

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрлік машиналар және электр жетек кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

К.Калиева, т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« »

20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру

5B071800-Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Орындаған Аманбаев Ернар Аманбайұлы

ЭАТк-14-1

(студенттің аты - жөні)

(тобы)

Жетекші К.Ж.Калиева, т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)


(колы)

« 25 »

05

20 18 ж.

Пікір жазушы :

доктор PhD, доцент ҚККА Калиев Ж.Ж.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« »

20 ж.

(колы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

т.ғ.к., профессор Жакупов А.А.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)


(колы)

« 22 »

мамыр

20 18 ж.

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

PhD докторы, аға оқытушы Бегимбетова А.С.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)


(колы)

« 24 »

мамыр

20 18 ж.

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетикасы және электртехника институты
5B071800-Электр энергетикасы мамандығы
Электрлік машиналар және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Аманбаев Ернар Аманбайұлы

(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру

ректордың «22» қараша №155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Ляқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» мамыр 2018ж.

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

Маңғыстау мұнай өндіру кен орнының технологиялық сұлбасы және негізгі өнім көрсеткіштері: мұнай сору тереңдігі, жылдық мұнай өндіру көлемі, мұнайдың химиялық құрамының сипаттамасы. Мұнай сорғысының электр жетегі, электрқозғалтқыштары, басқару жүйелері, экономикалық көрсеткіштері.

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

1. Технологиялық бөлім
Мұнайды өндіруде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы. Ортадан тепкіш сорғыдағы жұмыс дәңгелегіндегі сұйықтықтың қозғалысы. Ортадан тепкіш сорғылардың ерекшеліктері. Ортадан тепкіш сорғылардың қуатын анықтау.
2. Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр қозғалтқышының негізгі көрсеткіштерін есептеу.
Электр қозғалтқышты таңдау және оның қуатын есептеу. Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр қозғалтқышын есептеу және таңдау. Ортадан тепкіш электр сорғы электр жетегі
3. Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру. Электр жетегін басқару жүйесін классификациялау. Жиілікті түрлендіргіштің құрылымы және жұмыс жасау принциптері. Электр жетегінің жиіліктік басқарылатын құрылымдық схемасының шамаларын есептеу. MatLab бағдарламасында жиіліктік электр жетегінің жылдамдығын реттеу жүйесінің статикалық және динамикалық қисықтарын тұрғызу.
4. Өміртіршілік қауіпсіздік бөлігі.
5. Экономикалық бөлігі.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету)


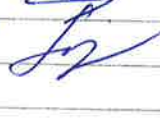
тізімі

1. Ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы.
2. Ортадан тепкіш сорғының сұлбасы.
3. Жетектің құрамы.
4. Ортадан тепкіш сорғылардың жұмыс доңгелегіндегі сұйықтық жылдамдығының үлестірілуі.
5. Асинхронды қозғалтқыштың жиілік турлендіргішті реттеудегі механикалық мінездемелері.
6. Критикалық иін куш тұрақты болғандағы механикадық мінездемелер.
7. Электр жетегін басқару жүйесін классификациялау.
8. MatLab бағдарламасында жиіліктік электр жетегінің жылдамдығын реттеу жүйесінің статикалық және динамикалық қисықтары

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. – М.: Энергия, 1976– 241 б.
2. Айзенштейн, М.Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности/М.Д. Айзенштейн. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 363 с.
3. 13 Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1981– 486 с
4. Шабанов, В.А. Проектирование электротехнических комплексов нефтегазовой отрасли: учебное пособие / В.А. Шабанов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2006. – 100 с.
5. Қацман М.М. Электрический привод. -М.: Академия, 2014.-384с.
6. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб: Корона принт, 2001– 375 б
7. 15 Хавронская А.М. Организация и планирование деятельности производственных подразделений предприятия. – Алматы, 1999– 45 б.
8. Жаңдаулетова Ф.Р., Бегимбетова А.С. Методические указания к выполнению раздела «Защита от производственного шума» в выпускных работах для всех специальностей. Алматы: АУЭС, 2009.-34с.
9. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Соколова И.С. Экономика отрасли. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800-Электроэнергетика – Алматы: АУЭС, 2013.-50с.
10. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау 5В071800-Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған әдістемелік нұсқаулықтар. Алматы: АЭЖБҮ, 2015.-33б.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Технологиялық бөлік	Калиева К.Ж.		
Қарнақты сорғының жетегі.	Калиева К.Ж.		
Жиілік турлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесінің статикалық мінездемелері	Калиева К.Ж.		
Омiртiрiшiлiк қауiпсiздiк бөлiгi	Бегимбетова А.К.	10.05.18	
Экономикалық бөлігі.	Жакупов А.А.	22.05.18	

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ
К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Технологиялық бөлік		
1.1	Мұнайды өндіруде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы.	15.01.2018	
1.2	Ортадан тепкіш сорғыдағы жұмыс доңгелегіндегі сұйықтықтың қозғалысы.	19.01.2018	
1.3	Ортадан тепкіш сорғылардың ерекшеліктер.	01.02.2018	
1.4	Ортадан тепкіш сорғылардың қуатын анықтау	09.02.2018	
2	Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр қозғалтқышының негізгі көрсеткіштерін есептеу	20.02.2018	
2.1	Электр қозғалтқышты таңдау және оның қуатын есептеу.	26.02.2018	
2.2	Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр қозғалтқышын есептеу және таңдау.	01.03.2018	
2.3	Ортадан тепкіш электр сорғы электр жетегі.	05.03.2018	
3.	Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру.	12.03.2018	
3.1	Электр жетегін басқару жүйесін классификациялау.	15.03.2018	
3.2	Жиілікті түрлендіргіштің құрылымы және жұмыс жасау принциптері	30.03.2018	
3.3	Электр жетегінің жиіліктік басқарылатын құрылымдық схемасының шамаларын есептеу.	02.04.2018	
3.4	MatLab бағдарламасында жиіліктік электр жетегінің жылдамдығын реттеу жүйесінің статикалық және динамикалық қисықтарын тұрғызу.	10.04.2018	
4.	Өміртіршілік қауіпсіздік бөлігі	17.04.2018	
5.	Экономикалық бөлігі	04.05.2018	

Тапсырманың берілген уақыты « 15 » қаңтар 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі


(қолы)

К.Ж.Калиева, т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі


(қолы)

К.Ж.Калиева, т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент


(қолы)

Аманбаев Е.А.

(аты -жөні)

Аңдатпа

Осы дипломдық жұмыста ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру қарастырылған.

Жұмыста мұнай кеніштеріндегі қолданыстағы мұнай өндіру әдістері, ортадан тепкіш сорғылары, Қаламқас өнеркәсібінің мұнай өндіріс технологиясы, мұнай өндіру технологиясы, мұнай өндіруде қолданылатын сорғылар қарастырылған. Қуаты есепелініп, сорғының асинхронды қозғалтқыш типі таңдалған. Таңдап алынған электрқозғалтқыштың табиғи және жасанды механикалық мінездемелері есепелініп, тұрғызылған.

Электр жетектің жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жүйесі таңдалған. Автоматтандырылған электр жетектің MATLAB ортасында моделі құрылған.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде сорғы агрегаттар шуының адам ағзасына әсері, төмендету шаралары, шу деңгейінің есебі келтірілген.

Экономикалық бөлімде электр жетектің жиілік-түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш жаңа жүйесінің экономикалық тиімділігі есептелген.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрено совершенствование электроприводов погружных центробежных насосов нефти.

В работе описаны способы добычи нефти, основные погружные центробежные насосы, нефтедобывающие технологии предприятия Каламкасмунайгаз, технология производства нефти, насосы, применяемые в данном производстве. Определена мощность и выбрана тип асинхронного электродвигателя насоса. Для выбранного электродвигателя рассчитаны и построены естественные и искусственные механические характеристики.

Выбрана система электропривода преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Составлена модель автоматизированного электропривода в среде MATLAB.

В разделе безопасность жизнедеятельности приводится влияние шума насосных агрегатов на организм человека, пути снижения уровня шума и определены уровни шума.

В экономической части дипломной работы рассчитывалась экономическая эффективность новой системы электропривода на базе асинхронного двигателя – преобразователя частоты.

Annotation

In this thesis, it is considered improvement of electric drives of submersible centrifugal pumps of oil.

In work ways of oil production, the main submersible centrifugal pumps, oil-extracting technologies of the Kalamkasmunaygaz enterprise, the production technology of oil, pumps used in this production are described. Power is determined and chosen type of the asynchronous electric motor of the pump. For the chosen electric motor, natural and artificial mechanical characteristics are calculated and constructed.

The system of the electric drive the frequency converter – the asynchronous engine is chosen. The model of the automated electric drives in the environment of MATLAB is made.

The health and safety is given in the section influence of noise of pump units on a human body, ways of decrease noise levels and are defined noise levels.

In an economic part of the thesis the economic efficiency of new system of the electric drive based on the asynchronous engine – the frequency converter paid off.

Мазмұны

	Кіріспе.....	10
1	Технологиялық бөлім.....	11
1.1	Мұнай кеніштеріндегі қолданыстағы мұнай өндіру әдістері.....	11
1.2	Мұнайды өндіруде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы.....	22
1.3	Ортадан тепкіш сорғыдағы жұмыс дөңгелегіндегі сұйықтықтың қозғалысы.....	24
1.4	Ортадан тепкіш сорғылардың ерекшеліктері.....	26
1.5	Ортадан тепкіш сорғылардың қуатын анықтау.....	27
1.6	Қаламқас мұнай-газ кен орны.....	29
1.7	Қаламқас мұнай-газ кен орнының сорғылары.....	29
2	Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш (ЖТ-АҚ) жүйесінің статикалық сипаттамалары.....	35
2.1	Электр қозғалтқыштың қуатын есептеу және таңдау.....	35
2.2	Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электрқозғалтқышының жетегі.....	36
2.3	Жиілік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесін таңдауды негіздеу.....	38
2.4	ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи механикалық сипаттамалары.....	39
2.5	$U/f=\text{const}$, жиілігі $f=50\text{Гц}$ болғандағы ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи механикалық сипаттамаларын есептеу.....	42

2.6	ЖТ-АҚ жүйесінің $U/f=\text{const}$ тұрақты болғанда $f_1=35$, $f_2=25$, $f_3=15$ Гц жиіліктердегі жасанды механикалық сипаттамаларын тұрғызу.....	46
3	Ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің жиілік түрлендіргіш күштік сұлбасының шамалрын есептеу және элементтерін таңдау.....	54
3.1	Негізгі элементтерін есептеу мен таңдау.....	54
3.2	Микропроцессорлы басқарылатын жиілік түрлендіргішті таңдау.....	56
3.3	Жиілік түрлендіргішіндегі электрмагниттік сыйсымдылық сұрақтарын қарастыру.....	62
3.4	Ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің MATLAB бағдарламасындағы моделін құрастыру, сипаттамаларын салыстыу.....	63
4	Өміртіршілік қауіпсіздік бөлігі.....	64
4.1	Мұнай өндіру жабдығына қатысты қойылатын жалпы қауіпсіздік талаптары.....	64
4.2	Шу көздерін анықтау.....	66
4.3	Шудан қорғану.....	67
4.4	Ортадан тепкіш электр қозғалтқыштарының өндірістік шуын есептеу.....	68
4.5	Өндіріс қондырғыларының шығатын шуды азайтудың шаралары.....	71
5	Экономикалық бөлім.....	72
5.1	Жобаның экономикалық тиімділігін есептеудің әдістері.....	72
5.2	Электржетекті басқару құралдарын қолдану нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру.....	72
5.3	Нұсқалар бойынша ортадан тепкіш сорғылардың капиталдық салымдары мен эксплуатациялық шығындарын есептеу.....	73
5.4	Капиталдық салымдарды және эксплуатациялық шығындарды есептеу (жобаланатын нұсқа).....	76
5.5	Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу.....	80
	Қорытынды.....	82
	Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	83

Кіріспе

Қазақстанның басты стратегиялық мақсаты – экономиканың шикізат өндіру бағытын бәсекеге қабілетті тауар және қызмет өндіруге ауыстыру болып табылады. Сонымен қатар тауар және қызмет өндіруде жаңа технологияларға сай интеграциялық үрдістерді енгізу.

Еліміздің өнеркәсіптік салалары әлемдік рынокта беделді орынға ие екенін білеміз. Соның ішінде мұнай-газ және көмір өндірісі үздік ондықтың қатарында, ал ТМД елдері арасында мұнай және газ қоры бірінші орынды иеленсе, көмір қоры және оны өндіру жағынан үшінші, адам басына шаққанда қолдану жағынан бірінші орын алады.

Қазақстанның мұнай-газ өнеркәсібінің потенциалы мұнай мен газдың барланған қорлармен, сол сияқты олардың келелі (перспективалық) және болжамдық ресурстарымен анықталады. Бұлардың алдыңғылары бұрынырақ табылған, сөйтіп қазір игеріліп немесе барланып жатқан, әйтпесе уақытша сақталып қойылған кен орындармен байланысты. Келелі және болжамдық ресурстар әзір табыла қоймаған, бірақ анықталған әртүрлі типтегі жергілікті тұтқыштар тұрғысынан (келелі және шоғырландырылған болжамдық ресурстар), немесе алаптың ірі-ірі құрылымдық элементтері мен литологиялық-стратиграфиялық кешендері тұрғысынан жеткілікті дәрежеде ғылыми тұрғыдан негізделген ресурстар болып табылады.

Мұнайдан кейінгі жер асты қазба байлығы саналатын көмір өнеркәсібі елдегі отынның 1/2 бөлігін құрап отыр. Табиғаттың қытымыр қысында әр жанұяны жылытып отыратын көмірдің маңызы зор.

