керек. Ауаның қозғалу жылдамдығы 0,2 м/с аспау керек. Бұл үшін ауаны желдеттіру қолданылады, онда температуралар, ылғалдылықтар, қозғалыс жылдамдықтар және ауа тазару деңгейлер сипаттамаларының тұрақтылығымен ұйымдасқан ауа берілісі. Ауа желдеттіру қондырғысында келтірілген параметрлер автоматты түрде реттеледі.

Ауа желдеткіш жүйесі уақыт әрекеті бойынша, тәулік бойына, жыл бойына және мерзімділік әрекет қондырғыларына бөледі. Қыста қалыпты температураны ұстау үшін жылу жүйесі қолданылады. Санитарлы-гигиеналық катынастарда тиімділіктің артықшылығы сумен жылыту жүйесі болады.

Өндірістік вентиляция өндірістік зияндылықтарды кетіруге және МТБ жұмыс зонасында гигиеналық талаптарға сай болатын әуе ортасын жасауға бағытталған санитарлы техникалық құралдардың және құрылыстардың жүйесі болып табылады.

Біздің жағдайда жалпы алмасу, жергілікті және жасанды вентиляция қолданылады. Жергілікті вентиляция зиянды заттарды тікелей олардың пайда болған жерден кетіру үшін қолданылады. Жергілікті жаппалардың келесі түрлерін көрсетуге болады:

Зиянды заттар шығу көздерін паналайтын толығымен жабық футлярлар, олардан ауа сорып тасталады;

Зиянды заттар шығу көздеріне жақындатылған ашық ауа қабылдағыштары.

Вентиляция жүйесінің тиімді жұмыс істеуі үшін ауа құбырларының күйін бақылау, жеке кескіндерді толығымен қосу өте маңызды. Механикалық вентиляцияның ең жетілдірілген түрі тыс ауаның өзгеруінен және бөлімдердің жұмыс істеу режимінен тәуелсіз әуе ортасының берілген күйін автоматты түрде реттейтін кондиционерлеу жүйелері болып табылады.

4.3 Өрт қауіпсіздігі

Техникалық қызмет үшін қолданылатын сипаттардың әр түрлі бұзылуынан, элементтерінің қызуына, электрлік ұшқындармен доғаның әсерінен өрт пайда болуы мүмкін. Өрт қауіпсіздігі бойынша өндіріс В категориясына жатады.

Өрт қауіпсіздігі мақсатында қорғалған электрлік сымдарды қолдану қажет және де басқару құрылғылары қорғалған болып жасалуы керек.

Қондырғылар тұрған жерде жанатын заттардың мөлшерін мүмкіншілігінше азайтып және өртке төзімділік шаралармен қатаң қадағалап сақтау қажет.

Өрттен сақтайтын құлақтандырғыш құрылғыларды қолданып және өрт туралы хабарландыру құрылғыларын қолдану, өрт қорғанысын ұйымдастыру қажет. Өрт қауіпсіздігінде маңызды рольді ұйымдастыру шаралары алады. Оларға, яғни ұйымдастыру шаралары жұмысшылар мен қызметшілерді өрт қауіпсіздігіне үйрету қажеттігі жатады.

Өрт пайда болуының алдын алу үшін барлық жұмыскерлер өрт қауіпсіздігі ережелері мен қауіпсіздігі бойынша нұсқалармен танысу қажет. Жұмыскерлер ішінен өрт қауіпсіздігіне жауапты адам тағайындалуы қажет. Өрт пайда болып қалған жағдайда жұмыскерлерді эвакуация жоспары жасалуы тиіс. Газды, түтінді және жылу түтініндегі датчиктері бар өрт құлақтандырғыш жүйесімен жабдықталуы тиіс.

Қоршаулар мен қабырғалар өртке берікті дәрежеге ие болуы тиіс. Өртті сөндіру үшін құрылғы ұнтақ, аэрозоль және көмірқышқыл түріндегі өрт сөндіргіштермен жабдықталған. Өрт болған жағдайда ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 типті өрт сөндіргіштерін қолданған ыңғайлы, өйткені олардың көмегімен өрт сөндірушілер келгенге дейін өрт ошағын залалсыздандыруға болады.

4.4 Шулар және вибрациялар әсерінен қорғаныс шаралары

Өндірістік шу дегеніміз уақыт бойынша ретсіз өзгертін және жұмысшыларда ұнамсыз субъективті сезінулерді тудыратын әртүрлі қарқындылықтағы және жиіліктегі дыбыстардың жиынтығы. Шудың қарқындылығын октавалардың шектерінде анықтайды. Октавалар дегеніміз жиіліктің жоғарғы шектері төменгі шектерінен екі есе асатын жиіліктер диапазоны.

Шуды келесі белгілер бойынша топтастыруға болады:

1) Спектр сипаты бойынша:

а) кең жолақты шулар, ені октавадан көп үзіліс спектрі бар;
ә) тоналды шулар, спектрінде естілетін үндері бар, шудың тоналды сипаты бір жолақта деңгейдің жанындағы $1/3$ октавалы жолақтан 10 децибелден кем емес өсуі арқылы анықталады.

2) Уақыттық сипаттамалары бойынша:

а) қалыпты шулар, олардың дыбыс деңгейі 8 сағаттық жұмыс күні ішінде уақыт бойынша 5 децибелден артпайтын шамаға өзгереді;
ә) қалыпсыз, дыбыс деңгейі 8 сағаттық жұмыс күні ішінде уақыт бойынша 5 децибелден артатын шамаға өзгертін шулар.

Өндірістегі шумен күрес кешенді түрде өткізілуі тиіс, оған технологиялық, санитарлы-техникалық және оқу-профилактикалық сипаттағы шаралар кіреді.

Ауыспалы шу энергия бойынша эквивалентті дыбыс деңгейімен мөлшерленеді.

