

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        2018 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Артадан төпкіш сорғының электр  
төпкіші қобалғау

мамандығы бойынша

Орындаған Бокеева Ақшиет маңабайқы ЖТК-14-1  
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші К.Т.Н., доктор Хидрада Е  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

[Signature] « 28 » мамыр 2018 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы : \_\_\_\_\_  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »        2018 ж.  
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

к.э.н профессор мақұпов А.А  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

[Signature] « 10 » мамыр 2018 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

доктор р.ғ.д Бегимбетова А.С  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

[Signature] « 23 » мамыр 2018 ж.  
(қолы)

Алматы 2018 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электр техника институты  
53071800 - Электр энергетика мамандығы  
Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Бокеева Ақшмет Мағабайқожа  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Ортадан төпкіш сортаңыңу электр  
желісінің жобалау  
ректордың «23» қаңар 17ж. № 155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2018 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Ортадан төпкіш сортаң қондырғылары.  
Асинхронды қозғалтқыш  $P_n = 90 \text{ кВт}$ ,  $U_n = 380 \text{ В}$ ,  
 $\cos \varphi = 0,92$ ,  $\eta = 92$ .  
Жеілікті түрлендіргіш  $P_n = 90 \text{ кВт}$ ,  $I = 100 \text{ А}$ ,  
 $m = 70 \text{ кВ}$ .

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:





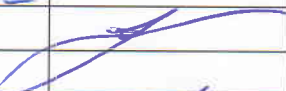




Кіріспе. Ортадан төпкіш сортаң қондырғылары.  
Ортадан төпкіш сортаңыңу түрлері. Ортадан төпкіш  
сортаң қондырғыларының қондырғы аймағы және  
электр желісі құрылымының қондырғының энергетикалық  
қатынастары. МТ-АҚ статикалық түріне жінеу-  
делесі, МТ-АҚ механикалық жінеуделесі.





ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

К Е С Т Е С І

№ p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Ортадан төпкіш сорты қондырғылары.	13.03.2018	
2	Ортадан төпкіш сортылардың түрлері.	27.03.2018	
3	Сорты қондырғыларының қол данылу аймағы.	3.04.2018	
4	Электр желісінің негізгі элементтерін анықтау.	20.04.2018	
5	Жиіліктік тұрғындарының таңдау.	2.05.2018	
6	Электр желісінің механика- лық және электрмеханика- лық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу	15.05.2018	
7	Басқару жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу және электр желісі басқару жүйесін жобалау	25.05.2018	
8	Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру	26.05.2018	
9	Қорытынды	28.05.2018	

Тапсырманың берілген уақыты « 25 » қауап 2017 ж.

Кафедра меңгерушісі

  
(КОЛЫ)

Т.Ф.К., доцент Кашева К.М.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

  
(КОЛЫ)

к.т.н., доцент Хидога Е.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы  
қабылдаған студент

  
(КОЛЫ)

Божева А.М.  
(аты -жөні)

## Аңдатпа

Қарастырылған дипломдық жұмыста сорғы станцияларының жұмысын зерттеу, оған келтірілген талаптар, реттеп реализациялау мүмкіндіктері, электржетек жүйесін таңдау және негіздеу, ЖТ-АҚ жүйесінің статикалық мінездемесі, ЖТ-АҚ жүйесінің математикалық жазбасы, MATLAB бағдарламасында ЖТ-АҚ моделін келтірілді, жиілікті түрлендіргіш сұлбасының күштік элементтері және параметрлерді есептеу. Экономикалық бөлігінде техника – экономикалық негіздемесі, іске қосу режимін және асинхронды электржетегін тежеуін, ЖТ-АҚ жүйесімен, экономикалық негіздемеде оңтайлы басқару, қаржы-экономикалық инвестиция тиімділігінің көрсеткіштері, күрделі шығындарды есептеу, амортизация төлемдерін есептеу, тұтынатын электр энергиясына кететін шығындар, ағымдағы жұмысқа кеткен шығындар, жобаның экономикалық тиімділігі.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жерлеуге есептеулер жүргізілен және жарықтандыру жүйесі, электр қауіпсіздігі қарастырылған.

Экономикалық бөлімде таңдалынған электрқозғалтқышы мен жиілік түрлендіргіштің тиімділігі туралы анализ жасалынған.

## Аннотация

В предоставленном дипломном работе выполнено: исследование работы насосных станции, требования предъявляемые к ним, способы реализации регулирования; обоснование и выбор системы электропривода, статические характеристики системы ПЧ-АД, математическое описание системы ПЧ-АД, модель ПЧ-АД в среде MATLAB, расчет параметров и элементов силовой схемы преобразователя частоты. В экономической части показатели финансово-экономической эффективности инвестиций, расчет капитальных затрат на каждом варианте, годовые амортизационные отчисления по каждому варианту, расходы на потребляемую электроэнергию, также была рассчитана экономическая эффективность проекта и чистая нынешняя цена.

В разделе охрана труда приведены расчеты: влияния шума на человеческий организм, зануление.

В разделе экономической части сделан анализ об эффективности выбранного электродвигателя и преобразователя частоты.

## Annotation

In the submitted thesis work: research of the work of pumping stations, requirements imposed on them, ways of implementing the regulation; The rationale and choice of the electric drive system, the static characteristics of the ifad system, the mathematical description of the IF-AD system, the IF-AD Model in the MATLAB environment, and the calculation of the parameters and elements of the power circuit of the frequency converter. In the economic part, the indicators of financial and economic efficiency of investments, the calculation of capital costs for each option, annual depreciation for each option, the cost of consumed electricity, was also calculated economic efficiency of the project and the net present price.

In the section on labor protection, calculations are made: the effects of noise on the human body, nullification.

In the economic part made an analysis on the effectiveness of the selected electric motor and converter of frequency.

Кіріспе.....	9
1 Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары	10
1.1 Сорғы қондырғыларының құрылысы. Олардың конструктивтік ерекшеліктері және техникалық сипаттамалары.....	10
1.2 Сорғы қондырғыларының қолдану аймағы.....	15
1.3 Ортадан тепкіш сорғының түрлері.....	16
2 Сорғы қондырғыларының негізгі талаптары және электр жетектерін таңдау.....	23
2.1 Сорғы қондырғыларының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар.....	23
2.2 Электр жетегін таңдау және олардың белгіленулері.....	25
2.3 Сорғы қондырғыларында жиілікті реттеу электр жетек негізгі технологияларын пайдалану.....	28
3 Ортадан тепкіш сорғының электр жетегіне жалпы түсініктеме.....	35
3.1 Электр жетегіне сапалы жүйе таңдау.....	35
4 Электр жетегінің негізгі элементтерін анықтау.....	39
4.1 Сорғыш қондырғысының электр қозғалтқышын таңдау және қуатын есептеу ..	39
4.2 Электр қозғалтқыштың параметрлерін есептеу.....	43
4.3 Қозғалтқыштың Т-тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау.....	45
5 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау.....	47
5.1 Жиілік түрлендіргіші мен күштік сұлбасының элементтері және оның параметрлерінің есептеу.....	47
5.2 Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасын жобалау және оның параметрлерін есептеу.....	51
6 Электр жетегінің механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу.....	56
7 Басқару жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу және электр жетегі басқару жүйесін жобалау.....	60
7.1 Электр жетектің функционалды схемасы.....	60
7.2 Қондырғының математикалық сипаттамасы.....	61
7.3 Құрылымдық сұлбаны ойлап құрастыру және оның параметрлерін есептеу.....	62
8 Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру және өтпелі үрдістерін зерттеу.....	67
9 Өміртіршілік қауіпсіздігі.....	70
9.1 Шудың адам организміне әсерін есептеу.....	73
10 Экономикалық бөлімі.....	79
10.1 Қаржы-экономикалық инвестиция тиімділігінің көрсеткіштері .....	79
10.2 Жобаланатын жүйе тиімділігін есептеу.....	86
Қорытынды.....	88
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	89



## Кіріспе

Статистика бойынша Қазақстанда өндіріліп шығарылған энергияның шамамен  $\frac{1}{5}$  бөлігі халық шаруашылығының әр түрлі салаларында қолданылады және ортадан тепкіш сорғылармен тұтынылады. Сұйық берілісі және газдар үшін арналған ортадан тепкіш механизмдер: желдеткіш, сорғы, компрессор электр энергиясының шығынын қысқартуға, сонымен қатар ерекше потенциалдық мүмкіндіктерге ие болатын негізгі жалпы өндірістегі механизмдер болып табылады.

Ортадан тепкіш механизмдердің салмағы, үлкен қуаты, жұмыс істеу ұзақтығы сияқты ерекше жағдайларына байланысты ережелерге сүйенеді. Көрсетілген жағдайлар энергетикалық баланста бұл механизмдердің түбегейлі меншікті салмағын анықтайды. Қазіргі экономикалық қатынастардың шарттарында, энергоресурстардың барлығын қажетті тиімділікті жоғарылататын, энергияны сақтап қалатын технологияларды кең масштабта қолдануы болып есептелінеді. Бұл есепті шешудің негізгі қағидасының бірі, автоматтандырылған электр жетегінің құралдары көмегімен өнеркәсіптік объектілерде энергия тұтынылуын төмендету болып табылады.

Ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының автоматтандырылған электр жетегі жүйесі ретінде, қарапайым және сенімді асинхронды қозғалтқыштары бар, реттелетін электр жетектері кең қолданыста. Қазіргі элементтік базаға ауыстыру, салмағын және энергетикалық, қолдану кезіндегі көрсеткіштерді біршама жақсартты. Жиілікті-түрлендіргішті басқару әдісі, асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін байсалды реттеудің үнемді тиімді тәсілі.

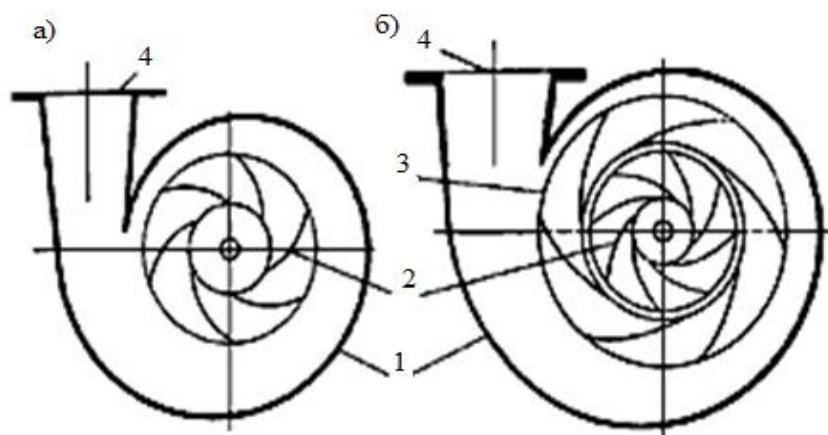
Ең көп таралған жүйе «жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесімен және вентильді түрлендіргіш басқаруы, асинхронды қозғалтқыш құрлысының қарапайымдылығы реттеуші электр жетегі болып табылады. Жиілікті басқару АҚ-тың жиілікті айналу толқынды реттелуі үнемді әдіс, ПӘК-і жоғары және механикалық мінездемесі жақсы болады. Электржетек жүйесін дұрыс таңдау, қозғалтқыштың оңтайлы заңдылығын зерттеу және ортадан тепкіш агрегаттарның идентификациялық тұрақтылығын көрсетеді.

## Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары

### 1.1 Ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының құрылысы. Олардың ерекшеліктері және техникалық сипаттамалары.

Ортадан тепкіш сорғы жұмыс дөңгелегінің әсер етуі арқасында, сұйық дөңгелектен жоғарғы қысым мен үлкен жылдамдықта шығып қажетті жерге тез арада жеткізіледі. Шығыс жылдамдығы, сорғыдан сұйықтық шықпастан бұрын, сорғы құрылысының корпус қысымына айналады. 1 – жылдамдық сұйық күшінің өзгерісі пьезометриялық жарым-жарты шиыршықты бұрмада, 3 – бағыттаушы аппаратта жүзеге асады. Сұйық дөңгелек 2 – шиыршықты бұрма арнасынан өседі. Қималарына ағып түсуіне қарамастан, жылдамдықтың сұйық күші пьезометриялық түрде түрленеді, ең бастысы конус түріндегі келте құбырында 4 – іске асырылады (1.1 - суретте көрсетілген).

Егер сұйық жұмысшы дөңгелегінен бағыттаушы аппаратының арнасына бағытталса, онда осы арналарда түрленудің көп бөлігі жүзеге асады. Айналып тұрған дөңгелек сұйықтықты қамтамасыз етіп, оны қысымдауыш құбырға қарай бағыттайды. Жұмыс істейтін дөңгелек айналу кезінде, жіберілуден бұрын құйылған сұйықтық қалақшаның және центрден тепкіш пен Кориолис күші әсерінен дөңгелек центрінен оның қалақша жағалай шеткі аймағына жылжиды және одан әрі қарай спиралды камера арқылы қысымдауыш құбырға қарай жөнелтіледі. Бағыттаушы аппарат гидравликалық турбиналардың жұмыс істеу қабілетінің есебінде, сорғы қондырғысының құрылысына енгізілген. Құрылымында бағыттаушы аппарат болуы керек. Бұрынғы сорғы құрылысының құрылымында бағыттаушы аппарат, турбонасос деген атау берілген.



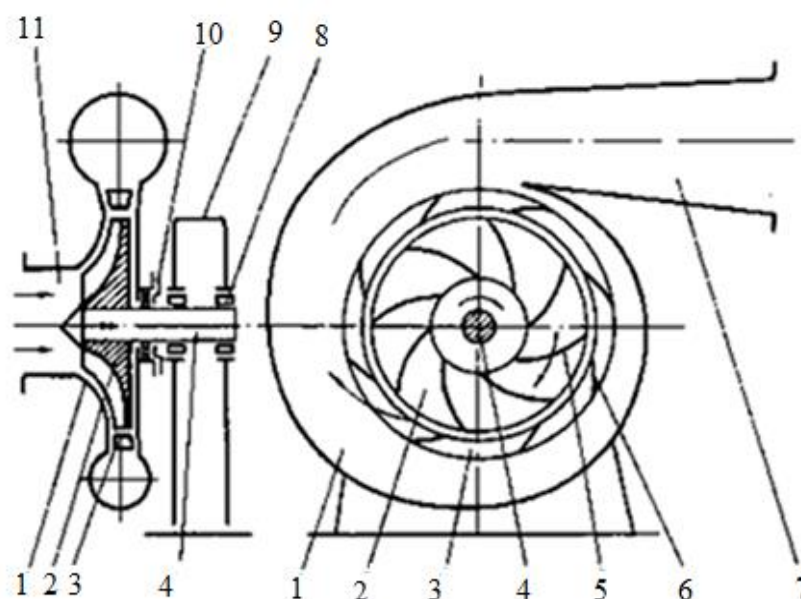
а – бағыттаушы аппараты жоқ; б – бағыттаушы аппаратты бар

1.1 сурет – Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының шиыршықты бұрмамен сұлбасы

2 – Спираль түрдегі формада берілген жұмысшы доңғалағы, қозғалмайтын корпус ішінде орналасқан (1.2 - суретте көрсетілген). Ортадан тепкіш сорғының негізі жұмыс бөлігі болып есептеледі. Жұмыс бөлігі екі білікке бекітілген. Дөңгелек екі дисктерінен құралған. Олардың арасында қалақшалар орналасқан 8. Бір бағытта бірқалыпты майысқан, қарама-қарсы айналу бағытында айналатын дөңгелектері бар.

Қалақшалар дисктерді біртұтас етіп жалғап тұратын бөлігі. Дисктердің ішкі беттері мен қалақша беттері доңғалақ арналымының қалақша аралығын құрайтын бөлігі. Бұл өз кезегінде сорғы жұмыс істеп тұрғанда айдап шығаратын сумен толтырылады. Ротор мойын тірек – 8 бөлігінде айналады. Айналатын және қозғалмайтын бөліктері арасында, сорғы құрылысының ішінде айналымды азайту үшін нығыздап, 10 – сорғыдан сұйық ақпау үшін араларын нығыздап бекітеді. Әр сұйық үшін жұмыстық доңғалағының айналуына, жылдамдықпен қозғалып келе жатқан, білек ось арасындағы арақашықтықта, қалақша аралық арнасында орналасуына байланысты центрден тартқыш күш әсер етеді.

Центрлік күштер – сұйықтықты араластырады және жоғарғы қысымды тудырады. Доңғалақ ортасында-жеңілдету жүргізіледі. Қысым айырмашылығы арқасында сұйықтық қысым құбырына ағып келеді де, осылай сұйықтың үздіксіз айналуы сорғы арқылы жүзеге асырылады.



1 – жұмысшы камерасы; 2 – жұмысшы дөңгелек; 3 – бағыттау аппараты; 4 – білік; 5 – қалақ; 6 – бағыттаушы аппаратының қалағы; 7 – баспа сорғы; 8 – мойынтірек; 9 – сорғы корпусы; 10 – гидравликалық біліктің тығыздалған тірегі; 11 – тартып алу келте құбыры.

1.2 сурет– Ортадан тепкіш сорғы қондырғысының құрылымдық сұлбасы

Ортадан тепкіш сорғылар, көп таралған динамикалық гидравликалық машиналардың бірі болып табылады. Олар сумен қамтамасыз ететін жүйелерінде және су тасымалдауда, жылу энергетикасында, химия, атом өндірістерінде, ұшақ және ракета техникаларында кеңінен қолданылады.

Ортадан тепкіш сорғының негізгі артықшылықтарының басқа типті сорғыларға қарағанда мыналар болып табылады:

- негізгі сипаттамалары  $H = f(Q)$  және  $\eta = \eta, H$  – арын, механизм шығысындағы газ қысымы немесе сұйықтық, ПӘК-тің жоғарғы мәнде болуы және судың берілуі кең диапозонда  $Q$  сақталуына әкеліп соқтырады;

- айналу жиілігінің үлкен болуы және электр жетегі ретінде электрқозғалтқышы мен турбинаны қолдануға ыңғайлылығы;

- $N$  қуаты бірқалыпты формасының өзгеруі, шығыс тиегінің жабық тұрған кезіндегі сорғыны іске қосуы орындалады;

- сорғылардың жұмыс істеу тұрақтылығы, тізбектей және параллель қосылған сорғылардың бір құбырда жұмыс істеуі нәтижесінде  $H$  және  $Q$  техникалық көрсеткіштерінің артуы;

- гидрожүйенің жұмыс режимінің өзгеруі кезінде өтпелі процестердің бірқалыпты өтуі;

- шығындалатын сыйымдылық мөлшеріндегі, сұйық деңгейінен сорғы орналасуы жоғары болуы;

- Әр түрлі факторларды: жұмыстық дөңгелегінің диаметрін және айналу жиілігінің өзгеруін, сонымен қатар, электрмен қамтамасыз ету жүйесінің жиілігінің өзгеруін ескеру нәтижесінде  $H, Q$ , сорғы көрсеткіштерінің өзгерісі;

- сорғы құнының жоғарғы еместігі және сорғы құрылысының құрамында салыстырмалы түрде арзан материалдардың соның ішінде: шойын, болат, полимерлы материалдар пайдалануы;

- қарапайым пайдалануы, техникалық қызмет көрсету қарапайымдылығы;

- жұмысты істеу кезіндегі жоғарғы сенімділігі;

- $Q$  сұйық беру жоғарлылығы;

- кішкене шамадағы шыңыраудағы қысымның бірқалыпты болуы, сұйықтың осы мөлшерде ағуы;

- ластанған сұйықтықта жұмыс істеу қабілеттілігі;

Жұмыстық дөңгелегінің айналу жиілігі бойынша реттелмейтін ортадан тепкіш сорғылардың негізгі кемшіліктерін атап өтсек:

- іске қосу алдында қайтадан құюды қажет етеді;

- тұтқыр сұйықты айдау кезінде ПӘК-і мәнінің аз болуы;

- $Q$  сұйық беру аз мәні кезінде және  $H$  қысымның жоғарғы мәні кезінде ПӘК-тің аз болуы;

- Сорғы ПӘК-і тез жіберу коэффициенті  $\eta_s$  және жұмыс істеу режимі конструкциялық орындалуынан тәуелді болуы;

- Оптималды режим кезінде үлкен сорғылардың ПӘК-нің мәні-0,92; ал кіші сорғыларда шамамен 0,6-0,75 тең болуы;

Ортадан тепкіш сорғының арынын анықтау үшін, мөлшерлі  $H$ , яғни мынадай формуланы пайдалануға болады:

$$H = k \cdot n^2 \cdot D_k. \quad (1.1)$$

Ені мен диаметрі шығу кезіндегі, нысандарын, мөлшері мен санының тәуелділігі ортадан тепкіш сорғыны беру, сонымен қатар жалпы жағдайда жұмыс дөңгелектер күрекшелері практикада ортадан тепкіш сорғыны беру мына формула арқылы анықталады:

$$D = k \cdot d^2. \quad (1.2)$$

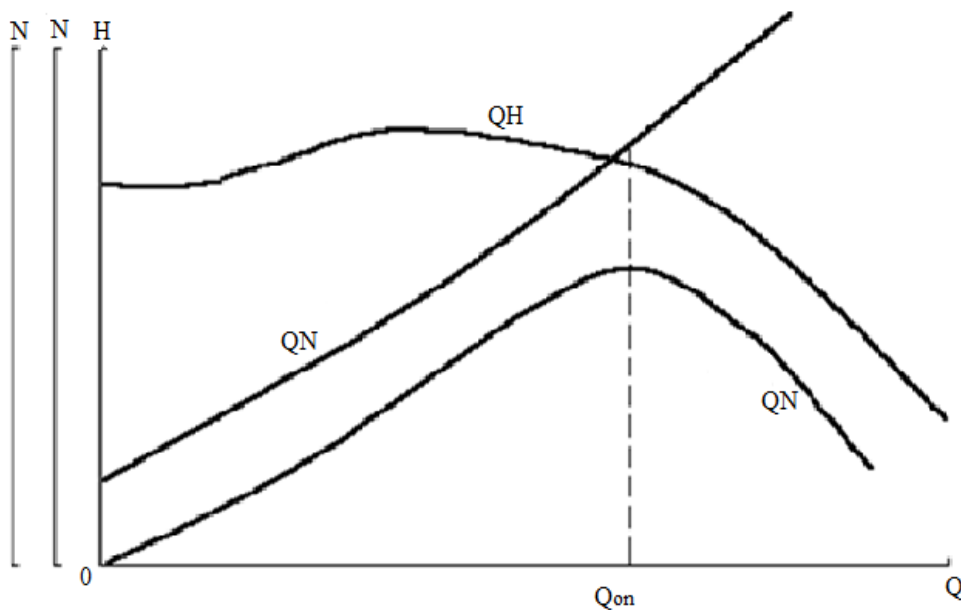
мұндағы  $k$  – коэффициенті,  $1,3 \div 1,8$  болғанда  $100$  мм,  
 $k=2,0 \div 2,5$  болғанда  $d > 100$  мм.

Бір сатылы және көп сатылы сорғылардың корпусында, белгіленген жұмыс дөңгелектері жалпы санына тәуелді болады. Сол себепті, бір жақты және екі жақты сорғылар жұмыс дөңгелегінің ортадан тепкіш сорғыш нысанына қарай сұйықтықтары бөлінеді. Ортадан тепкіш сорғылардың жіктелуін және де басқа белгілері бойынша қарастырамыз.

Магистральдық мұнай құбырыларында қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың параметрі МЕМСТ 12124 74 анықталады. Бұл ретте ең жоғарғы температура  $+80^\circ\text{C}$ -тан аспайтын, кинематикалық тұтқырлық коэффициенті, сонымен қатар су құйылған өнім  $3 \text{ см}^2/\text{с}$  механикалық қоспалардың көлемі бойынша  $0,05\%$ -ке дейін болуы керек. Сорғылар көрсетілген мемлекеттік стандартқа сәйкес таңбалаынады. Кез-келген ортадан тепкіш сорғының негізгі сипаттамасын беруден тәуелді болады және оны  $Q - Q_N$ , яғни тұтыну қуаты сипаттамасы  $Q_N$ .

Көрсетіліп отырған сипаттамалар барлық ортадан тепкіш сорғыларға және барлық сорғылардың төлқұжаты бойынша тіркеледі.  $Q = 0$ , кезінде оған толық сәйкес келеді, яғни ол қысым жағдайына арналған ысырмалар құбырдағы 1.3 - суретте көрсетіліп тұрғандай, сондықтан осы ұлғаюға қарай өсіп отырады да, өзінің ең жоғарғысына қарай бірнеше жетіп, ысырмалар, арын құрылады және ашу, беру азаяды.  $Q_N$  сипаттамасын көрсеткендей, жабық кезде де кейбір қуат шығыны болады. Қуат сорғыдағы сұйықтықты жылытумен және аз уақыт аралығында температураны жоғарлатумен шығынға түседі. Сондықтан ортадан тепкіш сорғының жабық ысырмада ұзақ жұмысы істеуі жіберілмейді.





1.3 сурет – Ортадан тепкіш сорғының сипаттамасы

Тұтыну қуаты аяқталмаған ысырмаларды ашу қарай біртіндеп өсуде. Өзгерістер ПӘК-і ауытқымасы  $Q = 0$  нүктесінен бастап, кейбір кезде  $q$  ұлғайта отырып, өзінің ең жоғары және бұл одан әрі кішірейе  $q$  бастайды. Ең жоғарғы мәніне сәйкес келетін, өнімділігі және жұмыс режимі кезінде ортадан тепкіш сорғыны  $Q_{оп}$  мәнін анықтайды.

Магистральды мұнай – мұнай пайдалану кезінде ПӘК-і азайту үшін олардың сол ұмтылуы қажет ең жоғарғы мәнінен аспады, сорғыларды көлемімен салыстырғанда 5-7% ғана болды. Төлқұжаттық берілгендерден құрамдас бөлігі, осы аталған сипаттамаларды үрлегіш үшін әзірлейді және дайындаушы зауыт,  $n_0$  айналым санын береді. Басқа кезде, егер соңғысы аспайтын  $Q_x$  арыны  $x$   $n_x$ , қуаты 20%, өнімділігі,  $n_0$  ерекшеленеді мерейтойлық  $n_x$  айналымдардың саны шамамен  $n_x$  айналымдардың тиісті жаңа өрнек ішінен белгіленуі мүмкін:

$$Q_x = Q_0 \cdot \frac{n_x}{n_0} \quad (1.3)$$

$$H_x = H_0 \cdot \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^2 \quad (1.4)$$

$$N_x = N_0 \cdot \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^3 \quad (1.5)$$

мұндағы  $Q_0, H_0, N_0$  – сәйкесінше беру, ал  $n_0$  күш пен қуат айналу саны.

## 1.2 Ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының қолдану аймағы

Сорғы қондырғылары өндірістік-тұрмыстық қолданыста және жылу жүйесінде, сұйықты қайта айдауды жүзеге асыру үшін кенінен қолданысқа түсіп жатыр. Ауыстырып құятын материал ретінде мынадай сұйықтықтарды жатқызуға болады: құрамында минеральды майлар болмайды және ұзын талшықты, қатты және абразивті қосылулар болатын сұйықтықтар бар. Спиральды корпусы бар және нормальді сору дәрежесіне ие болатын ортадан тепкіш сорғы қондырғылары, өнеркәсіптік жүйе циркуляциясында және мұздай су, сонымен қатар, жылу және желдеткіш жүйелерінде, су дайындау және сумен қамтамасыз ету технологиялық операциялық процестерінде қолданылады. Ортадан тепкіш сорғының суға арналған қондырғыларының негізгі түрлері: тігінен орналасқан, вакуумды, жоғары қысымды ортадан тепкіш сорғы қондырғылары болып табылады. Суға арналған сорғы қондырғылары қолданылуына байланысты тұрмыстық және өнеркәсіптік болып бөлінеді. Суға арналған құрылғылардың өзіне тән сипаттамалары, жоғары өнімділік пен сенімділікке ие. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары химиялық агрессивтілікке ие болмайды, сұйықты айдау үшін қолданылмайды.

Жұмыс режимінің өзгешілігі және тағайындалуы бойынша, реттеу көрсеткіштері сұранысқа ие, ортадан тепкіш әсері жоғары сорғы қондырғыларын негізгі төрт топқа бөлуге болады:

а) Канализация және су, жылумен қамтамасыз ететін сорғы қондырғылар: техникалық максималды параметрлер: берілу мен қысым бойынша таңдалады және тұрғын үй – коммуналдық шаруашылық жүйелерінде, өндірістік өнеркәсіптерде кеңінен қолданылады. Үй ішіндегі жүйелеріндегі фактілік қысым 2.2 рет қажетті мәннен асқанын, су мен қамтамасыз ететін жүйенің анализінде көрсетіліп тұрады. Судың өндірістік жүйелерде ағып кетуі шығынға, жоғарғы қысым электр энергияның шығындалуына әкеледі де, сорғы қондырғыларының шығыс параметрлерін реттеуді қажет етеді. Тұрғын үй – коммуналдық шаруашылық жүйесі сорғы станцияларына тәуелді болады. Электр энергия тұтынушысы ретінде, күндізгі және кешкі жүктеме нүктесі, олардың мезгіл тербелісі айқын көрсетіледі. Суды тұтыну және оның канализациясының біркелкі емес сипаттамасы, жүйе нүктелерінің бақылауларында судың қысымын тексеруді қажет етеді. Әсіресе, қарастырылған тапсырмалар жаңа заманға сәйкес реттеу құрылғыларын ескере отырып, сорғы қондырғыларының агрегаттарының автоматизациясы арқылы жүзеге асыруға болады. Қазіргі кезде бұл, үрдістермен басқару дроссельдік жолымен, яғни ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының шығысындағы берілуді вентильдік шектеу арқылы жүзеге асырылады. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылардың электр жетегін реттеу жүйесін қолдана отырып, сұлбаларды тұрғызуға болады. Бірнеше жылдар бұрын жобаланған қуаттары бар сорғы станциясына жаңадан енгізілген су, жылу мен канализацияны қамтамасыздандыратын агрегаттар ене бастады. Жүйедегі сұйық қысымының артуы, тек электр энергиясының емес, сонымен қатар

жылу сақтағыштың шығындалуына да әкеліп соқтырады. Ортадан тепкіш сорғылардың пайдалануы номиналды жүктеме мәнінен төмен жұмыс жасайды. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары жаңа заманғы өнеркәсіптік орында энергия теңгерілімінің құрылымында 20%-н құрайды. Су және жылумен қамтамасыз ететін тапсырмаларына құрылғыны салқындататын судың берілуі, өнеркәсіптік су ағындарын станциялармен айдауы, сонымен қатар сумен қамтамасыз ететін жиынтық ғимараттары қосылған. Атап өткен тапсырмаларды шешу үшін, жаңа заманғы сұйық қысымы мен берілуі реттеудің тиімді сұлбаларын қолдану керек.