Мұнай шығару өте күрделі үдеріс болып табылады, оларға геологиялық барлау, бұрғылау, ұңғыма салу, оларды жөндеу сонымен қатар алынған мұнайды судан, күкірттен, парафиннен тазалау жатады. Мұнайды жердің астынан сородың бірнеше әдіс амалдары бар, соның бірі ортадан тепкіш сорғы арқылы. Берілген ортадан тепкіш сорғыны асинхронды қозғалтқыш жұмысқа келтіреді. Асинхронды қозғалтқышты тиімді пайдалану үшін оны жиілікті реттегіш арқылы қосады.

Атқарушы механизмдердің айналу жиілігін реттеу түрлі құрылғылардың көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін, оларға: механикалық вариаторлар, гидравликалық муфтастар, статор мен роторға қосымша енгізілген резисторлар, электромеханикалық жиілік түрлендіргіштер және статикалық жиілікті түрлендіргіштер. Алғашқы төрт құрылғы жоғары сапалы жылдамдықты басқару қамтамасыз етпейді және де үнемсіз, орнату және жұмыс істеу үшін көп уақытты қажет етеді. Статикалық жиілікті түрлендіргіш қазіргі уақытта асинхронды жетекпен басқаруға ең заманауи шешім[1].

1 Технологиялық бөлім

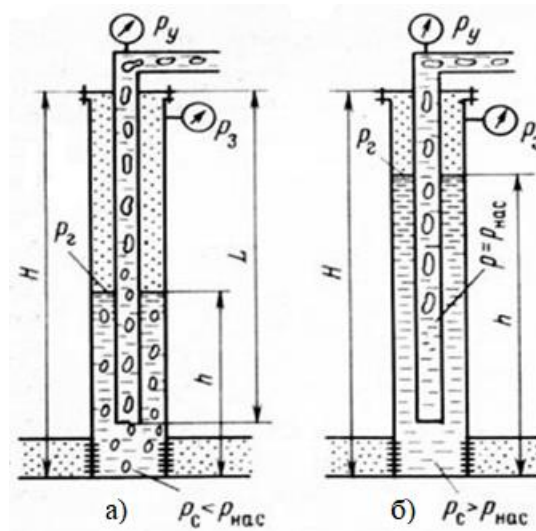
1.1 Мұнай кеніштеріндегі қолданыстағы мұнай өндіру әдістері

Ұңғымалардың атқыламалануы жаңадан ашылған мұнай кеніштерінде орын алады, бұл жердегі қаттық энергияның қоры жоғары мөлшерде болып келеді, б.а. ұңғымалардың түбіндегі қысым ұңғымадағы сұйық бағанының гидростатикалық қысымын, ернеуіндегі қарсы қысымды және осы сұйықтың қозғалуымен байланысты қажалуды жеңіп шығуға арнап жұмсалатын қысымды жеңіп шығу үшін жеткілікті дәрежеде жоғары болып келеді.

Артезиандық әдіс мұнай өндірісінде сирек кездеседі. Ол мұнайдың құрамында еріген газ мүлде болмаған жағдайда және забойлық қысым ұңғымадағы газдалмаған сұйық бағанының гидростатикалық қысымынан асқан жағдайда мүмкін болады. Сұйықтың құрамында қанығу қысымынан асатын ернеудегі қысымның арқасында бөлінбейтін еріген газ болған жағдайда және забойдағы қысым екі қысымның: газдалмаған сұйықтың гидростатикалық бағанының қысымы мен ұңғыманың ернеуіндегі қысымның қосындысынан асатын қысым болған жағдайда. Сұйықтың құрамында еркін газ көпіршіктерінің болмауы алдыңғысының тығыздығын, және соған сәйкес, сұйықтың мұндай бағанының гидростатикалық қысымын азайтатын болғандықтан, газдалған сұйықтың атқылауы үшін қажет болатын ұңғыманың түбіндегі қысым артезиандық атқылау кезіндегіге қарағанда едәуір төмен болып келеді[2].

Газ энергиясының есебінен атқылау. Бұл мұнай ұңғымаларының атқылауының аса кең тараған әдісі. Артезиандық атқылау кезінде атқылау құбырларында газдалмаған сұйық (мұнай) қозғалады, сондықтан мұндай сұйықтың гидростатикалық бағанының қысымын жеңіп шығу үшін забойлық қысым жеткілікті дәрежеде жоғары болуы тиіс. Газ қуатының арқасында атқылау кезінде атқылау құбырларындағы ГСҚ-ның бағанының тығыздығы төмен, сол себептен мұндай қоспаның бағанының гидростатикалық қысымы төмен болады. Демек, ұңғыманың атқыламалануы үшін де төмен забойлық қысым қажет етіледі. Сұйық забойдан ернеуге қарай ССҚ бойынша қозғалған кезде қысым азаяды, және қайсыбір биіктікте ол қанығу қысымына тең бола бастайды, ал одан жоғары барған кезде – қанығу қысымынан төмен бола бастайды.

Атқылау сұйықтың забойға әкелетін энергиясы сол сұйықты ұңғыманың бетіне көтеру үшін қажеті болатын энергияға тең немесе жоғары болатын жағдайда, атқылау көтергіші оңтайлы режимде, б.а. ең жоғары ПӘК режимінде жұмыс істеген жағдайда мүмкін болады. Ұңғыманың забойындағы қысымның арқасында сұйық сол қысымға сәйкес келетін биіктікке көтерілуі мүмкін. 1м^3 сұйықты көтеру кезінде орындалатын пайдалы жұмыс сұйық салмағының көтерілу биіктігіне көбейтіндісіне тең.



а – забойдағы қысым қанығу қысымынан төмен болған жағдайда
 б – забойдағы қысым қанығу қысымынан жоғары болған жағдайда.

1.1 сурет - Атқылау кезіндегі ұңғымалардың сұлбасы

Мұнаймен бірге забойға еркін түрдегі газ келіп түсуі мүмкін, сонымен қатар дәл сол мұнайдан қысымды сирету кезінде газ бөлініп шығады. 1 м^3 тауарлық мұнайға қатысты болатын және стандарттық жағдайларға келтірілген газдың жалпы мөлшері толық газдық фактор деп аталады. Алайда еркін газдың әртүрлі тереңдіктегі үлесі әртүрлі болады. Кеңейту жұмысын тек еркін газ ғана орындайды. Сол себептен газдың кеңейту жұмысын есептеу кезінде толық газдық факторды емес, газдың аз мөлшерін (еріген бөлігін шегерумен) ескеру қажет, оны тиімді газдық фактор деп атайық. Атқылағыш ұңғымалардың жұмысын реттеу. Реттеу қисықтары сол ұңғымадан өндірудің технологиялық нормаларын және оның тұрақты жұмыс режимін белгілеу негіздерінің бірі болып табылады:

Рс забойлық қысымды Рнас қанығу қысымынан немесе оның қайсыбір бөлігінен $R_c > 0,75 \cdot R_{нас}$ төмен болатындай мөлшерге жеткізбеу;

ең төмен газдық факторға немесе оның белгілі бір шамадан аспайтын мағынасына сәйкес келетін режимді орнату;

ұңғыманың сүзгішінің артындағы қатта қуыстың пайда болуына жол бермеу үшін шығарылатын құм мөлшерінің күрт артуына жол бермеуге сәйкес келетін режимді белгілеу;

ұңғыманың өнімінде судың пайыздық мөлшерінің күрт артуына жол бермеуге сәйкес келетін режимді белгілеу;

ұңғыманың түбінде қоршаған бағанның майысып қалуы мүмкін болатындай қысымға жол бермеу;

буфердегі немесе құбыарасындағы кеңістіктегі қысым арматураның және тұтастай құрал-жабдықтың беріктігі мен оның жұмысының сенімділігі тұрғысынан қауіпті мағыналарға жететін режимге жол бермеу;

ұңғыманың буферіндегі қысым мұнай-газ жинақтау жүйесінің лақтырмалы манифоліндегі қысымнан төмен болып шығатындай режимге жол бермеу;

белсенді құрғату процесімен қаттың барынша үлкен қалыңдығы немесе өнімді аралық қабаттардың ең үлкен саны қамтылатындай режимді орнату.

Бұл ұңғыманың әртүрлі жұмыс режимдерінде құйылымның пішіндерін тереңдіктік өнімділікті өлшегіштермен түсіріп алу арқылы орнатылады.

Атқылағыш ұңғымалардың жұмысындағы қиындықтар және олардың алдын алу:

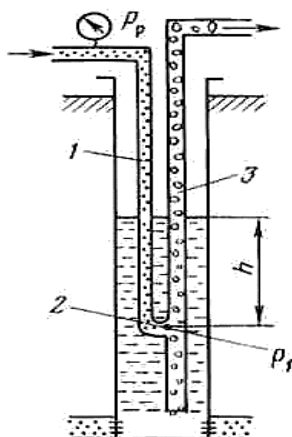
сағалық арматура қымтамасының бұзылуының нәтижесінде ашық түрдегі реттелмейтін атқылау;

ССҚ-ның ішкі қабырғалары мен лақтырмалы желілерде асфальт-шайырлы және балауыздық шөгінділердің түзілу атқылау кезіндегі лүпілдеу, ол ұңғыманың мезгілінен бұрын тоқтап қалуына әкелуі мүмкін;

құм шығаруға бейім келетін тұрақсыз қаттарды пайдалану кезіндегі забой мен ССҚ-ның өзінде құм тығындарының пайда болуы;

ұңғыманың түбі мен ССҚ-ның ішінде тұздардың шөгіп қалуы.

Газлифтік ұңғыма дегеніміз – бұл дәл жоғарыдағыдай атқылау ұңғымасы, онда сұйықты газдан арылтуға қажетті жетіспей жатқан газ бетінен арнайы арна арқылы әкелінеді.



1.2 сурет - Газлифтің түбегейлі сұлбасы

Құбырлардың қатары арқылы 1 ұңғыманың бетіндегі газ башмаққа 2 қарай беріледі, онда ол ГСҚ құрумен сұйықпен араласады, ол ГСҚ ұңғыманың бетіне көтергіш құбырлар арқылы 3 көтеріледі. Айдалып жатқан газ қаттық сұйықтан бөлініп жатқан газға қосылады. Газдың сұйықпен араласуының нәтижесінде ГСҚ түзіледі, оның тығыздығы ұңғыманың түбіндегі бар қысым сұйықты оның бетіне шығару үшін жеткілікті болатындай мөлшерде болып келеді[2].

Қақпақтардың барлығын олардың арналуына қарай үш топқа бөліге болады:

1. газлифтік ұңғымаларды іске қосу мен оларды игеруге арналған іске қосу қақпақтары;

2. жұмыстық қақпақшалар, олар газлифтік ұңғымалардың үздіксіз немесе мерзімді жұмысына, ұңғымадағы өзгеріп жатқан жағдайлардағы олардың жұмыс істеу режимін ССҚ-ға газды енгізу орнын сатылы түрде өзгерту арқылы оңтайландыруға арналған. Мерзімді түрде пайдаланған жағдайда қақпақтың үстінде белгілі биіктіктегі сұйық бағаны жинақталып осы қақпақтар арқылы газ ССҚ-ға ауысып жылыстайды және бұл қақпақтар ССҚ-дан сұйық ұңғыманың бетіне шығарылғаннан кейін газдың берілуін жабады;

3. құбыраралық кеңістіктегі сұйықтың деңгейін қақпақтан біршама тереңдікте ұстап тұруға арналған шеттік қақпақтар, бұл қақпақ арқылы газдың ССҚ-ға біркелкі келіп түсуін қамтамасыз етеді және лүпілді болдырмайды. Олар құбырлар қатарының башмағының жанына орнатылады.

Бұл газлифтік ұңғыманы зерттеу шарасын, оның жұмысын реттеу және оңтайлы режимді орнату ісін жеңілдетеді. Өзіне сұйықты көтеру үшін қуатын пайдалануға арнап газ айдалатын ұңғыма газлифтік деп аталады, дәл сол мақсатқа арнап ауаны айдау кезінде - эрлифтік деп аталады. Ауаны қолдану ССҚ-да тұрақты эмульсияның құрылуына ықпал етеді, оны ыдырату оны беттік-белсенді заттармен арнайы өңдеуді, ысыту мен ұзақ уақыт тұндыруды қажет етеді. Айыру кезінде бетіне шығатын газ-ауа қоспасы өрт шығу мағынасында қауіпті болып табылады, себебі белгілі аралық қатынастар кезінде жарылғыш қоспаны құрайды. Бұл газ-ауа қоспасын өзін айырып алғаннан кейін атмосфераға шығарып жіберудің қажеттігін тудырады. Көмірсутегілік газды қолдану эмульсияның түзілуіне ықпал еткенімен, мұндай эмульсия тұрақсыз болып келеді және көбінеки таза кондициялық мұнайды алуға арналған бағасы қымбат өңдеуді қолданусыз-ақ қарапайым тұндыру әдісімен ыдыратылады. Бұл қолданыстағы көмірсутегілік газда оттегінің жоқтығымен немесе оның шамалы ғана мөлшерде болуымен және ортақ көмірсутегілік негізге ие газ бен мұнайдың химиялық тектестігімен түсіндіріледі.