Дыбыс деңгейі – ол мына теңдіктен есептеліп шығатын шама:

$$L_A = 10 \lg P_A^2 / P_0^2, \text{ дБА}; \quad (4.1)$$

мұндағы P_A – орташа квадратты дыбысты қысымы Н/м^2 , шу жиілігінің барлық диапазонында.

Дыбыс деңгейі жиілік спектрінің анализаторы сөніп тұрған күйде, шу өлшегіштің “А” шкаласының көмегімен анықталады. Қарқынды шудың мөлшерлеу параметрі ретінде орташа геометриялық жиілікті октавалы жолақтарындағы 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц тең энергия бойынша эквивалентті дыбыс қысымының деңгейі болып табылады.

Дыбыс қысымының немесе дыбыстың эквивалентті деңгейі энергия бойынша мына формуламен анықталады:

$$L_r = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_i^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \text{ дБ}; \quad (4.2)$$

мұндағы T – деңгейлерді орташалау уақытының периоды, с;

t_i – деңгей берілген шектерде болатын, уақыт интервалы.

МЕСТ 12.1.003-06 сәйкес шу рұқсат етілген деңгейінің мөлшерлері, 4.1-кестеде келтірілген.

4.1Кесте – Дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымының деңгейіне арналған түзетулер

Сыртқы фактор	Шарттар	Түзетулер дБ немесе дБА
Шу сипаттамасы	Кең жолақты үндестілік	0
	Қарқындылығы	-5
Дыбыстың әсер ету ұзақтығы	Бір сменадағы қосындысы	0
	4-8 сағат	+6
	1-4 сағат	+12
	0,25-1 сағат	+18
	5-15 минут	+24

Негізгі шаралардың бірі – жаңа технологиялық үрдістерді жетілдіру кезінде, машиналарды және құрал-жабдықтарды жобалау және жасап шығару кезінде, яғни, шу енді пайда болған кезде, конструкцияны жақсарту жолымен сол шудың пайда болу себебін жою немесе оны елеулі түрде әлсірету.

Вибрация ең қарапайым түрі гармоникалық тербеліс болатын қозғалыстың механикалық тербелісі болып табылады.

Таралу әдісі бойынша вибрациялар қол арқылы берілетін жергілікті және отырған немесе тұрған адамның демееу беттері арқылы берілетін жалпы вибрация болып бөлінеді.

Спектр сипаты бойынша вибрациялар таржолақты және кеңжолақты болып бөлінеді. Таржолақты вибрацияның бақыланатын параметрлерінің мәндері 1/3-октавалы жиілік жолағында жанындағы 1/3-октавалы жолақтардың мәндерінен 15 децибелге асады. Кеңжолақты вибрациялар бұл талапқа сәйкес келмейді.

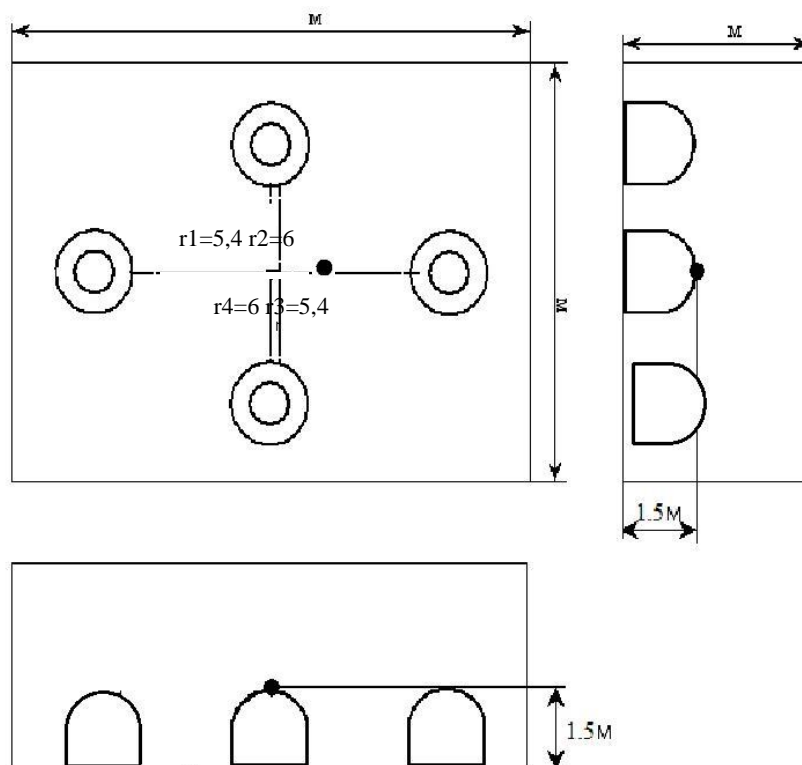
Жиіліктік құрамы бойынша төмен жиілікті, орта жиілікті және жоғары жиілікті вибрацияларға бөлінеді.

Шу және вибрациямен күресу үшін объектілерді салған кезде панельдерде, сылақта, блоктарда іркілдек масса түріндегі дыбыс жұтушы материалдар қолданылады, жобалау және пайдаланымы кезінде шудың себепкөздерін жою немесе әлсірету, шуды оқшаулау немесе дыбысты жұту керек. Оның үстіне, шу көздерін рационалды орналастырып, шу бәсеңдеткіштерін ұйымдастыру, шуды экрандау қажет.

Шусыз және аз шулы станоктарын, электр қозғалтқыштарын, насос дөңгелектерін және басқа механизмдерін құрудың, технологиялық соқпалы үрдістерді соқпасызға ауыстырудың шу және дірілмен күресте зор маңызы бар. Құрғақ материалдардың ағысы кезінде шуды жою үшін тұтқыр майлайтын материалдар қолданылады. Шуды басудың негізгі әдістерінің бірі шуды сіңіру болып табылады. Шу сіңіруші материалдар ретінде қасаң, резеңке, киіз, жүн, мақта, асбест, линолеум, синтетикалық шайырлардан жасалған әртүрлі көпқабатты материалдар, бетон және т. б. өз қолдануын тапты.