б) Магистральды құбырлардың сорғы агрегаттары: мұнай айдау станцияларында және су таратқыш құбырларда қолданылады. Осындай құбырлар басқа құбырларға қарағанда өзінің ұзақтылығы 50 км, ал өткізгіш қабілеттілігі мен құбыр диаметрі 150 мм-ден кем емес және 1200 мм-ге дейін болады. Мұнай құбыр жүйесі Қазақстан үшін ең ықтимал көрсеткіштердің бірі болып табылады. Сорғы сұйықтығының жұмыс істеу ерекшеліктеріне байланысты мысал қарастырып өтсек. Мұнай айдау станциясында, мұнайды айдап шығаратын орын бастапқы пункте орналасқан, мұнайды жеткізіп тұрушыдан қабылдап алу және оны құбырға айдау жүзеге асырылады. Мұнай құбырда қозғалыста болған кезде, құбырдың үйкеліс күшіне өтуі үшін, сигнал ретінде сорғыдан берілген энергияны жоғалтады. Құбырдағы мұнай қозғалыста болған кезде, энергия шығынын толықтыру келесі сорғылармен іске асырылады. Кейбір сорғы қондырғыларында мұнай сақтау үшін сыйымдылық бар болады, ал кейбірінде мұндай сыйымдылық жоқ болып келеді.

в) Сорғы агрегаттары – жекелеген ерекше топқа кіретін электр энергетикасында қолданылатын сорғылар болып табылады. Ортадан тепкіш сорғы қондырғылары ТЭЦ-тағы энергияны көп қажет ететін қоректендіруші сорғыларының орнатылған қуаты 25 кВт-қа өсе береді де, белгілі мөлшерде өндірістегі энергетикалық және жылулық энергияны тасымалдайды.

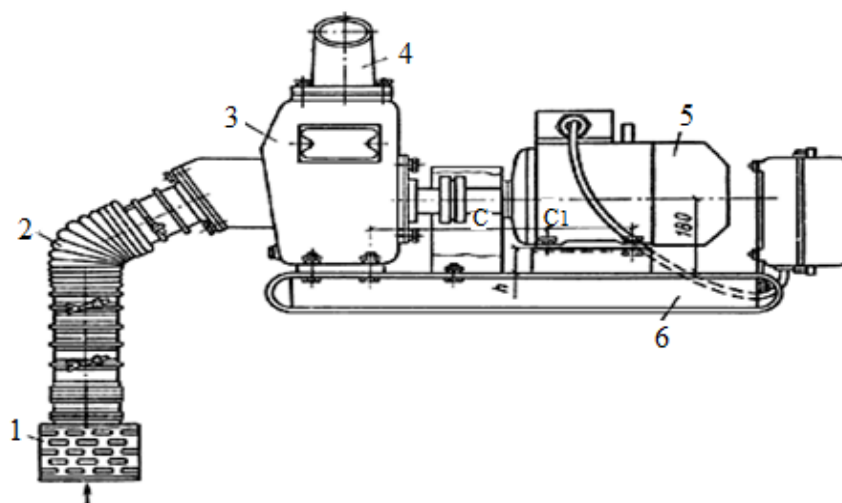
### 1.3 Ортадан тепкіш сорғының түрлері

1.1 кесте – Ортадан тепкіш сорғыларды негізгі 18 тобы көрсетілген

1. Консольді	7. Батырмалы сорғы	13. Фекальдық
2. Көлдененді	8. Мұнайлы сорғы	14. Өлшенген сорғы
3. Конденсатты	9. Массалық сорғы	15. Теңізге арналған
4. Тігінен	10. Құйынды сорғы	16. Бензинді сорғы
5. Химиялық	11. Майлы сорғы	17. Қоректендіруші
6. Осьтік	12. Грунттық сорғы	18. Арналынған

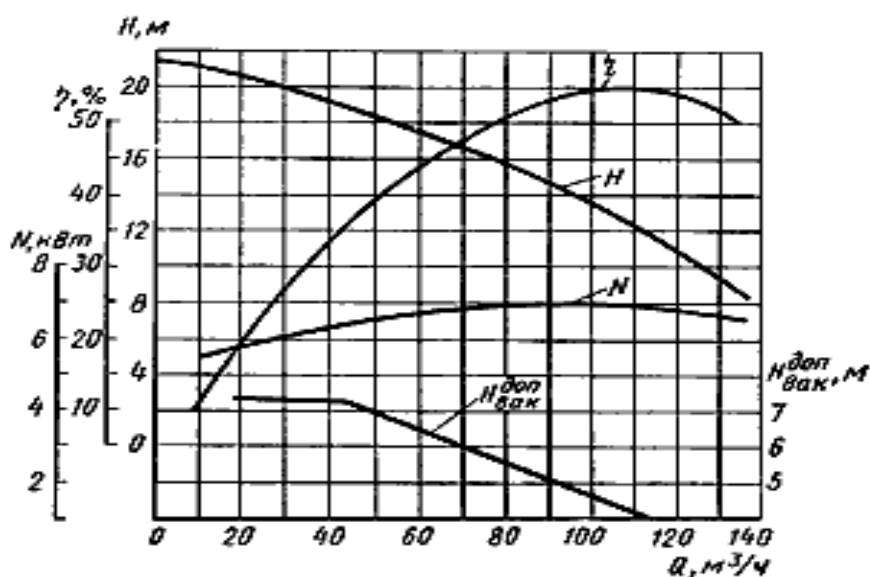
Ортадан тепкіш сорғының кең таралған типтері: бірсатылы сорғы, көлденең орналасқан білігі мен біржақты кірістегі жұмыстық дөңгелегі болады.

Ортадан тепкіш сорғы 3 НЦС типті, 5 электрқозғалтқыш, сорғыға жетек түрінде қызмет атқаратын және сонымен бірге 6 рамада орналасқан. Бұл сорғы негізінен таза суды айдап шығару үшін қолданылады. Су жинауға қазылған шұңқырды іргетас пен траншеяның астына өндеуге арналған қондырғы. Бұл қондырғы әр түрлі өнеркәсіп салаларында және құрылыстарда кеңінен қолданылады. Сорғы қондырғысы 2-тартып алу түтігі бар құбырдан, 1-сүзгісі бар, 4-судың қысымы бар келте құбырдан құралады. Бұл сорғы типтерінің электр жетегі, электрқозғалтқыштарға қарағанда іштен жанатын бензині бар қозғалтқыштармен жұмыс жасай алады. 1.4 - суретте сорғы қондырғысы көрсетілген.



2 – тартып алу құбыры; 1 – сүзгі; 4 – келте құбыр; 5 – электр қозғалтқыш; 6 – корпус

1.4 сурет – НЦС-1 өздігінен соратын ортадан тепкіш сорғының сұлбасы

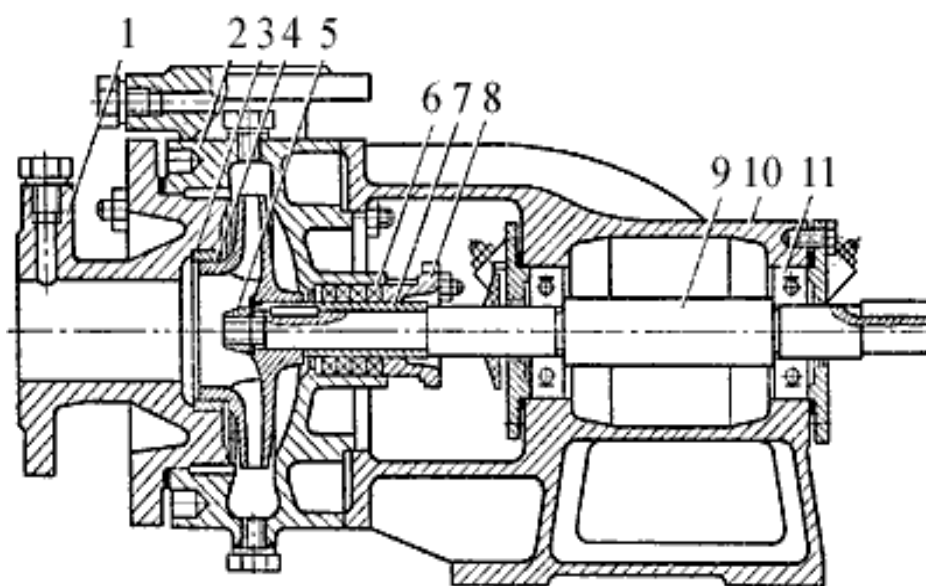


1.5 сурет – НЦС-1 сорғының сипаттамасы

Бірсатылы сорғы қондырғылары – консольды типті, соның ішінде К-типті бармен жабдықталған және 1.6 - суретте көрсетілген. Электр жетегі мен электрқозғалтқышынан құралған және таза суды беру үшін арналған.

2-К типті сорғы корпус, 1 – қақпақ корпусы, 4 – жұмысшы дөңгелегі, білік тығыздауынан, тіректен тұрады. Корпус қақпағы сорғының тартып алу келтеқұбырымен орнатылады. Жабық типті жұмыстық доңғалағы сорғы білігіне 9 сомын мен 5 – буат арқылы бекітілген. 10 кВт-қа дейінгі сорғыларда жұмыстық дөңгелегі жүктелмеген, ал 10 кВт-тан жоғары сорғылар осьтік күштен жүктелген. Жүктелу жұмыстық дөңгелегінің артқы дискісінде тығыздалған белдік арқылы жүзеге асырылады. Жүктелуі арқылы білікке түсетін қысым төмендейді.

Сорғы жұмысының ресурсын ұлғайту үшін корпус және ауыстырмалы корпус, яғни барлық сорғыларда 3 – ауыстырмалы тығыздалған сақиналармен қорғалған. Шағын саңылау 0,3-0,5 мм тығыздалған сақиналарымен жұмысшы дөңгелегінің тығыздалған белдік арасында болғанына байланысты, айдап шығаратын сұйықтық жоғарғы қысымнан төменгі қысымға ауысуына кедергі болады және ПӘК-тің мәні жоғары болуымен қамтамасыз етіледі.



1,2,3 – қақпақ корпусы; 4 – жұмысшы дөңгелегі; 9 – сомын; 5 – буат; 7 – қорғаныс қабықша; 6 – тығыздама; 10,11 – мойынтірек

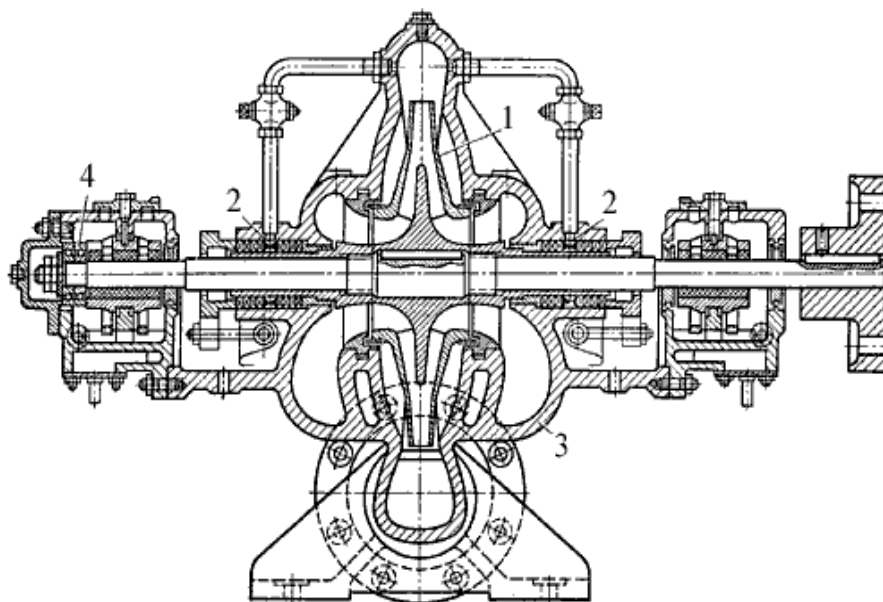
1.6 сурет – Бір жақты сұйықтықты тартып алатын К-типті консольді сорғының сұлбасы.

Сорғы білігін тығыздау үшін арнайы жұмсақ шарбы майымен толтырылады. Сорғы жұмысының ресурсын жоғарылату үшін білік түйінін тығыздап, 7 – ауыстырылатын қорғаныс қабықша орнатылады және осы қабықша ескіруден қорғайды. 6 – толтырылған тығыздама 8 – басқа қақпақ тығыздамасымен басып тұрады. Тіректік тіреу 10 – кройнштейн тіреуінен



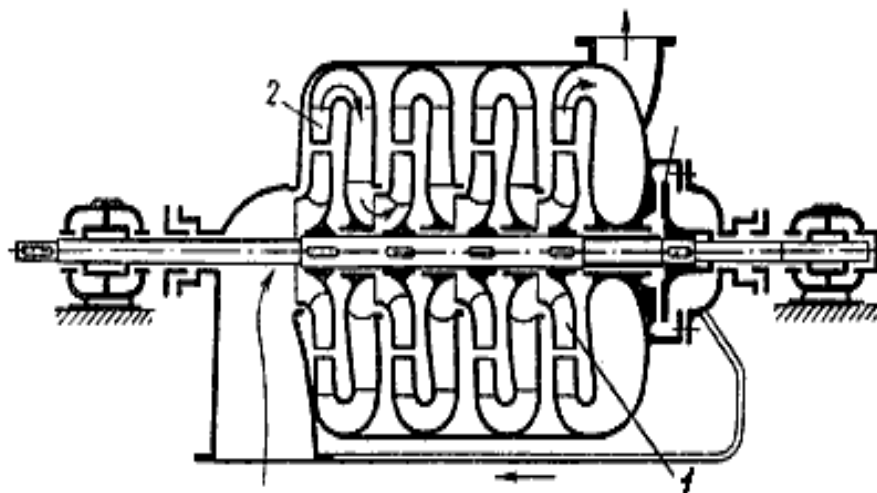
құралған, 11 – шарлы мойынтірегінде сорғы білігі орналасқан және шарлы мойынтіректер консистентті сұйық қақпақпен жабылған.

Роторды жүктеу үшін ең тиімді тәсілдердің бірі – бірбатылы сорғылардың екі жақтан доңғалағы бар – Д типті түрін қолдану. 1.7 - суретте көрсетілген. Бұлар симметриялы және екіжақты жарты 3-спиральды жеткізіп салушы бар. 1 – жұмыстық дөңгелегінде ағындар жиналып, ортақ жарты спиральды бұрып жіберу арқылы шығады. Сорғы корпусының ажыраған бөліктері көлденең болады, оның арқасында ашу, тексеру, жөндеу, бөлек детальдарды ауыстыру жұмысы атқарылады. Сорғы білігі тозудан қорғалынған, өйткені білікке ауыстырмалы тығындар орнықтырылған. Бұл тығындар жұмыстық дөңгелекке осьтік бағытта бекінеді. Тығындама, 2 – гидравликалық тиегі бар сақиналардан тұрады және де сұйық қысым арқылы сорғы бұрып жіберуінен құбырларға келіп түседі. Ротордың радиалды жүктемесі мойын тірек сырғанауымен қабылданады. Екі жақты тартып алуы бар сорғыларда сұйықтықты беру, біліктің айналу жиілігі бірдей мәндерінде үлкен тарту биіктігі, біржақты тартып алу сорғыларына қарағанда артық болады.



1.7 сурет – Екі жақты тартылатын сорғының сұлбасы

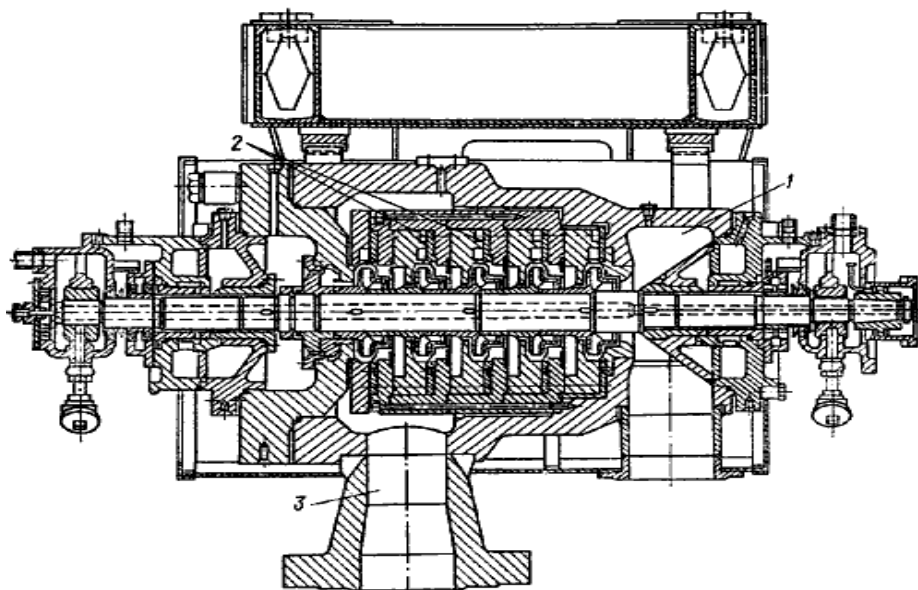
Бір сатылы сорғыларда шектеулі сұйық қысымы болады. Сол себепті сорғының қажетті сұйық қысымы, бір жұмысшы дөңгелегімен тиімді жасалмаса, онда көпсатылы сорғы құрылысында тізбектей орналасқан дөңгелектер қатары қолданылады. Көп сатылы секционды ортадан тепкіш күші бар сорғы 1.8 - суретте көрсетілген. Сорғының әрбір қатары 1 – жұмыстық дөңгелегі және 2 – бағыттаушы аппараттан құрылады. Бұл өз кезегінде ағынды келесі жұмысшы дөңгелегіне бағыттайды. Осындай сорғыда сұйық қысымы дөңгелек санына пропорционалды өседі.



1 – жұмыс дөңгелегі; 2 – бағыттаушы аппарат

1.8 сурет – Көп сатылы секционды ортадан тепкіш сорғының сұлбасы

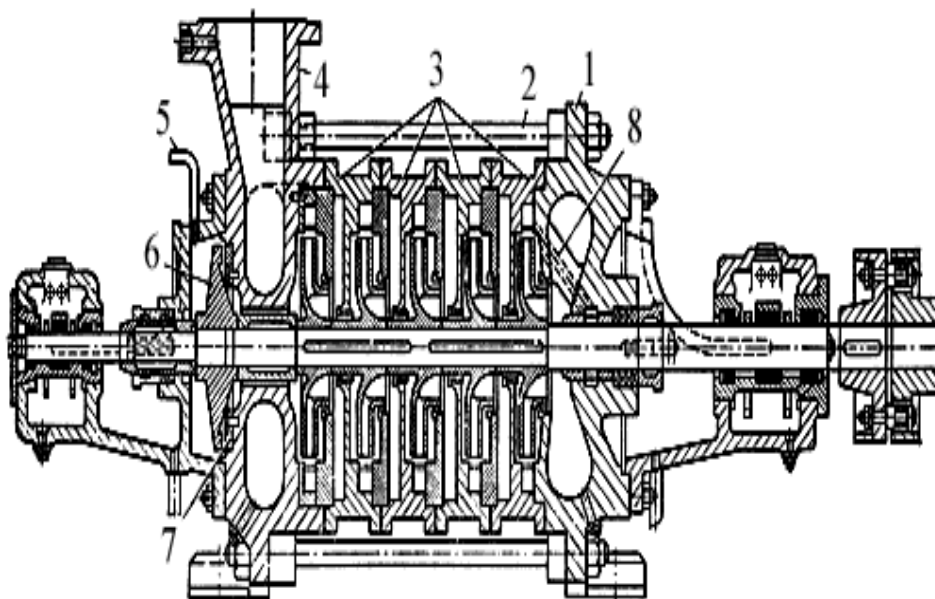
Көп сатылы құнарлы секционды турбо сорғының кесіндісі 1.9 - суретте көрсетілген. 1 – сұйық ағыны тартып алу секциясынан және 2 – төрт аралық секциядан өтіп, 3 – сұйық қысымының секциясына келіп түседі. Білікті күш гидравликалық түсіру құрылымымен қабылданады.



1.9 сурет – Қоректендіргіш турбосорғының сұлбасы

Көп сатылы сорғылар үшін, білікті күштің теңестірулер есебінің маңызы, жеке баспалдақтарға әсер ететін сорғы қысымының жоғарылығы мен білік күшінің қосындысынан тұрады 1.10 - суретте көрсетілген. Көп сатылы сорғылардың білікті күштердің теңестіру әдістерінің бірі гидравликалық өздігінен қоятын табанын қолдану. Бұл табанның жұмыс істеу қабілеті келесідей сатылардан тұрады: барлық жұмыс дөңгелектер орналасқан

сатыда, кіру ағынға оларда бағыттаған бір және сол тарапты қозғалыстар болады. Соңғы баспалдақтардың дөңгелектің артына, дөңгелектің біріншісінің алдында болған түтік арқылы сорады. Соратын және хабарлама беретін жүк түсіретін камералары болады. Білікті күш роторды ауыстыруға ұмтылады, яғни сіңетін түтікке қарай гидравликалық табан бағытталады. Күштік саңылау – гидравликалық табан мен шетпен төлке арасында азаяды, себебі түсіру камерасында қысым аз мөлшерде болады да, гидравликалық табанына әсер ететін күштердің тепе-теңдігі жүрмегенше, толық қысым әсер ететін гидравликалық табан кері бағытта қозғала бастайды.



1 – сору секциясы; 2 – қысып алатын бұлт; 3 – аралық секциясы; 4 – қысым түсіру секциясы; 5 – қосылатын түтік; 6 – гидравликалық табан; 7 – төлке; 8 – суды бірінші бас сатыдан беретін бұрғылау бөлігі.

1.10 сурет – Жүк түсіретін табаны бар секционды сорғы

Жылу энергетикада, энергетикалық циклды қамтамасыз ету үшін сорғылардың 20 түрі қолданылады. Сорғы қондырғылары – электр станцияларында, жылу станцияларында да қосалқы қондырғы ретінде көп қолданыс тапты.

Егер негізгі белгісінің сапасына қарай сорғыларды екі топқа бөлуге болады :

- Жылу электр станциясында қондырғылардың негізгі жұмысымен байланысты;
- Техникалық мақсаттарға арналған әртүрлі тағайындауы бар қондырғылар.

Негізгі циклдық жұмыспен бос емес бірінші топтағы сорғыларға мыналарды жатқызуға болады: су циркуляциясы, оның ішінде циркуляционды және циркуляционды емес сорғылар, қоректендіруші суды дайындайтын, яғни конденсатты сорғылар, жылу таратқыш жүйелік және бойлерлық сорғылар.

Екінші топтағы сорғыларға дренажды, өрттік, тұрмыстық қолданыстағы сорғыларды жатқызуға болады. Электр станциясындағы жұмыстарға, сенімділікке және үнемділікке тікелей ықпал ететін өте жауапты сорғыларға, қоректендіргіш конденсатты, циркуляциялық, торлық, багерлік сорғыларды жатқызуға болады. Динамикалыққа, сұйық соратын және айдайтын құбырлармен тұрақты қатынасатын тұғырдағы күштік әсердің салдарынан қозғалатын сорғылар жатады. Бұл сорғылар тұрақты беріліспен және қақпақшаларының жоқтығымен сипатталады.

Сұйыққа күштік әсерінің түрлеріне байланысты, динамикалық сорғылар, күрекшелі үйкеліс сорғылары және электромагнитті сорғыларды жатқызуға болады. Олардың конструкциялық ерекшеліктерін және жұмыстарын қарастырар болсақ топталуы 1.10 - суретте көрсетілген. Ортадан тепкіш сорғылар: құрылысы бойынша, арыны бойынша, білігінің орналасуы және сұйықты жеткізу, айдайтын сұйықтың түріне байланысты бөлінеді.

Орташа тепкіш сорғылардың топталуы:

1. Құрылысы бойынша: бітеу қорапты, секциялы және көлденең жазықтықта қорабы ажырайтын.

2. Арыны бойынша: төмен арынды 100 м-ге дейін, Орташа 100-300 м, жоғары арынды 1000 м және оданда жоғары.

3. Білігінің орналасуы бойынша: жазық және тік.

4. Сұйықты жеткізу тәсілі бойынша: бір жағынан әкелінетін және екі жағынан соратын сорғылар.

5. Айдайтын сұйықтың түріне байланысты: бейтарап су, сілтілі су, қышқылды су үшін және қатты заттар араласқан су үшін қолданылады.

## **2 Сорғы қондырғыларының негізгі талаптары және электр жетектерін таңдау**

### **2.1 Сорғы қондырғыларының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар**

Салқын судың тұрғын-үй кешендерінің су құбыр желілеріне берілуін қамтамасыз етеді және сорғы станцияларының құрамына жобаланатын қондырғылар кіреді.

Басқару және бақылау жүйелерімен, коммутациялық аппараттармен, жиіліктік түрлендіргіштермен және бірқалыпты жіберу құрылғысымен бірге сорғы агрегаттарын басқаратын станцияны қалыптастырады.

Сорғы қондырғыларын басқару үшін реттелетін асинхронды электржетекті қолдануға рұқсат ететін жағдайлар:

- электрқозғалтқыштың бірқалыпты жіберілуімен желіге тоқ лақтырулары және қозғалтқышта механикалық жүктеменің болмауы;
- гидравликалық соққының болмауы;
- реттеудің барлық диапазонында сорғы қондырғыларымен тұтынылатын қуаттың тиімді қолданылуы;
- электрқозғалтқыш сорғысының қуат коэффициентінің 1-ге жақын мәнін қамтамасыз ету;
- жұмыс және жіберу кезінде шу деңгейінің төмендеуі;
- ТП АБЖ-де бірлесу, автономды және қауіпсіз жұмыстың қамтамасыз етілуі.

Жобаланатын сорғылардың қондырғысы келесідей техникалық сипаттамаларды қамтамасыз етуі керек:

- судың нақтылы берілуі  $200 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ;
- қысымның максималды биіктігі 90 м.

Қарастырылып отырған ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының электржетегі келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- сумен жабдықтау жүйесінде 1%-дан төмен емес дәлдікпен тұрақты су қысымын қолдау, қажеттілігінше оның деңгейін қолмен реттеу мүмкіндігін беру;
- технологиялық үрдістерден шығып, жүктеменің толуы кезінде қысымды қалпына келтіру 2 с көп емес;
- қарқындылықты берушіден 1-5 с ішінде бірқалыпты жіберу тәртібін қамтамасыз етуі;
- сорғы станцияларының жұмысының қолайсыз жағдайларынан қорғаныстың болуы:
  - қысқа тұйықталудан қорғау;
  - тоқ бойынша жүктеменің артылуынан қорғау;
  - қозғалтқыш орамасының температурасының өсіп кетуінен қорғау;
  - фазаның қиғаштығынан және жоғары болуынан қорғау;
  - кавитационды тәртіптегі жұмыстан электрсорғы агрегаттарын қорғау;



- «Желі», «Жұмыс», «Апат» бет панелінде индикация;
- «Қолмен», «Автоматты» жұмыс тәртіптерін таңдау;
- әр электрсорғының «Апаты»;
- жетек реверсивтік болмауы керек;
- электрқорек қондырғылары 380/220 В айнымалы тоқтың 3-к фаза желісінен жүзеге асады, 50 Гц;
- жылдамдықты реттеу кезінде максималды үнемдеу тәртібін қамтамасыз ету.

Сорғы қондырғыларын басқару тапсырмаларын орындау үшін электр жетегін қамтамасыз ету керек жағдайлар:

- сорғы қондырғысын жіберу мен тоқтатуды «Автоматты», «Қолмен» басқару;

- тұтынушы желісінде тұрақты қысыммен ұстап тұруы үшін қозғалтқыштың айналу белдігінің жиілігінің өзгеруі;

- тетіктен рұқсат етілген шектер, параметрлерінің ауытқуы кезінде апаттық сигнал түскен кезде шұғыл тоқтату керек;

- электрқозғалтқыштардың апаттық жұмыс тәртіптерінен қорғау;

- апат жағдайында резервтік, сорғының автоматты кезектелуі;

- «құрғақ» жүрістен қорғау;

- кернеудің түсіп кетуінен кейін автоматты қосылуы.