Ауадағы оттегі тотығу процестері мен судың глобулаларында судың бірігуіне кедергі болатын тұрақты қаптамалардың түзілуіне, глобулалардың іріленуі мен одан кейінгі тұндыру кезіндегі олардың шөгуіне ықпал етеді. Өзінің салыстырмалы түрдегі жарылу қауіпсіздігіне байланысты пайдаланылған газ айырудан кейін газ жинақтау жүйесіне жинақталып, кәдеге жаратылады. Оның үстіне газлифтік ұңғыманың айырылған газы оны ССҚ бойынша қозғалу кезінде мұнаймен қарқынды түрде араластырған кезде жанармайлық фракциялармен байытылады. Мұндай газды газ-жанармай зауыттарында физикалық өңдеуден өткізген кезде тұрақсыз жанармай мен басқа да құнды өнімдер алынады. Мұнайға келетін болсақ, ол тұрақтандырылады, бұл оны сақтау мен тасымалдау кезіндегі оның буланып кетуін төмендетеді. Газ-жанармай зауыттарында өңдеуден өткізілген (күрғатылған) газ оны кәсіптік сығымдағыш станцияларда қажетті қсымға дейін алдын-ала қысып алғаннан кейін қайтадан газлифтік ұңғымалардың

жұмысына арнап қолданылады. Осылайша, газлифт газды пайдалануды жақсартып және кенішті эрлифтімен салыстырғанда оңтайлы пайдалануға мүмкіндік береді. Эрлифтің жалғыз ғана артықшылығы сол, ауа көзінің газ-сұйықтық көтергішке арналған жұмыстық агент ретіндегі шектеусіздігі.

Газлифтік ұңғымалардың жұмысына арнап 4-10 МПа қсымына дейін қысылған көмірсутегілік газ қолданылады. Қысылған газ көздеріне әдетте арнайы сығымдағыш станциялар немесе газ өңдеу зауыттарының қажетті қысымды дамытатын және қажетті берілу мөлшерін қамтамасыз ететін сығымдағыш құрылғылары жатады. Газлифтік пайдаланудың мұндай жүйесін сығымдағыш газлифт деп атайды. Өздерінде газлифтіге арнап таза газ немесе газ конденсаттық кеніштердің табиғи газы қолданылатын жүйелер сығымдағышы жоқ газлифт деп аталады.

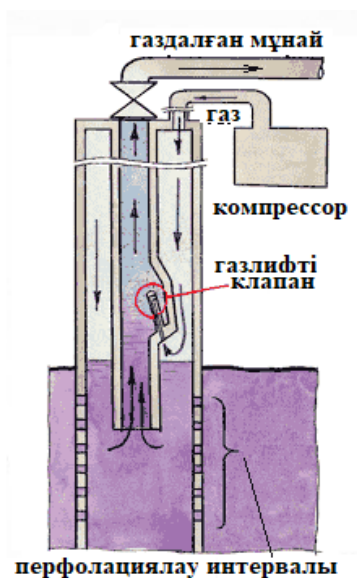
Сығымдағышы жоқ газлифт кезінде табиғи газ газлифтік ұңғымалар орналасқан жерге дейін тасымалданады және әдетте арнайы қондырғыларды адын-ала даярлаудан өтеді, ол даярлау конденсат пен ылғалды бір-бірінен айыруға, ал кейде тіпті сол газды оны ұңғымалар бойынша үлестірудің алдында жылытуға негізделген. Артық қысым әдетте газды штуцерлердің бір немесе бірнеше сатылары арқылы дрессельдеумен азайтылады.

Газлифтік пайдалану жүйесі бар, ол ұңғыма ішіндегі газлифт деп аталады. Бұл жүйелерде қысылған газдың көзі ретінде мұнаймен қанықтырылған қаттан жоғары немесе төмен қарай орналасқан газдық қаттардың газы қызмет етеді. Қаттың екеуі де ортақ сүзгімен ашылады. Мұндай жағдайда газдық деңгейжиек мұнайлық деңгейжиектен бір немесе екі пакермен оқшауланады (үстінен және астынан), сөйтіп газ ССҚ-ға келіп түсетін газдың мөлшерін мөлшерлеп отыратын штуцерлік құрылғы арқылы құбырларға енгізіледі.

Ұңғыманың ішіндегі газлифт газды алдын-ала әзірлеуді қажет етпейді, алайда ол газлифт жұмысын реттеуде қиындықтар тудырады. Бұл әдіс Тюмень облысының мұнай кеніштеріндегі өндіру ұңғымаларын пайдаланудың тиімді құралы болып шықты, оларда мұнай деңгей жиектерінің үстінде газлифтің тұрақты және ұзақ уақыт жұмыс істеуі үшін газы мен қысымының қоры жеткілікті болатындай газбен қанықтырылған қаттар орналасқан.

Толқындық технология мұнайды өндірудің газлифтік әдісін жандандырудың жаңа жолдарын ашуда. Белгілі болғандай, толқындар көпіршіктердің ұсатылуына ықпал етеді. Бұл ретте көпіршіктердің қозғалу жылдамдығы төмендейді, ал олардың қалқып шығу уақыты созыла түседі. Бұл әсер газдың аздаған мөлшерін пайдалана отырып сұйықтың сол бір мөлшерін көтеріп отыруға мүмкіндік береді, басқаша айтқанда, ұңғымаларға газ айдайтын сығымдағыштар жұмсайтын энергетикалық шығындарды үнемдеуге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл идеяны тәжірибеде жүзеге асыру үшін стандарттық газлифтік қақпақ жетілдірілген қақпаққа ауыстырылады, ол қақпақтың аузында көпіршіктердің ұсатылуына қажетті толқындардың өндірілуін қамтамасыз етеді.

Қарапайымдыланған технологиялық сұлба 1.3 суретте келтірілген. Жетілдірілген газлифтік қақпақ стандарттық қақпақтан қосымша қондырманың болуымен өзгешеленетіндігін атап кетейік, соңғысы жүйедегі шығындар мен қысымдар туралы мәліметтерге негізделумен есептеледі. Соған сәйкес өзіндік компьютерлік үлгілеу Ғылыми орталықта әзірленген. Құрылымдық тұрғыдан алғанда қондырманың қозғалмалы бөліктері жоқ, ол өзінің қарапайымдылығымен ерекшеленеді, үлкен шығындарды қажет етпейді және аса берік құрылғы болып табылады.



1.3 сурет - Құрал-жабдықтың сұлбасы

Ұңғыма бұрғыланып және игерілгеннен кейін одан мұнай ала бастау қажет. Алайда айта кететін бір нәрсе, барлық, тіпті пайдаланудағы ұңғымалардың барлығынан бірдей мұнай алына бермейді. Былайша атағанда, тоғытқыш ұңғымалар болады. Оларға керісінше мұнай емес, су толтырылады. Бұл тұтастай кенішті пайдалану үшін қажет және бұл жөнінде біз кешірек сөз қозғайтын боламыз.

Анықталған мұнайдың жер астында сондай күшті қысыммен жататындығы соғұрлым, ол оған ұңғыма түрінде жол ашқан кезде жердің бетіне қарай лап береді. Әдетте, ұңғымалар өзінің өмірлік циклының басында ғана, б.а. бұрғылаудан кейінгі уақытта атқылайды. Біршама уақыттан кейін қаттағы қысым азаяды және бұрқақ таусылады. Әрине, егер ұңғыманы пайдалану жұмысы осымен аяқталатын болса, онда жер астында мұнайдың 80%-нан артық бөлігі қалып қалған болар еді. Ұңғыманы игеру барысында оған сорғыш-сығымдағыш құбырлардың (ССҚ) қатары түсіріледі. Егер де ұңғыма атқылау әдісімен пайдаланылса, онда оның бетіне арнайы жабдық – атқылау арматурасы орнатылады. Бұл жабдықтың бүге-шігесін анықтап жатпай-ақ қояйық. Айта кететіні, бұл жабдық ұңғыманы басқару үшін қажет. Атқылау арматурасының көмегімен мұнайдың өндірісін реттеп отыруға болады –

азайтып немесе мүлде тоқтатып қоюға. Мамандардың есептеуінше ұңғымадағы қысым азайғаннан кейін, және ұңғыма мүлде аз мұнай бере бастағаннан кейін ол пайдаланудың басқа әдісіне ауыстырылатын болады. Газды өндіру кезінде атқылау әдісі негізгі әдіс болып табылады. Мұнайды өндірудің газлифттік әдісі.

Қаттық энергия жетіспегендіктен, атқылау тоқтағаннан кейін ұңғымаларды пайдаланудың механикаландырылған әдісіне ауысады, бұл жағдайда сырттан (бет жағынан) қосымша энергияны енгізеді. Энергия қысылған газ түрінде енгізілетін ондай әдістердің бірі болып газлифт әдісі табылады. Газлифт (эрлифт) - құбырлардың пайдалану (қоршағыш) қатарынан және ұңғымаған түсірілген ССҚ-лардан құралған жүйе, ондағы сұйық қысылған газбен (ауамен) көтеріледі. Кейде бұл жүйені газдық (ауалық) көтергіш деп атайды. Бұл жағдайда ұңғыманы пайдалану әдісі газлифттік деп аталады. Беру сұлбасына қарай жұмыстық агент көзіне – газға (ауаға) байланысты сығымдағыш және сығымдағышы жоқ газлифтін бөледі, ал әрекет ету сұлбасы бойынша – үздіксіз және мерзімді газлифт деп бөлінеді. Құбырдың сыртындағы кеңістікке жоғары қысымды газ тоғытылады, соның нәтижесінде ондағы сұйықтың деңгейі төмендеп, ал ССҚ-да көтеріліп отырады. Сұйықтың деңгейі ССҚ-ның төменгі шетіне дейін төмендеген жағдайда, қысылған газ ССҚ-ға түсіп сұйықпен араласа бастайды. Соның нәтижесінде мұндай газ-сұйықтық қоспаның тығыздығы қаттан келіп түсетін сұйықтың тығыздығынан төмен бола бастайды, ал ССҚ-дағы оның деңгейі арта бастайды.

Газ неғұрлым көбірек енгізілсе, қоспаның тығыздығы соғұрлым төмен болады және ол соғұрлым үлкен биіктікке көтеріледі. Газды ұңғымаға үздіксіз түрде берген кезде сұйық (қоспа) ернеуіне дейін көтеріліп, бетіне құйылады, ал қаттан ұңғымаға үнемі түрде сұйықтың жаңа порциясы келіп түсіп отырады. Газлифттік ұңғыманың өнімділігі газдың мөлшері мен оны тоғыту қысымына, ССҚ-ларды сұйыққа батыру тереңдігіне, олардың диаметріне, сұйықтың тұтқырлығына және т.б. байланысты болады.

Газлифттік көтергіштердің құрылымы ұңғымаға түсірілетін сорғыш-сығымдағыш құбырлардың санына және қысылған газдың қозғалу бағытына байланысты белгіленеді. Түсірілетін құбырлар қатарының санына қарай көтергіштер бір- және екіқатарлы болады, ал газды тоғыту бағыты бойынша - сақиналық және орталық болуы мүмкін. Бір қатарлы көтергіш кезінде ұңғымаға ССҚ-лардың бір қатары түсіріледі. Қысылған газ қоршағын баған мен сорғыш-сығымдағыш құбырлардың арасындағы кеңістікке тоғытылады, ал газ-сұйықтық қоспа ССҚ бойынша көтеріледі, немесе газ сорғыш-сығымдағыш құбырлар арқылы тоғытылады, ал газ-сұйықтық қоспа сақиналық кеңістік бойынша көтеріледі. Бірінші жағдайда сақиналық жүйедегі бір қатарлы көтергішке, ал екінші жағдайда – орталық жүйедегі бір қатарлы көтергішке ие боламыз.

Екі қатарлық көтергіш кезінде ұңғымаға концентрлік түрде орналасқан екі құбыр түсіріледі. Егер де қысылған газ ССҚ-ның екі қатарының арасындағы шеңберлік кеңістікке бағытталып, ал газ-сұйықтық қоспа ішкі көтергіш құбырлар арқылы көтерілсе, онда мұндай көтергіш екі қатарлық шеңберлік

жүйе деп аталады. Сорғыш-сығымдағы құбырлардың сыртқы қатары әдетте ұңғыманың сүзгісіне дейін түсіріледі.

Шеңберлік жүйенің екі қатарлық сатылы көтергіші кезінде ұңғымаға сорғыш-сығымдағыш құбырлардың екі қатарын түсіреді, оның бірі (сыртқы қатар) сатылы; жоғарғы жағында - диаметрі үлкен құбырлар, ал төменгі жағында - кіші диаметрлі құбырлар. Қысылған газ ССҚ-ның ішкі және сыртқы қатарлардың арасындағы шеңберлік кеңістікке тоғытылады, ал газ-сұйықтық қоспа ішкі қатар бойынша көтеріледі. Егер де қысылған газ ішкі ССҚ-лар бойынша беріліп, ал газ-сұйықтық қоспа сорғыш-сығымдағыш құбырлардың екі қатарының арасындағы шеңберлік кеңістік бойынша көтерілсе, онда мұндай көтергіш екіқатарлы орталық жүйенің деп аталады. Шеңберлік жүйенің кемшілігі – ұңғыманың өнімінде механикалық қоспалар (күм) болған жағдайда бағандардың жалғағыш құбырларының қажалып тозу мүмкіндігі. Екіқатарлық көтергіштің бір қатарлы көтергішке қарағандағы артықшылығы сол, оның жұмысы икемді және ұңғымадағы күм қарқынды түрде шығарылады. Екі қатарлы көтергіштің кемшілігі құбырлардың екі қатарын түсірудің қажеттігі, бұл өндіру процесінің металды қажет ету мөлшерін арттырады.