4.4.1 Өндірістік шудан қорғаныс

Сорғы станциясында көлемі 850 м^3 4 ортадан тепкіш сорғы бар. Есептеу нүктесі сорғылардың арасында, бөлменің ортасында, жерден 1,5м биіктікте орналасқан. Акустикалық орталардан есептеу нүктесіне дейінгі қашықтық $r_1 = r_3 = 5,4 \text{ м}$; $r_2 = r_4 = 6 \text{ м}$. Қарастырылып отырған көздерден максималды өлшем $l_{\text{max}} = 1,5 \text{ м}$ аспайды.



4.1 Сурет - Шу көздерінің және есептеу нүктесінің бөлмедегі орналасу схемасы

Есептеу бөлімі

Бірнеше тура және шағылысқан дыбыс шуыл көзінің орналасқан бөлмеде дыбыстық қысымның L октавалық деңгейлерін дБ-да келесі формуламен анықтау керек:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta i \cdot \chi_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta i \right); \quad (4.3)$$

$$\Delta i = 10^{0,1 \cdot L_{pi}}$$

Мұндағы, L_{pi} – i -ші нүкте үшін дыбыс қысымының октавалық деңгейі;
 m – нүктеге жақын орналасқан шу көзінің саны (ол үшін $r_i < 5 r_{imin}$ орындалу керек);

n – шу көзінің толық саны;

B – бөлме тұрақтысы, m^2 .

Біздің жағдайда есептеу нүктесінен акустикалық ортаға және оған жақын көзге дейінгі минималды ара қашықтық $r_{min} = 5,4 \text{ м}$, $5 \cdot r_{min} = 27$

m .

$r_i < 5 r_{imin} = 27$ болғанда, есептеу нүктесіне жақын орналасқан шу көздерінің жалпы саны 4-ке тең болады ($m=4$), демек r_1, r_2, r_3 және r_4 ара

қатынасындағы барлық шуыл көздері ескеріледі.

χ - жақын орналасқан акустикалық өрістің әсерін ескеретін коэффициент, r_i / l_{max} қатынасының тәуелділігіне байланысты;

l_{max} – шу көздерінің барынша үлкен өлшемі.

$$r_i / l_{max} = 5,4/1,5 = 3,6 \Rightarrow \text{демек } \chi = 1;$$

Φ – шу көзінің бағытының факторы, $\Phi = 1$;

S – елестетіп отырған беттің дұрыс геометриялық формасының ауданы. Барлық көздер үшін $2 \cdot l_{max} < r$; $2 \cdot 1,5 \text{ м} < 5 \text{ м}$ шарты орындалады

Сондықтан $S_i = 2\pi r_i^2$ формуласын қолданамыз.

Ψ – дыбыстық өрісіндегі диффузияны жоюда есептейтін коэффициент, оны тәжірибе жүзінде немесе график бойынша анықталады;

$$\Psi = 0,48;$$

$B/S_{огр} = 1,5$ тең болғанда графикпен анықтаймыз;

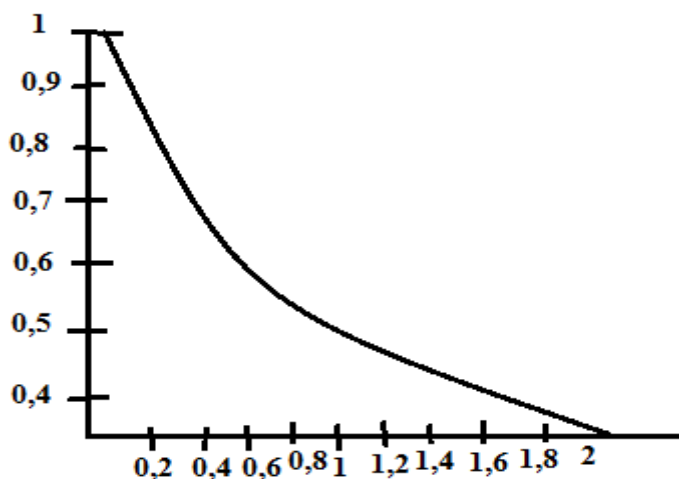
B – бөлме тұрақтысы.

$$B = B_{1000} \cdot \mu; \quad (4.4)$$

мұндағы B_{1000} – 1000 Гц ортагеометриялық жиіліктегі бөлменің түрі мен көлеміне байланысты бөлме тұрақтысы, м^2

μ - жиіліктік көбейткіш

ψ мәнін $B/S_{огр}$ байланысты келесі графиктен анықтаймыз



3 сурет - ψ коэффициентін анықтайтын график

Сорғы станциясы адам аз болатын бөлмелер қатарына кіреді. Осыған байланысты V_{1000} анықтаймыз:

$$V_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{850}{20} = 42,5\text{м}^2; \quad (4.5)$$

Жиілікті көбейткіш мәні μ бөлме көлемі үшін $V=850\text{м}^3$ 4.2 кестесінен алынады.

125Гц үшін μ жиілікті көбейткіш мәні 0,62-ге тең.

Кесте [1] бойынша есептік нүктелердегі дыбыстық қысымның нормативті деңгейлерін қабылдап, ΔL_{TR} шуылды қажетті төмендетуді анықтаймыз:

Жұмыс орны – өндірістік бөлмелер мен кәсіпорын территориясындағы тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс зоналары:

$$\Delta L_{TR} = L_{\text{общ}} - L_{\text{доп}}, \text{дБ}; \quad (4.6)$$

мұндағы, $L_{\text{общ}}$ – барлық шуыл көздерінен есептік нүктелеріндегі дыбыстық қысымның октавалық деңгейі, дБ.

Сорғы арқылы болатын дыбыстық қысымның деңгейлері

Октавалық жолдардағы ортагеометриялық жиілік 125 Гц үшін $L_p = 69\text{дБ}$

Дыбыстық қысымның шекті деңгейлері

Октавалық жолдардағы ортагеометриялық жиілік 125 Гц үшін $L_{\text{доп}} = 92\text{дБ}$

4.4.2 125 Гц жиілікті есептеу үлгісі.