Сорғы қондырғыларының автоматты басқару жүйесінде сапа реттеуінің келесі көрсеткіштерін қамтамасыз ету керек:

- орнатылған жұмыс тәртіптерінде статикалық қате 0-ге тең.

Өтпелі үрдістердің сипаттамалары келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

- жіберу кезінде қайта реттеу 5%-дан көп емес;

- жүктеменің толтыру немесе лақтыру кезінде қайта реттеу 10%-дан көп емес.

Автоматты басқару жүйесін жобалау кезінде монтаж, пайдалану, техникалық құралдардың қызмет көрсетуі мен жөндеуінде Украина аумағында әрекет ететін нормативті құжаттармен сәйкес қауіпсіздік шараларымен қамтамасыз етуі қарастырылуы керек:

- "Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жобаларының санитарлық нормалары";

- "Электрқондырғылары құрылғыларының ережелері";

- "Ғимараттар мен құрылыстардың өрт автоматикасы";

- "Еңбек қауіпсіздігінің стандарттарының жүйесі.

Өндірістік жабдықтар қауіпсіздіктің жалпы талаптары: – "Сигнал түстері мен қауіпсіздік белгілері ";

- кернеу астындағы автоматты басқару жүйесіндегі техникалық құралдарының барлық сыртқы элементтері кездейсоқ жанасудан қорғанысы болуы;

- сорғы құрылғысының айналатын бөліктеріне рұқсат ету шектелген болуы;

- электрлік элементтерді қорғау нөлдендіруге ие болуы керек;
- қондырғы тұрғылықты жерлерде пайдаланатындықтан өндірістік шу деңгейін шектейтін шаралар, сонымен қатар өрт сөндіру құралдарының қолданылуы;

Эргономика мен техникалық эстетикаға талаптар сорғы қондырғысының жақсы жарық жерде, жылы бөлмеде, қалыпты және апат жағдайларында, жөндеу мен техникалық қызмет көрсету үнемділігінің қарапайымдылығын, сонымен қатар жылдамдығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, және де техникалық персоналдарға қызмет көрсетуге ыңғайлы жерде орналасуымен қамтамасыз етіледі.

Қалқандар мен пульттардың орналасуы мен құрылысы қызмет көрсетудің көрінісі мен қарапайымдылығын қамтамасыз ету керек.

Жүйе компоненттерінің жөндеуі мен техникалық қызмет көрсетуге, пайдалануға талаптар.

- сорғы қондырғысы атмосфералық жауын-шашынның түсуін болдырмайтын жабық бөлмеде орналасуы және арнайы іргетасқа орнатылуы;
- жөндеу мен монтаж жылдамдығын қамтамасыз ету үшін жабдықта тақталар орнатылуы және белгілеулер қойылуы керек;
- санитарлық нормалар мен техникалық құралдар қызмет көрсетуімен орналастырылуы бойынша орналастыру алаңы өндіруші-кәсіпорындардың талаптарына сай келуі керек;
- бөлмені электрмен жабдықтаумен, жасанды жарықтандыру жүйелерінің жобалануы кезінде техникалық құралдарды орналастыру үшін "Электр орнату құрылғыларының ережелері" талаптарын орындау қажет;

## **2.2 Электр жетегін таңдау және негіздеу**

Сорғышты орнатуды реттеуде келесі электр жетектерін қолданамыз:

- жоғары жылдамдықты электрқозғалтқышы бар жетек, яғни ауыспалы токтың екі немесе одан жоғары жылдамдықты асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштары;
- сырғанаудың индукторлы муфтасы бар жетек – ауыспалы токтың асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштары;
- асинхронды-вентильді каскад сұлбасы бойынша болған жетектер – ауыспалы токтың фазалы ротормен электрқозғалтқыштары;
- жиілікті жетек – ауыспалы токтың асинхронды қысқа тұйықталған электрқозғалтқыштары;
- вентильді электрқозғалтқышы негізіндегі жетек – ауыспалы токтың синхронды электрқозғалтқышы болып табылады.

Реттелетін жетекті қолдану бір жағынан су құбыр желісіндегі қысымды бірқалыпты ұстайды және осыдан су берілісінің электр энергиясы үнемділігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар кеміп қалуы және судың өнімсіз шығыны азаяды, сорғышты агрегаттардың қуатын арттыра отырып, торапты станциялардың аймағын және олардың санын азайту мүмкіндігі болады.

Техника-экономикалық тұрғыда жасауда, бұл факторлар ескертулерсіз қалмауы қажет. Реттелетін жетегі бар автоматты реттеу жүйесін қолдану электр энергиясының 30%-ға дейін үнемдеуін қамтамасыз етеді және кеміп қалудың азаюына және өнімсіз шығысына сәйкес су шығыны 3-4%-ға азаяды.

Қазіргі кезде айналым санын реттеу үшін жиілікті-реттелетін сорғыштың жетегі қолданыста.

Жиілікті-реттелетін жетектің құрамына: жиілікті түрлендіргіш, асинхронды қысқа тұйықталуы бар роторлы электрқозғалтқышы кіреді және сорғыштың негізгі бөлігі болып табылады.

Жиілікті түрлендіргіш дегеніміз – 50 Гц тұрақты жиілігі бар, бір немесе үшфазалы кернеуді талап етілген жиілікке түрлендіретін күштік электронды құрылғылар болып табылады.

Жиілікті түрлендіргіштің қасиеттері – кез-келген асинхронды электрқозғалтқыштардың, соның ішінде сорғыш және компрессордың электрқозғалтқыштарының жылдамдықтарын сатылы емес реттеу үшін қолданылуына мүмкіндік береді. Жиілікті түрлендіруді қолдану кезінде асинхронды электрқозғалтқыштарының айналу жылдамдығы жиілік пен қозғалтқыштың қорек кернеуінің өзгеруімен реттеледі. Осындай түрлендіргіштің ПӘК-і 98%-ті құрайды, желіден тек жүктеме тоғының белсенді құраушысы пайдаланылады. Микропроцессорлық басқару жүйесі электрқозғалтқышты басқарудың жоғары сапасын қамтамасыз етеді және авариялық жағдайлардың болмауын алдын алу параметрлерін бақылайды.

Жиілікті түрлендіргіш көмегімен сорғыштың электрқозғалтқышын жалғағанда қозғалтқыштың іске қосылуы жеңіл түрде өтеді, яғни қозғалтқыш пен механизмнің қызмет ету мерзімін арттырып оның жүктемесін азайтады.

Жиілікті түрлендіргіш негізіндегі реттелетін электр жетегін пайдалануды қамтамасыз етеді:

- керекті сұйық қысымын және электрэнергияны пайдалануды азайту;
- өтелмеген конденсаторсыз электрқондырғысының жұмысын қамтамасыз етеуі;
- қондырғылардың жұмыс істеу мерзімін арттыру, оларға жұмсалатын қаражатты азайту;
- оперативті басқаруда технологиялық процестердің толық автоматтандырылуын қамтамасыз етеді;
- қуатты арттыра отырып іске қосылған сорғыш агрегаттың санын және соған сәйкес капиталды өңдеу кезіндегі құрылыс көлемін азайту;
- тоқты жою арқылы электрлік қуатты азайту мүмкіндігі;
- біркелкі істі қолданғандықтан сорғыш қондырғыларының және желідегі авария санын азайту;
- сорғышты автоматты түрде қайта қосу;
- екпінді іске қосу тоғын азайту есебінен электрқұрылғысының беріктілігін арттыру мүмкіндігі.

Электр энергиясын үнемдеу сорғының шығысындағы артық екпіндердің төмендеуінен және ПӘК-нің жоғарылауынан пайда болады.

Жиілікті реттейтін құрылғыны басқару құрамындағы контроллермен болады, бекітілген қысымды шығын өзгерісі кезінде қолдану, кезектілікті орындау, қосу операциясы, сорғыны тоқтату, резервтегі агрегатты қайтадан қосу және автоматты түрде қосу операциясы, сорғының ақпаратты диспетчерлік пунктке жинау және жіберу жұмысы.

Жиілікті реттейтін құрылғының бағасы өте жоғары, бірақ оған қарамастан реттеу кезінде электр энергиясын үнемдеу 20-30%-ға жетеді, соның салдарынан құрылғыға кеткен шығынның орны 2 жылда өтеледі.

Одан басқа, жаңа заманғы түрлендіргіштер функцияның көп түрлілігіне ие және сорғылық станцияның автоматтандыруын қамтамасыз етеді.

Жиілікті электржеткізгіштің басты элементіне – жиіліктік түрлендіргіш жатады. Түрлендіргіште  $f_1$  желісін қоректендіретін тұрақты жиілік  $f_2$  өзгергішіне түрленеді.  $f_2$  жиілігіне пропорционалды түрде түрлендіргіштің шығысына қосылған электрқозғалтқыштың айналу жиілігі өзгереді.

Жиілікті түрлендіргіштерді екі негізгі түрге бөлуге болады: тұрақты тоқтың аралық түйіні және тура байланысқан. Түрлендіргіш В түзеткіштен, Ф фильтрынан және И инвенторынан тұрады.

Жиіліктік түрлендіргіш әсерінен өзгермейтін  $U_1$  кернеуі және  $f_1$  жиілігі параметрлері өзгертін  $U_2$  кернеуі және  $f_2$  жиілігіне параметрлеріне айналады, оны басқару жүйесі талап етеді.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{M_1}{M_2}. \quad (2.1)$$

Статикалық екпінсіз жұмыс істейтін сорғы механикалық мінездемесі квадраттық парабола теңдігімен анықталады, ол мына қатынасты сақтау керек:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2}. \quad (2.2)$$

Статикалық екпінмен жұмыс істейтін сорғыларда қиынырақ қатынас сақталу керек:

$$\frac{U_1}{f_1^{1+\frac{k}{2}}} = \frac{U_2}{f_2^{1+\frac{k}{2}}}. \quad (2.3)$$

мұндағы  $k$  – сорғының теңдіктегі механикалық сипаттамасы.

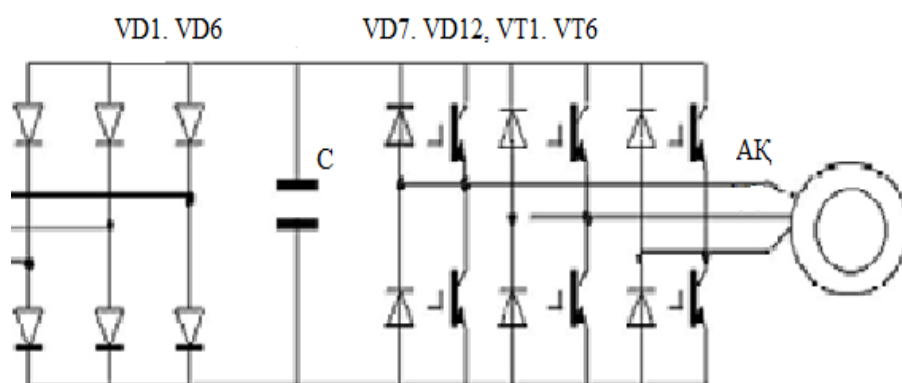
Сорғы орнатуларында, жалпы мәнді түрлендіретін түрлендіргіштер қолданылады, олар мына қатынасты сақтайды:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} = const. \quad (2.4)$$

Автономды инвертор кернеу базасындағы жиілікті түрлендіргіштерде, тұрақты ток түйінінде кернеу түзеледі. Бұл түрлендіргіштегі түзетуші фильтр әдетте конденсатордан тұрады, ол автономды кернеу инверторына паралельді қосылған. Автономды инвертор кернеу базасындағы жиілікті түрлендіргіштер импульсті модуляциямен энергетикалық сипаттамалары жоғары, себебі түрлендіргіш шығысында қисық ток және кернеу формасы пайда болады, олар синусоидалыға жақындайды.

Түрлендіргіштерде жоғарыда айтылған айырмашылықтарға қарағанда басқарылмайтын түзеткіштер қолданылады. Жүйеде жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш, технологиялық үрдістерді автоматтандыратын жүйеге оңай кіріседі, ал бұл жағдайда кері байланыстағы желінің қысымын тұрақтандыруды қамтамасыз етеді және қысымның көтерілуінен судың жоғалуын азайтады.

Қазіргі таңда осындай жиілікті түрлендіргіштер әр түрлі өндірушілерді шығарады және олардың номенклатурасы біздің жағдай үшін керекті түрлендіргішті таңдауға көмектеседі.



2.1 сурет – Автономды инвертор кернеуі мен кең ауқымды импульсті модуляцияның сұлбасы

Жиілікті түрлендіргішті таңдау мына шарт бойынша жүргізіледі:

$$I_{\text{выч.пч}} \geq I_{1н}; U_{\text{выч.пч}} \geq U_{1н}. \quad (2.5)$$

### 2.3 Ортадан тепкіш сорғының электр жетек күштік каналдарының энергетикалық қатынастары

Біздің негізгі мақсатымыз, электр жетек параметрлерінің өзара тәуелділігін анықтау, яғни ортадан тепкіш сорғы жұмыс жасайтын сорғы және құбыр өткізгіші бойынша. 2.2 - суретте автоматтандырылған электр жетек өндіріс механизмдерінің функционалды сұлбасы көрсетілген. Жетектің басқару жүйесі БЖ, күштік басқару жүйесі КБЖ және хабарландыру басқару

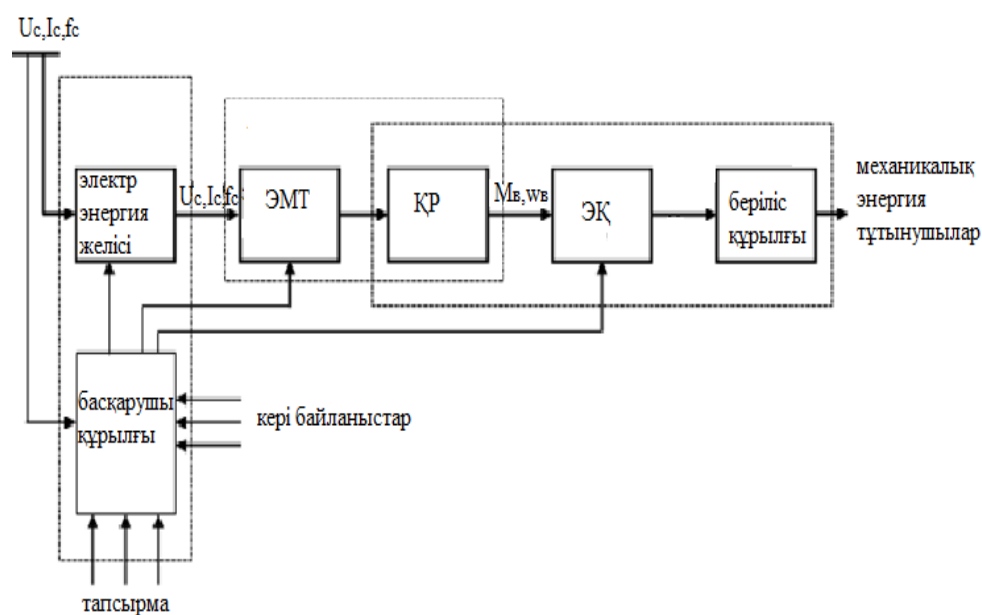
жүйесі ХБЖ құрамы желіден  $U_c, I_c, f_c$  параметрлері арқылы қорек алады да, оларды ЭҚ электр қозғалтқыш үшін соңғы жұмыс режиміне қатысты түрлендіреді. Берілу механизмі БМ, электр қозғалтқыш ЭҚ білігіндегі момент  $M_B$  және айналу жиілігін  $\omega_B$  механикалық параметрлерді түрлендіру үшін және оларды орындау механизміне ОМ беру үшін қызмет жасайды. АЭЖ тұйық жүйесінде басқару жүйесі берілген құрылғы БҚ сигналдарын салыстыру кезінде басқару сигналы және кері байланыс датчигі КБД үшін формаланады.

Ортадан тепкіш механизмдерінің бірнеше ерекшеліктері бар;

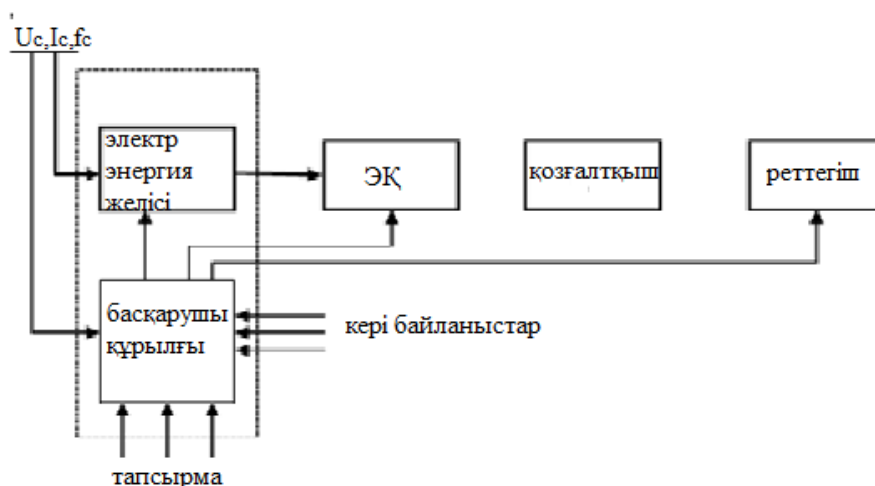
- біріншіден, ОМ орындау механизмі, өйткені біліктегі момент  $M_B$  және  $\omega_B$  айналу жиілігін мінездейтін механикалық қуатты түрлендіреді, қысыммен  $h_{цм}$  берілу  $Q_{цм}$  арқылы анықталатын гидравликалық жағдайды қарастырады.

- екіншіден, ортадан тепкіш сорғы механизмдерінің жұмыс дөңгелегі қозғалтқыш білігімен тәуелсіз және жалғастыру құрылғыларынсыз жанасады. Бұл жағдай өте жоғары пайдалану көрсеткіштерін көрсетеді.

Агрегаттар шығысындағы берілісті және қысымды өзгерту үшін реттелген электр жетекпен бірге жел үрлейтін, гидравликалық тиектелген аппараттардың әртүрлі түрін пайдаланады.



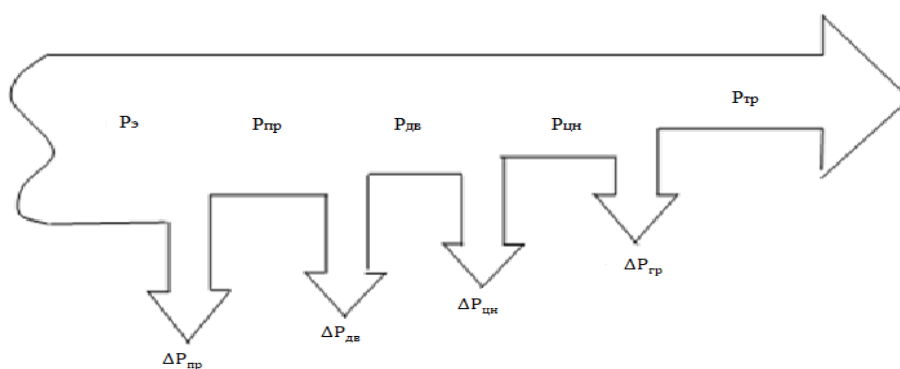
2.2 сурет – Өндірістік механизмдердегі автоматтандырылған электр жетектің жалпы функционалды сұлбасы



2.3 сурет – Ортадан тепкіш механизмнің автоматтандырылған электр жетек функционалды сұлбасы

Электрқозғалтқыш,  $M_B$  және  $\omega_B$  реттеу мүмкіндіктерін қарастырғандықтан ЭҚ бөлігі арқылы белгілейміз. Берілген жағдайларда ортадан тепкіш механизмдерінің автоматтандырылған электр жетек функционалды сұлбасы 2.3 - суреттегідей болды. Жүйе әртүрлі мінездемелерді береді: электрлік, механикалық, гидравликалық сондықтан келесі қуат диаграммасын пайдалануға болады. Құрастыратын қуат баланс жүйесін қарастырамыз. Электрлік қуат тұтынылатын қозғалтқыш режимі, жабындардың толығымен ашылуы және базалық жұмыс режимі бойынша.

$$P_{эб} = \frac{Q_{\delta} H_{\delta}}{\eta_{\delta}}. \quad (2.6)$$



$P_{гр}$  – құбыр өткізгіштерінің кірісіндегі пайдалы гидравликалық қуаты;  $P_{цн}$  – шығысындағы гидравликалық қуат;  $P_{дв}$  – сорғы қозғалтқыш білігіндегі механикалық қуат;  $P_{э}$  – сорғы электр жетек жүйесіндегі тұтынатын электрлік қуаты;  $P_{пр}$  – тұтынатын сорғы қозғалтқыштың электрлік қуаты;  $\Delta P_{гр}, \Delta P_{цн}, \Delta P_{дв}, \Delta P_{пр}$  – түрлендіргіш және қозғалтқыш, сорғы, гидравликалық реттеуге қатысты қуат шығыны.

2.4 сурет – Сорғы агрегаттарының қуат диаграммасы

Сорғы қондырғыларында жиілікті реттеу электр жетектің негізгі технологияларын пайдалану. Гидравликалық машиналар сұйықтықтардағы энергияны реттейтін қысымды тудыратын құрылғы – сорғы деп аталады.

Сорғы – электр жетегімен және тарату механизмдерімен қатар сорғы агрегаттары деп аталады. Сорғы қондырғыларын құрайтын, белгілі режимде жұмыс істейтін кешенді жабдықтар қатамассыз етіледі. Сорғы қондырғылары бір немесе бірнеше сорғы агрегаттарынан және құбыр өткізгіштерінен, сонымен қатар реттеуші арматуралардан, бақылап-өлшеуші аппараттардан, қорғайтын және басқару аппараттарынан тұрады.

Ғимараттар құрамына: бір немесе бірнеше сорғы қондырғылары кіретін, энергиямен қамтамасыз ету жүйесі, тұрмыстық және өндірістік ғимараттар, жұмыс мүкіндігімен қамтамасыз ететін бөлім сорғы станциялары деп аталады. Сорғы қондырғыларының жұмыс режимі мінездемесін және негізгі параметрлері қысым және берілу болып табылады.

Берілу бұл – сұйық көлемі, бірлік уақыт ішінде сорғы қондырғыларына айдайды, өлшем бірліктері  $\text{м}^3/\text{сағ}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Қысым бұл – қысым кезіндегі меншікті энергия айырымы және сорғы түтікшесіне соратын, сұйықтықты белгілі биіктікке көтеру үшін және құбыр өткізгіштігінде күш үйкелісін туғызады.

Қысым түсінігі  $P$  қысым терминіне сәйкес,

$$h = \frac{P}{\rho g}. \quad (2.7)$$

мұндағы  $h$  – қысымы, м;

$P$  – сорғының қысымы, Па;

$\rho$  – сұйық ортаның тығыздығы,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ;

$g$  – бос түсу жылдамдығы,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Сорғы қондырғыларына жататындар: су құбырлары, кәріз құбырлары, жылу құбырлары, мұнай айдау құбырлары және тағы басқалары жатады. Су құбырлы станциялар I және II көтеру және жоғарлату болып бөлінеді, I көтеру бұлақ көзінен суды тартып, тазалау ғимаратына жібереді. Осыдан кейін, тазаланған су таза су сақтау ғимаратына жіберіледі. II жоғарлату таза су ғимаратынан су өткізгіштігіне жібереді, бас тарату желісі арқылы құбыр өкізгіштеріне өтіп тұтынушыларға жеткізіледі. Егер берілген қысым су көтерілуіне жеткіліксіз болса қосымша жоғарлату сорғы станция ғимараттары қойылады, желіге тәуелсіз аралық суды жинау ғимараты бойынша. Стациялар жұмысы «құбырдан – құбырға» сұлбасы бойынша.

Су құбыр сорғы станциялары: техникалық және ауыз су болып бөлінеді. Су құбыр сорғы станцияларының құрлысы бірдей жұмыс істеу режимдері жағынан бір бірінен айырмашылықтары бар. Сорғы станциялар бір немесе бірнеше сорғы агрегаттарымен топталады. Егер сорғы қондырғылар құрамына бірнеше сорғы агрегаттары кірсе, сорғыларды бір-бірімен байланыстыратын,



соратын коллекторлар және қысым желілері болып бөлінеді. Қысым коллекторларына: су жүргізу сорғылары және су сору ағызғылары жатады. Заманауи сорғы қондырғыларына қалақты сорғылар, яғни ортадан тепкіш және осьтік сорғылар жатады. Ортадан тепкіш сорғы 2.5 - суретте көрсетілген. 1 ішкі қозғалмайтын бөлімі, спиральді түрде, 2 жұмыс дөңгелегіне орналасқан, ал 3 білікке бекітілген. Дөңгелек 2 дискіден тұрады, 4 күректердің арасына орналасқан. Сорғы бөліктері тығын құбыр өткізгіштігінен қысым және сорулармен байланысқан. Егер сорғы бөлімдерін және оның құбыр өткізгіш соруларын сұйықтықпен толтырса және жұмыс дөңгелегін айналымға келтірсе, онда сұйықтық жұмыс дөңгелегін айналдырады. Ортадан тепкіш күш периферияға сұйықтықты құяды, жоғары қысымды тудырады, ал дөңгелек ортасы сиретіледі.

Сұйықтың қозғалу жылдамдығын азайту және құбырдың диаметрін үлкейту қажет, мәселен құрылысқа кететін капиталды шығындардың артуына, сонымен қатар пайдалану шығындарын төмендетуіне алып келеді. Сондықтан, оптималды нұсқаны таңдау және капитал жұмсаулар және қолдану кезіндегі шығыстар қабылданған нормаларға сәйкес келер еді. Сорғы қондырғыларын технико-экономикалық жағдайының нұсқа анализі талдауы өндіріліп жатыр. Қазіргі заманда қолданылатын құбырдағы сұйық жылдамдығының қозғалысы кестеде келтірілген.

2.1 кесте – Кеңес берілетін жылдамдықтар мен шығындар

құбырдың ішкі диаметрі, мм	жылдамдық, м/с	шығыны	
		л/с	м <sup>3</sup> /с
100	0,57-0,75	4,5-6	16,2-21,6
150	0,64-0,8	11-14	39,6-50,5
200	0,75-0,9	23,5-28	85,8-100,8
300	0,88-1,1	62-78	223-281
400	0,99-1,25	124-157	446-565
500	1,08-1,4	212-275	762-990
600	1,17-1,6	331-453	1196-1630
1000	1,43-2	1120-1571	4032-5355

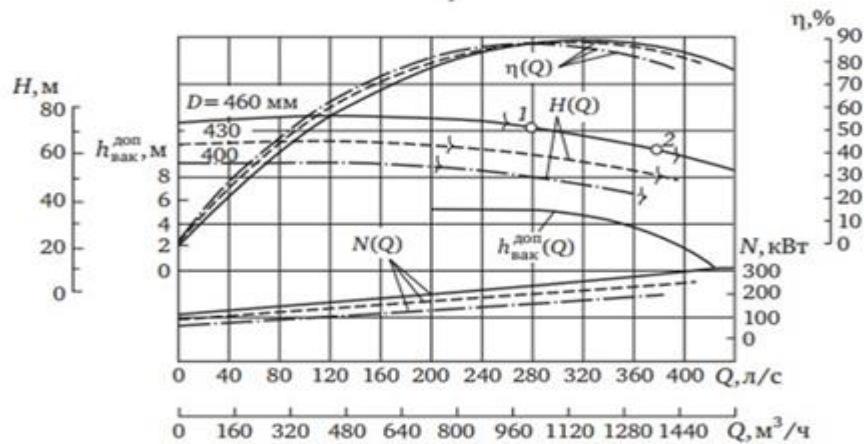
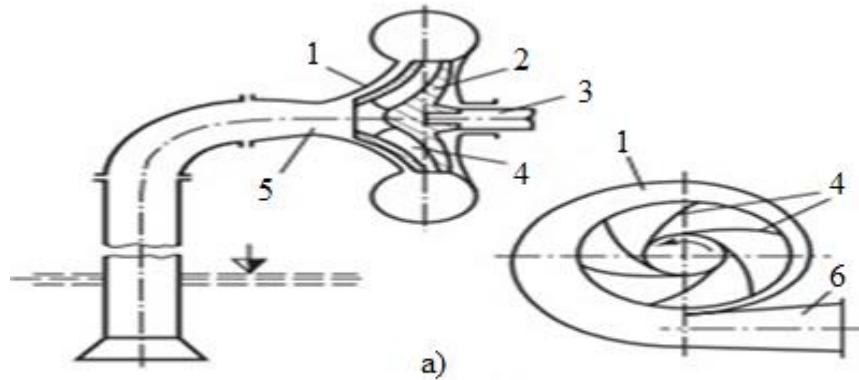
Сорғының берілісі мен тегеуірінді кішірейтуге болатынын, сонымен қатар жұмыс дөңгелектерінің диаметрін кішірейтулердің арқасында білуге болады. Бұл үшін дөңгелекті, сыртқы диаметрі бойынша есептік өлшеміне дейін центрде орнатылады. Дөңгелек диаметрін практикалық мақсатта нақты анықтауға болады.