Сондықтан мұнай өндіру кәсіпорындарының тәжірибесінде шеңберлік жүйенің үшінші нұсқасы кеңінен таралған - ол бір жарым қатарлық көтергіш, ол өзінің бағасы төмен болғанымен екі қатарлы көтергіштің артықшылықтарына ие. Ұңғымаларды пайдаланудың газлифттік әдісін жалпы түрінде пайдалану оның артықшылықтарымен белгіленеді.

1. Барлық диаметрдегі пайдалану бағандары жағдайларында сұйықты үлкен мөлшерде алу және тым көп мөлшерде суланған ұңғымаларды жеделдетіп таңдап алу мүмкіндігі.

2. Үлкен газдық факторға ие ұңғымаларды пайдалану, б.а. қаттық газ қуатын пайдалану.

3. Ұңғыма оқпаны пішінінің газлифт жұмысының тиімділігіне әсер етуі, бұл қиғаш бағытталған ұңғымалар үшін, б.а. Солтүстік және Сібірдің игеріліп жатқан теңіздік кеніштері мен аудандарының жағдайлары үшін әсіресе маңызды.

4. Ұңғымалардағы жоғары қысымдар мен өнім температурасының, сондай-ақ ондағы механикалық қоспалардың (күмның) ұңғымалардың жұмысына әсерінің болмауы.

5. Ұңғымалардың жұмыс тәртібін өнімділігі бойынша реттеп отырудың икемділігі мен салыстырмалы түрдегі қарапайымдылығы.

6. Газлифттік ұңғымаларды күтімге алу мен жөндеудің қарапайымдылығы және қазіргі заманғы құрал-жабдықты қолдану кезіндегі олардың жұмысының үлкен жөндеуаралық кезеңі.

7. Ұңғымаларды бір уақытта бөлек пайдалану, жемірілумен, тұздар мен балауыздың шөгінділерімен тиімді күресу, сондай-ақ ұңғымаларды зерттеудің қарапайымдылығы. Аталған артықшылықтарға төмендегідей кемшіліктер қарсы қойылуы мүмкін.

8. Сығымдағыш станциялардың құрылысына үлкен бастапқы салымдар салу

9. Газлифтік жүйенің пайдалы әрекет етуінің салыстырмалы түрдегі төмен коэффициенті (ПӘК).

10. Ұңғымалар өнімінің көтерілуі барысында тұрақты эмульсиялардың түзілу мүмкіндігі.

Жоғарыда аталғандарға негізделсек, ұңғымаларды пайдаланудың газлифтік (сығымдағыш) әдісін ең алдымен жоғары өнімділікке және атқылау кезеңінен кейінгі жоғары забойлық қысымдарға ие болатын ірі кеніштерде қолданған тиімді.

Бұдан әрі ол қиғаш бағытталған ұңғымаларда және өніміндегі механикалық қоспалардың мөлшері көп болып келетін ұңғымаларда, б.а. оңтайлы өнімнің негізі ретінде ұңғымалар жұмысының жөндеу аралық кезеңі (ЖАК) қабылданатын жағдайларда қолданылуы мүмкін.

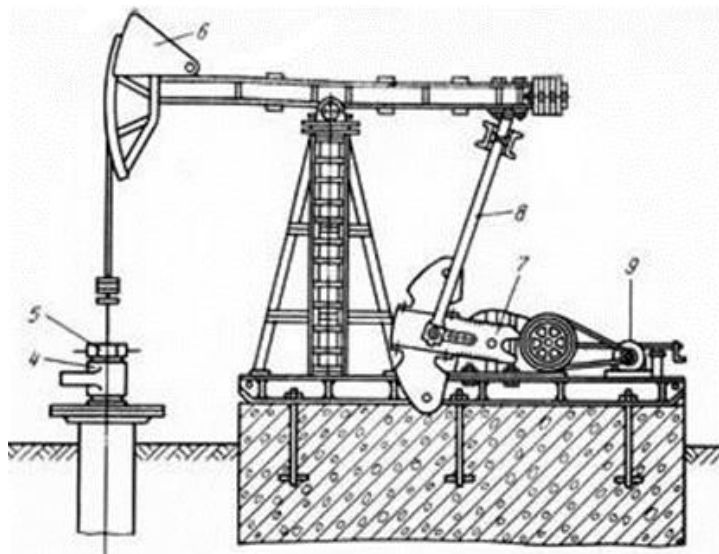
Жанында қоры жеткілікті және қысымы қажетті газ кеніштері (немесе ұңғымалары) болған жағдайда мұнайды өндіруге арнап сығымдағышсыз газлифт қолданылады. Бұл жүйе уақытша шара болуы мүмкін – сығымдағыш станцияның құрылысы аяқталғанша. Бұл жағдайда газлифт жүйесі сығымдағыш газлифтімен бірдей болып қала береді және жоғары қысымды газ көзімен ғана айрықшаланады.

Газлифтік пайдалану үздіксіз немесе мерзімді болуы мүмкін. Мерзімді газлифт өнімділігі 40-60 т/тәул. болатын немесе қаттық қысымы төмен ұңғымаларда қолданылады. Газлифт кезіндегі сұйықтың көтерілу биіктігі газды енгізудің мүмкін болатын қысымына және ССҚ колоннасының сұйық деңгейінің астына батырылу тереңдігіне байланысты болады.

Пайдалану әдісін таңдау кезінде жүргізілген техникалық-экономикалық талдау газлифті елдің әртүрлі аймақтарында жергілікті жағдайларды ескерумен пайдаланудың артықшылығын белгілеуі мүмкін. Мысалы, газлифтік ұңғымалар жұмысының жоғары АЕК-сі, жөндеудің салыстырмалы түрдегі қарапайымдылығы мен автоматтандырудың мүмкіндігі Батыс Сібірдегі Самотлор, Федоровский, Правдинский кеніштерінде үлкен газлифтік кешендерді құруға негіз болды. Бұл аймақтағы қажетті еңбек ресурстарын азайтып және оларды оңтайлы қолдануға арнап қажетті инфрақұрылымдарды (тұрғын үй және т.б.) құруға мүмкіндік берді.

Ұңғымаларды қарнақтық сорғыштармен пайдалану. Қарнақтық сорғыш қондырғы ҚСҚ жерүсті және жерасты жабдығынан тұрады (1.4 сурет). Жерасты жабдығы төмендегілерден құралады: цилиндрінің төменгі ұшындағы 1 сорғыш қақпағы (қозғалмайтын) мен мінбас-плунжердің жоғарғы ұшындағы 2 тоғытқыш қақпағы (қозғалмалы) бар қарнақтық ұңғымалық сорғыш (ҚҰС), 3 сорғыш қарнақтар және құбырлар. Сонымен қатар, жерасты жабдығына әртүрлі қорғағыш құрылғылар (газ және құмды зәкірлер, құйыршықтар) жатуы мүмкін, олар ҚҰС-тың қабылдағыш келте-құбырға жалғанады және ауыр жағдайларда оның жұмысын жақсартады (құм, газ). Жерүсті жабдығына тербелгіш-білдек (ТБ) кіреді, ол 9 электрқозғалтқыштан, 7 қос иіннен, 8 бұлғақтан, 6

теңгергіштен, 5 сағалық тығыздағыштан, сағалық орама мен 4 үш тармақтан тұрады.



- а - 1 – тоғыту қақпақтары, 2 - цилиндрлер, 3 - плунжерлер; 4 – ұзартқыш-келтеқұбырлар, 5 – сорғыш қақпақтар, 6 – конустардың ертоқымдары, 7 – қармағыш сояуыш, 8 – екінші тоғыту қақпағы, 9 - ұстағыш, 10 – қақпақты қармауға арналған ұштық;
 ә - НГВ-1салынбалы сорғыш; 1 - қарнақ, 2 - ССҚ, 3 – отырғызу конусы, 4 – құлыптық тірек, 5 - цилиндр, 6 - плунжер, 7 – бағыттаушы құбыр.

1.4 сурет - Ұңғымалық қарнақтық сорғыштардың негізгі сұлбасы

Тербелгіш-білдек қарнақтарға синусоидтық қозғалысқа жақын болатын қайтқыш-бірізді қозғалысты береді. ТБ-ның ажарланған сояуыштың жоғарғы ұшымен жалғауға арналған иілгіш арқандық аспасы және жөндеу кезінде түсіру-көтеру механизмдерінің (талдық блоктың, ілгектің, элеватордың) кедергісіз өтуіне арналған қайырмалы немесе бұрылмалы бастиегі бар. Теңгергіш мойынтіректерге бекітілген көлденең осьте тербеліп тұрады және редуктордың екі жағында орналасқан 8 екі әздектің көмегімен 7 екі ауыр қос иінмен жалғанады. Жылжымалы қарсы салмақтары бар қос иіндер редуктордың білігінің айналу осіне қатысты қос иіндердің бойымен сол не өзге түрдегі қашықтыққа қозғалып отыруы мүмкін. Қарсы салмақтар ТБ-ны теңгермелеу үшін қажет. Тұрақты берілгіш санына ие, маймен толықтырылған, қымталған редуктордың бір ұшында трансмиссиялық білігі болады, оның бір ұшында 9 электрқозғалтқыштың кіші елгезерімен сыналық-белдіктік беріліспен жалғанған трансмиссиялық елгезері болады. Теңгермелегіштің тіректік мойынтірегі металды пирамида-тіреуге бекітілген[4].

Тербелгіш-білдектің барлық элементтері - пирамида, редуктор, электрқозғалтқыш - бетонды іргетасқа бекітілетін ортақ рамаға бекітіледі. Әздектің қос иінмен жалғану нүктесі айналу орталығына қатысты өзінің қашықтығын қос иіннің саусағын сол не өзге тесікке ауыстырып салу арқылы өзгертіп отыруы мүмкін, ондай тесіктер бірнешеу болады. Сол арқылы

теңгермелегіштің тербелу амплитудасының, б.а қарнақтар жүрісі ұзақтығы амплитудасының сатылы түрде өзгеріп отыруына қол жеткізіледі.

Редуктор тұрақты берілгіш санына ие болғандықтан, тербелулердің жиілігін сыналық-белдіктік трансмиссияның берілгіш санын өзгерту мен электрқозғалтқыштың білеуіндегі елгезерді үлкен немесе кіші диаметрге ауыстырудың арқасында ғана өзгертіп отыруға болады.

Өнеркәсіпте теңгермелегіштің бастиегіндегі жүк көтерімділігі өздерін қарнақтың құрылғылармен жабдықтауға тура келетін ұңғымалардың тереңдігі мен өнімділігінің кең ауқымына сәйкес 10-нан 200кН ға дейін жететін әртүрлі типтік көлемдегі тербелгіш-білдектер шығарылады. ТБ-лардың типтік көлемдері мен олардың негізгі параметрлері мемлекеттік стандартпен реттеліп отырады.

Қарнақтық ұңғымалық сорғыш құрылымы сол не өзге түрде болып келетін ұзын (2-4м) цилиндрден тұрады. Цилиндрдің төменгі ұшында қозғалмайтын сорғыш қақпақ орнатылған, ол жоғары қарай жүріс кезінде ашылады. Цилиндр құбырларға ілінеді. Оның ішінде ұзындығы 1-1,5м болатын дәл жоғарыдағыдай үстіне қарай ашылатын тоғытқыш қақпағы бар ажарланып өңделген құбыр түрінде жасалған мінбас-плунжер қозғалып отырады. Плунжер қарнақтарға ілінеді. Плунжер жоғары қарай қозғалған кезде сұйық сорғыш қақпақ арқылы сорғыштың қабылдағышындағы қысымның әсерімен цилиндрдің ішкі қуысына толады. Плунжер төмен қарай жүрген кезде сорғыш қақпақ жабылады, плунжердің астындағы сұйық қысылып, тоғыту қақпағын ашады. Осылайша, қақпағы ашық плунжер сұйыққа батырылады. Кезекті түрдегі жоғары жүріс кезінде тоғыту қақпағы плунжердің астындағы сұйықтың қысымымен жабылады. Плунжер мінбасқа айналады және сұйықты жүрістің ұзындығына (0,6-6м) тең биіктікке көтереді. Плунжердің үстінде жиналып қалған сұйық ұңғыманың сағасына жетіп және үш тармақ арқылы мұнай жинағыш желіге келіп түседі.

ШТС-ның берілу коэффициентіне тұрақты және құбылмалы факторлар әсер етеді. Тұрақты факторларға төмендегілер жатқызуға болады:

сорып алынатын қоспадағы еркін газдың әсері;

сорғыш қарнақтар мен құбырлардың серіппелі деформациялануларының салдарынан қарнақтардың іліну нүктесінің жүрісімен салыстырғандағы плунжердің пайдалы жүрісінің азаюы;

сорып алынған сұйық көлемінің оның жоғарыда суытылуы мен айыру құрылғыларында газдан арылуының нәтижесінде азаюы.

уақыт бойы өзгеріп отыратын құбылмалы факторларға төмендегілерді жатқызуға болады;

сорғының тозу дәрежесі мен сорып алынған сұйықтағы абразивтік қоспалардың орын алуына байланысты болатын цилиндр мен плунжердің арасындағы жылыстаулар;

сорғыш қақпақтарындағы олардың лезде жабылмауы немесе ашылмауынан және, көбінесе олардың тозуы мен жемірілуінен болған жылыстаулар;

құбылмалы жүктемелерге түседі.

1.2 Мұнайды өндіруде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы

Ортадан тепкіш сорғылар халық шаруашылығының барлық саласында әртүрлі сұйықтықтарды сору үшін кеңінен тараған. Сору сорғылары станцияларында мұнайды және мұнай өнімдерін қотару үшін ортадан тепкіш сораптар қолданылады. Олардың конструкциясы қарапайым және пайдалануға ыңғайлы.