4.3кестесі бойынша ортадан тепкіш сорғы үшін мәндер аламыз. 125 Гц жиілік үшін $L_{p1} = 69$ дБ.

125 Гц үшін:

$$\Delta_1 = 10^{0,1 \cdot 69} = 10^{6,9}. \quad (4.7)$$

Сорғылық станцияның ауданы:

$$S_i = 2\pi r_i^2; \quad (4.8)$$

$$S_1 = S_3 = 2 \cdot 3,14 \cdot 5,4^2 = 183,22\text{м}^2;$$

$$S_2 = S_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 6^2 = 226,08\text{м}^2;$$

$$\sum_{i=1}^4 \frac{\Delta_i}{S_i} = \frac{10^{6,9}}{183,22} \cdot 2 + \frac{10^{6,9}}{226,08} \cdot 2 = 15,7 \cdot 10^4. \quad (4.9)$$

Бөлме тұрақтысы:

$$B_{125} = B_{1000} \cdot \mu_{125}.$$

μ коэффициентінің мәнін 4.2 кестеден аламыз, $V=850$ аудан 125 Гц жиілік үшін $\mu = 0,62$

Сонда

$$B_{125} = 42,5 \cdot 0,62 = 26,35;$$

$$\frac{4\psi}{B_{125}} \cdot \sum_{i=1}^4 \Delta_i = \frac{4 \cdot 0,48}{26,35} \cdot 4 \cdot 10^{6,9} = 2,32 \cdot 10^6;$$

$$\sum_{i=1}^4 \frac{\Delta_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B_{125}} \cdot \sum_{i=1}^4 \Delta_i = 15,7 \cdot 10^4 \cdot 2,32 \cdot 10^6 = 2,48 \cdot 10^6.$$

Дыбыстық қуаттың күтілетін октавалық деңгейі

$$L_{OЖ} = 10Lg(2,48 \cdot 10^6) \approx 63,95, \text{ дБ.}$$

4.4 кестесінен 125 Гц жиілік үшін мән аламыз $L_{қос} = 92 \text{ дБ}$

Дыбыстық қуаттың октавалық деңгейінің талап етілетін төмендетілуі

$$\Delta L_{тр} = L_{OЖ} - L_{қос} = 63,95 - 92 \approx -28,05 \text{ дБ.}$$

Жасалған есептеулер нәтижесінде мен сорғылық станцияда орналасқан 4 ортадан тепкіш сорғының күтілетін дыбыстық қысым деңгейін есептедім.

Бұл жағдайда есептеулер нәтижесі көрсеткендей шу деңгейі шекті мәнінен әлдеқайда төмен, осыған байланысты шу деңгейін төмендететін қосыша іс-шаралар қажет емес.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Бизнес-жоспардың мақсаттары

Ұсынылып отырған бизнес-жоспардың негізгі мақсаты су айдау станциясының төрт сорғысының жетегі үшін мүмкін болатын екі нұсқаны: вентильді каскад және айналу жиілігі бойынша басқарылатын асинхронды қозғалтқышты салыстыру болып табылады. Осы шараны жүргізу нәтижесінде компания құбырлардың жеке бөліктерін жетілдіруге, ескірген аймақтарын ауыстыруға және басқа магистральда түрлендіргіштерді орнатуға кететін қаражаттарын үнемдейді. Энергияны тұтыну төмендеп қана қоймай, сорғы агрегатының өнімділікті реттеу режиміндегі жұмысында

басқарылатын электржетегін қолдану агрегаттың қажетті арын және берісі үшін оңтайлы жиілікпен айналуын қамтамасыз етеді. Станцияның өнімділігін басқару жүйесін бүкіл магистральды басқару жүйесіне қосуға мүмкіндік туады. Реттелетін электржетегін қолдану ілмектік реттегіш аппаратураның және жетек пен сорғының кинематикалық бөліктерінің тозуын азайтады, өйткені жұмыс уақытының елеулі бөлігін төмендетілген айналу жиілігі жұмысымен өткізеді. Өтпелі режимдерде арынды жатық өзгерту мүмкіндігі және берілген интенсивтілікпен құбырлардағы апат қаупін төмендету.

Қазіргі уақытта:

- екі жақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқыш электржетегі жүйесінің математикалық моделі өңделген, жүйедегі үрдістерді көрсететін және минималды шығындар көлемімен оңтайлы жұмыс режимін қамтамасыз ететін сорғы;

- сорғы асинхронды қозғалтқышының энергия үнемдеу жұмыс режиміндегі шығыс параметрлерін өзгертудің негізгі қатынастары анықталған;

- сорғының асинхронды қозғалтқышын оның қондыру өлшемдерін өзгертпей кейбір ішкі архитектураларын өзгерту арқылы жасаудың мәселесі қойылған және шешілген.

Нәтижесінде компанияның ұтатыны:

- 1) тасымалданатын су көлемінің өсуі;
- 2) жаңа сорғы мен электржетек орнатудан жаңа орындардың көбеюі нәтижесінде халықтың жұмыс бастылығының артуы;
- 3) отандық өндірушінің техникалық және өндірістік потенциалының қатаюы.

5.2 Жобаны енгізудің негіздемесі

Сорғы станциясының жұмыс режимін электржетектің айналу жиілігін өзгерту арқылы реттеу белгілі әдістердің ішіндегі ең алға басатын тәсілі. Бұндай реттеу кезінде құбырдағы ысырма толығымен ашық болады. Демек, қосымша гидравликалық кедергі мен оған кететін шығындар болмайды. Нәтижесінде сорғының бар гидравликалық қуаты сұйықтықты құбыр бойымен жылжытуға кетеді.

Жиіліктік реттеу кезінде қозғалтқыш сипаттамасының жүктеме сипаттамасына сәйкестігін қамтамасыз ететін жиілік, кернеу және момент арасындағы белгілі арақатынастар ұсталып тұруы керек. Сонымен қатар оңтайлы басқару минималды шығындарды қамтамасыз етуі қажет.