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{Q_2}{Q_1}; D_2 = D_1 \cdot \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}, \text{ т/сағ.} \quad (2.7)$$

мұндағы  $D_1, Q_1, H_1$  – орнатылған сорғының диаметрі, берілісі және қысымы;

ҚЫСЫМЫ

$Q_2, H_2$  – дөңгелекті үшкірлегеннен кейінгі берілісі мен



(а) және (б) жұмыстық мінездемесі:  $H$  – сорғы қысымы;  $Q$  – берілу;  $\eta$  – ПӘК;  $h_{\text{вак}}^{\text{доп}}$  – вакумдық сору биіктігі;  $N$  — қуат;  $D$  — жұмыс дөңгелегінің диаметрі

### 2.5 сурет – Бір сатылы ортадан тепкіш сорғы

Осындай айырмашылыққа байланысты сұйық қысымының айырымы өткізгіш құбыр қысымына түседі. Осылайша үздіксіз сұйықтық беріледі. Ортадан тепкіш сорғы бір сатылы болуы мүмкін, ол бір жұмыс дөңгелегі, ал көп сатылы бірнеше дөңгелек бойынша. Біліктің орналасу құрлысы тәуелділігіне байланысты: горизонтальды және вертикальды сорғы болып бөлінеді.

Осы тік сорғылар. Жұмыс дөңгелегі сфериялық камералар бойынша айналады. Қалақты жұмыс дөңгелегінің сұйықтыққа әсері, қысымның ағу жылдамдығының өзгеруі, қалақтың жоғарғы бөлігінде көтеріледі де оның астында азаяды. Қысым айырымына байланысты сорғы осінің сұйықтығы

айналады. Осындай сорғылардың түрі су сору үшін аз қысым санымен үлкен көлемде сорады, яғни 20 м-ге дейін. Осы тік сорғылар, О түрі қалақ жұмыс дөңгелегінің қатты байланумен дайындалады және бұру қалақтарымен ОП түрі. Екі типті сорғылар екі орындаумен өткізіледі. Г – біліктің горизонтальды орналасуы, В – вертикальды. Қалақты сорғы қондырғылар өзгеру бұрыш мүмкіндігі ОП қысым реттеу мүмкіндігі және сорғы қысым кең мәнді ПӘК-і. Сондықтан сорғының бұл түрі – реттелмеген электр жетек деп аталады. Сорғы мінездемелері – сорғының негізгі параметрлеріне беріледі Q белгілі айналу жиілігіне байланысты n белгілі дөңгелек жұмыс диаметрі үшін D. 2.5 (б) - суретте ортадан тепкіш сорғының жұмыстық мінездемесі D1250-65 үш дөңгелек диаметрі 460, 430 және 400 мм айналу жиілігі 1450 мин<sup>-1</sup>. Сорғының негізгі мінездемесі оның қысымы берілуге тәуелді  $h = f(Q)$ , ал жеке мінездемесі Q – h немесе берілу шығыны. Ол жайпақ немесе күшті, үздіксіз азаяды, яғни лабильді, тұрақсыз.

Сорғы жетегі. Сорғы жетек үшін айнымалы тоқ синхронды қозғалтқыш және қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыш. Кейде фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыш. Электрқозғалтқыш қуаты 400 кВт, көбінесе кернеу 380 – 660 В, жоғары қуаттар 6 - 10 кВ.

Құбыр өткізгіштігі. Құбыр өткізгіш арматуралары. Сорғы станциялары ішкі құбыр өткізгіштер, яғни қысым және сорғы сору желілері және коллекторлар қысымы болат құбырлардан жасалады. Болат құбыр байланысуы дәнекер арқылы орындалады. Құбыр өткізгіш арматуралары түрінде сорғы қондырғыларында жабу, ысырма, кері жабындар. Ысырма тиектеулі органдар және сорғының жұмыс режимін реттеу үшін қолданылмайды. Дискілі бұрылу ысырымдары ысыру құрылғылар және сорғының жұмыс режимін реттеу үшін қолданылады. Ысыру және жабу электрлі және қол жетектерімен дайындалады. Кері жабындыны қысым құбыр өткізгішше сәйкес босатып, тоқтағаннан кейін сорғыны кері айналдырады. Кері жабын құрылысы баяу қойылады, бір дискілі, көп дискілі, кері салмақты және тағы басқалары. Сорғының жұмыс уақытында жабын дискісі өзінің салмағымен және су қысымы су жіберу жағынан жіберіледі де, ысыру жабылады.

### 3 Ортадан тепкіш сорғының электр жетегіне жалпы түсініктеме

#### 3.1 Электр жетегіне сапалы жүйе таңдау

Осы уақытқа дейін құбырында дросселдік ысырмалардың қысым көмегімен реттеу, ол негізгі тәсілі болып табылады. Асинхронды кішігірім қуатын басқару бағаны электр қозғалтқыштары үшін қолданылады. Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеудің тиімді тәсілі болып табылады. Айналым жиілігі бойынша электр жетектің қуатын үнемдеу және айналымы тоғы бар электр қозғалтқыштары басқа да қолдану тәжірибесі ретінде жетекті немесе сорғыларды, компрессорларды, қосымша ықпалдарды есепке алу қажет екенін көрсетеді:

- жабдықтың жұмыс өнімділігі;
- түрлі сатыларда оңай механизмдерді таңдау;
- іске қосу режимде;
- ауырды алып тастау;
- басқаратын және өшіретін механизмді алып тастау;
- қозғалтқыштарды қоректендіру кезінде желімен және жиілік арқылы айналдыру;

- көмекші механизмдер үшін құбырмен және осыған байланысты режимдермен оңайландыру;

- шығындарды төмендету;

- сорғы құрылғысын толық автоматтандыру. Оған сәйкес жобада бір тәсіл қаралады, сорғының стансасында қосылып реттелетін құрылғы тиристор негізінде, ол кейіннен тікелей қосылған айналу жиілігі болып тағайындалады. Электр қозғалтқыштарының номиналды жиілігі, сорғы агрегаттарының "жұмсақ" жетегі болады. Қоректендіру желісінің қарай кезек-кезек жүзеге асырады және жалпы жиілік тиристоры болып белгіленеді. Уақытына қарай электр қозғалтқыштары кезекпен іске қосылады. Құбырдағы сұйық қысымы және электр қозғалтқыштың айналу жылдамдығы және бір жиілікті түрлендіріш көмегімен реттелетін болады. Сорғы агрегаттарының жоғарғы тоғын қозғалтқышты іске қосу арқылы жоққа шығарады, сонымен қатар орамның ұшруына байланысты, оларды белгілі бір уақытта ағу санына байлайтын шектеуден алып тастайды. Уақытша жарамсыз кезінде оларды айналым жиілігі бойынша реттелмейтін қозғалтқыштарды және жұмыс режимінде жетектің ұшырауын жиілікті түрлендіргіште тікелей мүмкіндігі сақталады. Бұдан басқа, егер бұл желіден ыдырауы болса, онда оның бір бөлігін тұрақты және электр энергиясын тұтынатын қылады. Дросселдің санының реттеу процесінде электр энергиясын тұтынады.

Сорғы агрегаттарының электр жетегі. Ең көп таралған магнит электрлік қозғалтқыштар, олар тұтынатын энергиясының типіне қарай мынадай түрлерге жіктеледі:

- тұрақты ток қозғалтқыштары;
- синхронды электр қозғалтқыштары;

- асинхронды электр қозғалтқыштары.

Тұрақты ток қозғалтқышы – қоректендірілуі тұрақты токпен жүзеге асырылатын электр қозғалтқышы. Аталған түрдегі қозғалтқыштар щеткалы коллекторлы түйіні болады. Щеткалы коллекторлы түйін машинаның айналатын және жылжымайтын бөлігінде электрлік байланыс қызметін атқарады. Сондықтан неғұрлым сенімді болғанымен, қызмет көрсетуде құрылымдық элементі күрделі, жарылғыштық қауіпсіздігі аз, себебі ұшқын болу мүмкіндігі жоғары.

Синхронды электр қозғалтқышы – роторы қоректендіруші магнит өрісімен синхронды айналатын, айнымалы тоқтағы электрқозғалтқышы. Аталған қозғалтқышы үлкен қуаттарда қолданыс табады, яғни жүздеген киловат және одан жоғары. Бірақ үздіксіз берілісі жағынан қарағанда синхронды машиналар асинхронды машиналарға қарағанда күрделірек жасалған. Сонымен қатар, синхронды қозғалтқыш жүктеме рұқсат етілгеннен бірнеше шама артып кетсе синхронизмнен шығып, қозғалтқыш тоқтауы мүмкін. Синхронды қозғалтқыштарды асинхронды қосылуы қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың қосылуынан күрделірек болғандықтан бұл бізге сай келмейді.

Асинхронды электр қозғалтқышы – айналатын ротор жиілігі, оны қоректендіретін магниттік өрістің жиілігінен ерекшеленетін айнымалы тоқтағы электрқозғалтқышы. Бұл қозғалтқыштар қазіргі кезде кең таралғандықтан, қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштардың артықшылықтары келесідей:

- әртүрлі жүктемеде жуық шамадағы бірдей жылдамдық;
- қысқа уақыттағы механикалық асқын жүктемедегі мүмкіндік;
- құрылымының қарапайымдылығы;
- қосылудың қарапайымдылығы және автоматтандырылудың жеңілдігі.

Жоғарыда аталғандарды қорытындылай келе, асинхронды сорғы электр жетегіне біз асинхронды электр қозғалтқышын таңдаймыз. Негізгі сорғының қозғалтқышының жетегін таңдаған кезде, ортадан тепкіш сорғының қуаты келесідей формуламен анықталады:

$$P = k_3 \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot g}{\eta} \cdot 10^{-3}. \quad (3.1)$$

мұндағы  $\rho$  – мұнай өнімінің тығыздығы;

$\eta$  – трансмиссия, қозғалтқыш сорғының толық ПӘК-і.

Жетектің қуатын таңдаған кезде, ортадан тепкіш сорғының жұмысында номиналдыдан 15-20% жоғары болуына рұқсат етеді.

Негізгі сорғы агрегаттары, құбыр өткізгіштегі гидродинамикалық кедергілерді бөлу және сұйықтықтың көтерілуі, сонымен қатар электр энергиясы арқылы пайда болады. Сорғы агрегаттары, үйкелу күші сорғы агрегаттарының тығыздама және мойын тірек төзуі, электрқозғалтқыш болат

қызуы және мыс, желдеткіш және тағы басқалары шығындалады. Сорғы агрегаттар электр энергиясын пайдалану қатынасы, электрлік желіден пайдаланылатын, ПӘК-і агрегаттары. Заманауи сорғы агрегаттар үшін олардың қуат тәуелділігі, тағайындалу және басқа факторлар мәні мен ПӘК-і 0,3-тен 0,9-ға дейін өзгереді. Сорғы пайдаланылатын қуат кВт, формуламен анықталады:  $N = 9,81 Qh$ , мұндағы,  $Q$  – берілу,  $m^3/c$ ;  $h$  – қысым, м;  $\eta_n$  – сорғы ПӘК-і. Тұтынатын сорғы агрегаттарының қуаты, кВт,  $N P = \eta_{эд}$ ,  $N P = \eta_{пр}$ .

мұндағы  $\eta_{эд}$  – электрқозғалтқыш ПӘК-і;

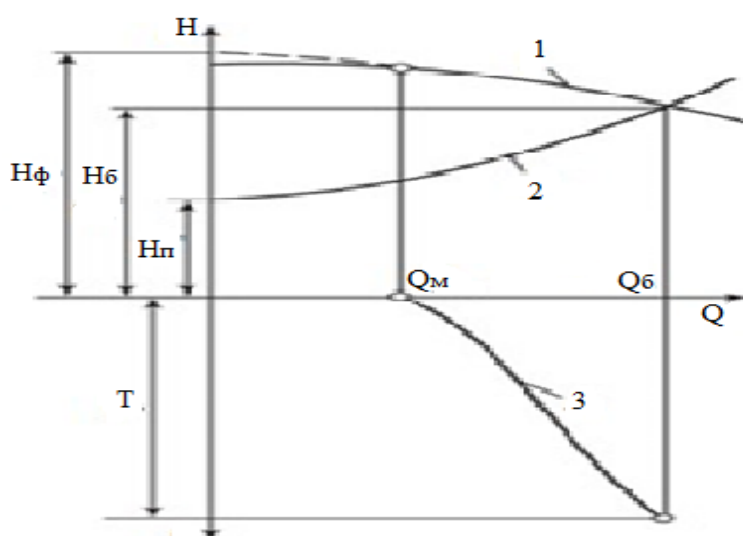
$\eta_{пр}$  – түрлендіру құрылғының ПӘК-і, яғни жиілікті түрлендірігіштерде.

Заманауи су өткізгіш және арна жүргізу сорғы станцияларының агрегаттар қуаты 3,5-5 МВт, үлкен жүйелерде 12 МВт. Электр энергия саны, агрегат тұтынатын уақыт  $t$ , тұрақты беріліс және өзгермейтін қысым, келесі формуламен анықталады.

$$W = Pt. \quad (3.2)$$

мұндағы  $t$  – жұмыс уақыты, сағ.

Сорғы анық агрегаттар қондырғылары айнымалы берілумен, айнымалы қысыммен қатысты жұмыс істейді. Осы қуатқа байланысты кез-келген уақыт ішіндегі агрегаттар тұтынылып өзгереді. 2.6 - суретте құбыр өткізгіш және сорғының аралас жұмысы бейнеленген, сонымен қатар жинақталған диаграмма қисық тарату сұйықтың берілуі. Жинақталған диаграммада сұйықтық берілісі қисық болады, сұйық берілу графиктің ординатасымен байланысады, өсуі бойынша төмендейді. Диаграммалар жылдық ұзақ есептеу уақыт периодымен құрылады.



1 – сорғыдағы қысым шығыны; 2 – құбыр өткізгіштігі; 3 – сорғы берілісінің жинақталған диаграммасы

2.6 сурет – Құбыр өткізгіш және сорғы берілісінің аралас жұмыс графигінің жинақталған диаграммасы

Құбыр өткізгіш мінездемесі;

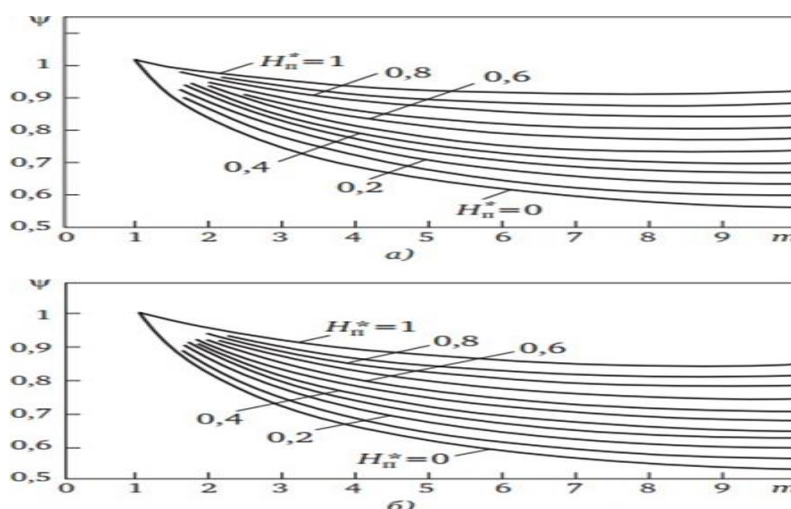
$$Q = Q_6 \left[ (1 - \lambda) \frac{t}{T} + \lambda \right]. \quad (3.3)$$

мұндағы  $Q_6$  – берілген сорғы құрылғы берілісінің есептеу периоды;  
 $\lambda$  – қондырғының салыстырмалы минималды берілісі;  $\lambda = \frac{Q_M}{Q_6}$ ;  
 $T$  – есептеу периодының ұзақтығы;  
 $Q_M$  – есептеу периоды, қондырғының берілісі.

Есептеу периодының сапасы уақыт үзілісінің ұзақтығы, яғни, техникалық жыл  $T = 8760$  сағ. уақытқа байланысты тұтынатын сорғы қуаты, сорғы артық қысымсыз жұмыс істейді, сорғының жұмыс нүктесі құбыр өткізгіш мінездемесімен араласады. Тәуелділіктен байқағанымыз сорғы жұмыс аймағы арасында болады және ПӘК-і азғана өзгереді. Осы тәуелділікті ескеріп 0 ден  $T$  барлық түрлену энергия шамасымен анықталады, уақыт аралығында тұтынатын есептеу периоды.

$$W = \frac{N_6 T (1 + \lambda)}{\eta_{эд} 4} [(1 + H_{II}^*) + \lambda^2 (1 - H_{II}^*)]. \quad (3.4)$$

мұндағы  $N_6$  – қуат, тұтынатын сорғының аз берілісі, кВт;  
 $H_{II}^* = \frac{H_{II}}{N_6}$  – салыстырмалы қарсы қысым.



2.7 сурет – Сорғы агрегаттарының жұмыс санын төмендету коэффициентінің тәуелділігі және салыстырмалы статикалық қысымы

## 4 Электр жетегінің негізгі элементтерін анықтау

### 4.1 Сорғыш қондырғысының электр қозғалтқышын таңдау және қуатын есептеу

Берілген тапсырманы орындауда негізгі техникалық талаптарды орындау үшін қажетті қуатты есептеп, сол қуаттан жоғары сорғының типін таңдап алып, соған сәйкес электрқозғалтқышын таңдау керек. Сорғының жұмыстық дөңгелегінің айналу жиілігін өзгертуімен оның тегеуірінді де реттеуге, сонымен қатар таңдалған электрқозғалтқыштың да білігінің айналу жылдамдығын өзгертуге болады. Электр жетегі жүйесінде негізгі бөлік электр қозғалтқышы болып табылады. Асинхронды қозғалтқыштарды қолдану электр жетек сенімділін арттырып, капиталды шығындар мен пайдалану шығындарын азайтатындығы белгілі.

Берілген тапсырма бойынша су айдау өнімділігі:

$$Q = 200 \text{ м}^3/\text{сағ} = 0,055 \text{ м}^3/\text{с}$$

Берілген тапсырмаға сәйкес 1Д типті сорғыны таңдаймыз.

Сорғының шартты белгілері: 1Д200-90 а-т-А-Е-У2 ТУ-2606-1510-88.

мұндағы 1 – сорғының жетілдіруі бойынша нөмірі;

Д – екі жақты кірісі бар сорғы;

200 – беріліс,  $\text{м}^3/\text{сағ}$  жұмыстық дөңгелегінің диаметрінің негізгі орындалуы бойынша;

90 – тегеурін, м;

а – жұмыстық доңғалағының қайралған нүктесінің индексі;

т – біліктің тығыздалған типі;

А – ағын бөлігі бойынша орындалу;

Е – орындалу индексі; сорғы агрегаттары үшін, жарылғыш және өрт сөндіргіш өндірістерге пайдалану үшін арналған, қолайлы емес белгісіз агрегатты сорғылар үшін, жарылғыш өндірістерде пайдаланбау;

У2 – климаттық орындалуы және орналасу категориясы бойынша;

Құрылысы: горизонтальды, ортадан тепкіш сорғы, бірбатылы сорғы, екі жақтан кіру жұмыстық дөңгелегі бар сорғы.

Сорғының ағын бөлігіне арналған материалдар: жұмыстық дөңгелегі шойын СЧ20, білігі – болат 45.

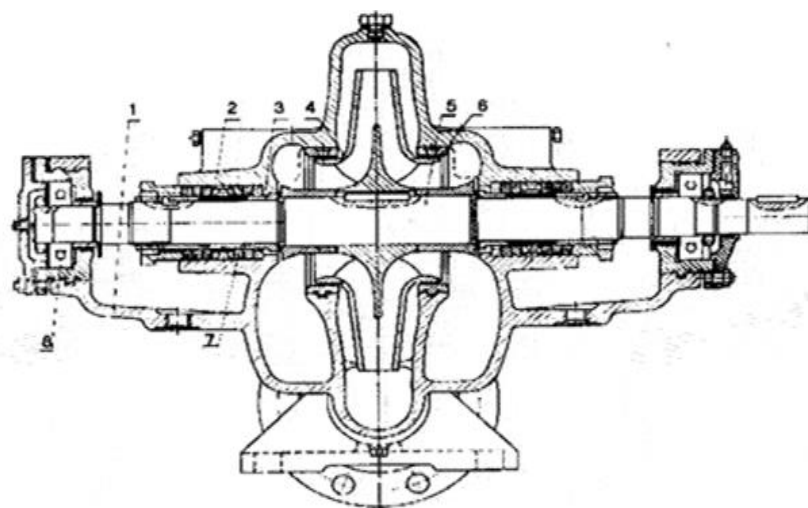
1Д типті сорғылар өнеркәсіптерді сумен қамтамасыз ету, қалалық сорғы станцияларында суды айдап шығу үшін қолданылады.

Айдаушы орта: су және сұйық, тұтқырлық бойынша суға ұқсас және химиялық активтілігі бойынша;

- айдаушы сұйықтың температурасы  $+85^\circ\text{C}$  дейін;

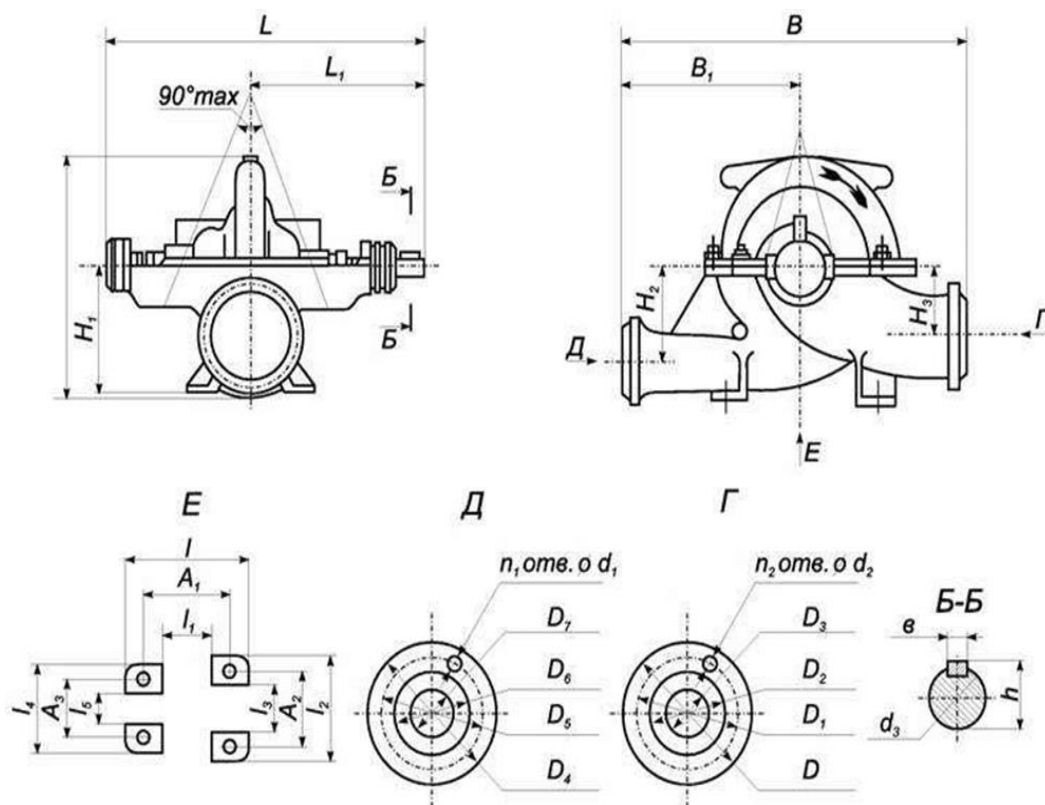
- сору биіктігі – 2,5-6,5 м.





4.1 сурет – 1Д - типті сорғының тілінген схемасы

Сорғылар ГОСТ 27.003-90 I қалпына келтіретін, ортақ тағайындалған бұйымдар түріне жатады. Сорғылар және агрегаттар климаттық орындалуда және орналастыру категориясы бойынша УХЛ 3.1, У2 және Т2 ГОСТ 15150-69 өндіріліп жатыр, шетке шығаруға есепке алумен жабдықтаулар электр сорғылар ГОСТ 26-06-2011-79 бойынша сәйкестікке келтірілген.



4.2 сурет – Сорғының габариті өлшемі

Сорғылар және агрегаттар қауіпсіздік талабы бойынша ГОСТ Р 52743-2007 сәйкес орындалады.

4.1 кесте – Сорғы қондырғысының техникалық мәліметтері

Параметрлері	Белгіленуі	Мәні	Өлшем бірлігі
беру	Q	0,055	м <sup>3</sup> /сағ
сұйық қысымы	H	90	м
айналу жиілігі	n	2900	айн/мин
максималды тұтынатын қуат	N	82	кВт
шекті кавитациялық қор	ΔH	5,5	м
сорғы массасы	m	145	кг
ПӘК-і	η <sub>н</sub>	75	%
серпін моменті	J <sub>н</sub>	1,80	кг·м <sup>2</sup>

Сорғыштарды статистикалық түрде қараған кезде, суды пайдалану уақыттың көп бөлігі кезінде аз болады. Сорғыш жылдамдығын азайту үшін, тегеурінді тұрақты түрде ұстау қажет және желідегі қуаттың пайдалануы аз болады. Сондықтан қозғалтқыштарды сорғыштардың параметрлеріне сәйкес таңдау керек.

Формула бойынша қозғалтқыш білігіне түсетін қуатты есептейміз:

$$P = \frac{g \cdot \rho \cdot Q_n \cdot (H_n + \Delta H)}{1000 \cdot \eta_n}, \text{ кВт.} \quad (4.1)$$

$$P = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,055 \cdot (90 + 5,5)}{1000 \cdot 0,82} = 62,84, \text{ кВт.}$$

мұндағы  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – еркін түсуді жеделдету;

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  – судың тығыздығы;

$Q = 0,055$  – сорғыштың нақтылы өнімділігі, м<sup>3</sup>/с;

$H_n$  – сорғыштың нақтылы тегеуріні, м;

$\Delta H = 5,5$  – кавитациялық қор, м;

$\eta_n = 0,82$  – сорғыштың нақты ПӘК-і.

Сорғы станциясында орналасқан қозғалтқыштың нақтылы қуаттылығы 62,84 кВт-тан артық болуы керек. Сорғы өндірушілерінің ұсынысы бойынша, сипаттамаға сәйкес асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз және есептелген қуаттылыққа сәйкес, 4AM250M2Y3 сериялы 90 кВт қуатты қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.



4.3 сурет – 4AM250M2У3 маркалы асинхронды қозғалтқыш

4А(4АМ) сериясының белгіленуі:

4А(М) X X X X X X X

1 – (4А, 4АМ) серия атауы

2 – қорғаныс бойынша орындалуы, Н әрпі – IP23 орындалуы, әріптің жоқ болуы IP44 орындалуы болуы мүмкін;

3 – Ақ станина мен щит бойынша орындалуы: А – станина мен щит алюминейден жасалған; Х – станина алюминейді, шиты болаттан; әріптің жоқ болуы – станина мен щит болаттан немесе шойыннан жасалады;

4 – айналу осінің биіктігі (екі немесе үш сан);

5 – станинаың ұзындығы бойынша белгіленген өлшемі: S, М әріптері немесе L (кішкентай, орташа немесе үлкен);

6 – магнит өзекшесінің ұзындығы: А – кішкентай, В – белгіленген өлшемді шарт бойынша сақтап қалса үлкен болады; әріптің жоқ болуы, белгіленген өлшем бойынша S, М және L өзекшенің бір ұзындық бойынша орындалады;

7 – полюс саны (бір немесе екі сандар);

8 – климаттық орындалуы, орналасу категориясы ГОСТ 15150-69.

Осындай жүйеде сорғыш қондырғыларын тек тегеурінді арттыру үшін қолдану жеткіліксіз. Қондырғы энергетикалық шығын мен су тұтынуды азайту, сумен жабдықтау аппаратураларының саны мен ауқымдылығын және арыны желілеріндегі қысымды қамтамасыз етуі қажет.