Ортадан тепкіш сорғы спираль пішінді жылжымайтын тұлғадан және иілген қалақшалары бар жұмыс дөңгелегінен тұрады. Жұмыс дөңгелегі айналу электрқозғалтқыш әсерінен іске асатын валға орналастырған.

Сорғы тұлғасында ағынды және сорғыш құбырға қосылатын екі келте құбыр бар. Дөңгелектің білігі өтетін тұлғадағы саңылау қажетті саңылаусыздандыруды туғызу үшін сальниктермен жабдықталған. Сорғы ішіндегі сұйықтық ағып кетпеуі үшін сорғыш келте құбыр және дөңгелек арасында лабиринтті тығыздауш орнатылады. Ортадан тепкіш сорғы тек оның ішкі жағы сорылатын сұйықтықпен толы болғанда ғана жұмыс істейді.

Ортадан тепкіш сорғының жұмыс принципі келесіге негізделген. Сорғы білігінің айналу сорғы тұлғасындағы жұмыс дөңгелегін қозғалысқа келтіреді (1.5-сурет). Дөңгелек өзінің айналу кезінде сұйықтықты іліп кетеді және ортадан тепкіш күш көмегімен осы сұйықтықты бағыттаушы камера арқылы айдайтын құбырға әкеліп тастайды. Кетіп жатқан сұйықтық өзінің алып келе жатқан аймағын босата бастайды. Бұл аймақтағы қысым азаяды, ал аймаққа қысым айырмасы әсерінен сорғыш құбырдан сұйықтық келеді. Резервуардағы және сорғы соруындағы инерциялық кедергілері, сұйықтық бағанасының қысымын жеңу үшін жеткілікті болу керек.

Ортадан тепкіш сорғылардың негізгі элементі екі дискісі бар жұмыс дөңгелегі болып табылады. Ол екі диск арасында 4 – 12 дейін жұмыс қалақшалары орналасқан. Кейде жұмыс дөңгелегі алдыңғы дискісіз ашық түрде болады. Жұмыс дөңгелегі пісірмелі және жоңғаланған болуы мүмкін.

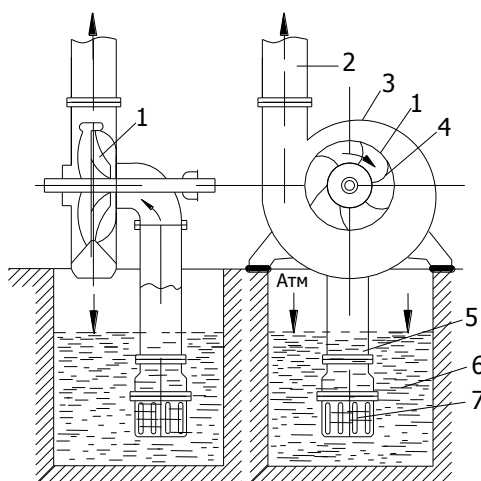
Спиральді камера сұйықтықты қабылдау және бағыттау үшін, сұйықтықтың кинетикалық энергиясын потенциалды энергияға айналдыру үшін қажет.

Сорғы тұлғасында білік айналатын тіректер қарастырылады.

Ортадан тепкіш сорғылар келесідей классификацияланады:

1. жұмыс дөңгелегінің саны бойынша: бір сатылы (бір жұмыс дөңгелегі бар), көпсатылы (бірнеше жұмыс дөңгелегі бар).

Көпсатылы сораптарда сұйықтық бірінші дөңгелектің центріне сорғыш келте құбыр арқылы беріледі, ал осы дөңгелектің сыртымен келесі дөңгелектің центріне беріледі. Осылайша сұйықтықтың қысымы әрбір жұмыс дөңгелегінде жоғарылайды. Көпсатылы сораптарда дөңгелек саны 10 – 16 дейін жетеді[4].



- 1 – жұмыс дөңелегі; 2 – айдаушы құбыр желісі; 3 – спиральді тұлға; 4 – қалақшалар;
5– сорғыш құбыр желісі; 6 – резервуар; 7 – торы бар клапан

1.5 сурет – Ортадан тепкіш сорғының сұлбасы

2. ағынның қалыптасуы бойынша: төмен ағынды (50 – 60 м дейін); орташа ағынды (150 – 200 м дейін); жоғары ағынды (200 м астам);
3. сұйықтықты жұмыс дөңгелегіне беру тәсілі бойынша: біржақты беру, екіжақты беру;
4. сорғы білігінің орналасуы бойынша: горизонталь; вертикаль;
5. тұлғаның ажырамалы әдісі бойынша: горизонталь ажырамалы, вертикаль ажырамалы.
6. сұйықтықты жұмыс дөңгелегімен камераға беру әдісі бойынша: спиральды; секционды;
7. қозғалтқышпен қосылу әдісі бойынша: күшейткіш арқылы қозғалтқышпен қосылған, серпімді муфта арқылы қозғалтқышпен тікелей қосылған;
8. арнаулы бойынша: мұнайды, суық және қыздырылған мұнай өнімдерін, майларды, органикалық еріткіштерді қотару үшін, нейтралды және химиялық активті сұйықтықтарды қотару үшін, мұнайды және мұнай өнімдерін магистраль құбыры бойынша тасымалдау үшін.

Білігі горизонталь орналасқан ортадан тепкіш сорғылар кеңінен тараған.
Төменгі, орташа және жоғары қысымды ортадан тепкіш сорғылар
Төмен ағынды сорғылар келесідей қысымды тудырады[3]:

$$p = H\rho g. \quad (1.1)$$

мұндағы H – сорғы ағыны, м;

ρ – қотарлып жатқан сұйықтықтың тығыздығы;

g – ауырлық күшінің үдеуі.

Суды қотарған кезде ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$) қысым:

$$p = 60 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cong 600 \text{ кН/м}^2$$

$p = 6,0 \text{ кг/м}^2$ кезде.

1.3 Ортадан тепкіш сорғыдағы жұмыс дөңгелегіндегі сұйықтықтың қозғалысы

Орташа тепкіш сорғыда сұйықтық жұмыс дөңгелегінің өсіне келіп түседі және жұмыс дөңгелегінің қалақшаларымен сұйықтық айналуы кезінде тыундайтын ортадан тепкіш күші ықпалымен периферийге ауысады.

Егер сорғы сұйықтықты ашық резервуардан алса, онда ортадан тепкіш сораппен сұйықтықтың сорылуы атмосфералық қысым және жұмыс дөңгелектің кірісіндегі қысым айырмасына тең қысым төмендеуінің ықпалымен болады. Қысымның құлауы сұйықтық бағанасының қысымын жоюға шығындалады. Сорғының қалыпты жұмысы үшін жұмыс дөңгелегінің кірісіндегі қысым қотарылып жатқан сұйықтық буларының серпімділігінен үлкен болу керек. Сорғыда сұйықтықтың қозғалуы кезінде абсолютті және салыстырмалы жылдамдықты бөледі. Ағынның салыстырмалы жылдамдығы – жұмыс дөңгелегіне қатысты жылдамдық, ал абсолютті жылдамдық – сорғы тұлғасына қатысты жылдамдық.

Абсолютті жылдамдық сұйықтықтың салыстырмалы жылдамдығы мен жұмыс дөңгелегінің шеңберлік жылдамдығының геометриялық қосындысына тең. Сұйықтықтың шеңберлік жылдамдығы берілген нүктедегі дөңгелектің шеңберлік жылдамдығына сәйкес келеді. Кірістегі сұйықтықтың шеңберлік жылдамдығы u_1 , (м/сек) жұмыс дөңгелегінің ішіндегі шеңбердегі нүктенің айналу жылдамдығына сәйкес[3]:

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \omega \frac{D_1}{2}. \quad (1.2)$$

Жұмыс дөңгелегінің шығысындағы сұйықтықтың шеңберлік жылдамдығы u_2 , (м/сек):

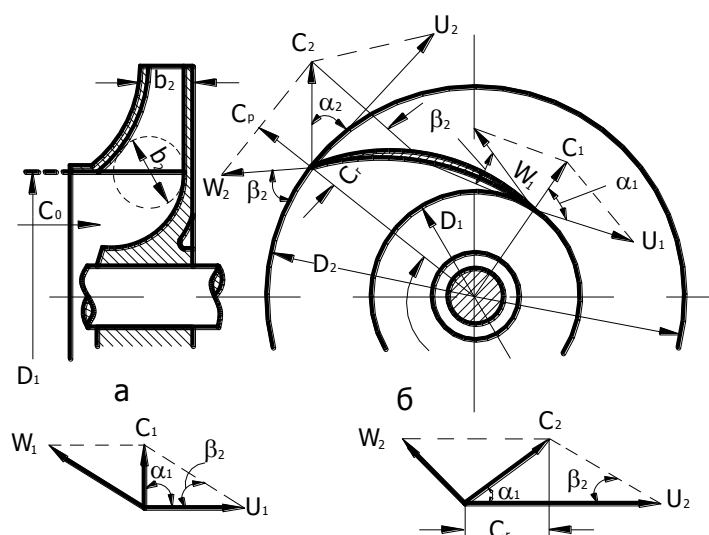
$$u_2 = \frac{\pi D_2 n}{60} = \omega \frac{D_2}{2}. \quad (1.3)$$

мұндағы n – дөңгелектің айналым саны;

D_1 және D_2 – жұмыс дөңгелегінің ішкі және сыртқы диаметрі;

ω – жұмыс дөңгелегінің бұрыштық жылдамдығы.

Қарастырлып отырған арна қимасындағы сұйықтық барлық бөліктерін есептеуді жеңілдету үшін жылдамдық бірдей деп алынады.



а – жұмыс дөңгелегінің вертикаль тілігі; б – қалақшалар бойынша тілік;
в – жылдамдықтар параллелограммы

1.6 сурет – Ортадан тепкіш сорғылардың жұмыс дөңгелегіндегі сұйықтық жылдамдығының үлестірілуі

Сорғының жұмыс дөңгелегінің айналу кезінде сұйықтықтың бөліктері қалақшалар бойымен қозғалады. Жұмыс дөңгелегімен бірге айналғанда олар шеңберлік жылдамдықта болады, ал қалақшалар бойымен қозғалғанда салыстырмалы жылдамдықта болады.

Сорғыш құбырдан сұйықтықтың жұмыс дөңгелегіне осьтік бағытта абсолютті сызықты жылдамдықпен C_0 келтіріледі. Сұйықтық жұмыс дөңгелегінің кірісінде қозғалу бағытын радиалдыға C_1 абсолютті жылдамдықпен өзгертеді.

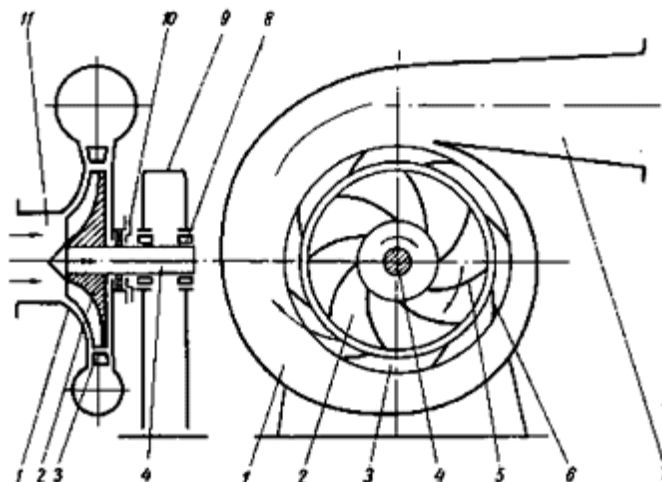
Қалақшалар арасындағы арна бойынша сұйықтықтың қозғалу шамасы бойынша абсолютті жылдамдықпен жұмыс дөңгелегінің шығысында C_2 жылдамдығына дейін жоғарылайды.

Жұмыс дөңгелегінің қалақшасының бұрылу процессінде қалақша боймен жүретін және онымен бірге айналатын сұйықтық бөлігі кейбір абсолютті траекторияны суреттейді, солай дөңгелек шығысында C_2 абсолютті жылдамдық бағыты абсолютті траекторияға жанамалас.

Жұмыс дөңгелегінің кірісінде сұйықтық бөлігі қалақшалар бойымен ω_1 салыстырмалы жылдамдықпен, ал шығысында ω_2 жылдамдықпен қозғалады. Салыстырмалы жылдамдықтар жанама бойынша жұмыс дөңгелегінің қалақшаларына бағытталған. Сұйықтық бөліктерінің жылдамдықтары арасындағы байланысты 1.6в суретке сәйкес жылдамдықтар параллелограммы көрсетеді.

1.4 Ортадан тепкіш сорғылардың ерекшеліктері

Қазіргі таңда ортадан тепкіш сорғылар динамикалық гидравликалық машиналар арасында ең көп таралған түрі болып табылады (1.7 сурет). Сорғылардың бұл түрі әртүрлі салаларды қолданылады, мысалы: түрлі сумен қамтамасыз ету жүйелерінде, жылу энергетикасында, мұнай химиялық өндірістерде, авиация және тағы да басқа.



- 1 – жұмыс камерасы; 2 – жұмыстық дөңгелек; 3 – бағыттайтын аппарат; 4 – білік;
5 – жұмыстық дөңгелегінің қалақшасы; 6 – бағыттайтын аппараттың қалақшасы;
7 – қысымсықау келте құбыры; 8 – мойынтірек; 9 – сорғы агрегатының корпусы;
10 – сальник; 11 – сіңіру келте құбыры

1.7 сурет - Ортадан тепкіш сорғының принципіалды сұлбасы

Сорғы бұл сұйықтыққа энергия мен екпінді қозғалыс беретін гидравликалық машина болып табылады. Сорғы электр жетек және беріліс механизімімен (муфта, редуктор, шкив және т.б) бірге сорғы агрегаты болып табылады.