Энергияны үнемдеу жағынан сорғы станциясының оңтайлы жұмысы мәселесін шешу сорғының энергия үнемдейтін асинхронды қозғалтқышын жасауды қамтиды, яғни сорғы станциясының жұмыс режимдерінде минималды шығынды қамтамасыз ететін және нақты бағасы минималданған қозғалтқыш.

Жүйелердің артықшылықтары мен оларды орнатудың мақсатқа лайықтылығын қарастырайық. Ары қарай вентильді каскад жүйесін базалық нұсқа, жиіліктік реттелетін ал екі жақты қоректендірілетін асинхронды қозғалтқыш жүйесін – жана деп атаймыз.

Базалық нұсқа артықшылықтары: барлық сипаттамаларында ұзақ жылдар бойы өзін қолдануға жарамдылығын ұсынған, қызмет көрсетуші персоналдың тәжірибесі мол.

Кемшіліктері – қуаттың үлкен шығындары, ал бұл энергияны үнемдеудің төмендеуіне әкеп соқтырады.

Жаңа жүйенің артықшылықтары: вентильді каскадты екіжақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқышпен алмастыру эксплуатациялық шығындарды азайтады, үнемді, себебі жетекті айналу жиілігі бойынша реттеу мәселесі шешілген.

Су айдау станциясының жетілдірілуі елеулі ақшалай қаражатты қажет етеді. Электр машинасының нақты бағасы бір жолғы шығындар (өндірістік материалдар бағасы) және қолданыс уақытына созылған электр энергиясы шығындарынан тұрады.

5.3 Келтірілген шығындарды анықтау

Жоғарыда айтылып өткендей, бизнес-жоспардың негізгі мақсаты магистральды су айдау станциясы үшін, құбырдағы су ағынының үнемді және дәл реттеу қажеттілігіне байланысты қозғалтқыш таңдау.

Тиімдірек болатын нұсқаны таңдау үшін келтірілген шығындар әдісін қолданамыз

5.3.1 Жобалық нұсқа үшін келтірілген шығындарды анықтау

Жобалық нұсқаның капиталдық шығындарын анықтаймыз.

Екі жақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқыштың ілеспелі капиталдық шығындары ірілендірілген нормалар және көрсеткіштер бойынша қосынды ретінде анықталады:

$$K_{\Sigma 1} = K_{K1} + K_{жс\delta 1} + K_{кмш 1}; \quad (5.1)$$

мұндағы:

K_{K1} – фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш бағасы;

$K_{жс\delta 1}$ – қосымша жабдық бағасы;

$K_{кмш 1}$ – құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны.

5.1 Кесте – Жабдықтар бағасы

Жабдық атауы	Бір данасының бағасы, теңге
ВТ-415/200М жиілік түрлендіргіші бар басқару шкафы	1,31 млн.
Асинхронды қозғалтқыш	3,275 млн.
Түрлендіргіштер, реттегіштер, датчиктер	65 500
Барлығы	4,65 млн.

Негізгі жабдық бағасы:

$$K_{жс\delta 1} = K_{ш1} + K_{т1}; \quad (5.2)$$

мұндағы:

$K_{ш1}$ – ВТ-415/200М басқару шкафының бағасы;

$K_{т1}$ – түрлендіргіштер, реттегіштер, датчиктер бағасы.

$$K_{об1} = 1,31 \text{ млн.} + 65500 = 1,376 \text{ млн. тг.}$$

Құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны:

$$K_{сmp1} = I_{аж} + I_{mat1} + I_{м1}; \quad (5.3)$$

мұндағы:

$I_{аж}$ – жалақы шығыны;

I_{mat1} – материалдарға кеткен шығын;

$I_{м1}$ – монтаждау шығыны.

Жалақы шығындарын есептеу үшін жұмыс бригадасының құрамын анықтап аламыз.

5.2 Кесте– Жұмыс бригадасының құрамы

Қызметі	Адам саны	Жалақысы	Жалпы жалақысы
Инженер	1	135 000	135 000
Электр монтері	2	108 000	216 000
Механик	2	96 000	192 000
Реле монтері	2	120 000	240 000
Жетекшік	2	96 000	192 000
Барлық сома	9		0,975 млн.

Жалақы шығыны:

$$I_{\text{аж}} = M \cdot 3; \quad (5.4)$$

мұндағы:

3 – жұмыс бригадасының бір айлық жалақысы - **0.975 млн. тг.**;

M – жұмысқа қажетті ай саны - 2 ай.

$$3 = 2 \cdot 0,975 \text{млн.} = 1,95 \text{ млн. тг.}$$

Әлеуметтік салықты ескергендегі жалақы шығыны:

$$I_{\text{аж}} = 1,315 \cdot 1,95 \text{ млн.} = 2,564 \text{ млн. тг.},$$

мұндағы 1,315 – әлеуметтік салық төлеуді ескеретін коэффициент.

Материалдарға кететін шығын, олар жабдық бағасының 10% құрайды:

$$I_{\text{мат1}} = 10\% \cdot K_{\text{к}} = 0,1 \cdot 4,65 \text{млн.} = 0,465 \text{ млн. тг.}$$

Жабдық бағасының 7 % тұратын монтаждау шығындары:

$$I_{\text{м1}} = 7\% \cdot K_{\text{к}} = 0,07 \cdot 4,65 \text{млн.} = 0,326 \text{ млн. тг.}$$

Құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны:

$$K_{\text{кми}}^1 = 2,564 \text{ млн.} + 0,465 \text{ млн.} + 0,326 \text{ млн.} = 3,355 \text{ млн. тг.}$$

Жобаның жалпы капиталдық шығыны

$$K_{\Sigma 1} = 4,65 \text{ млн.} + 1,376 \text{ млн.} + 3,355 \text{ млн.} = 9,381 \text{ млн. тг.}$$

Төрт қозғалтқыш үшін жалпы капиталдық шығын:

$$K_{\Sigma 1 \times 5} = 9,381 \text{ млн.} \cdot 4 = 37,524 \text{ млн. тг.}$$

Жобалық нұсқаның жылдық ағымдағы шығындарын анықтаймыз.