4.2 кесте – Электр қозғалтқыштың техникалық мәліметтері

Параметрлердің атаулары	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Шамасы
статор фазасының нақтылы кернеуі	$U_{н1}$	В	380
нақтылы қуат	$P_{н}$	кВт	90
нақтылы қуат коэффициенті	$\cos \varphi$	-	0,92
нақтылы ПӘК-і, %	$\eta$	-	92
тоқ тығыздығы	J	А/мм <sup>2</sup>	4,6

электрмагнитті индукция	$B_{\delta}$	Тл	0,75
сызықтық жүйе	A	A/см	419
нақтылы сырғу, %	S	-	1,4
бастапқы айналма түсу кезіндегі қысқалық, о.е	$m_{п} = \frac{M_{п}}{M_{НОМ}}$	-	1,2
жоғары айналма кезіндегі қысқалық, о.е	$m_{к} = \frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	-	2,2
төменгі айналма кезіндегі қысқалық, о.е	$m_{м} = \frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	-	1
Бастапқы берілу тоғындағы қысқалық, о.е	$k_i = \frac{I_{iп}}{I_{НОМ}}$	-	7,5

#### 4.3 кесте – Орын басу сұлбасының параметрлері

1. Басты индуктивті кедергі	$X_{\mu}$	Ом	5,2
2. статор орамының келтірілген активті кедергісі	$R_1$	о.е	0,02
3. статор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_1$	о.е	0,078
4. ротор орамының келтірілген активті кедергісі	$R_2$	о.е	0,016
5. ротор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_2$	о.е	0,13
6. қысқа тұйықталу параметрі	$X_{кп}$	о.е	0,16

#### 4.2 Электр қозғалтқыштың параметрлерін есептеу

Айналмалы синхронды жиілігі:

$$n_0 = 3000, \text{ айн/мин.} \quad (4.2)$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу жылдамдығы:

$$n_{НОМ} = n_0(1 - S_{НОМ}). \quad (4.3)$$

$$n_{НОМ} = 3000(1 - 0,014) = 2958, \text{ айн/мин.}$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігі:

$$\omega_H = \frac{2\pi \cdot n_H}{60}, \text{ p/сек.} \quad (4.4)$$

$$\omega_H = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2958}{60} = 309.60, \text{ p/сек.}$$

Қозғалтқыш білігіндегі номиналды момент:

$$M_H = \frac{P}{\omega_H}, \text{ А.} \quad (4.5)$$

$$M_H = \frac{90000}{309,60} = 290.69, \text{ А.}$$

Қозғалтқыштың шектік моментінің мәні:

$$M_K = m_K \cdot M_H, \text{ Нм.} \quad (4.6)$$

$$M_K = 2,2 \cdot 209,69 = 461.32, \text{ Нм.}$$

Статордың номиналды фазалық кернеуі:

$$\frac{U_1}{\sqrt{3}} = U_{1H} = 220, \text{ В.} \quad (4.7)$$

Статордың номиналды фазалық тоғы:

$$I_{1H} = \frac{P}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_H}, \text{ А.} \quad (4.8)$$

$$I_{1H} = \frac{90000}{3 \cdot 220 \cdot 0,9 \cdot 0,92} = 95.35, \text{ А.}$$

Тікелей түсудегі қозғалтқыштың максимальді тұтыну тоғы:

$$I_{1\max} = k_i \cdot I_{1H}, \text{ А.} \quad (4.9)$$

$$I_{1\max} = 7,5 \cdot 95,35 = 715.12, \text{ А.}$$

Қозғалтқыштың іске қосу моменті:

$$M_{\Pi} = m_{\Pi} \cdot M_H, \text{ Нм.} \quad (4.10)$$

$$M_{\Pi} = 1,2 \cdot 290,69 = 251.63, \text{ Нм.}$$

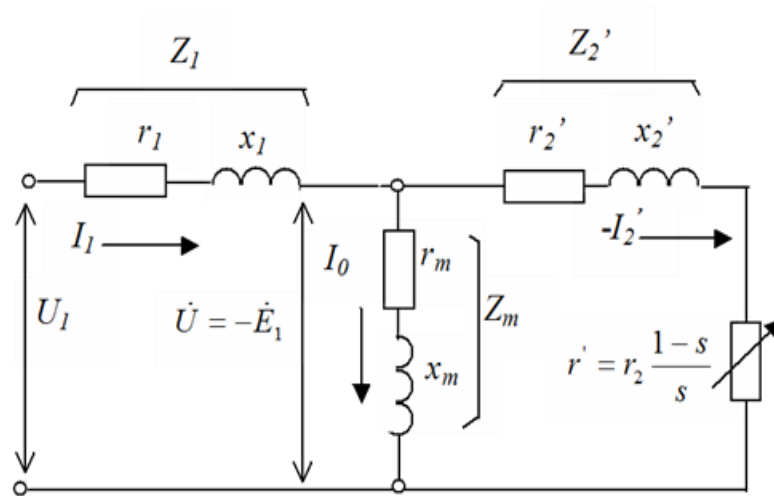
Шектік сырғанау:

$$S_K = S_H \left( \lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) = 0,014 \left( 2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1} \right) = 0,058. \quad (4.11)$$

$$S_K = 0,014 \left( 2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1} \right) = 0,058.$$

### 4.3 Қозғалтқыштың Т - тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау

Т – тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау үшін қабылданған электр қозғалтқышқа қатысты салыстырмалы бірлік түрінде берілген Г – тәріздес сұлбаның параметрлерін пайдаланамыз. Т – тәріздес орынбасу сұлбасы мен электр машиналардың жинақталған динамикалық сұлбасы негізінде қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың және динамикалық модельді өңдеу математикалық сипаттамасымен орындалады.



4.3 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың Т – тәріздес орынбасу сұлбасы

Фазалық кедергіні анықтаймыз:

$$Z_{\phi} = \frac{U_{\phi H}}{I_{1H}}, \text{ Ом.} \quad (4.12)$$

$$Z_{\phi} = \frac{220}{95,35} = 2,31, \text{ Ом.}$$

мұндағы  $I_{1H}$  – статордың номиналды фазалық тоғы, (4.8) өрнекке сәйкес мәні:  $I_{1H} = 95,35, \text{ А}$

$$R_1 = 0,02 \cdot Z_H, \text{ Ом.} \quad (4.13)$$

$$R_1 = 0,02 \cdot 2,31 = 0,05, \text{ Ом.}$$

$$R_2 = 0,016 \cdot Z_H, \text{ Ом.} \quad (4.14)$$

$$R_2 = 0,016 \cdot 2,31 = 0,04, \text{ Ом.}$$

$$X_1 = 0,078 \cdot Z_H, \text{ Ом.} \quad (4.15)$$

$$X_1 = 0,078 \cdot 2,31 = 0.18, \text{ Ом.}$$

$$X_2 = 0,13 \cdot Z_H, \text{ Ом.} \quad (4.16)$$

$$X_2 = 0,13 \cdot 2,31 = 0.3, \text{ Ом.}$$

$$X_\mu = 5,2 \cdot Z_H, \text{ Ом.} \quad (4.17)$$

$$X_\mu = 5,2 \cdot 2,31 = 12.01, \text{ Ом.}$$

Номиналды режимдегі қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі, Ом

$$X_K = X_1 + X_2, \text{ Ом.} \quad (4.18)$$

$$X_K = 0,18 + 0,3 = 0.48, \text{ Ом.}$$

Статор мен ротордың өзара индуктивтілігі:

$$L_M = \frac{X_m}{\omega}, \text{ Гн.} \quad (4.19)$$

$$L_M = \frac{12,01}{314} = 0.03, \text{ Гн.}$$

Статордың индуктивтілігі:

$$L = \frac{X_1}{\omega}, \text{ Гн.} \quad (4.20)$$

$$L = \frac{0,18}{314} = 0.0005, \text{ Гн.}$$

Ротордың индуктивтілігі:

$$L_2 = \frac{X_2}{\omega}, \text{ Гн.} \quad (4.21)$$

$$L_2 = \frac{0,3}{314} = 0.0009, \text{ Гн.}$$

## 5 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау

### 5.1 Жиілік түрлендіргіші мен күштік сұлбасының элементтері және оның параметрлерінің есептеу

Жиынтық түрлендіргішінің векторлы басқаруы және скалярлы басқаруы болады. Түрлендіргіштің күштік бөлігі келесі бөліктерден: түзеткіштен, инвертордан, сүзгіштен, тежеуіш резисторынан және қорғау тораптарынан тұрады. Кернеу амплитудасы мен жиілік инвертордағы түрлендіргішпен реттелетіндіктен, түзеткіштік диодтары орындалуы мүмкін, ал басқарылмайтын түзеткіш сызбасында тежеуіш резисторы болуы керек. Түрлендіргішті таңдау үшін, қозғалтқыштың параметрлері ескерілуі керек. Қазіргі таңда, түрлендіргіштерді өндіріп, шығарып жатқан компаниялар тізімі; Hitachi, Siemens, ABB, Hyundai тағы басқалары. Олардың бір-бірінен айырмашылығы бағасы мен сапасында болады. Жиілік түрлендіргіштері қоректендіретін кернеудің деңгейімен жиіліктің өзгеруі арқасында үш фазалық асинхронды қозғалтқыштардың айналу жылдамдығын басқару үшін арналған. Асинхронды қозғалтқыштар мен жиілікті түрлендіргіштердің қолданылуы перспективті, тиімді тәсілдерінің қатарына жатады. Өйткені, реттелетін тұрақты ток электр жетегін және реттелмейтін айнымалы ток электр жетегін алмастыра алады.

Жиілікті түрлендіргіштер – электрқозғалтқыштарды басқаратын универсалды құрылғы. Электрқозғалтқыштарды келесі мүмкіндіктер мен қамтамасыз етеді:

а) кең диапазонда қозғалтқыштың айналу жылдамдығын сатылы емес реттейді;

б) айналу бағытын өзгерту;

в) байсалды іске қосу және тоқтармен 100-120% тікелей іске қосу кезінде 600-800% бірге байсалды тоқтату;

г) асинхронды қозғалтқыштың рекуперативті тежелуі;

д) электрқозғалтқыштың жиынтығының қорғалуы;

е) электр энергиясы тиімділігі 40-50%-ға дейін. Жиілікті түрлендіргішті мына шарттар бойынша таңдаймыз:

- түрлендіргіштің кернеуі қозғалтқыш кернеуінен үлкен немесе тең болуы;

$$U_{н жт} \geq U_{н қ}. \quad (5.1)$$

- түрлендіргіштің тоғы қозғалтқыш тоғынан үлкен немесе тең деп алынады;

$$I_{н жт} \geq I_{н қ}. \quad (5.2)$$

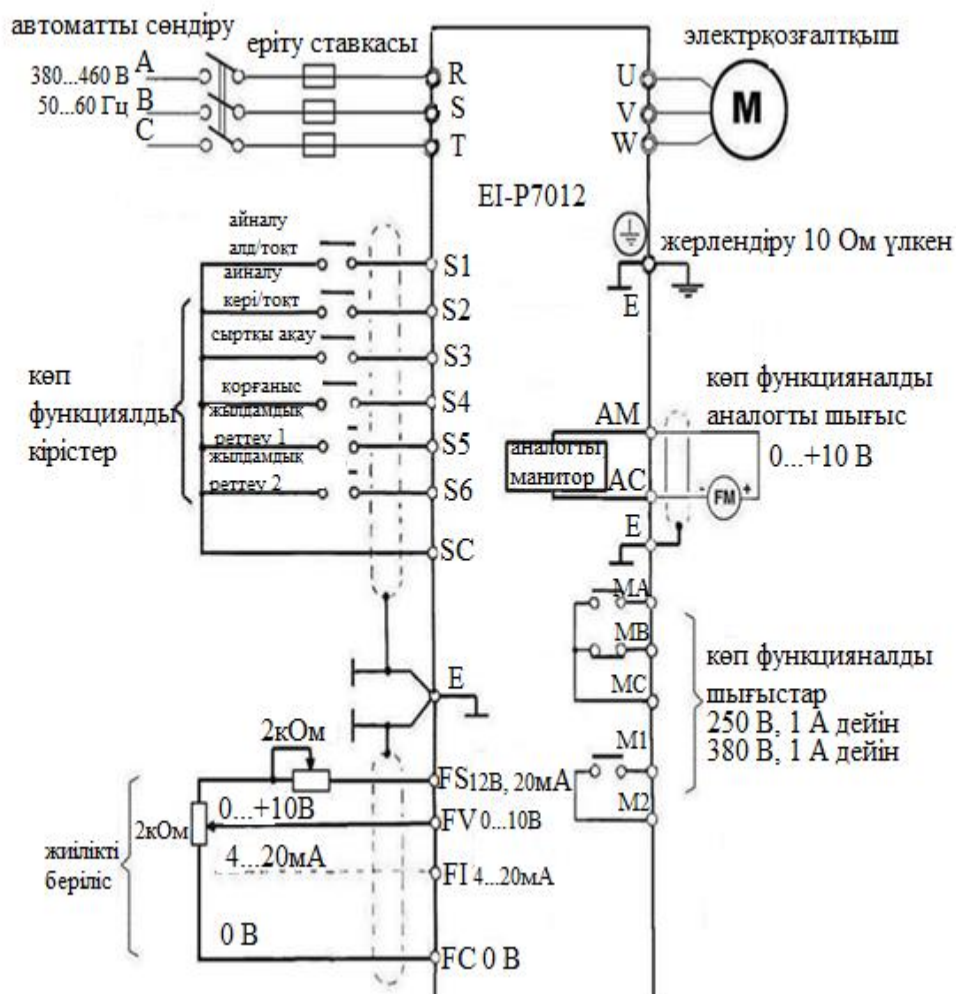
- қозғалтқыштың қуатына, жиілікті түрлендіргіштің қуаты сәйкес келу керек. Сол себепті EL-P7012 типті Hyundai фирмасының жиілікті түрлендіргішін таңдаймыз. Бұл жиілікті түрлендіргіші векторлық басқаруы және жоғарғы



динамикалық сипаттамасымен қамтамасыз ететін универсалды түрлендіргіш болып табылады. Электр жетегінде аз ғана уақыттың ішінде жүктемені өзгертеді.

5.1 кесте – Жиілікті түрлендіргіштің техникалық сипаттамалары

Қозғалтқыштың қолданылатын максималды қуаты, кВт	90
Шығыс сипаттамалар; түрлендіргештің толық қуаты, кВА	121
Номиналды шығыс ток, А	100
Максималды шығыс кернеу, үшфазалы, В	380
Номиналды шығыс жиілікке дейінгі, Гц	480
Қорек көздері; номиналды кіріс кернеу, В	380
Номиналды кіріс жиілік, Гц	50/60
Рұқсат етілетін кернеуден ауытқулар	+10%, -15%
Рұқсат етілетін жиілікті ауытқулар	±4%
Қоршаған орта көрсеткіштері мен температурасы	-10°C-тан +40°C-қа дейін
Қатынасты ылғалдылық, көп емес	90%
Түрлендіргіш массасы, кг	70



5.1 сурет – Жиілік түрлендіргіштің электрлік қосылу сұлбасы

Инвертор мен түзеткіштің күштік элементтерін таңдау және есептеу. Кең импульсты модулятор мен автономды инвертордың қуат көзі кернеуінің есебі.

$$U_H = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{U_{sl}}{\mu_{max}}, \text{ В.} \quad (5.3)$$

мұндағы  $U_H$  – электрқозғалтқыш статорындағы сызықтық кернеудің номиналды мәні;

$\mu_{max}$  – модуляция коэффициентінің максималды шектік мәні  
 $\mu_{max} = 1$ .

Коммутация үрдісі кезінде салмақ түсетін жиілік периодының белгілі бөлігін алғандықтан, іс жүзінде  $\mu_{max} < 1$ . Қазіргі заманғы IGBT (Integrate Bipolar Transistor) транзисторларын қолданғанда салмақ түсетін жиілік  $f_k = 1,6$  кГц, ал  $\mu_{max} \rightarrow 1$  жетеді.

Модуляция коэффициентінің максималды мәнін мына формула бойынша есептейміз:

$$\mu_{max} = 1 - 4f_k t_B. \quad (5.4)$$

мұндағы  $t_B$  – транзистордың өшіру уақыты;  
 $f_k = 1,6$  кГц кезінде

$$\mu_{max} = 1 - 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 0,99.$$

Осы өрнек бойынша, (5.3) өрнекке сәйкес мәні;

$$U_H = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{380}{0,99} = 623.16, \text{ В.}$$

Транзистордың және кері тоқ диодтары арқылы келетін токтың орташа мәнін есептеу.

Транзистор арқылы келетін токтың орташа мәнін есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$I_{vt} = \frac{I_{sm}}{2\pi} \left( 1 + \frac{\pi\mu}{4} \cos \varphi_s \right), \text{ А} \quad (5.5)$$

мұндағы  $I_{sm}$  – электрқозғалтқыш статоры тоғының амплитудалық мәні;  
 $\varphi_s$  – инвертордың шығысындағы кернеумен және токтың біріншілік коэффициенті арасындағы фазаның ығысу бұрышы.

Есептеу үшін жиілікті реттеуге арналған 4А сериялы асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.

5.2 – кесте. 4AM250M2 қозғалтқышының мәліметтері

Қуат $P_H$ , кВт	380 В кезіндегі шартты ток $I_H$ , А	Шартты айналу жиілігі $n_H$ , айн/мин	Қуат коэффициенті, $\cos \varphi$
90	95	3000	0,9

Қозғалтқыш қуаты және қуат коэффициенті бойынша статор тоғының амплитудалық мәнін табамыз:

$$I_{sm} = \frac{P_H \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi}, \text{ А.} \quad (5.6)$$

$$I_{sm} = \frac{90 \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 209,81, \text{ А.}$$

Алынған статор тоғының амплитудалық мәні бойынша транзистор арқылы келетін токтың орташа мәнін (5.5) өрнекке сәйкес есептейміз:

$$I_{vt} = \frac{209,81}{2 \cdot 3,14} \left( 1 + \frac{3,14 \cdot 0,99}{4} \cdot 0,9 \right) = 57,39, \text{ А.}$$

Транзистор үшін төменгі жиілікте және ауыр режимдегі жұмыс кезінде, ток жүктемесінің амплитудалық мәні ұзақ уақыт бойы өзгеріп отырады. Бұл жағдайда тиристор арқылы келетін жұмысшы токтың орташа мәні:

$$I_t = \frac{I_{sm}}{2} (1 + \mu), \text{ А.} \quad (5.7)$$

$$I_t = \frac{209,81}{2} (1 + 0,99) = 209,18, \text{ А.}$$

Егер төменгі жиілікте жұмыс істеу керек болса, онда ұзақ уақыт бойы жүктеме тоғының амплитудалық мәнін өзгерткен жағдайда, тиристор үшін ауыр режим болады. Кері ток диодтары арқылы келетін токтың орташа мәнін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$I_{VD} = \frac{I_{sm}}{2\pi} \left( 1 - \frac{\pi\mu}{4} \cos \varphi_s \right), \text{ А.} \quad (5.8)$$

$$I_{VD} = \frac{209,81}{2 \cdot 3,14} \left( 1 - \frac{3,14 \cdot 0,99}{4} \cdot 0,9 \right) = 9,35, \text{ А.}$$

Төменгі жиіліктегі инвертор жұмысы кезінде диодтың максималды жүктеме режимінде токтың мәні:

$$I_k = \frac{I_{sm}}{2} (1 - \mu), \text{ А.} \quad (5.9)$$

$$I_K = \frac{209,81}{2} (1 - 0,99) = 0.63, \text{ A.}$$

Шекті тежелуші моментті арттыру арқылы желіге арнайы тежелуші резисторын  $R_T$  тежелуін уақытқа қою керек. Резистордың кедергісін тежелу кезінде түзеткіш бекітілуі болмайтындай таңдау керек. Кедергіні мына формула бойынша есептейміз:

$$R_T = \frac{U_H}{I_{H \max}}, \text{ Ом.} \quad (5.10)$$

мұндағы  $I_{H \max}$  – тежелу кезінде түзеткішке бағытталған тұрақты токтың максималды мәні.

Тұрақты токтың максималды мәнін келесі формула бойынша есептейміз:

$$I_H = \frac{3}{4} \mu I_{sm} \cos \varphi_s, \text{ A.} \quad (5.11)$$

$$I_H = \frac{3}{4} 0,99 \cdot 209,81 \cdot 0,9 = 143.91, \text{ A.}$$

Осыдан тежеуіш кедергісін (5.10) өрнекке сәйкес есептейміз:

$$R_T = \frac{623,16}{143,91} = 4.33, \text{ Ом.}$$

## **5.2 Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасын жобалау және оның параметрлерін есептеу**

Таңдалған жиілік түрлендіргіштің күштік тізбегі келесі бөліктерден тұрады:

- түзеткіш – түзеткіш элементтер ретінде диодтары қолданылады;
- инверторлар – инвертордың кілттік режимінде қайтымды диодтары бар транзисторды IGBT қолдануы, инвертор шығысында жиілікті реттеу үшін инвертор кілттерін қайтадан іске қосу кезінде жиілікті өзгерту керек, инвертор шығысында кернеудің шамасын реттейтін импульстік модуляция арқылы болады;
- тежеу блогы – резистивті жиілікті тежелуіш үшін қолданылады;
- LC-сүзгіш – кернеуді сүзуге арналған;
- анодты реакторларды – өтпелі кедергілерді сүзуге қолданылады;
- тоқ кернеуінің ұлғаюынан сақтайтын тізбектер;
- тоқ шектеуіш кедергілер.

Жоғарыда айтылғандардан, электр жетектің күш сызбасы 5.1 суретте көрсетілгендей түрде болады.

Электр жетектің күш бөлігінің сұлбасы 5.2 суретте көрсетілген және ол келесідей күш элементтерінен тұрады:

$L1...L3$  – тоқ өсуі жылдамдығын шектеу үшін, тоқ шектеуіш реакторлар;

$R_T$  – тежеу кедергісі;

$C$  – түзеткіш сыйымдылығы;

$VT1...VT6$  – инвертор күш блогының транзисторлары;

$R_{TC}$  – тоқ шектеуіш кедергісі;

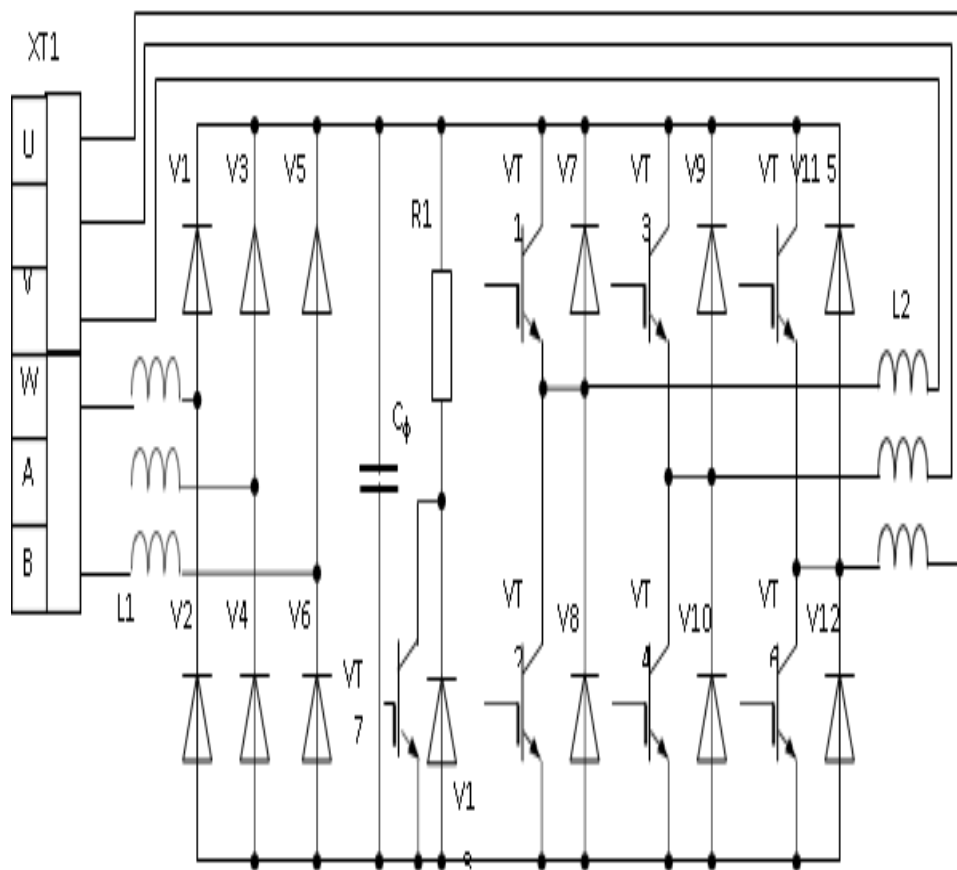
$VD1...VD6$  – түзеткіш диоды;

$VD7...VD12$  – инвертор қайтып оралатын диодтары;

ДТ – тоқ датчигі;

ЦЗП – тоқтың кернеуінің ұлғайтпайтын тізбектері;

$L_{др}$  – тегістеуші кедергісі (дроссель).



5.2 сурет – Электр жетегінің күш тізбегінің негізгі сызбасы

Күш кілттері ретінде IGBT модулін қолданамыз, оның құрамында оқшауланған қос полярлы транзистор және кері диодтары болады. Алдын-ала таңдау:

Статордың шартты фазалық тогы:

$$I_{\text{НОМ}} = 100, \text{ А.} \quad (5.12)$$

Күш кілті арқылы келетін орташа ток:

$$I_{\text{н.ср}} \geq k_3 \cdot I_{\text{max}}, \text{ А.} \quad (5.13)$$

мұндағы  $k_3$  – кілт коммутациясы кезіндегі тоқты қайта жүктеуді ескеретін қор коэффициенті,  $k_3 = 2$ ;

$I_{\text{max}}$  – инвертордың күш тізбегі ішіндегі тоқтың амплитудалық мәні:

$$I_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{НОМ}}, \text{ А.} \quad (5.14)$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot 100 = 141, \text{ А.}$$

мұндағы  $I_{\text{НОМ}}$  – қозғалтқыштың шартты тогы, А (5.13) өрнекке сәйкес:

$$I_{\text{н.ср}} = 2 \cdot 141 = 282, \text{ А.}$$

Кілт күшіндегі жұмысшы кернеуі:

$$U_{\text{жұм}} \geq U_{\text{max}} + \Delta U_{\text{п.н}}, \text{ А.} \quad (5.15)$$

мұндағы  $U_{\text{max}}$  – инвертор кернеуінің амплитуда мәні, В;

$\Delta U_{\text{п.н}}$  – өтпелі камутация кернеуі, В.

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{н}}, \text{ В.} \quad (5.16)$$

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot 380 = 537.4, \text{ В.}$$

мұндағы  $U_{\text{н}} = 380$  В желінің сызықты кернеуі.

Ток кернеуі ұлғаятын  $U_{\text{п.н}} = 560$  В қабылданады, (5.15) өрнекке сәйкес:

$$U_{\text{жұм}} \geq 537,4 + 560 = 1097.4, \text{ В.}$$

Затворға түсетін максимал берілген кернеуі қайталама импульсті кернеудің берілген шегінің мәнінен аспау керек:

$$k_{\text{к.қ}} \cdot k_c \cdot U_{\text{қай.к}} \leq U_{\text{DRM}}, \text{ В.} \quad (5.17)$$

мұндағы  $k_{к.к}$  – кернеудің қор коэффициенті,  $k_{к.к} = 1,3 \div 1,5$   
 $k_c$  – жүйедегі кернеудің жоғарылап өсетіндігін ескеретін  
коэффициенті,  $k_c = 1,1$ ;  
 $U_{қай.к}$  – тетіктегі максималды қайтымды кернеу;

$$U_{қай.к} = \sqrt{6} \cdot U_{\phi}, \text{ В.} \quad (5.18)$$

мұндағы  $U_{\phi}$  – қоректендіру фазалық кернеудің мәні,  $U_{\phi} = 220$ .

$$U_{қай.к} = \sqrt{6} \cdot 220 = 538,88, \text{ В.}$$

$$1,3 \cdot 1,1 \cdot 538,88 = 770,59 \leq 1100$$

Күш сүзгішінің конденсаторын таңдауды жүргіземіз:  
Күш сүзгіші конденсаторының жиынтық сыйымдылығы:

$$C = \frac{U_d T_H}{3 R_H \Delta U_c}, \text{ Ф.} \quad (5.19)$$

мұндағы  $U_d$  – түзетілген кернеудің орташа мәні, В;  
 $T_H$  – жүктеме уақытының тұрақтысы,  $T_H = 0,001\text{с}$ ;  
 $R_H$  – жүктеменің белсенділік кедергісі мәні,  $R_H = 0,069 \text{ Ом}$ ;  
 $\Delta U_c$  – конденсатордағы кернеудің шекті жоғарылауы.

Түзетілген кернеудің орташаланған мәнін есептейміз:

$$U_d = k_{т.к} U_{\phi}, \text{ В.} \quad (5.20)$$

мұндағы  $U_{\phi}$  – жүйедегі фазалық кернеудің мәні,  $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ ;  
 $k_{т.к}$  – үш фазалы түзеткіш коэффициенті,  $k_{т.к} = 2,3$ .

$$U_d = 2,3 \cdot 220 = 506, \text{ В.}$$

Конденсатордың кернеуінің жоғарылауы:

$$\Delta U_c = 0,1 \cdot U_d, \text{ В.} \quad (5.21)$$

$$\Delta U_c = 0,1 \cdot 506 = 50,6, \text{ В}$$

Жүктеменің белсенділік кедергісін есептейміз:

$$R_H = \frac{3 \cdot R_1}{2}, \text{ Ом.} \quad (5.22)$$

$$R_H = \frac{3 \cdot 0,069}{2} = 0.1, \text{ Ом}$$

Күш сүзгіші конденсаторының жиынтық сыйымдылығы (5.19) өрнекке сәйкес мәні:

$$C = \frac{506 \cdot 0,001}{3 \cdot 0,1 \cdot 50,6} = \frac{0,506}{15,18} = 0.03, \text{ Ф.}$$

Конденсатордағы максималды шектік кернеуі анықталады:

$$U \geq \sqrt{2} \cdot U_d, \text{ В.} \quad (5.23)$$

$$U \geq \sqrt{2} \cdot 506 = 713.46 \text{ В.}$$



## 6 Электр жетегінің механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу

Асинхронды қозғалтқыштың нақты сипаттамаларына  $M(S)$ ,  $I_2'(S)$ ,  $I_1(S)$  жатады. Асинхронды қозғалтқыштың негізгі механикалық сипаттамалары болып, ротордың айналу жиілігінің  $n = f(M)$  электромагниттік моментіне тәуелділігі болып саналады.