Ортадан тепкіш сорғы қосымша түйіндер мен бөлшектердің жиынтығымен жабдықталған – ұлының қабықшасы түріндегі спираль корпус, содан соң корпусының ішінде орналасқан шпонка арқылы бекітілген жұмыс дөңгелегімен жабдықталған. Мойынтірек арқылы жұмыс білігі айналым қозғалысын жасайды. Корпус арқылы біліктің өтетін жерінде саңылауды нығыздау үшін сол жерге сальниктер орнатылады. Содан соң жұмыс сұйықтығы түтік арқылы корпусқа сорылып айналым қозғалысын жасайды. Корпусының ішінде сұйықтық қалақшалардың айналуынан ортадан корпусының қабырғаларына қарай ұмтылып кинетикалық энергияға иеленеді[3].

Сұйықтық қысымсығылу келте құбырынан шыққан кезде сұйықтықтың кинетикалық энергиясы екпініне түрленеді. Сорғылар бір сатылы ғана емес көп сатылы болып та шығарылады, оларды – секциялық ортадан тепкіш сорғылар деп атайды. Ол секциялар арқылы сұйықтықтың жалпы қысымы секциялар

санына пропорционал арттырылады. Корпусын біртекті құйылған (әдетте шойын) қылдырып жасайды.

1.5 Ортадан тепкіш сорғылардың қуатын анықтау

Сорғының жұмысы қотарылатын сұйықтықтың санымен және туғызатын қысыммен анықталады.

Уақыт бірлігінде сорғымен істелінетін жұмыс қуат болып табылады. Пайдалы қуат келесі өрнек бойынша анықталады:

$$N = QH\rho g. \quad (1.4)$$

мұндағы Q – сұйықтықтың көлемдік шығыны;

H – сорғы ағыны;

ρ – сұйықтық тығыздығы;

g – ауырлық күшінің үдеуі.

Сорғы білігіне келтірілген нақты қуат:

$$N = \frac{QH\rho g}{\eta}. \quad (1.5)$$

мұндағы η – сораптың толық ПӘК – і.

ПӘК – ті гидравликалық кедергілерді, сорғы элементтерінің үйкеліс кедергілерін және сораптағы сұйықтықтың ағып кетуін ескереді. Егер сұйықтықтың көлемдік шығынын – ($\text{м}^3/\text{сек}$), ағынды – (м), тығыздықты – ($\text{кг}/\text{м}^3$), үдеуді – ($\text{м}/\text{сек}^2$) десек, онда қуаттың өлшем бірлігі – ватт (Вт)[4]:

$$[N] = \frac{\text{м}^3}{\text{сек}} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}}{\text{сек}^2} = \frac{\text{дж}}{\text{сек}} = \text{Вт}.$$

Егер сорғы Q шығынмен Δt уақыт ішінде жұмыс істесе, онда сұйықтықты қотаруға кеткен жұмыс:

$$A = QH\rho g\Delta t. \quad (1.6)$$

Сорғы жетегі үшін электр қозғалтқыштың қуаты сораптың нақты қуатына қарағанда бірнеше үлкен деп алынады:

$$N_{дв} = kN. \quad (1.7)$$

мұндағы k - қор коэффициенті ($k > 1$).

Қор коэффициенті сорғының тұтынатын қуатына байланысты алынады:

20 кВт дейін	1,25
20 – 50 кВт	1,20
50 – 300 кВт	1,15
300 кВт астам	1,10

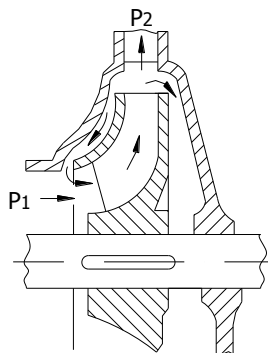
Сорғының пайдалы әсер коэффициенттері

Ортадан тепкіш сорғының толық ПӘК – ті беріліс коэффициентінің η_0 , гидравликалық η_r және механикалық η_M коэффициенттерінің көбейтіндісіне тең:

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_r \cdot \eta_M. \quad (1.8)$$

Сорғы жұмыс істегенде сұйықтықтың бір бөлігі қайтадан дөңгелек пен сорғыш келте құбыр арасындағы саңылаулар арқылы сорғыш құбырға келіп түседі. Сұйықтықтардың ағып кету бағыты 1.8-суретте бағыттауыштармен көрсетілген.

Кейінгі ортадан тепкіш сорғыларда көлемдік коэффициент $\eta_0 = 0,9 \div 0,98$ құрайды.



1.8 сурет – Сорғыдағы сұйықтықтың ағып кетуінің сұлбасы

Гидравликалық кедергілердің, сұйықтықтың дөңгелекке соғылуы, сұйықтық бағытының өзгеруі нәтижесіне сораптағы энергияның жоғалуы гидравликалық ПӘК – мен сипатталады. Қазіргі сораптарда $\eta_0 = 0,8 \div 0,9$. Сорғыдағы жұмыстың бір бөлігі мойынтіректердегі, сальниктердегі үйкелісті жою үшін жұмсалады. Сорғыдағы үйкеліс механикалық ПӘК ескеріледі. Ол әдетте $\eta_M = 0,85 \div 0,95$ тең.

1.6 Қаламқас мұнай-газ кен орны

Қаламқас мұнай-газ кен орны - Қазақстан Республикасының Маңғыстау облысында орналасқан мұнай және газ кен орны. Қаламқас кен орны – “Маңғыстаумұнайгаз” акционерлік қоғамының құрылымындағы ең ірі өндірістік нысан болып табылады. Кен орнының құрылымы 1974 жылы белгілі болды, іздестіру-бұрғылау жұмыстары 1976 жылы басталып, сол жылы кен орны ашылды. Қаламқас мұнай-газ кен орны өзі қарайтын «Маңғыстаумұнайгаз» акционерлік қоғамының жалпы мұнайының 70 пайызын өндіретін ірі кенорны. 1979 жылдың 2 наурызында Қаражанбас газ-мұнай кен орнымен бірге өз алдына «Комсомолскнефть» мұнай-газ өндіру басқармасы болып құрылды. Ол атау 1992 жылы «Қаламқасмұнайгаз» өндірістік басқармасына өзгертіліп, кен орны өз төл атауын иемденген. Кен орны 1980 жылдың 2 қарашасында алғашқы миллион тонна мұнайын өндірсе, одан 25 жыл өткен соң 2005 жылдың 6 маусымында 100 миллионыншы тонна «қара алтынын» өндіруге қол жеткізді. Ал бүгінгі күнге дейін 118 миллион тоннадан астам мұнай өндіріліп, ел байлығын еселеп отыр.

Ақтау қаласынан солтүстік-шығысқа қарай 280км жерде Бозашы түбегінде орналасқан. Солтүстік Бозашы мұнай бассейніне жатады. Кен ортаңғы юра қабатының беті бойынша амплитудасы 100м-ге жуық ендік бойымен созылған брахиантиклинальдық қатпардан орын алған. Кеннің мұнай сыйыстырушы қимасы триас, юра және бордың терригендік шөгінділерінен құралған, бұлардың ең қалың тұсы 2395 м. Апт шөгінділерінде 2 газды қабат, неокомда 6, ортаңғы юра шөгінділерінің қабатында 2 газды-мұнайлы, 5 мұнайлы қабат анықталған.

“Маңғыстаумұнайгаз” акционерлік қоғамы қазіргі таңда мұнайдың аймақ бойынша 31 пайызын, ал республика бойынша 9 пайызын өндіреді.

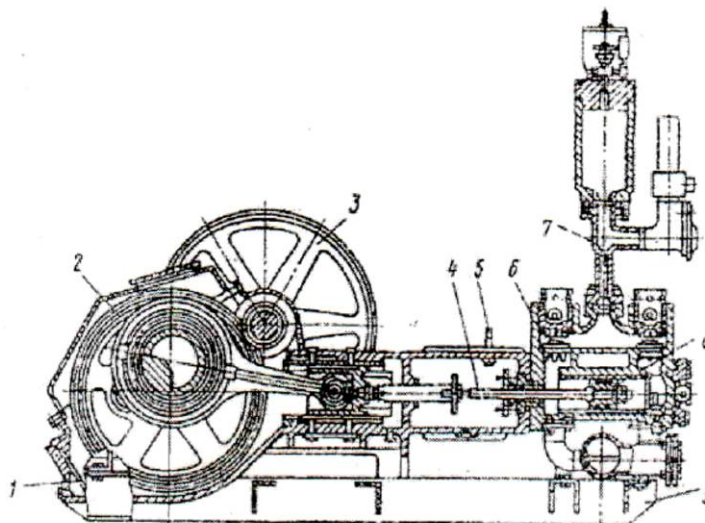
Мұнай сору тереңдігі 800-900м. Күнделікті сору көлемі: сұйықтық – 24080м³, мұнай -2400м³.

1.7 Қаламқас мұнай-газ кен орнының сорғылары

Ұңғымаларды қарнақтық сорғыштармен пайдалану.

Қарнақтық сорғыш қондырғы ҚСҚ жерүсті және жерасты жабдығынан тұрады. Жерасты жабдығы төмендегілерден құралады: цилиндрінің төменгі ұшындағы 1 сорғыш қақпағы (қозғалмайтын) мен мінбас-плунжердің жоғарғы ұшындағы 2 тоғытқыш қақпағы (қозғалмалы) бар қарнақтық ұңғымалық сорғыш (ҚҰС), 3 сорғыш қарнақтар және құбырлар. Сонымен қатар, жерасты жабдығына әртүрлі қорғағыш құрылғылар (газ және құмды зәкірлер, құйыршықтар) жатуы мүмкін, олар ҚҰС-тың қабылдағыш келте-құбырға жалғанады және ауыр жағдайларда оның жұмысын жақсартады (құм, газ). Жерүсті жабдығына тербелгіш-білдек (ТБ) кіреді, ол 9 электрқозғалтқыштан, 7

қос иіннен, 8 бұлғақтан, 6 теңгергіштен, 5 сағалық тығыздағыштан, сағалық орама мен 4 үш тармақтан тұрады.



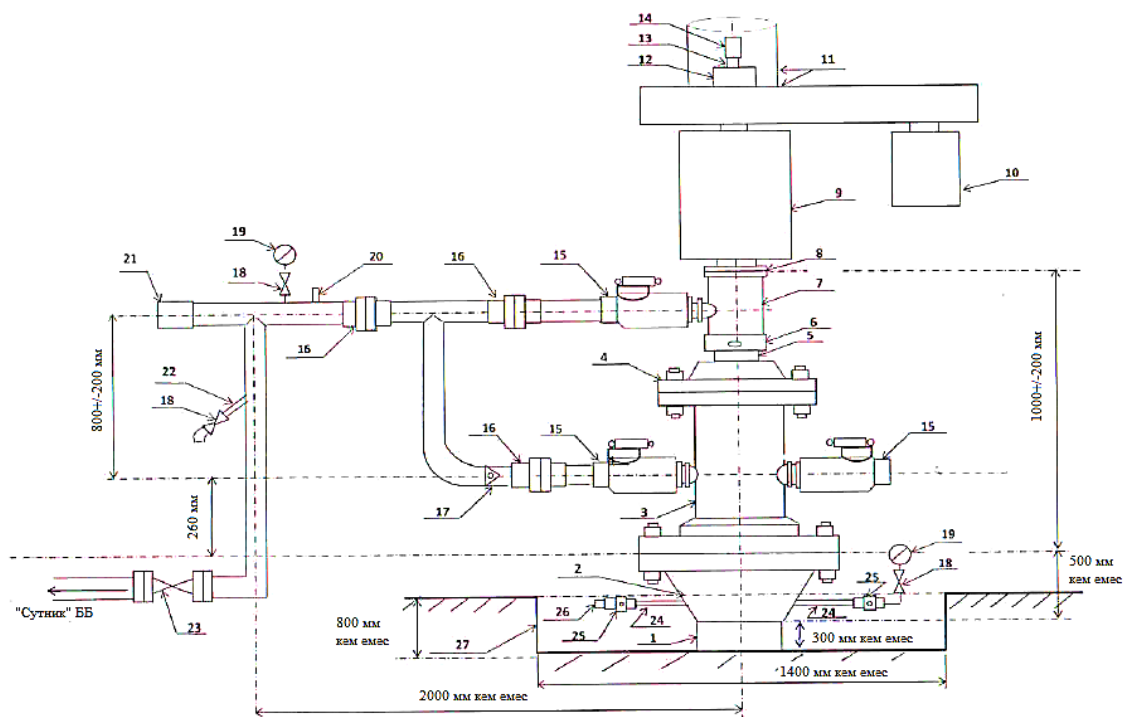
1-майөлшегіш шуп; 2-жетек бөлігі; 3-шкив; 4-поршень штогы; 5- жуғыш үштік; 6- гидравикалық бөлік; 7- көлбеу бөлік; 8-поршень; 9-рама

1.9 сурет – Сорғыны жалпы көрінісі

Тербелгіш-білдек қарнақтарға синусоидтық қозғалысқа жақын болатын қайтқыш-бірізді қозғалысты береді. ТБ-ның ажарланған сояуыштың жоғарғы ұшымен жалғауға арналған иілгіш арқандық аспасы және жөндеу кезінде түсіру-көтеру механизмдерінің (талыдік блоктың, ілгектің, элеватордың) кедергісіз өтуіне арналған қайырмалы немесе бұрылмалы бастиегі бар. Теңгергіш мойынтіректерге бекітілген көлденең осьте тербеліп тұрады және редуктордың екі жағында орналасқан 8 екі эздектің көмегімен 7 екі ауыр қос иінмен жалғанады. Жылжымалы қарсы салмақтары бар қос иіндер редуктордың білігінің айналу осіне қатысты қос иіндердің бойымен сол не өзге түрдегі қашықтыққа қозғалып отыруы мүмкін.