И – жылдық ағымдағы шығындар:

$$И = I_{\text{аж}} + I_{\text{жш}} + I_{\text{э1}} + I_{\text{а1}}; \quad (5.5)$$

мұндағы:

$I_{\text{аж}}$ – эксплуатациялық персоналдың жалақысының шығындары;

$I_{\text{ажш}}$ – ағымдағы жөндеу шығындары;

$I_{\text{э}}$ – электр энергиясына шығындар;

$I_{\text{а}}$ – амортизациялық аударылымдар шығыны.

Жөндеу қызметін көрсететін персоналдың жалақысы жұмыс көлемімен анықталады. Еңбекақы мөлшері 0,5 болатын бір жұмысшының жалақысы:

$$Z_{\text{аж}} = 0,5 \cdot 75000 = 37500 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салықты ескергенде:

$$I_{\text{аж}} = Z_{\text{аж}} \cdot 1,315 = 37500 \cdot 1,315 = 49313 \text{ тг.}$$

Ағымдағы жөндеу шығындары негізгі жабдықтың бағасының 20% құрайтын жинақ бұйымдарының шығындарынан тұрады:

$$I_{\text{тр1}} = 20\% \cdot K_{\text{д1}} = 0,20 \cdot 4,65 \text{ млн.} = 0,93 \text{ млн. тг.}$$

Жобалық нұсқаның энергия шығындарын анықтаймыз. Тұтынатын толық қуат:

$$P_{\text{пм1}} = 1,05 \cdot P_{\text{к1}}; \quad (5.6)$$

мұндағы $P_{\text{к}}$ – қозғалтқыш қуаты.

$$P_{\text{пм1}} = 1,05 \cdot P_{\text{к1}} = 1,05 \cdot 200 = 210 \text{ кВт.}$$

Жетектегі энергия шығыны (η – қозғалтқыш ПӘК-і):

$$\Delta P_{п1} = P_{пм1}(1-\eta) = 210 \cdot (1-0,93) = 14,7 \text{ кВт}\cdot\text{сағ.}$$

Жылдық энергия тұтынуы:

$$\Delta P_{\text{эЖыл}\Sigma} = P_{пм1} \cdot n \cdot T_{\text{max}}; \quad (5.7)$$

мұндағы:

$T_{\text{max}} = 7200$ – жылдық жұмыс уақыты;

$n = 4$ – қозғалтқыштар саны.

$$\Delta P_{пэ1} = P_{пм1} \cdot 4 \cdot T_{\text{max}} = 210 \cdot 4 \cdot 7200 = 6,048 \text{ млн. кВт}\cdot\text{сағ.}$$

4 қозғалтқыштағы энергия шығыны:

$$\Delta P_{1\Sigma} = \Delta P_{э1} \cdot 4 = 14,7 \cdot 4 = 58,8 \text{ кВт}\cdot\text{сағ.}$$

Жылдық энергия шығыны:

$$\Delta \mathcal{E}_1 = T_{\text{max}} \cdot \Delta P_{1\Sigma} = 7200 \cdot 58,8 = 0,42 \text{ млн. кВт}\cdot\text{сағ.}$$

Шығынның ақшалай мәні:

$$I_{э1} = t \cdot (\Delta P_{э1} + \Delta \mathcal{E}_1); \quad (5.8)$$

мұнда $t = 17,96$ тг/(кВт·сағ) – электр энергиясы тарифі.

$$I_{э1} = t \cdot (\Delta P_{э1} + \Delta \mathcal{E}_1) = 17,96 \cdot (6,048 + 0,42) = 116,17 \text{ млн. тг.}$$

Амортизациялық аударылымдарды анықтаймыз:

$$I_{a1} = 8\% \cdot K_{д1} = 0,08 \cdot 4,65 \text{ млн.} = 0,37 \text{ млн. тг.}$$

мұндағы 8% - бір жылдағы амортизациялық аударылым үлесі.

Жылдық ағымдағы шығындар:

$$I_1 = 49313 + 116,17 \text{ млн.} + 0,93 \text{ млн.} + 0,37 \text{ млн.} = 117,52 \text{ млн. тг.}$$

5.3.2 Базалық нұсқа үшін келтірілген шығындарды анықтау

Базалық нұсқа үшін капиталдық шығындарды анықтаймыз

Вентильді каскадтың ілеспелі капиталдық шығындары ірілендірілген нормалар және көрсеткіштер бойынша қосынды ретінде анықталады:

$$K_{\Sigma 2} = K_{\kappa 2} + K_{\text{жс}\delta 2} + K_{\text{кмш} 2}; \quad (5.9)$$

мұндағы:

$K_{\kappa 2}$ – фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш бағасы;

$K_{\text{жс}\delta 2}$ – қосымша жабдық бағасы;

$K_{\text{кмш} 2}$ – құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны.

5.3 Кесте – Жабдықтар бағасы

Жабдық атауы	Бір данасының бағасы, теңге
ВТЕ-315/115Т басқару шкафының бағасы	0,131млн.
Роторы қысқа тұйықталған вентильді каскад	3,275млн.
Түрлендіргіштер, реттегіштер, датчиктер	19650
Барлығы	3,426 млн.

Негізгі жабдық бағасы:

$$K_{\text{жс}\delta 2} = K_{\text{ш}2} + K_{\text{т}2}; \quad (5.10)$$

мұндағы:

$K_{\text{ш}2}$ – ВТЕ-315/115Т басқару шкафының бағасы;

$K_{\text{т}2}$ – түрлендіргіштер, реттегіштер, датчиктер бағасы.

$$K_{\text{жс}\delta 2} = 0,131 \text{ млн.} + 19650 = 0,151 \text{ млн. тг.}$$

Құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны:

$$K_{\text{кмш}} = I_{\text{аж}} + I_{\text{мат}2} + I_{\text{м}2}; \quad (5.11)$$

мұндағы:

$I_{\text{аж}}$ – жалақы шығыны;

$I_{\text{мат}2}$ – материалдарға кеткен шығын;

$I_{\text{м}2}$ – монтаждау шығыны.