Бұл сипаттаманы моменттің  $M = f(S)$  сырғанауға тәуелділігін қолданып табуға болады. Бұл жағдайда аналитикалық өрнектер жазбаның шағын қалпына ие болады және қарапайым тәуелділіктерді береді. Механикалық сипаттамаларды нақты есептеу әдістері асинхронды қозғалтқыштың сырғанауы мен моментті байланыстыратын Клосс формуласы келесі түрге ие болады:

$$M = \frac{2 \cdot M_k (1 + S_k)}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + 2 \cdot a \cdot S_k} \quad (6.1)$$

мұндағы  $a = \frac{R_1}{R_2} = 1,25$ ;

$M_k$  – асинхронды қозғалтқышты белдігіне критикалық талдау моменті;

$S_k$  – критикалық сырғанау;

$S$  – ағымдағы мәні, сырғанауы;

Критикалық сырғанау;

$$S_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{(X_1 + X_2) + R_1^2}} = 0,083 \quad (6.2)$$

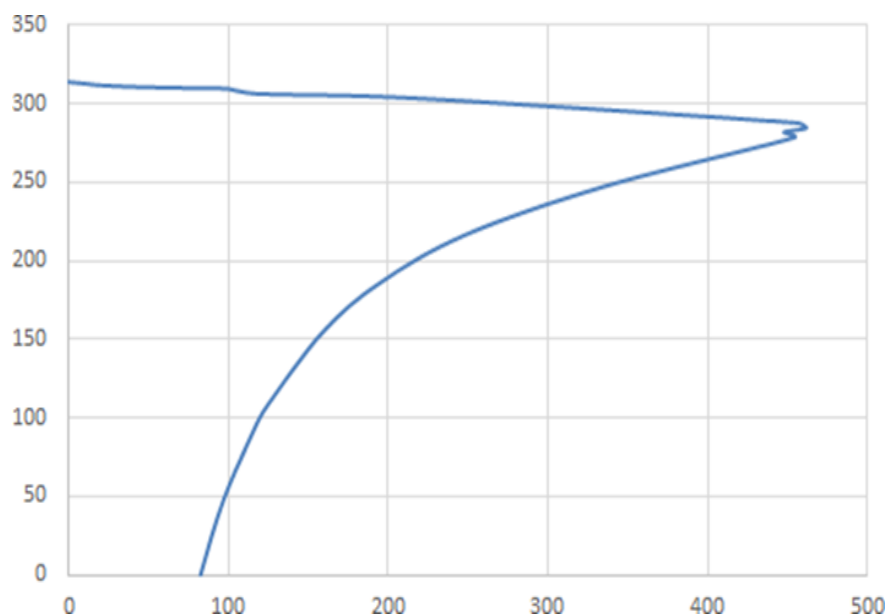
Критикалық сырғанаумен моментті ескере отырып, мына формуланы қолданамыз:

$$M = \frac{1018,36}{\frac{S}{0,083} + \frac{0,083}{S} + 0,2075} \quad (6.3)$$

Сырғанау 0,1S-ден 1S-ге дейінгі мәндерін енгізіп, 6.1 кестеде келтірілген M мәндеріне ие боламыз.

6.1 кесте – Сырғанау мен момент бойынша келтірілген мәндер

S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega$	278	247	216	185	154	108	92	55	30	0
M	454	335	248	194	159	124	116	100	331	299



6.1 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Электрмеханикалық сипаттамалары  $I_1(S)$  статор тоғы мен  $I_2(S)$  ротор тоғының сырғанауына тәуелділігін көрсетеді:

$$I_2 = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_k^2}}, \text{ А.} \quad (6.4)$$

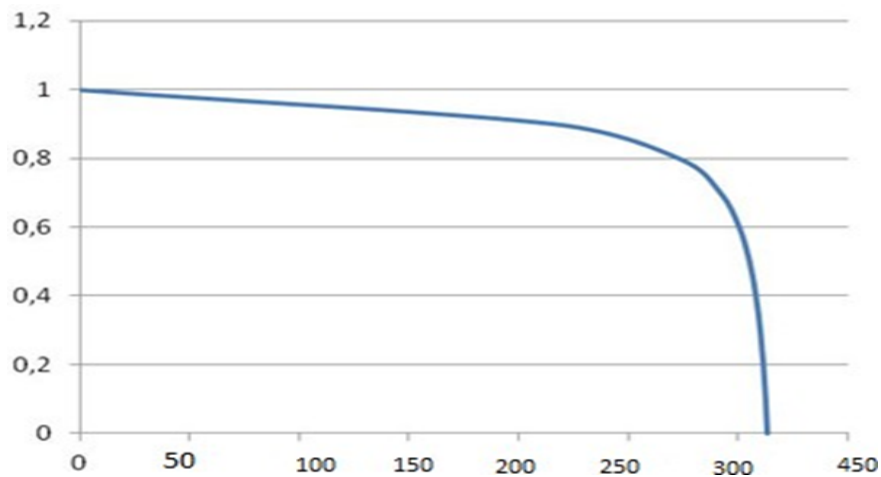
мұндағы  $U_H$  – статор орамының номиналды фаза кернеуінің мәні, В;  
 $X_k$  – қысқа тұйықталудың индукциялы фазалық кедергісі, Ом.

$$I_2 = \frac{220}{\sqrt{\left(0,05 + \frac{0,04}{S}\right)^2 + 0,48^2}}, \text{ А.}$$

$S = 0$  және  $S = 1$  сырғанау мәндерін қойып,  $I_1(S)$  және  $I_2(S)$  ток мәндері есептеліп, 6.2 - кестеде мәндері анықталғаны көрсетіледі.

6.2 кесте – Келтірілген ротор тоғы мен жиіліктің мәндері

S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega$	278	247	216	185	154	108	92	55	30	0
$I_2$	53,9	104	150	190	225	293	300	350	400	450



6.2 сурет – Ротор тоғының сырғанауға тәуелділігі  $I_2(S)$  сипаттамасы

$I_1$  тоғы  $I_2$  ротор тоқтарының және  $I_\mu$  магниттеу тоғының векторлық қосындысы болады. Статор тоқ модулін келесі формула бойынша есептеуге болады:

$$I_1(S) = \sqrt{I_{\mu H}^2 (1 + 2 \cdot \alpha) (I_2')^2}, \text{ А.} \quad (6.5)$$

мұндағы  $\alpha = \frac{I_{\mu H}}{I_{2\text{пр}}}$ ;

$$I_{2\text{пр}} = \frac{U_H}{\sqrt{X_1^2 + R_1^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,48^2 + 0,05^2}} = 455,48, \text{ А.} \quad (6.6)$$

$$I_{2\text{пр}} = \frac{220}{\sqrt{0,05^2 + 0,48^2}} = 455,48, \text{ А.}$$

$$\alpha = \frac{16,21}{455,48} = 0,036 \quad (6.7)$$

$I_{\mu H}$  – магнителудің номиналды тоғы келесідей жолмен анықталады:

$$I_{\mu H} = I_{1H} \left( \sin \varphi_H - \frac{\cos \varphi_H}{\lambda_H + \sqrt{\lambda_H^2 - 1}} \right), \text{ А.} \quad (6.8)$$

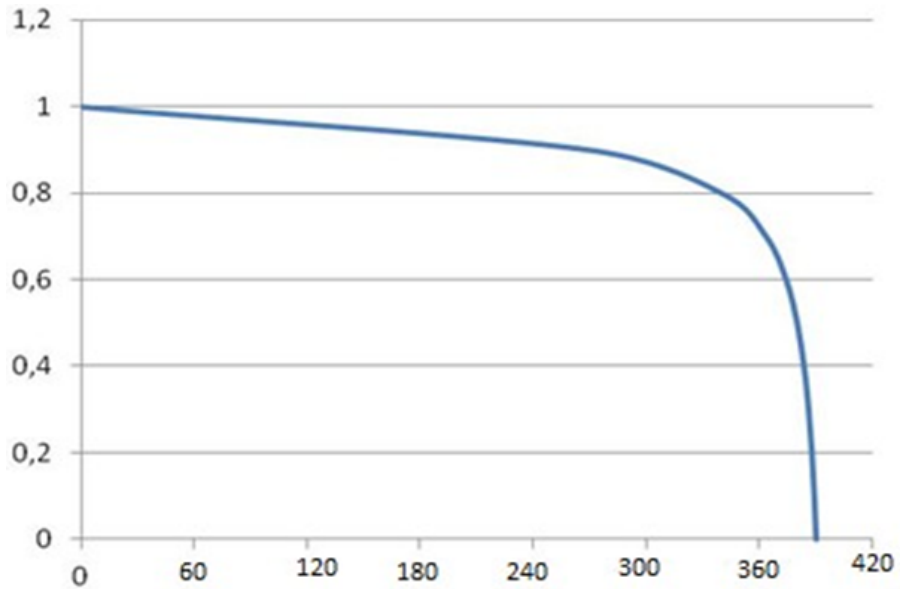
$$I_{\mu H} = 95,35 \left( 0,39 - \frac{0,92}{2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}} \right) = 16,21, \text{ А.}$$

мұндағы  $\lambda_H$  – қозғалтқыштың қайта жүктелу қабілеттілігі.

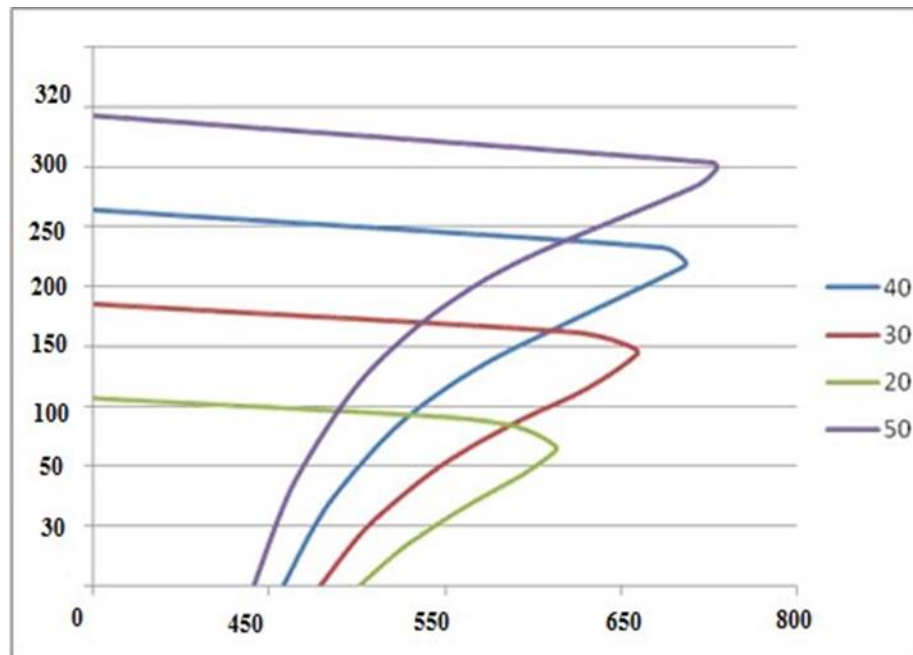
Тоқ тәуелділігі  $I_1(S)$ -ті табу үшін,  $S$  және  $I_2(S)$  мәнін енгізіп 6.3 кестеге енгіземіз.

6.3 кесте – Статор тоғына келтірілген мәндер

$S$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega$	278	247	216	185	154	108	92	55	30	0
$I_1$	21	83	108	159	178	250	278	356	374	400



6.3 сурет – Статор тоғының сырғанауға тәуелділігі  $I_1(S)$  сипаттамасы

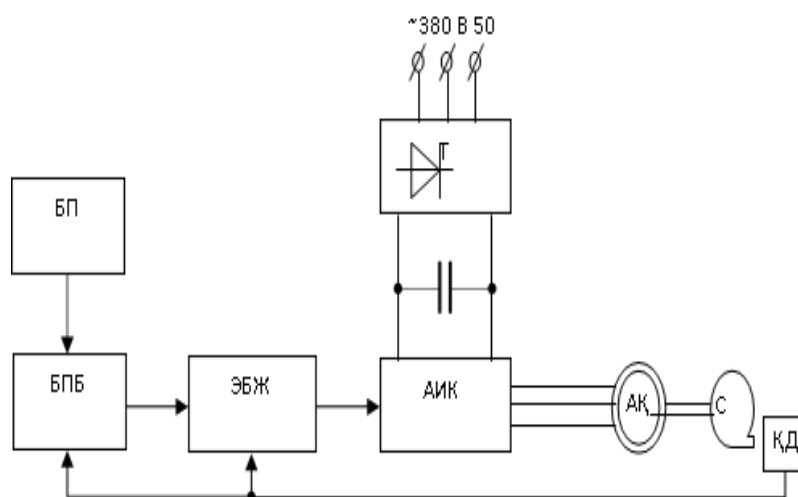


6.4 сурет –  $f = 50, 20, 30, 40$  болған кездегі асинхронды қозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамалары

## 7 Басқару жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу және электржетегі басқару жүйесін жобалау

### 7.1 Электр жетектің функционалды схемасы

Электр жетегі жүйесінің бұрын қабылданған шешім негізінде оны автоматтандыруды іске асыру үшін, электр жетегінің функционалды сызбасын құруға болады.



- мұндағы БП – басқару пульті;  
БПБ – басқару программасының блогі;  
ЭБЖ – электр жетегінің басқару жүйесі;  
Т – түзеткіш;  
АИК – автономды инвертор кернеуі;  
АҚ – Асинхронды қозғалтқыш;  
С – ортадан тепкіш сорғы;  
Қд – құбырлар желісінің қысым түсіру датчигі.

7.1 сурет – Электр жетегінің функционалды сызбасы

Электр жетегінің автоматты басқару жүйесі, басқару объектісінен және реттеуіштен тұрады. Басқару объектісі ретінде, энергияны түрлендіретін электр жетек жиынтығын, электрқозғалтқышты қоректендіретін, және жұмыстық органы ретінде ортадан тепкіш сорғы қондырғысы муфт арқылы қозғалтқыш білігімен бірге бірлескен деген түсініктеміз. Реттеуішті есептеу және іске асыру, электр жетегі автоматты басқару жүйесінің берілген тапсырма бойынша есептеу арқылы іске асырылады. Бұл кезде реттелетін өлшем – желідегі сұйықтың қысымы. Жиілікті түрлендіргіште реттеуіш жүзеге асырылады және электр қозғалтқышы қоректену үшін таңдалған, біз тек реттеуіштің түрлерін және де параметрлерін беріп, есептеуіміз қажет.

## 7.2 Қондырғының математикалық сипаттамасы

Механикалық берілу моментінің электр қозғалтқышынан жұмысшы органға муфт арқылы келетін электр жетегінің теңдеуі:

$$M - M_c = J_c \cdot \frac{d\omega}{dt}. \quad (7.1)$$

мұндағы  $J_c$  – электр жетегінің қосынды инерция моменті, қозғалтқыштың инерция моментін 1,6-ға тең деп аламыз, кг/м<sup>2</sup>;

$M, M_c$  – электр қозғалтқыш кедергісінің моменті, Н·м;

$\omega$  – электр қозғалтқыш білігінің бұрыштық жылдамдығы, рад/с.

Сұйық қысымын реттеуші объектісі сияқты статикалық қысымы жоқ желімен бірлескен ыстық сумен қамтамасыз етілетін сорғы қондырғысын қарастырамыз.

Желідегі сұйық қысымы мына теңдеумен анықталынады:

$$H_c = RQ^2. \quad (7.2)$$

мұндағы  $H_c$  – желідегі сұйық қысымы;

$R$  – желінің кедергісі, яғни сұйықтың шығын функциясы;

$Q$  – сұйықтың шығыны.

Желіге берілетін сорғының тегеуріні мына теңдеумен анықталынады:

$$H_n = H_0 \cdot \omega^2 - CQ^2. \quad (7.3)$$

мұндағы  $H_0$  – тиек жабық кездегі тегеурін;

$\omega$  – сорғы білігінің салыстырмалы айналу жылдамдығы;

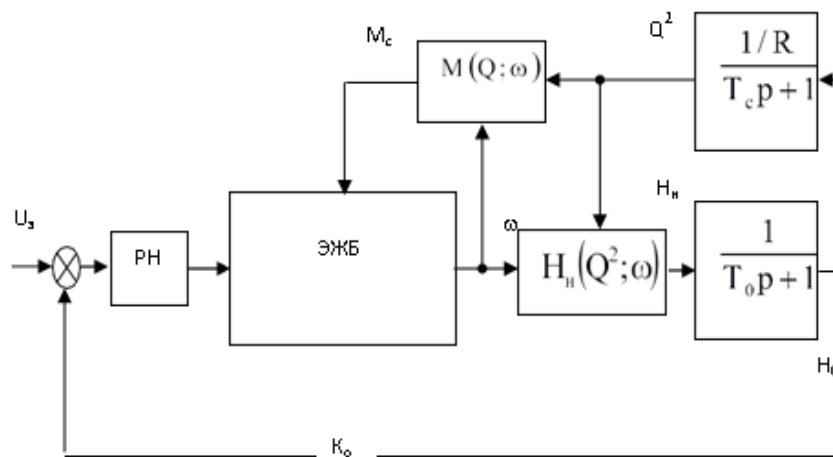
$C$  – коэффициент;

$Q$  – сұйық шығыны.

Желінің реттелетін шамасы тегеурін болып табылады, ол сорғы тегеурінің үлкейтуі арқылы өзгертеді. Статикалық тегеурін жоқ кездегі су құбырының желісін, желідегі кедергінің қарама-қарсы мәніне тең болатын және тұрақты уақытқа қарағанда 0,5 с салыстырмалы түрде үлкен, беріліс коэффициенті бар апериодикалық буын түрде көрсетіледі. Нәтижесінде, қарастырылатын буынның кіріс сипаттамасы желінің тегеуріні болады, ал шығыс сипаттамасы ретінде – желідегі сорғының берелісі болып табылады.

### 7.3 Құрылымдық сұлбаны ойлап құрастыру және оның параметрлерін есептеу

Технологиялық объектінің математикалық сипаттамасын қолданып, қысымды тұрақты ұстап тұратын жүйенің құрылымдық сұлбасын 7.2 суретте көрсетуге болады.



7.2 сурет – Қысымды тұрақты ұстап тұратын жүйенің құрылымдық сұлбасы

Электр жетегінің басқару жүйесінің блогы – электр қозғалтқыштан және жиілікті түрлендіргіштен тұрады.

Бұл құрылымдық сұлбасын басқару объектісінің, яғни сумен қамтамасыз ететін желіге қосылған сорғының математикалық түрде сипаттамасын көрсетеді  $H_n(Q^2; \omega)$  тәуелділік,  $M(Q; \omega)$  тәуелділік жүктемелі диаграмма арқылы анықталады. Желінің тұрақты уақытын  $T_c = 0,5$  с деп аламыз.

Тұрақты уақытпен  $T_0 = 0,01$  с берілген апериодикалық буын, сорғының су шашырау қысымын бақылайды. Тегеурін арқылы болатын кері байланыс коэффициентін былай анықтауға болады:

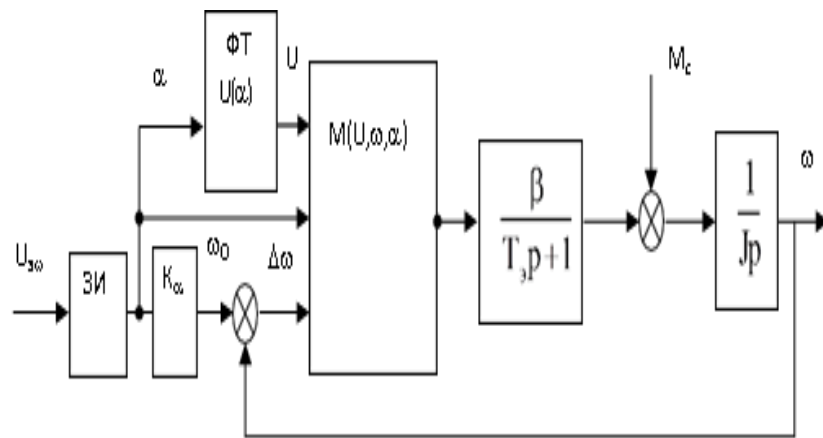
$$K_{oc} = \frac{U_{S \max}}{H_{\max}}. \quad (7.4)$$

мұндағы  $U_{S \max}$  – максималды кернеу,  $U_{S \max} = 10$  В;

$H_{\max}$  – желінің максималды тегеуріні,  $H_{\max} = 25$  м деп аламыз.

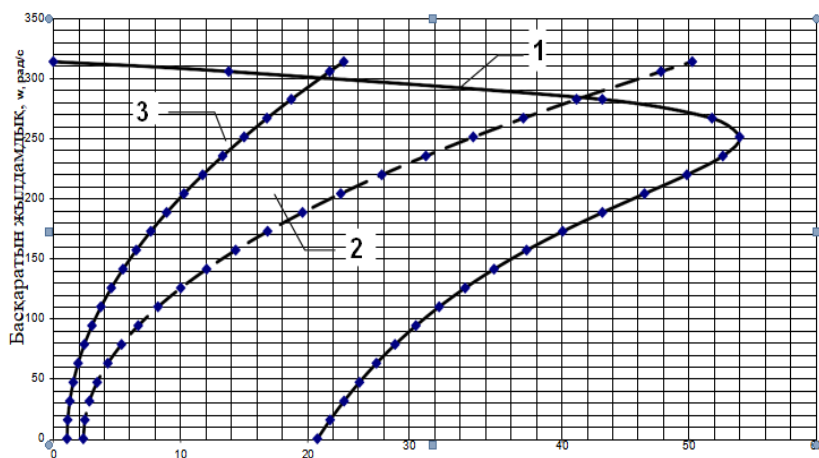
$$K_{oc} = \frac{10}{25} = 0.4, \text{ В/м.}$$

Электр жетегінің негізгі теңдеуі арқылы және электр жетегінің функционалды сұлбасы берілген, сол арқылы электр жетегін басқаратын жүйенің құрылымдық сұлбасын 7.3 суретте көрсетеміз.



7.3 сурет – Электр жетегін басқаратын жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Бұл, сұлба «ЖТ - АҚ» математикалық сипаттамасы болады. Интенсивтілік датчигі, үлкен уақыт тұрақтысынан  $\tau_{и}$  тұратын апериодикалық буын болып табылады. Уақыт тұрақтысын 10 с деп аламыз. ФП – функционалды түрлендіргіш, таратып жіберу қисық формасының қолданып, қорек көзінің кернеуі  $U$  және салыстырмалы жиілік  $\alpha$  берілген мәні бойынша түрлендіреді. Таратып жіберу қисығының формасын анықтаймыз. Ол үшін жүктемелік қабілетті ескерген жағдайдағы және ескермеген жағдайдағы сорғы мен электрқозғалтқыштың бірге бірлескен механикалық сипаттамасын аламыз. Бұл сызба 7.4 - суретте бейнеленген. Бұл сызбада механикалық сипаттамада үш нүкте таңдап, қисық сызықты аппроксималаймыз. Табиғи сипаттама бойынша қатаң сипаттаманы табамыз.



7.4 сурет – Сорғы қондырғысы мен электрқозғалтқыштың қатаң механикалық сипаттамасы



$$\beta = \frac{M_{\text{ном}}}{(\omega_{0\text{н}} \cdot S_{\text{н}})}. \quad (7.5)$$

$$\beta = \frac{290,69}{314 \cdot 0,083} = 1015.38$$

мұндағы  $M_{\text{ном}}$  – электр қозғалтқыштың номиналды моменті;  
 $\omega_{0\text{н}}$  – синхронды айналу жиілігі;  
 $S_{\text{н}}$  – номиналды сырғанау.

Таңдалған нүктелердің жылдамдығы мен моментін анықтап алдық, енді қатаң механикалық сипаттаманы есептеп, электрқозғалтқыш үшін синхронды жиілікті табамыз.

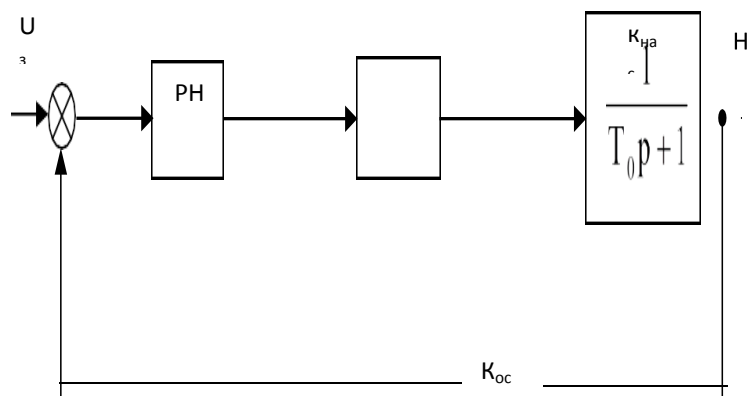
$$\omega_0 = \omega + \frac{M}{\beta}. \quad (7.6)$$

мұндағы;  $\omega$  және  $M$ , 7.4 - сурет бойынша момент және жылдамдығы болып табылады. Аперидикалық буын тұрақты уақыттымен,  $T_3 = 0,122$  с электрқозғалтқыштың электрмагниттік қасиеттерін ескереді.

Қысымды тұрақты ұстау жүйесінің 7.2 - сурет құрылымдық сұлбасын негіздей отырып, электр жетекті басқару жүйесінің 7.3 - суреттегі құрылымдық сұлбасына байланысты, ортақ ықшамдалған электр жетегінің құрылымдық сұлбасын 7.5 - суретте келтіруге болады.

Таратып жіберу қисығы және оның аппроксимациясы 7.6 - суретте көрсетіледі. Қисық сызығы парабола формасы беріліп және квадраттық тәуелділік  $U(f)$  берілген. Басқару жүйесі заңы электрқозғалтқыштың статорындағы шығынды азайтуға мүмкіндік береді, сәйкесінше жалпы электр энергия шығындарын азайтады. Аппроксималанған қисық 0;0 бастапқы нүктелерінен басталмайды, өйткені іске қосып жіберу кернеуін көбейту үшін, және іске қосып жіберу моменті де үлкен болып келеді.

$M(U, \omega, \alpha)$  блогы электрқозғалтқыштың моментін келесі шамалары бойынша, яғни критикалық моментті және критикалық сырғанауды қорек көзінің кернеуінің тәуелділіктерін, сонымен қатар қорек көзінің жиілігін, қозғалтқыштың жылдамдығын есептеу жүргізеді. Моментті алдыңғы бөлімде Клосс формуласы бойынша, критикалық сырғанауда, критикалық моментке де есептеу жүргізілген болатын.



7.5 сурет – Электр жетегінің құрылымдық сұлбасының ықшамдалған түрі

Беріліс коэффициенті  $K_{\text{нас}}$  мына түрде анықталады:

$$K_{\text{нас}} = \frac{H_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}}. \quad (7.7)$$

$$K_{\text{нас}} = \frac{80}{309,06} = 0.258$$

мұндағы  $H_{\text{н}}$  – желінің номиналды тегеуріні, м;  
 $\omega_{\text{н}}$  – сорғының номиналды жылдамдығы.

Қысым бойынша кері байланыс коэффициенті  $K_{\text{ос}} = 0,4$  м/В тең.

Электр жетегінің беріліс функциясы  $W_{\text{эп}}$  электр жетегінің басқару жүйесі құрылымдық сұлбасы бойынша келесі түрде бола алады:

$$W_{\text{эп}} = \frac{K_{\text{эп}}}{\tau_{\text{и}} p + 1}. \quad (7.8)$$

мұндағы;  $\tau_{\text{и}}$  – интенсивтілік тұрақты уақыты,  $\tau_{\text{и}} = 10$  с;

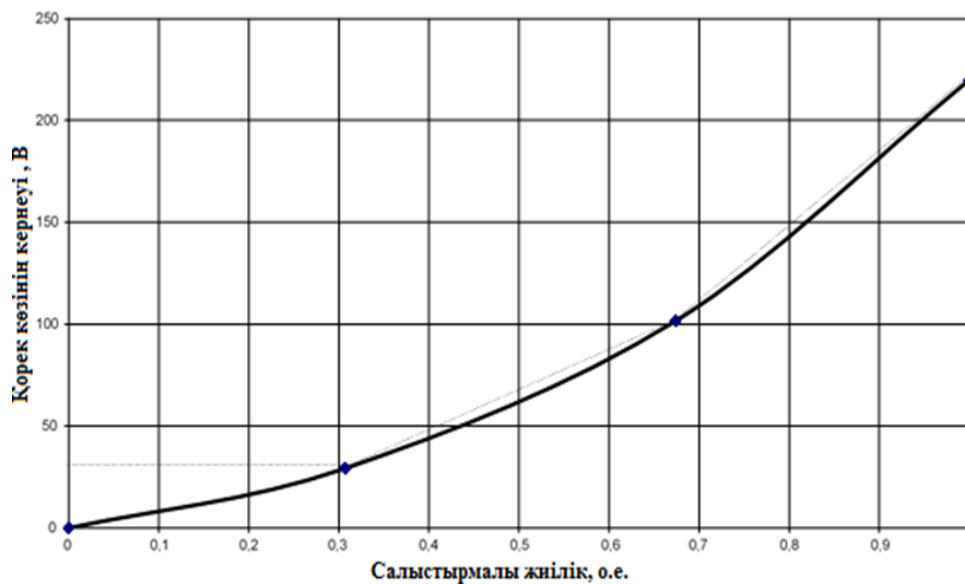
$$K_{\text{эп}} = \frac{\omega_{\text{max}}}{U_{\text{s max}}} = \frac{309,6}{10} = 30.9 \quad (7.9)$$

Реттеуіш контурдың стандартты реттеуіші И – реттеуіш.  
 Техникалық оптимумына келтірейік:

$$W_{\text{рн}} \cdot K_{\text{эп}} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ос}} = \frac{1}{2\tau_{\text{и}} p}. \quad (7.10)$$

$$W_{\text{рн}} = \frac{1}{2\tau_{\text{и}} p \cdot K_{\text{эп}} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ос}}}. \quad (7.11)$$

Осы формула бойынша коэффициенттерді қойып,  $W_{рн} = \frac{1}{2\tau_{иp}}$  өрнегін аламыз. Тегеурін реттеуіші тұрақты уақыты берілген И – реттеуішінен тұрады. Бұл әрине, интенсивтілігінің датчигі екі уақыт тұрақтысына, яғни  $\tau_{и} = 10$  с және  $T_{рн} = 20$  с тең болады.