Қарсы салмақтар ТБ-ны теңгермелеу үшін қажет. Тұрақты берілгіш санына ие, маймен толықтырылған, қымталған редуктордың бір ұшында трансмиссиялық білігі болады, оның бір ұшында 9 электрқозғалтқыштың кіші елгезерімен сыналық-белдіктік беріліспен жалғанған трансмиссиялық елгезері болады. Теңгермелегіштің тіректік мойынтірегі металды пирамида-тіреуге бекітілген. Тербелгіш-білдектің барлық элементтері - пирамида, редуктор, электрқозғалтқыш - бетонды іргетасқа бекітілетін ортақ рамаға бекітіледі. Эздектің қос иінмен жалғану нүктесі айналу орталығына қатысты өзінің қашықтығын қос иіннің саусағын сол не өзге тесікке ауыстырып салу арқылы өзгертіп отыруы мүмкін, ондай тесіктер бірнешеу болады. Сол арқылы теңгермелегіштің тербелу амплитудасының, б.а қарнақтар жүрісі ұзақтығы амплитудасының сатылы түрде өзгеріп отыруына қол жеткізіледі.

Редуктор тұрақты берілгіш санына ие болғандықтан, тербелулердің жиілігін сыналық-белдіктік трансмиссияның берілгіш санын өзгерту мен электрқозғалтқыштың білеуіндегі елгезерді үлкен немесе кіші диаметрге ауыстырудың арқасында ғана өзгертіп отыруға болады. Өнеркәсіпте теңгермелегіштің бастиегіндегі жүк көтерімділігі өздерін қарнақтың құрылғылармен жабдықтауға тура келетін ұнғымалардың тереңдігі мен өнімділігінің кең ауқымына сәйкес 10-нан 200кН ға дейін жететін әртүрлі типтік көлемдегі тербелгіш-білдектер шығарылады. ТБ-лардың типтік көлемдері мен олардың негізгі параметрлері мемлекеттік стандартпен реттеліп отырады. Қарнақтық ұнғымалық сорғыш құрылымы сол не өзге түрде болып келетін ұзын (2-4 м) цилиндрден тұрады. Цилиндрдің төменгі ұшында қозғалмайтын сорғыш қақпақ орнатылған, ол жоғары қарай жүріс кезінде ашылады. Цилиндр құбырларға ілінеді. Оның ішінде ұзындығы 1-1,5 м болатын дәл жоғарыдағыдай үстіне қарай ашылатын тоғытқыш қақпағы бар ажарланып өңделген құбыр түрінде жасалған мінбас-плунжер қозғалып отырады. Плунжер қарнақтарға ілінеді. Плунжер жоғары қарай қозғалған кезде сұйық сорғыш қақпақ арқылы сорғыштың қабылдағышындағы қысымның әсерімен цилиндрдің ішкі қуысына толады. Плунжер төмен қарай жүрген кезде сорғыш қақпақ жабылады, плунжердің астындағы сұйық қысылып, тоғыту қақпағын ашады. Осылайша, қақпағы ашық плунжер сұйыққа батырылады.



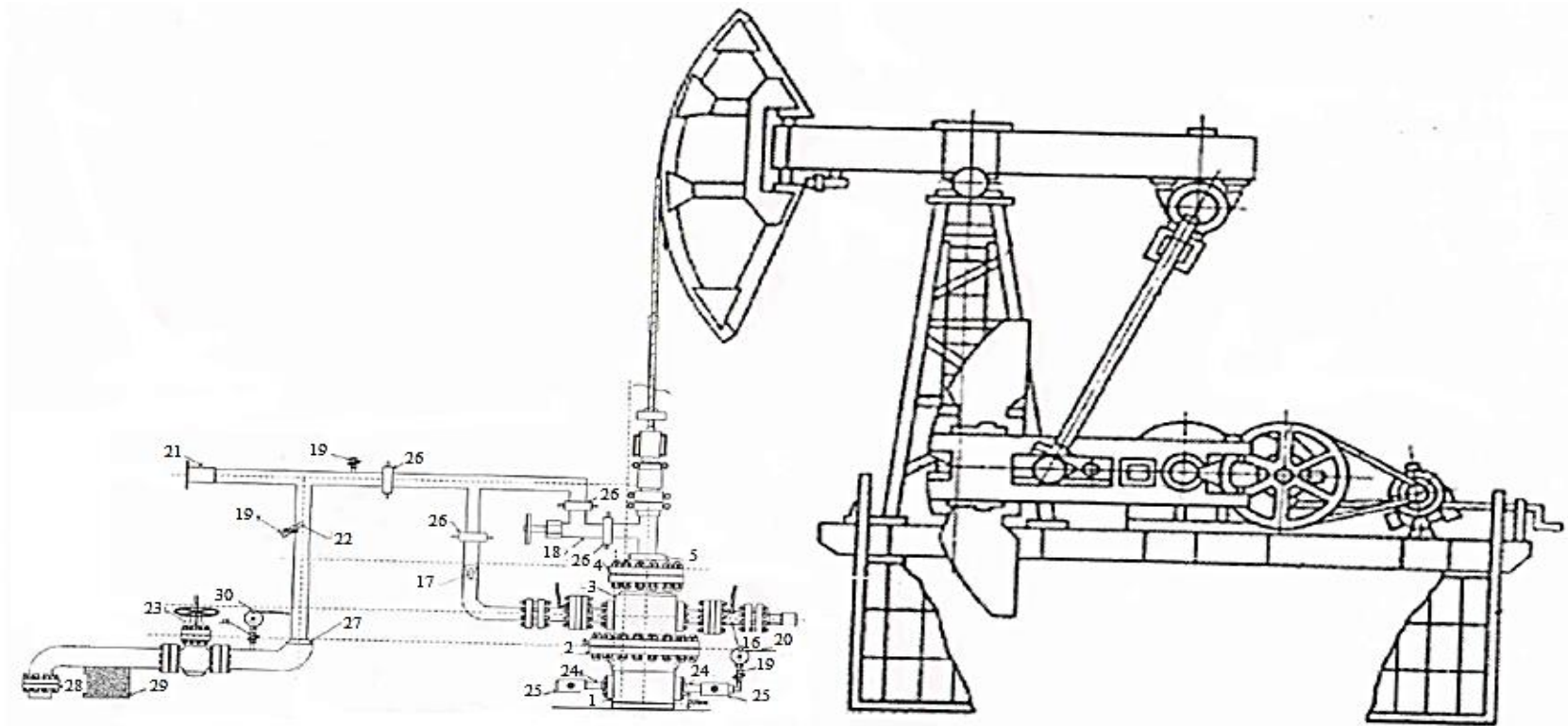
1.10 сурет- Қаламқас кен орнындағы мұнай өндірудегі технологиялық сұлбасы

1.7 суретіндегі негізгі белгіленулер:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1-кондуктор; | 15-шар тәріздес кран, |
| 2-ОЛЛ-1-210 колонасы; | 16-фланец; |
| 3-құбыр басты беті, | 17-кері клапан; |

4-катушкалық фтулка;
5-өтпе;
6-шток;
7-үштік;
8-ВПН фланецы,
9-сорғы жетегінің редукторы;
10-электрқозғалтқышы,
11-қорғаныс қабаты;
12-қысқыш;
13-шток,
14-муфта,

18-жоғары қысымдық винтель;
19- манометр,
20-жылуқалтасы;
21-саңырау бітегіш;
22-винтель жалғағыш;
23-ЗКЛ-100x40 айырғыш;
24- колона аралық патрубок;
25- КП-50x250 колона краны;
26-БСГ;
27-шахта.



1.11 сурет - Тербеліс-білдектің сору проесіндегі технологиялық сұлбасы

1-кондуктор;
 2-ОЛЛ-1-210 колонасы;
 3-құбыр басты беті,
 4-катушкалық фтулка;
 5-өтпе;
 6-шток;
 7-үштік;
 8-ВПН фланецы,
 9-сорғы жетегінің редукторы;

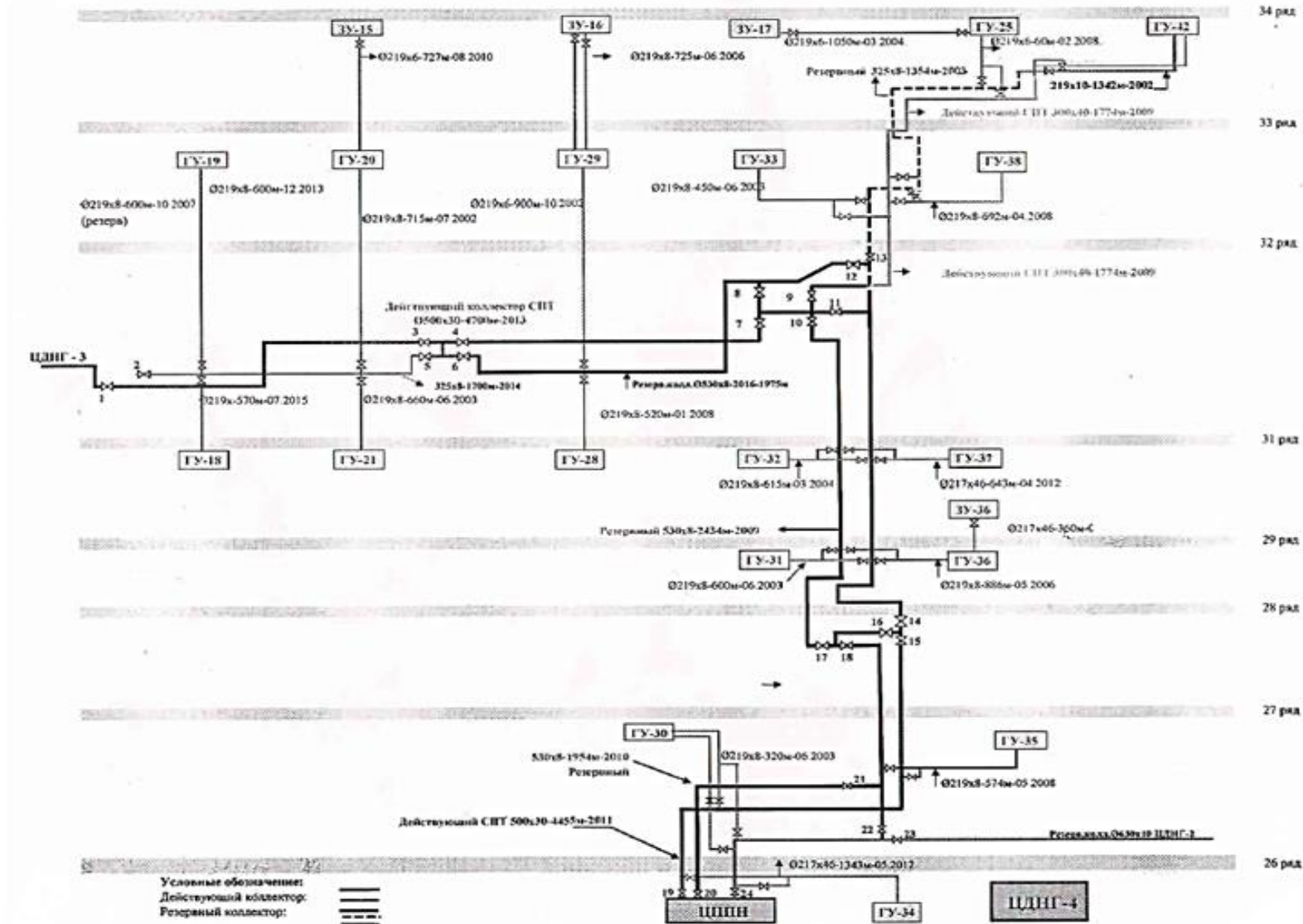
11-қорғаныс қабаты;
 12-қысқыш;
 13-шток,
 14-муфта;
 15-шар тәріздес кран,
 16-фланец;
 17-кері клапан;
 18-жоғары қысымдық винтель;
 19- манометр,

21-саңырау бітегіш;
 22-винтель жалғағыш;
 23-ЗКЛ-100x40 айырғыш;
 24- колона аралық патрубок;
 25- КП-50x250 колона краны;
 26-БСГ;
 27-шахта;
 28-СПТ фланец;
 29-ФБС;

10-электрқозғалтқышы,

20-жылуқалтасы;

30-ЭЖМ.



1.12 сурет - Мұнай жинағыш коллекторлардың технологиялық сұлбасы

2 Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш (ЖТ-АҚ) жүйесінің статикалық сипаттамалары

2.1 Электр қозғалтқыштың қуатын есептеу және таңдау

Дипломдық жұмыста есептеулер жүргізу үшін өндіріс орнының сорғы агрегатының бастапқы берілімдері 2.1 кестесінде келтірілген.