Жалақы шығындарын есептеу үшін жұмыс бригадасының құрамын анықтап аламыз.

5.4 Кесте – Жұмыс бригадасының құрамы

Қызметі	Адам саны	Жалақысы	Жалпы жалақысы
Инженер	1	135 000	135 000
Электр монтері	2	108 000	216 000
Механик	2	96 000	192 000
Реле монтері	2	120 000	240 000
Жетекшік	2	96 000	192 000
Барлық сома	9		0,975 млн.

Жалақы шығыны:

$$I_{зп} = M \cdot 3; \quad (5.12)$$

мұндағы:

3 – жұмыс бригадасының бір айлық жалақысы - **0.975 млн. тг.**;

M – жұмысқа қажетті ай саны - 2 ай.

$$3 = 2 \cdot 0,975 \text{млн.} = 1,95 \text{ млн. тг.}$$

Әлеуметтік салықты ескергендегі жалақы шығыны:

$$I_{аж} = 1,315 \cdot 1,95 \text{ млн.} = 2,564 \text{ млн. тг.},$$

мұндағы 1,315 – әлеуметтік салық төлеуді ескеретін коэффициент.

Материалдарға кететін шығын, олар жабдық бағасының 10% құрайды:

$$I_{\text{мат}2} = 10\% \cdot K_{\text{д}} = 0,1 \cdot 3,426 \text{млн.} = 0,342 \text{млн. тг.}$$

Жабдық бағасының 7 % тұратын монтаждау шығындары:

$$I_{\text{М}2} = 7\% \cdot K_{21} = 0,07 \cdot 3425650 = 239795,5 \text{ тг.}$$

Құрылыс-монтаж жұмыстарының шығыны:

$$K^2_{\text{кмп}} = 2564000 + 342565 + 239795,5 = 3,146 \text{млн тг.}$$

Жалпы капиталдық шығыны:

$$K_{\Sigma 2} = 3146358 + 150650 + 1438425 = 4,735 \text{млн тг.}$$

Төрт қозғалтқыш үшін жалпы капиталдық шығын:

$$K_{\Sigma \cdot 5} = 4735433 \cdot 4 = 18,941 \text{ млн тг.}$$

Базалық нұсқаның жылдық ағымдағы шығындарын анықтаймыз.

И – жылдық ағымдағы шығындар:

$$И = И_{аж} + И_{1р1} + И_{э1} + И_{а1}; \quad (5.13)$$

мұндағы:

$И_{аж}$ – эксплуатациялық персоналдың жалақысының шығындары;

$И_{ажш}$ – ағымдағы жөндеу шығындары;

$И_э$ – электр энергиясына шығындар;

$И_а$ – амортизациялық аударылымдар шығыны.

Жөндеу қызметін көрсететін персоналдың жалақысы жұмыс көлемімен анықталады. Еңбекақы мөлшері 0,5 болатын бір жұмысшының жалақысы:

$$З_{аж} = 0,5 \cdot 75000 = 37500 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салықты ескергенде:

$$И_{аж} = З_{аж} \cdot 1,315 = 37500 \cdot 1,315 = 49313 \text{ тг.}$$

Ағымдағы жөндеу шығындары негізгі жабдықтың бағасының 20% құрайтын жинақ бұйымдарының шығындарынан тұрады:

$$И_{тр2} = 20\% \cdot K_{\Sigma 2} = 0,20 \cdot 3425650 = 685130 \text{ тг.}$$

Базалық нұсқаның энергия шығындарын анықтаймыз. Тұтынатын толық қуат:

$$P_{пм2} = 1,05 \cdot P_{к1}; \quad (5.14)$$

мұндағы $P_д$ – қозғалтқыш қуаты.

$$P_{пм2} = 1,05 \cdot P_{к2} = 1,05 \cdot 200 = 210 \text{ кВт}$$

Жетектегі энергия шығыны (η – қозғалтқыш ПӘК-і):

$$\Delta P_{п2} = P_{пм2}(1-\eta) = 210 \cdot (1-0,9) = 21 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}$$

Жылдық энергия тұтынуы:

$$\Delta P_{\text{э}} \text{ жыл} \Sigma = P_{пм2} \cdot n \cdot T_{\text{max}}; \quad (5.15)$$

мұндағы:

$T_{\text{max}} = 7200$ – жылдық жұмыс уақыты;

$n = 4$ – қозғалтқыштар саны.

$$\Delta P_{п_{э2}} = P_{пм2} \cdot 4 \cdot T_{\text{max}} = 210 \cdot 4 \cdot 7200 = 6,048 \text{ млн. кВт}\cdot\text{сағ.}$$

4 қозғалтқыштағы энергия шығыны:

$$\Delta P_{2\Sigma} = \Delta P_{п_{э2}} \cdot 5 = 21 \cdot 4 = 84 \text{ кВт}\cdot\text{сағ.}$$

Жылдық энергия шығыны:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = T_{\text{max}} \cdot \Delta P_{2\Sigma} = 7200 \cdot 84 = 0,605 \text{ млн. кВт}\cdot\text{сағ.}$$

Шығынның ақшалай мәні:

$$I_{э2} = t \cdot (\Delta P_{п_{э2}} + \Delta \mathcal{E}_2); \quad (5.15)$$

мұнда $t = 17,96$ тг/(кВт·сағ) – электр энергиясы тарифі.

$$I_{э2} = t \cdot (\Delta P_{п_{э2}} + \Delta \mathcal{E}_2) = 17,96 \cdot (6,048 + 0,605) = 119,5 \text{ млн. тг.}$$

Амортизациялық аударылымдарды анықтаймыз.

$$I_{a2} = 8\% \cdot K_{к2} = 0,08 \cdot 3425650 = 274052 \text{ тг};$$

мұндағы 8% - бір жылдағы амортизациялық аударылым үлесі.