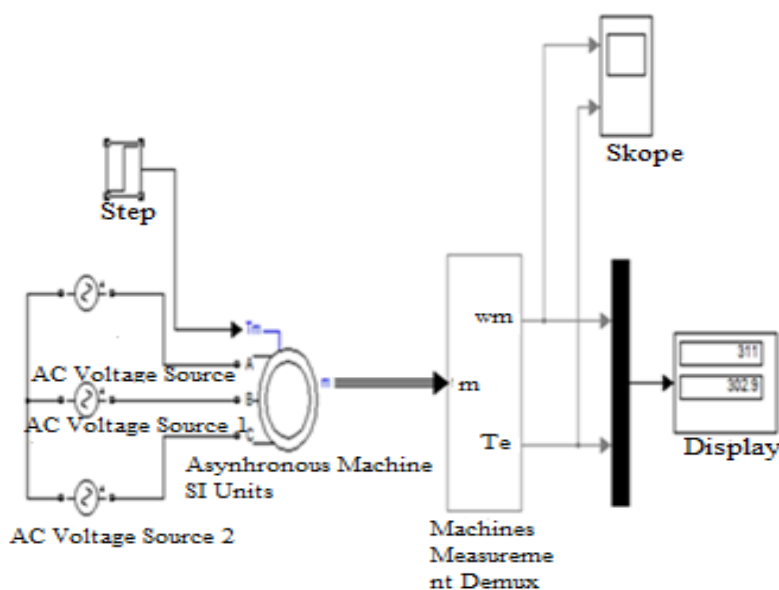
7.6 сурет – Таратып жіберу қисығының аппроксимациясы

## 8 Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру және өтпелі үрдістерін зерттеу

Асинхронды қозғалтқыштың MatLab 7.5 бағдарламалық пакетінде жасалған имитациялық моделі 8 - суретте көрсетілген. Жартылай өткізгішті электр жетекті зерттеу үшін қолданылатын негізгі пакеттер – Simulink және Power System Blockset.

Simulink пакеті өзінің қосымшасымен әртүрлі электрмеханикалық жүйені зерттеуге арналған негізгі құрал. Simulink кітапханасы виртуаль нысандарының жиынтығын көрсетеді және әр түрлі автоматты басқару жүйесін зерттеуге болады. Барлық блоктардың параметрлерін баптауға, сонымен қатар өзгертуге мүмкіндік жасалған. Машинаның параметрлерін енгізуге арналған блоктың терезесі болады. Имитациялық модель құрамында мынадай элементтер болады:

- үш фазалы асинхронды қозғалтқышы, Asynchronous Machine SI Unit блогі;
- үш бір фазалы кернеу көздері, AC Voltage Source блогі;
- Three-Phase V-I Measurement – желідегі тоқ пен кернеуді өлшеу үшін арналған үш фазалы мультиметр.
- екі Scope элементі – валдағы момент пен қозғалтқыштың роторындағы айналу жиілігінің, сонымен бірге желідегі тоқ пен кернеудің графигін көруге арналған осциллограф .
- екі Display элементі жылдамдық пен моменттің мәндерін өлшеуге арналған.
- Step – белгілі бір уақытта қозғалтқыш білігіне жүктемесін беруге арналған элемент.



8 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың MatLab 7.5 бағдарламалық пакетінде жасалған имитациялық моделі

Машинаны зерттеу үшін алдымен баптау терезесіне параметрлерін ендіру керек.

Ендіру терезесінің параметрлері:

- номинал қуаты  $P$ , желілік кернеу  $U_{ж}$ , жиілік  $f$ , айналу жылдамдығы;
- статор тізбегінің активті кедергісі  $R_s$  және индуктивтілігі  $L_s$ ;
- ротор тізбегінің активті кедергісі  $R_r$  және индуктивтілігі  $L_r$ ;
- өзаралық индуктивтілік  $L_m$ ;
- машинаның инерциялық моменті  $J$  (N.m.s);
- құрғақ үйкеліс коэффициенті  $F$  (N.m).

Динамикалық мынадай режимдер қарастырамыз:

Бірінші режим:

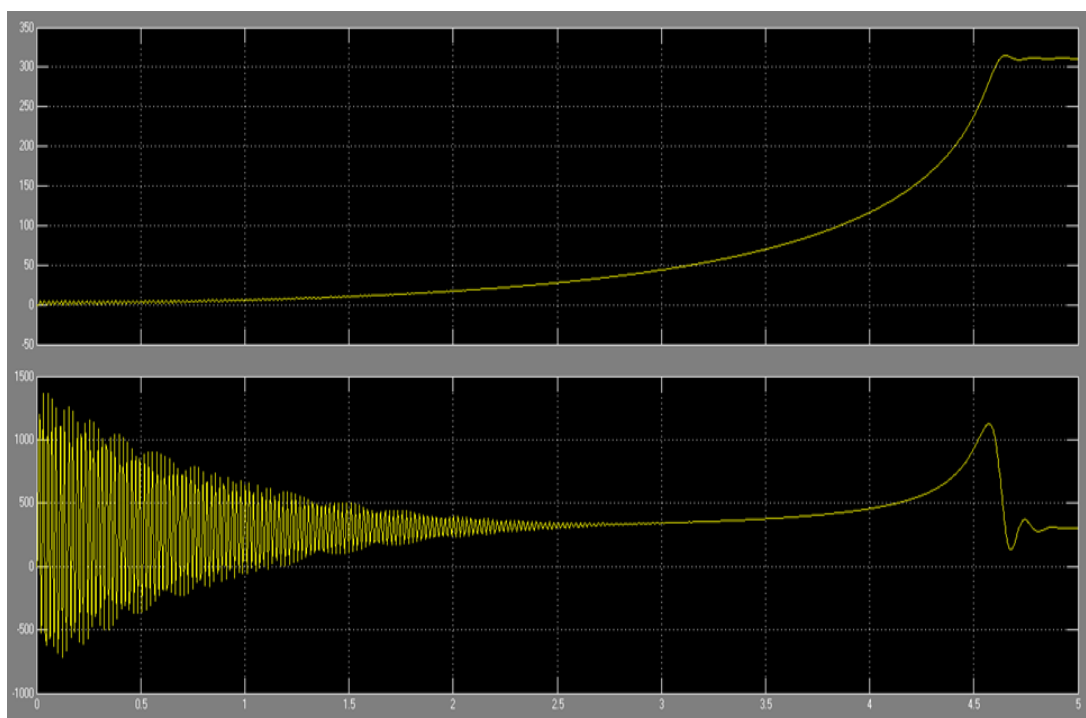
$f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В, қозғалтқыш жүктемесіз іске қосылады, яғни бос жүріс режимі;

Екінші режим:

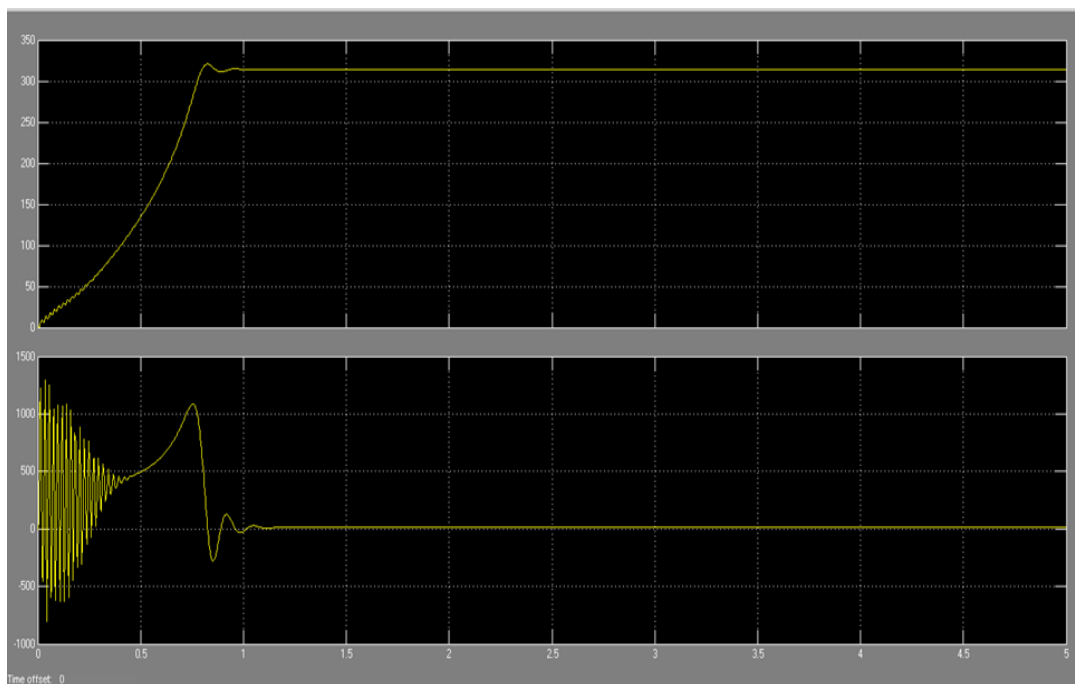
$f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В, ал  $M_c = M_{ном} = 290$  тең жүктеме қозғалтқыш іске қосылғаннан соң 5 с өткеннен кейін беріледі;

Үшінші режим:

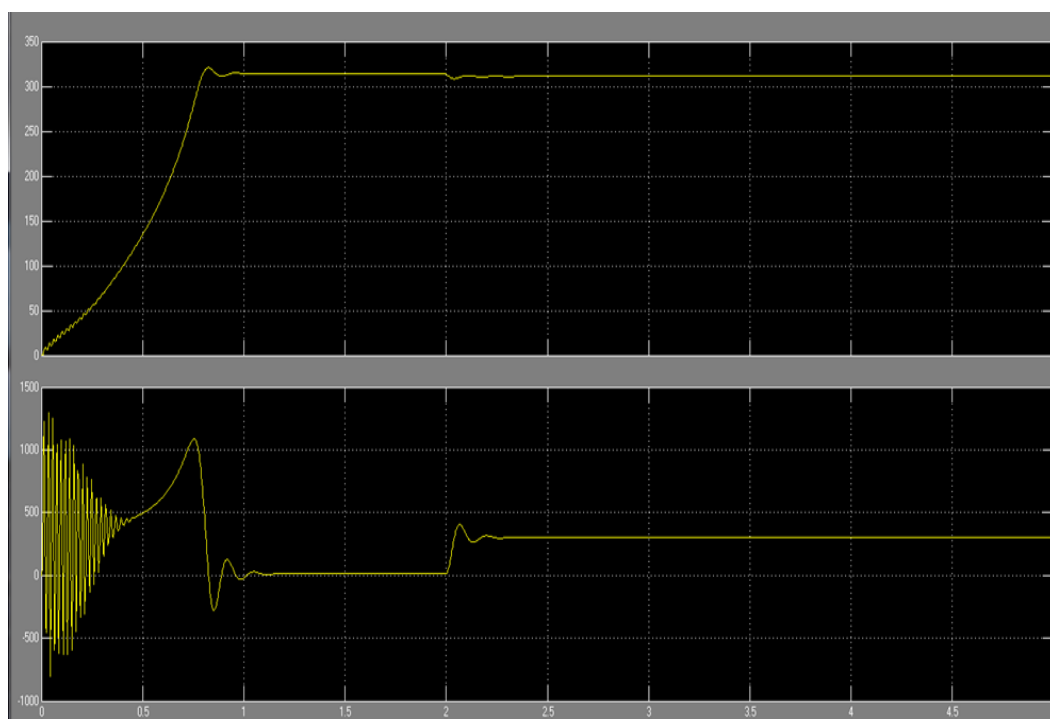
$f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В, ал  $M_c = 0,75$ ,  $M_{ном} = 217,5$  Нм тең жүктеме қозғалтқыш іске қосылғаннан соң 5 с өткеннен кейін беріледі.



8.1 сурет – Бірінші режим  $f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В,  $M_c = M_{ном} = 290$  тең кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_e = f(t)$  тәуелділіктерінің сызбасы



8.2 сурет – Екінші режим  $f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В,  $M_c = 0,75$  Нм,  $M_{НОМ} = 217,5$  Нм кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_B = f(t)$  тәуелділіктерінің сызбасы



8.3 сурет – Үшінші режим  $f = 50$  Гц,  $U_{л} = 380$  В,  $M_c = 290$  Нм кезіндегі  $\omega = f(t)$  және  $M_B = f(t)$  тәуелділіктерінің сызбасы

## 9 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

### 9.1 Жұмысшылардың саны, жұмыс күні, ауырлығы бойынша жұмыс категориясы.

Насостық станцияда 14 адам жұмыс жасайды. Жұмысшылардың жұмыс уақытын өздерінің еңбек шарттарының талаптарына сәйкес орындау міндетті. Олардың жұмыс уақыты таңғы сағат 08:00-ден кешкі 20:00-ге дейін. Аптасына жұмыс күні 5 күннен аспауы тиіс. Жұмысшыларға жұмыс күнінің ортасында демалуына, тамақтануына 2 сағаттан аспайтын және 30 минуттан кем емес үзіліс беріледі.

9.1 кесте – Организмнің энергия жоғалтудан жұмыс категориясы

Жұмыс	Жұмыс категориясы	Организмнің энергия жоғалтуы, Дж/с (ккал/ч)	Жұмыстың сипаттамасы
Орташа ауыр	IIa	172-232	Жүгірумен немесе 1кг дейін заттарды көтеру және физикалық ауырлықты талап етеді

#### Микроклимат.

Өндірістік бөлмедегі микроклимат – ол бөлме ішіндегі климат ортасы. Микроклиматтың көрсеткіштері мен ерекшеліктері: температура, ылғалдылық, ауа қозғалысының жылдамдығы және жылудың сәлелену қарқындылығы болып табылады. Микроклиматқа әсер ететін ықпалдарды екі топқа бөлуге болады: реттелетін және реттелмейтін. Адамның оңтайлы микроклиматтық жағдайларда ұзақ мерзімді және жүйелі болуы, ағзаның функционалдықты және жылуды сақтайды. Олар, жылу жайлылығын сезінуді қамтамасыз етеді және жұмыс өнімділігінің алғышарттарын жасайды. Адам денсаулығы, оның жұмыс өнімділігі климатқа тәуелді болып табылады. Микроклиматтың белгілі бір параметрлерінен ауытқу жұмыс өнімділігін төмендетіп, жұмысшының денсаулығы нашарлап, түрлі ауруларға алып келуі мүмкін.

9.2 кесте – Микроклимат параметрлерінің оңтайлы нормасы

Жұмыс периоды	Жұмыс категориясы	Температура, °С	Ауаның қозғалу жылдамдығы, м/с
салқын	IIa	18-20	0,2
жылы	IIa	21-23	0,3

9.3 кесте – Салқын, жылы жыл мезгілдерінде микроклимат параметрлерінің рұқсат етілген мәні

Жұмыс категориясы	Ауа температурасы, °С	Салыстырмалы ылғалдылығы, %	Қозғалу жылдамдығы, м/с
IIa	17-23/18-27	75/65, 26°С	0,3/0,2-0,3

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Электр қондырғыларына қойылатын өрт қауіпсіздігінің талаптары:

1) Электр қондырғылары, электр қондырғыларын құру Ережелері - не (ЭҚЕ), тұтынушылардың электр қондырғыларын техникалық пайдалану Ережелеріне (ЭТЕ), тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік Ережелеріне және басқа да нормативті құжаттарына сәйкес құрылуы және пайдалануы керек.

2) Электр двигателдері, электр шырақтары, басқару аппараттары және іске қосуды реттейтін, бақылау-өлшеуіш және қорғану аппаратурасының, көмекші құралдардың, электр өткізгіштердің және кабель жүйелерінің ЭҚЕ зонасының класына сәйкес қорғану дәрежесі, сонымен қатар айқас тұйықталу және шамадан тыс токтан қорғанудың қорғану аппараты болуы қажет.

3) Ток жүретін бөлімдердің барлығы, бөлу қондырғылары, аппараттар және өлшеуіш аспаптары, сонымен бірге ажыралу үлгісіндегі қорғағыш қондырғылары, рубильниктер және барлық іске қосу құрылғылары жанбайтын негізге орнатылуы керек (мәрмер тасқа, текстолит, гетинакс т.т.).

4) Барлық үйлерде (белгісіне қарамай-ақ), жұмыс аяқталған соң барлық электр қондырғыларын және электр аспаптарын кезекші қызметкер тексеріп, сөндіреді және жабады (кезекшілік авариялық жарықтардан басқалары, өрт сөндіретін автоматты қондырғылардан, өрт және кезекші қоңырауынан, сонымен бірге технологияның талабы бойынша күні-түні істейтін электр қондырғыларын қоспағанда).

5) Электр жүретін және сыртқы электр өткізгіштерінің әуе жолдарын шатырдың, қалқаның және жанғыш материалдар сақтайтын қоймалардың (қатар-қатар үйілген маялардың) үстінен салуға рұқсат етілмейді.

6) Электр қондырғыларын пайдалану кезінде тиым салынады: - шығарған-кәсіпорындардың кепілдемелеріне (нұсқамаларға) сәйкес келмейтін немесе өртке әкеп соқтыратын ақауы бар электр аппараттары мен аспаптарын пайдалануға, сонымен бірге бүлінген немесе қорғану қасиетін жоғалтқан кабельдер мен сымдарды пайдалануға;

- бұзылған розеткаларды, рубильниктерді және басқа да электр қондырғыларының бұйымдарын пайдалануға;

- электр шамдарын, шырақтарды қағазбен, матамен және басқа да жанғыш материалдармен орауға;

- жанбайтын материалдан жасалған тұғырығы болмаса, электр үтүгін, плиткасын, электр шәйнегін және басқа да электрмен қыздыратын аспаптарды пайдалануға;

- жүйеге өткізілген электр қыздырғыш аспаптарын, теледидарды, радиоқабылдағышты т.т. айтылған техникалық, электр жүйелерінің толассыз жұмыс істеуін қараусыз қалдыруға;



- жобаға сәйкес келмейтін, стандартты емес (қолдан жасалған) электр қыздырғыш аппараттарын, ерігіш калибрленбеген қондырғыларды немесе қолдан жасалған аппараттарды айқас тұйықталу және шамадан пайдалануға;

- қойма үйлері, сонымен бірге жарылу және өрт қауіпті бар зоналар арқылы транзитті электр сымдарын және кабель жүйелерін өткізуге, және де жарылу, өрт қауіпті бар, электр құралдарының құрылғы ережесіне сәйкес еместігі;

- барлық жарылу және өрт қауіпті үйлерде электр қыздырғыш аспаптарын пайдалануға;

- қорғану плафондарынсыз электр шырақтарын пайдалануға.

7) Бір құбырда, будада, құрылыс жобаларының жабық арналарында немесе бір науада бірлескен ток тізбегін, жұмыс және авариялық жарық беру, кабелдерін бір жерде ұстауға рұқсат берілмейді.

8) 12.4. 026-76 ГОСТ-қа сәйкес орындалған "Шығу" жарық көрсеткіштері әрқашанда дұрыс жағдайда болып, жанып тұруы қажет. Көрермендер, көрсету, көрме және басқа да залдарда шараларды өткізу кезінде (адамдар жиналған кезде) жанып тұруы қажет.

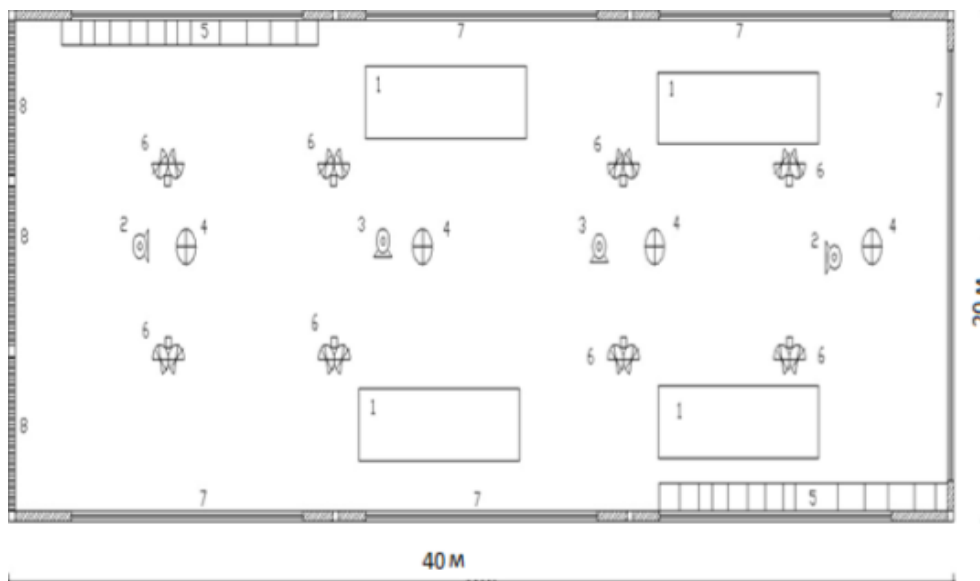
9) Жылжымалы электр шырақтары өте жұмсақ мыс сымнан жасалынып, шыны қалпақ кигізілуі қажет, сонымен қатар қорғағыш торлармен және іліп қоятын ілгіштермен жабдықталынуы қажет.

10) Софиттерді пайдалану кезінде жанбайтын материалдарды қолдану қажет, ал олардың сыртын ұстап тұратын сыммен орау қажет. Прожекторлар мен софиттердің ара қашықтығы жанғыш материалдардан 0,5 м, ал линзалы прожекторлар - 2 м-де болуы керек. Прожекторлар мен софиттер үшін электр фильтрлері жанбайтын материалдардан жасалуы қажет.

11) Термореттегішпен жабдықталмаған электр пештері мен электр утюгтерін пайдалануға болмайды.

Электр қауіпсіздік – статикалық тоқтың және электрмагниттік өрістің, электрлік доғаның, электр тоғының жұмысшыға зияныны мен қауіпін алдын алудың техникалық тәсілі мен ұйымдастырылған шара жүйесі. Электр қауіпсіздік өз құрамына келесілерді енгізеді: құқықтық, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдық – техникалық, санитарлық-тазалық, емдеу – профилактикалық, оңалту және тағыда басқа шаралар кіреді. Адам тоққа түсіп қалған ток кернеудің жоғары болуына байланысты. Қауіпсіз деп 12 вольтті кернеу саналады. Ал, өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығында, және тұрмыста біршама кеңінен таралған электр желілері 220 - 380 вольтті (220 вольт – жарықтандыру және тұрмыстық аспаптар үшін, 380 вольт – үш фазалы электр қозғалтқыштары үшін). Бұл кернеу экономикалық жағынан үнемді, бірақ адам үшін қауіпті. Көптеген өмірге 63 қауіпті жазатайым оқиғалардың көбі 220-380 вольтті кернеуге түскен адамдардың оқиғаларына байланысты болған. Электр тогының қауіпті адам ағзасында электр тогын қашықтыққа сезетін арнайы мүшесі жоқ. Электр тоғы түссіз, иіссіз және шусыз әсер етеді. Электр қондырғысы кернеуде немесе тоқта тұрғандығын арнайы приборлардың көмегімен сезуі қиын. Бұл

адамдардың қауіпті көбінесе сезінбей, қажетті қорғаныс шараларын қолданбауына әкеп соқтырады. Адам денесінен өткен электр тоғы биологиялық, электролитті, механикалық және термикалық әсер етеді.



1 – сорғыштар, 2 – тескіш станоктар, 2 – өрт сөндіргіш, 3 – газосваркалық құрылғы, 4 – салқындатқыш, 5 – шкафтар, 6 – опоралық екі прожектор, 7 – терезелер, 8 – есіктер.

9.1 сурет – Ғимараттың жоспары

## 9.2 Шудың адам организміне әсерін есептеу

Шудың адам организміне ұзақ уақыт әсер етуі, бірнеше қолайсыз жағдайлардың пайда болуына әкеледі: яғни, көру, есту мүшелерінің жұмысы төмендейді және қан қысымы көтеріледі.

Шумен күресудегі негізгі шаралары бұл – 3 негізгі бағытта жүзеге асырылатын техникалық шаралар:

- 1) шудың пайда болу себебін және оның көзінің шуын азайту шаралары:
- 2) беру жолдарының шуын азайту:
- 3) цехтағы жұмысшыларды қорғау:

Шуды азайтудың негізгі құралы – шуды көп шығаратын технологиялық құбылыстарды ауыстыру болып табылады. Сорғы станцияларындағы шу көзі ретінде қозғалтқыштар қарастырылады. Шу көзі мен есептік нүктенің орналасуы 9 – суретте көрсетілген. Шу көзі есептік нүктеден  $r$  қашықтықта орналасқан. Бөлме көлемі  $6000 \text{ м}^3$ , шу көзінің ең үлкен ұзындығы  $l_{\text{max}} = 1,5 \text{ м}$ ,  $V/S$  қатынасы – 0,8.

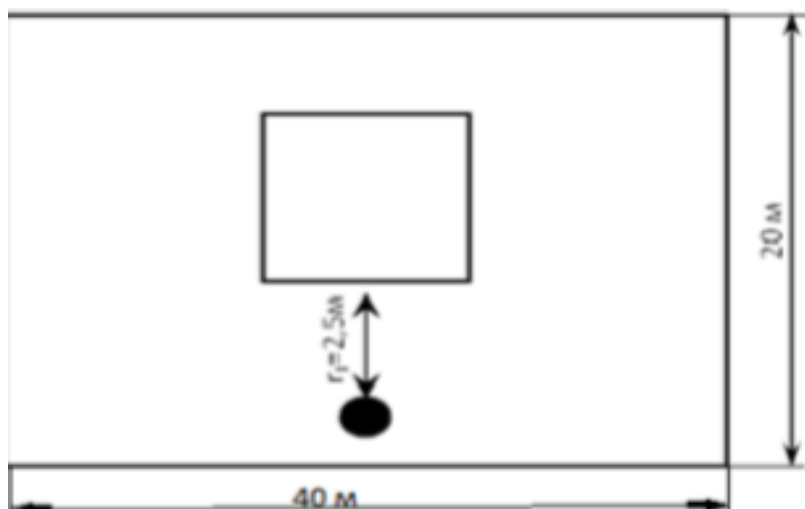
Берілген тапсырма:

Акустикалық шуды есептеу, сондай-ақ персонал үшін шуды қорғау шараларын орындау. Берілген бір деңгейде жұмыс істейтін бірнеше шу көзі бірдей дыбыс деңгейіне ие болған жағдайда.  $\Phi = 1$  шу көздері еденде орналасқан. Шудың көздері еденнен 2,5 м биіктікте және есептеу нүктесінен  $r$

қашықтықта орналасқан. Есептелген нүктеде октавалық дыбыс қысымының деңгейлерін анықтау. Есептеу деректері номиналды дыбыс қысымымен салыстырылады. Дыбыс қысымының қажетті азаюын анықтау және шуылға қарсы персоналы қорғау шарасы ретінде байқау кабинасының параметрлерін есептеу.

9.4 – кесте. Бастапқы деректер

Жабдықтарды таңдау	Сорғы
Шу көздерінің саны	1
Шу көзінен есептік нүктеге дейінгі қашықтық, м	$r_1 = 2,5$
$\frac{B}{S_{\text{орг}}}$ қатынасы	0,6
$l_{\text{max}}$	3
Бөлме көлемі, м <sup>3</sup>	6000



9.2 сурет– Шу көзі мен есептік нүктенің орналасуы

Есептеу бөлімі:

Тікелей көрсетілген дыбыс аймағындағы бірнеше шу көздері, анықталуы тиіс бөлмелердің жобалау нүктелерінде L дБ дыбыстық қысым деңгейлері, келесі формула бойынша анықталады:

$$L_{\text{ож}} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot \chi_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right). \quad (9.1)$$

мұндағы  $\Delta_i = 10^{0,1L_{pi}}$ ;

$L_{pi}$  –  $i$ -ші шу көзі арқылы шығарылатын дыбыс қуаттылығының дБ октавалық деңгейі;

$m$  – шу көздерінің саны, есептік нүктеге ең жақын, (қандай да бір жағдайда  $r_i < 3r_{\text{min}}$ , мұндағы  $r_{\text{min}}$  – есептік нүктеден шу көзінің акустикалық орталығына дейінгі қашықтық);

$n$  – бөлмелердегі шу көздерінің жалпы саны.  
 $m = 3r_{\min} = 3 \cdot 2,5 = 7,5$  м, яғни  $m = 3$ ;  
 $\chi$  – коэффициент, жақын арадағы акустикалық өрістердің әсерін ескеріп, қатынастың функциясы болып табылады;

$$\chi = \frac{r}{l_{\max}}. \quad (9.2)$$

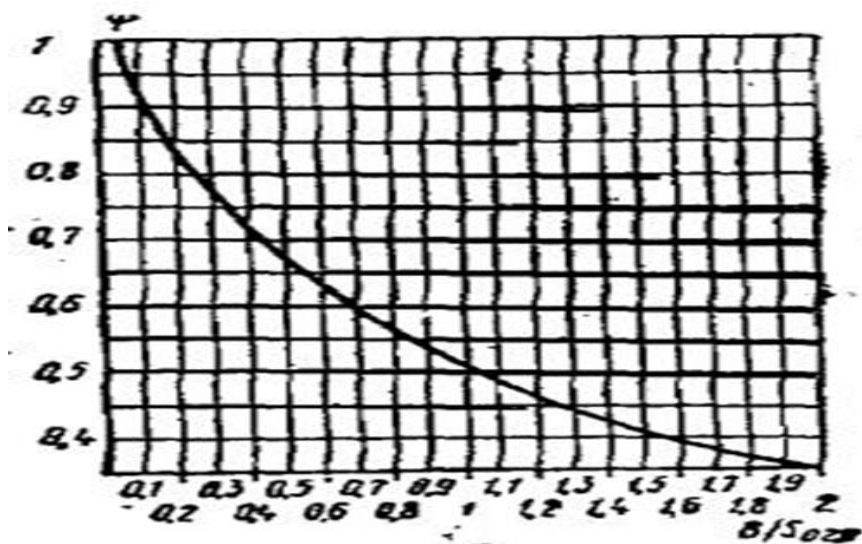
$$\chi = \frac{2,5}{3} = 0.83$$

мұндағы  $\Phi$  – шу көзінің басқарушы факторы,  $\Phi = 1$   
 $S$  – шу көзіне айналатын және есептелген нүктеден өтетін тұрақты геометриялық пішіннің беймәлім бетінің ауданы.

Барлық шу көздерінің жағдайы үшін:  $2 \cdot l_{\max} < r$ , яғни  $2 \cdot 3 < 7$  м.  
 Сондықтан келесі формула:

$$S_i = 2\pi r_i^2. \quad (9.3)$$

мұндағы  $\psi$  –  $\frac{B}{S_{\text{орг}}}$  қатынасы сызбадан анықталатын қоршау беттерін есепке алатын еселеуіш, біздің жағдайда,  $\frac{B}{S_{\text{орг}}} = 0,6$ ;  $\psi = 0,56$ .



9.2 сурет –  $\frac{B}{S_{\text{орг}}}$  қатынасы ретінде  $\psi$  коэффициентін анықтауға арналған график

Бөлме тұрақтысы,  $\text{м}^2$

$$B = B_{1000} \cdot \mu. \quad (9.4)$$

мұндағы  $V_{1000}$  – 1000 Гц ортагеометриялық жиіліктегі бөлменің түрі мен көлеміне байланысты бөлме тұрақтысы, м<sup>2</sup>;

$\mu$  – жиілікті көбейткіш.

Біздің бөлме үшін:

$$V_{1000} = \frac{V}{20}. \quad (9.5)$$

$$V_{1000} = \frac{6000}{20} = 300.$$

мұндағы  $V$  – бөлме көлемі.

9.5 – кесте.  $\mu$  жиіліктік көбейткіштің мәндері

Бөлме көлемі, м <sup>3</sup>	Октавалық жолақтардың орташа геометриялық жиіліктеріндегі жиілік коэффициенті f, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V$	150	150	165	210	300	480	900	1800
$\mu$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Есептелетін нүктеде стандартты дыбыс қысымын қабылдау арқылы қажетті шуды азайтуды  $\Delta L_{тр}$  анықтаймыз.

Жұмыс орындары – өндірістік орындарда және кәсіпорындар аумағында тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс орындары.

$$\Delta L_{тр} = L_{общ} - L_{доп}, \text{ дБ}. \quad (9.6)$$

мұндағы  $L_{общ}$  – октавалық дыбыс қысымының деңгейі нүктесінде барлық шу көздерінің есептелуі, дБ;

9.6 кесте – Сорғының дыбыс қысымының деңгейі

Октавалық белдеудің орташа геометриялық жиілігі, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_p$	99	92	86	83	80	78	76	74

Берілген жұмыста мен жем сорғылар үшін деректерді 63 Гц жиілігі үшін таңдаймын.

$$L_{pi} = 99, \text{ дБ}. \quad (9.7)$$

Формула бойынша;

$$\Delta_i = 10^{0,1L_{pi}}. \quad (9.8)$$

Жиіліктерді есептеймін, яғни;

$$\Delta_i = 10^{0,1 \cdot 99} = 10^9.$$

Осыдан кейін, өрісті формулаға сәйкес қарастырамын;

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_i^2, \text{ м}^2 \quad (9.9)$$

$$S_i = 2 \cdot 3,14 \cdot 5^2 = 157,08, \text{ м}^2$$

$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta_i}{S_i}$  формуласын қолданамыз;

$$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta_i}{S_i} = \frac{10^9}{157,08} + \frac{10^9}{307,72} + \frac{10^9}{265,46} = 133,81 \cdot 10^5. \quad (9.10)$$

Келесі формула бойынша;

$$B_i = B_{1000} \cdot \mu_i. \quad (9.11)$$

мұндағы  $\mu$  – коэффициент мәні, 2 - кесте бойынша мәнін аламыз  $\mu = 0,5$ ,  $V = 6000$  және жиілік үшін 63 Гц.

Есептеуіміз бойынша;

$$B_i = 300 \cdot 0,5 = 150$$

Келесі есептеуіміз;

$$L = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^3 \frac{\Delta_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \cdot \sum_{i=1}^3 \Delta_i \right). \quad (9.12)$$

$$L = \frac{4 \cdot 0,56}{150} \cdot 3 \cdot 10^9 = 1075,2 \cdot 10^5.$$

Мәндердің қосындысын аламыз;

$$L = \frac{1 \cdot 10^{10,1}}{39,25} + \frac{4 \cdot 0,67}{150} = 85,32, \text{ дБ}$$

9.7 кесте – Дыбыстық қысым деңгейі

f, Гц	$\Delta_i$	L
63	10000000000	85,32634
125	19952623150	88,32634

250	7943282347	84,32634
500	316227660	80,32634
1000	5011872336	82,32634
2000	6309573445	83,32634
4000	316227766	70,32634
8000	15849319,2	67,32634

#### 9.4 Қорытынды есеп мәнін анықтау:

Шу көзінен есептік нүктеге дейінгі шу мөлшерін азайту шуды азайту шараларына дейінгі есептік нүктедегі дыбыс қысымы  $L$  мен жіберілген деңгейдің  $L_{доп}$  айырмасы ретінде анықталады:

$$\Delta L_{тр} = L_{общ} - L_{доп}, \quad (9.13)$$

$$\Delta L_{тр} = 85,33 - 99 \approx -13.67, \text{ дБ}$$

#### 9.8 кесте – $\Delta L_{тр}$ есептік мәндері

f, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L, дБ	85,33	88,33	84,33	80,33	82,33	83,33	70,33	67,33
$L_{доп}$ , дБ	99	92	86	83	80	78	76	74

## 10 Экономикалық бөлім

### 10.1 Қаржы-экономикалық инвестиция тиімділігінің көрсеткіштері

Іске қосу режимін және асинхронды электр жетегін тежеуін, ЖТ - АҚ жүйесімен, экономикалық негіздемеде оптималды басқару.

Асинхронды электр жетегінің жаңа жүйесі АҚЗ 20hP (15 kW) қарастырылады. Жобалық электр жетегін базалықпен салыстырғанда келесі артықшылықтары болады:

- автоматтандырудың жоғары деңгейі;
- тозудың азаюы, құрылғының жұмыс істеу уақытының созылуы;
- жетек механизмінде динамикалық жүктемелердің азаюы;
- диагностикалау арқылы бұзылуға тұрақтылықтың жоғарылығы;
- тоқ және момент бойынша асқын жүктмені көтеру қабілеттілігі;
- бұйымның өз сыныбында баға/сапа қатынасы неғұрлым оптималды болуын қамтамасыз етуі;
- пайдалануға кеткен шығынның төмендеуі;
- энергия тұтынудың оптимизациялау есебінен электр энергиясын тұтынудың 10 % - ға азаюы;
- бөлінген ақша өтелімділігінің қысқа мерзімі.

Қаржы-экономикалық инвестиция тиімділігінің негізгі көрсеткіштері және критерийлері ретінде нарықтық қатынас жағдайларында пайдаланылады – қарапайым көрсеткіштер:

- пайданың қарапайым нормасы – инвестиция рентабельділігінің қарапайым нормасы; табыс деңгейінің есептелген шамасы минималды немесе орташа мәнімен салыстыруы берілген жобаның одан әрі талдауының қорытындысына әкеледі;

- күрделі жұмсалым өтемділігінің қарапайым мерзімі; таза табыс сомасы инвестицияларды жабатын уақыт кезеңін көрсетеді және объект өзіне жұмыс істейтін кезеңді анықтайды, яғни таза табыс көлемі бастапқы да инвестицияланған капиталды қайтару ретінде есептеледі;

- банктік кредиттердің және олардың проценттерінің шектік-ықтимал толық қайтару уақыты; сатудан түскен кіріс өнімдері есебінен банктік несие толық қайтарылатын уақыт мерзімін анықтайды; – интегралды көрсеткіштер:

- таза дисконтталған табыс; бұл көрсеткіштің есебі таза төлем ағынымен жүргізіледі; объектіні салудағы қаржылық инвестициялар тиімділігінің критерийі  $\Delta_d > 0$  шарты болып табылады, сонда инвестицияның кірістілігі дисконттаудың орташа нормативінен асып кетеді.

- пайданың ішкі нормасы; таза дисконтталған табыс нөлге тең кезіндегі дисконттау нормасының мәні анықталады; салынатын объект инвестициясының тиімділік критерийі табыстың ішкі нормасы дисконттаудың орташа норматив шамасынан артық болу шарты қызмет етеді:  $E_{вн} > E_{ср}$ ;

- дисконтталған шығынның өтелімділік мерзімі; объектіті эксплуатациялау кезінде алынатын таза табыс есебінен дисконтталған қаржы жұмсалымы толық төленетін уақытты көрсетеді; объектіті орнатудағы инвестицияның тиімділік критерийі болып  $T_{ок} < T_p$  шарты көрсетіледі.



Инвестициялық жобалар үшін бағалау критерий жүйесі қабылданады, ол инвестицияның тиімділігін анықтайды, бірнеше инвестициялық жобалардың ішінен инвестордың көз қарасы бойынша барынша қолайлысын таңдайды және капиталдың рационалды бағасын таңдайды, сонымен қатар тағы басқа мәселелерді шешеді. Критерийлер жүйесі келесі артықшылықтармен сипатталады:

Инвестициялар және ақша ағындары инвестициялық проект кезіндегі уақытпен және олардың іске асыру орнымен сәйкес келуі керек. Ең аз бағалау уақыты бір жыл болып табылады.

Жүйеге бағалаудың бірнеше әдістері кіреді. Әрбір жоба барлық бағалау әдістерімен бағалануы керек.

Ақша көрсеткіштерінің салыстырмалылығы қажет:

- а) инфляция кезінде;
- б) бірнеше инвесторлардың бар болған жағдайындағы;
- в) инвестицияның және ақша ағынының инвестициялық жобасының іске асырылуы кезіндегі мерзімнің әр түрлі уақытта болуы кезінде;
- г) әр түрлі уақыт аралығында инвестициялық жобаның іске асырылуы кезінде. Инвестициялық тәжірибеде ақша ағыны таза шығыс немесе таза кіріс түрінде болуы мүмкін.

Таза шығыс – бұл әр түрлі шығындардың әр түрлі табыстардан артық болуы, "-" белгісі бар.

Таза кіріс – бұл әр түрлі табыстардың әр түрлі шығындардан артық болуы, "+" белгісі бар. Тиімділік есебі әдетте инвестициялық жобаның іске асырылу уақытының нөлдік немесе бірінші жылында негізденеді. Инвестиция және ақша ағын көлемі жылдық көлем болып қарастырылады. Бағалау жүйесі екі топқа бөлінеді: дисконтталған бағалар немесе уақытша бағалар:

1) ЧПС (NPV) – таза келтірінді құн (таза келтірінді әсер, таза келтірінді табыс);

2) ИРИ (PI) – инвестицияның рентабельді индексі;

3) ВНП(IRR) – табыстың ішкі нормасы (кірістің ішкі нормасы. Өтелімділік нормасы);

4) МВНП (MIRR) – табыстың жетілдірілген нормасы;

5) ДСОИ(DPP) – дисконтталған инвестиция өтелімділігінің мерзімі;

2 Қарапайым бағалар:

6) СОИ(PP) – инвестиция өтелімділігінің мерзімі;

7) КЭИ(ARR) – инвестицияның тиімділік коэффициенті.

Барлық бағалау әдістерін пайдалану қажеттілігі әр түрлі бағалау әдістерінің бір-біріне қарсы сипатта болуынан туындайды. Осыған байланысты әр түрлі әдістегі бағаларды талдаушы салыстыра отырып, жобалардың қолайлылығы туралы қорытынды жасайды.

ЧПС (NPV) – таза келтірінді құн Бұл әдіс дисконтталған ақша ағынын инвестициялармен салыстыруға негізделген. Сонымен бірге ЧПС (NPV) екі түрлі жағдайда қолданылуы мүмкін:

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n \frac{FVt}{(1+rt)^n} - I_c. \quad (10.1)$$

мұндағы  $FVt$  – болашақтағы ақша құны немесе қайтарылатын құны;  
 $rt$  – көбею температурасы, төлем, банктік пайыздық төлем;  
 $n$  – жыл саны;  
 $I_c$  – инвестициялар.

$$FVt = \frac{PVt}{(1+rt)^n}. \quad (10.2)$$

мұндағы  $PVt$  – бүгінгі ақша құны:

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n \frac{FVt}{(1+rt)^n} - \sum_{t=1}^n \frac{I_c}{(1+rt)^n}. \quad (10.3)$$

Осы әдіс бойынша ең үздік инвестициялық жоба келесіге байланысты болады:

$\text{ЧПС} > 0$  және оның максималды шамасымен, яғни мекеме қосымша нарықтық құнын алады.

$\text{ЧПС} = 0$ , талдаушы төленетін салықтарды ескере отырып, қосымша есептеу жүргізуі қажет.

$\text{ЧПС} < 0$ , жоба қабылданбайды, себебі заттың нарықтық құны азаяды.

ВНП «табыстың ішкі нормасы» Табыстың ішкі нормасы капитал құнына немесе  $\text{ЧПС} = 0$  тең болады.

Капиталдың құнын анықтау үшін:

1)  $\text{ЧПС} = 0$  жеткізу үшін  $rt$  өзгерте отырып, аналитикалық түрде бірнеше есептеулер жүргізіледі;

2) келесі өрнек арқылы есептелінеді:

$$\text{ВНП}(IRR) = \frac{r_1 \cdot [(\text{ЧПС}_1^+) + (r_2 - r_1)]}{[(\text{ЧПС}_1^+) + (\text{ЧПС}_2^-)]}. \quad (10.4)$$

мұндағы  $\text{ЧПС}_1^+$  – капиталды (пайыздық төлем) есептегендегі ЧПС;

$\text{ЧПС}_2^-$  – капиталды (пайыздық төлем) есептегендегі ЧПС;

$r_1$  – ЧПС 0-ден минималды асқан кездегі капитал құны;

$r_2$  – ЧПС 0-ден минималды аз кездегі капитал құны.

ВНП бағалаудың келесі ерекшеліктері бар:

- 1) ақша ағынының түріне байланысты емес;
- 2) тәуелділіктің сызықты емес формасы;
- 3) кемімелі функцияны білдіреді;
- 4) бейімділік қасиеті жоқ;
- 5) максималды пайданы (кірістілік нормасы) күтуге болады ма, соны болжауға мүмкіндік.

СОИ (PP) " Инвестиция өтелімділігінің мерзімі "  
Бұл қарапайым әдіс мына өрнекпен анықталады:

$$PP = \frac{I_c}{CF}. \quad (10.5)$$

мұндағы  $I_c$  – инвестициялар;  
 $CF$  – ақша ағыны.

СОИ (PP) әдісінің кемшіліктері:

- 1) соңғы жылдардағы ақша ағынының әсерін ескермейді;
- 2) жинақталған ақша ағындар мен олардың жылдар бойынша бөлінуі арасындағы айырмашылықты ескермейді;
- 3) бейімділік қасиеті жоқ.

Бұл әдістің артықшылығы:

- 1) есептеуге жеңіл;
- 2) кәсіпорынның өтімділігін, яғни инвестициялардың өтелімділігін есептеуге ықпал етеді;
- 3) сол немесе өзге де инвестициялық жобаның қауіп-қатерлігінің дәрежесін көрсетеді, өтемділік мерзімі неғұрлым аз болса соғұрлым қауіпқатерлік аз болады және керісінше.

Рентабельділіктің индексі (PI) Рентабельділіктің индексі – бұл дисконтталған табыстың жиынтық шамасының дисконтталған шығын жиынтық шамасына қатынасы. Егер инвестициялар бір жолғы қаражатпен жұмсалған болса, онда бұл көрсеткіш мына өрнекпен анықталады:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div K_0. \quad (10.6)$$

Егер инвестициялар уақыт бойынша бөлінген біршама ағын болса, онда рентабельділік индексі келесі өрнек бойынша жазылады:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} + \frac{K_0}{(1+r)^i}. \quad (10.7)$$

Егер:

- $PI > 1$ , онда жобаны қабылдау қажет;
- $PI < 1$ , онда жобаны қайтару қажет;
- $PI = 1$ , онда жоба не табысты, не шығынды емес.

Таза дисконтталған табысқа қарағанда рентабельділік индексі салыстырмалы көрсеткіш болып табылады. Осыған байланысты, ол NPV біршама ұқсас болатын бірнеше жобалардың арасынан бірін таңдағанда және NPV шамасы максималды болатын инвестициялар портфелін жинақтауға өте ыңғайлы.

Бұл жобада негізгі көрсеткіш және қаржылық-экономикалық тиімділік инвестициялар критерийлері ретінде күрделі жұмсалым өтелімділігінің қарапайым мерзімі пайдаланылады.

Күрделі шығындарды есептеу. Күделі шығындар құрамына кіретіндер:  
 - жүйенің жаңа құрылғысының бағасы;  
 - орнату бойынша құрылыс-монтаж жұмыстарының және электр құрылғының бағасы;  
 - басқа шығындар.

Негізгі құрылғының бағасы 58%. Инвестициялардың жалпы көлеміндегі құнының үлесі:

- құрылыс-монтаж жұмыстары 35%,  
 - басқа шығындар (құрылғыны жеткізу жөніндегі көлік шығыны және т.б.) 7 %.

#### 10.1 – кесте. Базалық нұсқаның шығындар сметасы

Қондырғының атауы	Сметалық құны, мың теңге
АКЗ 20hP (15 kw)	150
Қондырғылардың жиынтығы, мың теңге	150
Құрылыс-монтаж жұмыстары, мың теңге	40,000
Басқа шығындар, мың теңге	8
Күрделі шығындардың жалпы сомасы, мың теңге	198,000

#### 6.2 – кесте. Жаңа нұсқаның шығындар сметасы

Қондырғының атауы	саны	Сметалық құны, мың теңге
АКЗ 20hP (15 кВ)	1	150
Жиілік түрлендіргіші АКЗ 20hP (15кВ)	1	250
Қондырғылардың жиынтығы, мың теңге		400
Құрылыс – монтаж жұмыстары, мың теңге		48
Басқа шығындар, мың теңге		25
Күрделі шығындардың жалпы сомасы, мың теңге		473,000

Амортизация төлемдерін есептеу

Жылдық амортизация төлемдерін әрбір нұсқа бойынша мына өрнекпен анықтайды:

$$C_a = \frac{N_a K}{100}. \quad (10.8)$$

мұндағы  $N_a$  – амортизациялық төлемдердің нормасы;

К – объектінің құнын ақшалай өлшеу.

Амортизациялық төлемдердің 8%-ға тең орташаланған нормасын қабылдаймыз. Сонда амортизациялық төлем бірінші нұсқа бойынша:

$$C_a^1 = \frac{8 \cdot 150,000}{100} = 12, \text{ мың теңге}$$

екінші нұсқа бойынша:

$$C_a^1 = \frac{8 \cdot (150,000 + 250,000)}{100} = 32, \text{ мың теңге}$$

Тұтынатын электр энергиясына кететін шығындар

Тұтынатын электр энергиясына кететін шығындар әрбір нұсқа үшін мына өрнек арқылы анықталады:

$$C_э = P \cdot T_{эф} \cdot C. \quad (10.9)$$

мұндағы P – объектінің номиналды қуаты, кВт;

$T_{эф}$  – жұмыс уақытының тиімділік қоры, сағат;

C – 1 кВт·сағ электр энергиясының құны, теңге/кВт·сағ.

Екі нұсқа үшін цехтың жылына екі ауысымда жұмыс істеу кезіндегі тиімді қор уақыты 5000 сағат.

Электр энергия құны 15 теңге/(кВт·сағ) теңге.

Базалық нұсқа бойынша электр энергияға кеткен шығындарды табамыз:

$$C_э^б = 18,5 \cdot 5000 \cdot 15 = 1387500$$

Жаңа нұсқа бойынша (электр энергияның жинағын 10 % ескере отырып):

$$C_э^н = 18,5 \cdot 5000 \cdot 15 \cdot 0,9 = 1248750$$

Ағымдағы жұмысқа кеткен шығындар

Қондырғының ағымдағы жөндеуі қондырғының орналастыру орнында оның өшірілуімен және осы агрегатта жұмыс істеп жүрген жұмыс қызметкерлерінің ауысымын тоқтатумен жасалынады.

Қондырғының ағымдағы жөндеуіне кеткен шығындар:

- жұмысшылардың негізгі және қосымша еңбекақысынан;

- материалдардың, жартылай дайын өнімдердің және жиынтықтаушы бұйымдардың құнынан тұрады.

Жұмысшылардың еңбекақысын анықтау үшін бір жұмысшының тиімділік уақыт қоры мен санын анықтау керек.

Жұмысшылардың саны жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығымен анықталады.

Жөндеудің еңбек сыйымдылығын табу үшін жөндеу жұмыстарының ұзақтық мерзімі, сонымен қатар жөндеу әрбір түрінің еңбек сыйымдылық нормасы көрсетілген жоспарлы-сақтандырмалық жөндеу графигін тұрғызу керек.

Жөндеу күрделілігі жұмыстарының графиктері әр нұсқа үшін 6.3 кестеде және 6.4 - кестеде көрсетілген.

Бір жұмысшы уақытының тиімділік қоры 365 күнтізбелік күн ішіндегі демалыс және мереке күндерін шегергендегі күндерден тұрады. Жұмыс уақытының 8,2 сағатқа созылғандағы уақыттың тиімділік қоры  $T_{эф} = 5000$  сағаттан тұрады.

10.3 кесте – Базалық нұсқаның жөндеу күрделілігі жұмыстарының графигі

Қондырғының атауы	Саны	Еңбек сыйымдылығы адм.сағ
АКЗ 20кВ (15 кВт)	1	14
Трансформатор	1	8
Кәбілдік желі	1	58
Жалпы еңбек сыйымдылығы		80
Нұсқау – Алынған еңбек сыйымдылығы шамалары оқу анықтамалығынан алынған.		

6.4 кесте – Жаңа нұсқаның жөндеу күрделілігі жұмыстарының графигі

Қондырғының атауы	Саны	Еңбек сыйымдылығы адм.сағ
АКЗ 20кВ (15 кВт)	1	10
Жиілікті түрлендіргіш	1	1,5
Трансформатор	1	8
Кәбілдік желі	1	58
Жалпы еңбек сыйымдылығы		77,5

Еңбек ақыны жөндеудің еңбек сыйымдылығы және электрмонтердың тарифтік сағаттық мөлшерлемесі, яғни 300 теңге/сағ, арқылы келесі өрнекпен анықтаймыз:

$$C_{зт} = S \cdot T. \quad (10.10)$$

Бірінші нұсқа бойынша жөндеу жұмысының тарифтік еңбек ақысы:

$$C_{зт}^6 = 300 \cdot 80 = 24, \text{ мың теңге}$$

Екінші нұсқа бойынша жөндеу жұмысының тарифтік еңбек ақысы:

$$C_{3T}^H = 300 \cdot 77,5 = 23.1, \text{ мың теңге}$$

Тарифтік еңбек ақысынан басқа толық сомаға кіреді:

- сыйлық ақы (тарифтік еңбекақының 20%);
- басқа қосымша төлемдер (тарифтік еңбек ақының 10%).

Жалпы барлық қосымша төлемдер тарифтік еңбекақының 30% құрайды.

Базалық нұсқа бойынша толық төлемдердің сомасы:

$$C_{3П}^6 = 24000 \cdot 1,3 = 31200, \text{ теңге}$$

Жаңа нұсқа бойынша толық төлемдердің сомасы:

$$C_{3П}^H = 23100 \cdot 1,3 = 30030, \text{ теңге}$$

10.5 кесте – Эксплуатациялық шығындардың анализі

Шығындардың атауы	Базалық нұсқа	Жаңа нұсқа
Амортизация, теңге	12000т	32000т
Электрэнергия шығыны, теңге	1387500т	1248750т
Еңбек ақы, теңге	31200т	30030т
Жалпы эксплуатациялық шығындар, теңге	1430700т	1310780т

## 10.2 Жобаланатын жүйе тиімділігін есептеу

Біз енгізу кезінде жаңа жүйенің тиімділігін есептегендіктен, шығындарды салыстырмалы көрсеткіштерді пайдаланып және жобаланатын нұсқаны базалық деп алып, күрделі қаржы жұмсалымы мен эксплуатациялық шығындарды салыстыру қажет.

Эксплуатациялық шығындарды салыстырған кезде, салыстырмалы үнемділік шығынының көрсеткішін қолданамыз:

$$\lambda_3 = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100\%. \quad (10.11)$$

$$\lambda_3 = \frac{1430700 - 1310780}{1430700} \cdot 100 = 8.38\%$$

$$\text{ЧПС} = \sum_{i=1}^a \frac{\text{ДП}}{(1+r)^{n-1}} - I_c. \quad (10.12)$$

мұндағы  $r = 12\%$ ,

$n$  – жобаны реализациялау уақыты.

10.6 кесте – ЧПС берілгені

Жыл	ДП теңге	$\sum_{i=1}^a \frac{ДП}{(1+r)^{n-1}} - I_c$	ЧПС теңге	
0	473,000			
1	119,92	0,89	106,72	-366,28
2	119,92	0,80	95,93	-270,35
3	119,92	0,71	85,14	-185,21
4	119,92	0,63	75,54	-109,68
5	119,92	0,50	59,96	-49,71
6	119,92	0,45	53,96	4,25

Сорғыштың жаңа жүйесі жыл сайын 8,38 % үнемдейді. Осылайша, алынған есептеу нәтижесі жиілікті түрлендіргішті сорғыш жүйесінде қолданған кезде, жыл сайын 123 мың теңгені үнемдейтінің және финанстық қаржыны 3,9 жылда орнын толтыратынын көрсетеді.

Қорытынды



Менің дипломдық жұмысымда, ортадан тепкіш сорғы қондырғыларының түрлері, құрылысы және жұмыс істеу режимін реттеу туралы мәліметтер келтірілген. Берілген тапсырмаға сәйкес, ортадан тепкіш сорғының типі және оның жетегі ретінде қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты таңдап алдым. Тиімді жетек ретінде ”жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш” электр жетек жүйесін таңдап, оның құрылымдық сұлбасын құрастырдым және негізгі элементтерінің параметрлерін анықтадым. Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық және жасанды механикалық сипаттамаларының сызбасы мен электрмеханикалық сипаттамаларының сызбасын тұрғыздым. Электр жетегін функционалды құрып, оның параметрлері анықтадым, сонымен қатар ортадан тепкіш сорғы қондырғысының математикалық моделі құрылды. Келесіде, электр жетегінің имитациялық моделі құрылып, Matlab Simulink пакетінде өтпелі үрдістері зерттелініп, солардың сыбаларын көрсеттім. Алынған нәтижелерді талдау кезінде жобаланған электр жетек оған қойылатын талаптарды қанағаттандыратынын көрсетті.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі: Машина жасау. Алматы: "Мектеп" баспасы., 2007 ж.
2. Сапаков А.З. “Электр энергетикасы” мамандығының студенттеріне арналған оқу құралы. Алматы: АЭЖБУ, 2016. – 78 б.
3. Вольдек А.И. Электрические машины. Лондон., 1978. – 832 с.
4. Кацман М.М. Электрические машины. – Москва: “Высшая школа”, 1983 г – 431 с.
5. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств. Москва., 1987. – 334 с.
6. Туғанбаев Ы. Автоматтандырылған электр жетегі/оқулық/. Алматы. Республикалық баспа кабинеті. 2004. – 280 б.
7. Князевский В.Н. «Өндіріс кәсіпорындарындағы электр жабдықтау негізі»: Учебник для вузов. Москва., Энергия, 1986. – 408 б.
8. Барыбин Ю.Г, Федоров Л.Е. Электр жабдықтары және электр желілерінің жобалау бойынша анықтамасы. Москва.,1991. – 465 б.
9. Волков А.С, Ермакова В.И. Буровые геологоразведочные насосы. Москва., “Недра”, 1978. – 205 с.
10. Крупович В.И.Справочник проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами. Москва., Энергоатомиздат, 1982. – 416 с.
11. Дмитриченко Ю.А. Регулируемый электропривод насосных агрегатов. К., Штиинца, 1985. – 225 с.
12. Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы., АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
13. Жакупов А.А, Тузельбаев Б.И. Экономика, өндірісті ұйымдастыру және басқару. Құрстық жұмысқа арналған нұсқаулар. Электр энергетикасы мамандығы бойынша. Алматы., АЭЖБИ, 2006. – 18 б.
14. Барский В.А. и др. Создание серии IGBT преобразователей частоты для регулируемых асинхронных электроприводов // Электротехника. – 1999. – № 7. – С. 38–41.
15. Галанов В.И. и др. Современные мощные полупроводниковые приборы и их функциональные особенности // Электротехника. – 1998. – № 3. – С. 48–52.
16. Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы. Алматы, 2007. – 80 б.