Жылдық ағымдағы шығындар:

$$I_2 = 49313 + 119,5 \text{ млн.} + 0,69 \text{ млн.} + 0,27 \text{ млн.} = 119,51 \text{ млн. тг.}$$

Алынған нәтижелерді салыстырамыз:

- жобалық нұсқа: $K_1 = 37,5$ млн. тг., $I_1 = 117,52$ млн. тг.;

- базалық нұсқа: $K_2 = 18,94$ млн. тг., $I_2 = 119,51$ млн. тг.

Салыстырудан көріп тұрғанымыздай жобаланған нұсқа материалдық тұрғыдан базалыққа қарағанда екі есе қымбат болып тұр, демек оған құйылатын капитал көп. Бірақ жобаланған нұсқаның жылдық ағымдағы және энергия шығыны базалықтан әлдеқайда азырақ. Осы факторды ескерсек кейінгі қолданыс кезінде жобаланған нұсқа біраз қаражатты үнемдеуге әсер етеді. Демек ұсынылған бизнес-жоспар экономикалық тиімділік жағынан дұрыс жобаланған.

Қорытынды

Дипломдық жұмыста ортадан тепкіш сорғының құрылымы мен жұмыс істеу принципі қарастырылды. Сорғы жұмысының ерекшеліктерін ескере отырып, екі жақтан қоректендірілетін асинхронды қозғалтқышты электржетек таңдалды және электржетекті басқару жүйелері көрсетілді. ЦНС 500/480 маркалы сорғысына 4АН 355 М4У типті қозғалтқыш таңдалды. ЖТ-АҚ тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасын MATLAB бағдарламасына сызу арқылы асинхронды қозғалтқыштың тұйықталған ЖТ-АҚ жүйесіндегі момент пен жылдамдықтағы өтпелі процесстер қисықтарын тұрғыздым. Сонымен қатар сорғылардың жалғану типтерінің екі нұсқасын қарастырдым.

Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімінде су айдау саласындағы зиянды және қауіпті факторлар анализі жасалды. Техникалық персонал үшін қажетті микроклимат жағдайларына тоқтала өттім. Бөлмедегі ауа температурасы мен ылғалдылықтың шекті мөлшері, ауа алмасуы қалыпты жағдайда болуын қамтамасыз ету керек. Бұл жағдайда санитарлық-гигиена бірінші орында тұрады. Оған қоса сорғы жұмыс істейтін бөлмедегі өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету қаралды. Өндірістік шу және вибрация әсерлерінен қорғаныс шараларына, микроклиматты қамтамасыз ету және өрт қауіпсіздігіне көңіл бөлінді. Есептеулер нәтижесінде жұмыс орнындағы шу деңгейі қалыпты нормадан әлдеқайда төмен.

Экономикалық бөлімде сорғы электржетегінің екі нұсқасына салыстырмалы талдау жүргізу негізінде жасалған бизнес-жоспар ұсынылды. Жасалған жоспардың нәтижесі төмендегідей көрініс тапты. Базалық нұсқаны іске қосу және электр қондырғыларын сатып алу арзанырақ. Алайда жобаланған нұсқаның электр қондырғылары электр энергиясын әлдеқайда аз тұтынатын болып шықты. Соның нәтижесінде АҚ АВК-қа қарағанда энергетикалық жағынан тиімді болып танылды.

Әдебиеттер тізімі

1. А.А. Жакупов., Л.Ш. Валиева., «Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау» Алматы., 2015.
2. А.Ю. Голубина., «Экономика отрасли» Алматы, 2010.
3. А.А. Жакупов, А.Ю. Голубина., «Экономика отрасли» –Алматы: АИЭС, 2010 – 31 с.
4. Бегимбетова А.С., Жандаулетова Ф.Р., Безопасность жизнедеятельности «Защита от производственного шума». –Алматы: АУЭС, 2009.
5. М.К. Дюсебаев., Ф.Р. Жандаулетова., «Управление промышленной и экологической безопасностью» - Алматы: АУЭС, 2008.
6. Арустамов Э.А. «Охрана труда». –М., 2007.
7. М.К. Дюсебаев., Ж.С. Абдимуратов., «Охрана труда и безопасность жизнедеятельности»- Алматы: АУЭС, 2011.
8. Правила устройства электроустановок. РК –А., 2007.
9. Кацман М.М. Электрический привод. – М.: Академия, 2005.
10. В.В. Москаленко., Электрический привод. – Москва., Академия., 2007. 361 с.
11. Г.Г. Соколовский., Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – Москва .: Академия, 2006.
12. Ю.М. Соломенцев Теория автоматического управления. – Москва., Высшая школа, 2003.
13. Б Мергенова. Русско-казахский словарь. Издание третье, переработанное и дополнение. – Алматы., издательство дайк-пресс, 2005. – 1147 с.
14. В.В. Москаленко., Электрический привод. – Москва., Академия, 2007.
15. М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов, Автоматизированный электропривод производственных механизмов и технологических комплексов. – Москва., Академия, 2004.
16. Энерго - и ресурсосберегающее оборудование и системы автоматизации // Приводная техника.-2005.-№1.
17. www.ngpedia.ru
18. Энерго - и ресурсосберегающее оборудование и системы автоматизации ., г. Москва. – 2005.
19. А.А. Жакупов, Р.С. Хижняк., Методическое указание к выполнению экономической части выпускной работы . – Алматы., 2008 .
20. Б.С. Лезнов Частотно-регулируемый электропривод насосных установок., Москва , издательство Машиностроение., -2013.
21. В.П. Шеховцов., Проектирование и расчет ОУ и электроустановок промышленных механизмов., москва- 2010 г.
22. <http://www.atyrauenergo.kz/>