2.1 кесте – Сорғының бастапқы берілімдері

Сорғы типі	Сорылатын сұйықтық	Толық екпіні, Q_{Σ} , м ³ /с	Сору тереңдігі, h_b , м	Құбырдағы екпіннің шығыны, м.
Ортадан тепкіш	мұнай	0,3	1000	0,1

Таңдалатын электр қозғалтқыш жетегінің есептік қуаты мына формуламен анықталынады[4]:

$$P_{др} = K_3 \cdot P_{нас} = K_3 \cdot \frac{Q \cdot P_n}{\eta_n \cdot \eta_{\Pi}} \cdot 10^{-3} = K_3 \cdot \frac{Q \cdot P_n \cdot \rho \cdot q}{\eta_n \cdot \eta_{\Pi}} \cdot 10^{-3}. \quad (2.1)$$

мұндағы $P_{нас}$ – сорғының қуаты, кВт;

P_n – сорғының екпіндегі қысымы, Па;

Q – сорғының өнімділігі, м³/с, $Q=0,3$ м³/с;

H – сұйықтықтың толық екпіні, м;

ρ – айдалынатын сұйықтықтың тығыздығы, кг/м³, $\rho=800$ кг/м³;

$q = 9,81$ м/с² – еркін түсу үдеуі;

η_n – сорғының ПӘКі, с.ө.б., поршеньді сорғылар үшін $\eta_n = 0,7 \dots 0,9$ қабылданады.

Екпіндегі қысым:

$$P_n = H \cdot \rho \cdot q. \quad (2.2)$$

мұндағы ρ – айдалатын сұйықтықтың тығыздығы, кг/м³, $\rho = 800$ кг/м³ қабылданады;

q – еркін түсу үдеуі, $q = 9,81$ м/с²;

H – сору тереңдігі, м;

η_n – ортадан тепкіш сорғының ПӘКі, с.ө.б.

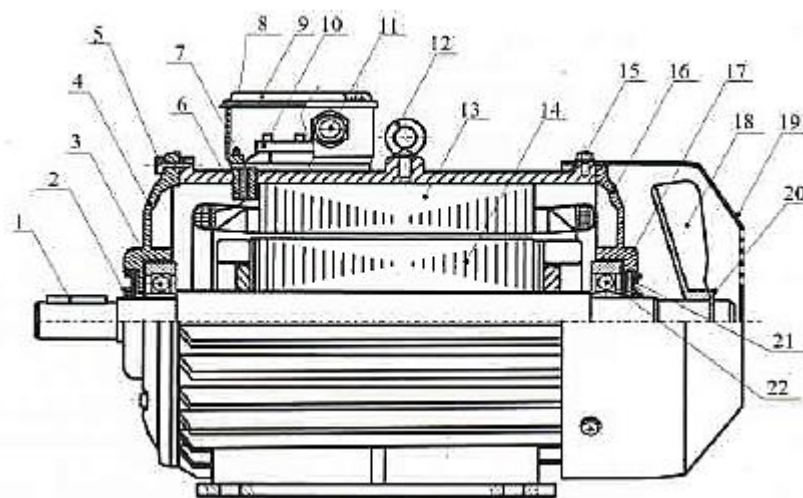
$$P_n = 1000 \cdot 800 \cdot 9,81 = 7,85 \text{ кПа.}$$

$$P_{др} = 1,15 \cdot \frac{0,3 \cdot 7,85 \cdot 800 \cdot 9,81}{0,8 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 49,6 \text{ кВт.}$$

Алдын ала қозғалтқыш қуаты бойынша есептелген сорғының техникалық деректеріне және таңдалған электр жетегінің жүйесіне сәйкес ВА250S2УХЛ2 үш фазалы қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы таңдалды.

Таңдалған қозғалтқыштың қорғау дәрежесі IP44 болып табылады, ол диаметрі немесе қалыңдығы 2,5 мм-ден астам сымның, құралдың кіруінен және т.б. сонымен қатар 1 мм-ден асатын қатты денелердің енуінен, шашыраудан қорғауды қамтамасыз етеді: кез-келген бағытта бүркелген су, өнімге теріс әсер етпеуі керек.

Мұнай шаруашылығы үшін жарылыстан қорғалған, ұзақ режимді АҚ қабылданады, яғни ВА250S2УХЛ2 маркалы асинхронды электр қозғалтқышы таңдалынды (2.1 сурет). Жарылыстан қорғау дәрежесі 1ExdIIbT4x. Таңдалынған электр қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары 2.2 кестесінде келтірілген

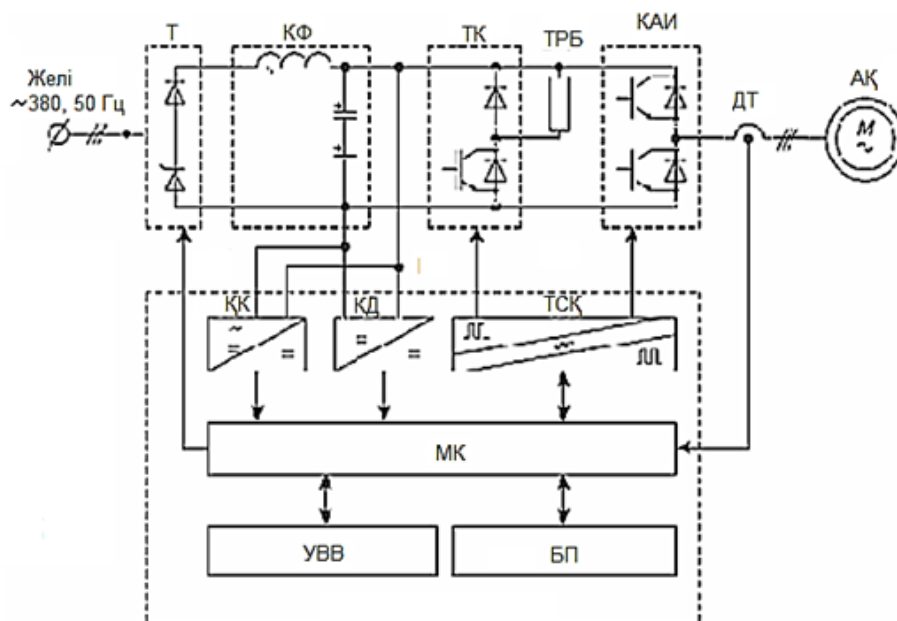


- | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 –шпонка; | 9-шығыс берілісі; | 17-серіппелі шайба; |
| 2- алдыңғы сальник; | 10-қысқыш блогы; | 18-салқындату желдеткіші; |
| 3-алдыңғы подшипник, | 11-кабельдік кіріс сальнигі; | 19-қорғаныс қабаты; |
| 4-алдыңғы подшипник | 12-рым-болт; | 20-стопорлық сақина; |
| қалқаншасы; | | |
| 5-қалқаншаны станинаға | 13-статор; | 21-сыртқы сальник; |
| бекітетін болт; | | |
| 6-төсеніш; | 14-ротор; | 22-артқы подшипник. |
| 7-жерледіру қысқышы; | 15-қабат винті; | |
| 8-тығыздағыш төсеніш; | 16-арқы подшипник қалқаншасы; | |

2.1 сурет - ВА250S2УХЛ2 маркалы асинхронды электр қозғалтқышы

2.2 Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электрқозғалтқышының жетегі

Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетегіне АТО4 5.5 төрт квадрантты бақылауда параметрлерді реттеудің жоғары талаптарымен жоғары динамикалық электр жетектеріне арналған жетекті таңдалған [5].



Т – күштік жартылай басқарылатын түзеткіш; КФ – тұрақты кернеу буыны, күштік LC-фильтр; ТК – реостаттық тежеудің тиристорлік кілті (тежеу кілті); ТРБ – тежеу резисторының кілті; АК – асинхронды электр қозғалтқыш; КК – қуат көзі; КД – кернеу датчигі; ТСК – тиристорлардың басқару сигналдарын қалыптастырушы; МК – микропроцессорлық контроллер

2.2 сурет – Жиынтықты электр жетек АТО4 5,5

Энергетикалық канал ВФСАИН екі сатылы электр энергиясын түрлендіруді жүзеге асырады, реттелмейтін түзеткіш В арқылы кернеуді түзету және кейіннен автономды кернеу инверторы АКИ арқылы түзетілген кернеуді инвертірлеу. ЕИМ алгоритмі осы заңға сәйкес шығыс кернеуінің U және F жиілігінің өзара байланысты басқарылуын қамтамасыз етеді, сондай-ақ АК жетегіндегі токтың қисық сызығының синусоидалы пішінін құрайды.

Динамикалық (реостаттық) тежеу режимін іске асыру үшін электржетектің тұрақты тоғына тежегіш тиристорлы кілт (IGBT) ТК пен тежегіш резистордың сыртқы блогы ТРБ қосылған.

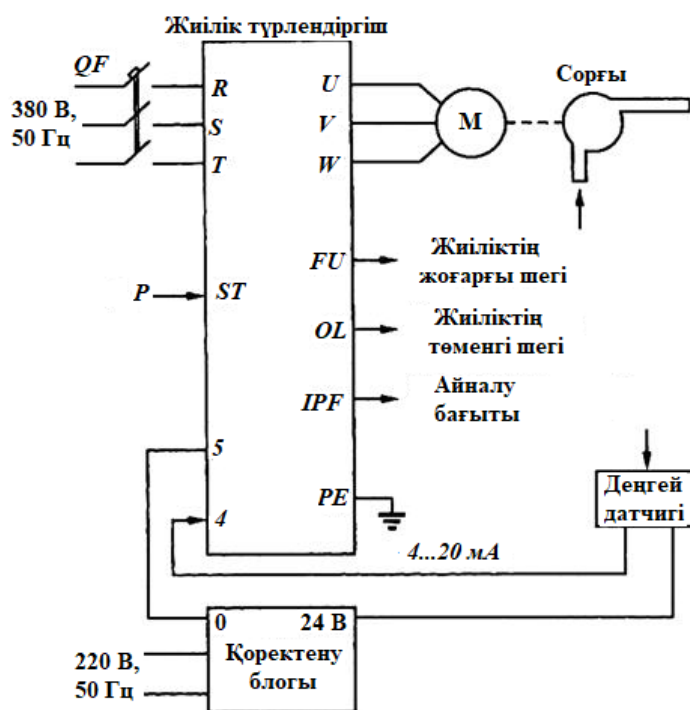
Ток датчигі ТД мен кернеу датчигі КД электр жетектің қуат каналында электрлік параметрлерін бақылау, реттеу және өлшеу үшін пайдаланылады, сондай ақ қысқа тұйықталу мен артық токтарынан, кернеудің ауытқуынан қорғайды.

Конвертердің көп арналы қуат көзі айнымалы ток кернеуін немесе түзетілген тұрақты ток кернеуін қажетті деңгейлердегі тұрақты кернеулер жүйесіне және гальваникалық байланысқан және қосылмаған, басқару құрылғыларын жеткізуге түрлендіреді.

МС микропроцессорлық контроллері бақылау сигналдары арқылы электрлік қозғалтқыштың жұмыс режимдерін қалыптастыруды жүзеге асырады: АКИ тиристорлары арқылы ЕИМ басқару, қорғаныс сигналдары және электржетекті апаттық тоқтату, сыртқы басқаруды қабылдау және беру [6].

2.3 Жиілік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесін таңдауды негіздеу

Жиілік түрлендіргіштер жоғары ПӘКмен ерекшеленеді және реттеу кезінде аз қуатты қажет етеді, жылдамдықты реттеу диапазоны кең және баяу. Сәйкес келетін сұлбалық шешімдер қажетті статикалық және динамикалық сипаттамаларды қамтамасыз етеді. 2.3 суретте жиілік түрлендіргіштің жалғану сұлбасы көрсетілген.



2.3 сурет - ЖТ жалғану түрі

Жиілік түрлендіргіштерді қолданғанда[6]:

қозғалтқыштың орнынан қозғау тогы әжептәуір азаяды, оның шамасы қозғалтқыштың статорының номинал тогы деңейіне шейін төмендейді;

механикалық берілістердің кинематикалық звеноларында муфтада, редукторда динамикалық жүктемелер әжептәуір азаяды;

қозғалтқыштың статор орамында электромагниттік екпін азаяды және қапталдық орам дірілі және орам оқшауламасының бұзылуының азайғанынан статордың қызмет көрсету уақыты ұзарады;

электртехникалық қондырғылардың трансформатордың, кабель желісінің пайдалану орталарының шарттары жақсарады;

қозғалтқышты қосқан кезде торап кернеуінің отыруы төмендейді;

қозғалтқышты баяу қосуды пайдалану негізінде технологиялық қондырғылардың сенімді жұмыс істеуі артады.

ЖТ негізінде баяу қосу жүйесін қолдана отырып, қосу жиілігі мен санына қойылған шектеулерді алып тастауға болады және көп көлемді

энергиясыыйымдылықты элект жетегінің тоқтауын болдырмауға болады. соның есебінен электрэнергияны үнемдеуге болады.

Сонымен бірге, ЖТ-АҚ жүйесі келесідей қосымша мүмкіндіктерді қамтамасыз етеді:

жұмыстық және апаттық режимдерде электрқозғалтқыштарын жүктемелерден қорғайды;

электрқозғалтқыштың баяу қосылу және тежеу режимдерін қайта бағдарламалайды;

жүктеме моменті $M_C < 0,7 M_{ном}$ жұмыс жасағанда жүйені автоматты түрде электр энергиясын үнемдеу режиміне көшіру;

негізгі технологиялық процестерді орындағанда пайдалану материалдарын азайтады;

қондырғылардың жұмыстық сенімділігін арыттырады;

негізгі технологиялық қондырғылардың қызмет көрсету мерзімін ұзартады.

Сондықтан дипломдық жұмыста мұнай өндіру кәсіпорындарының ортадан тепкіш сорғылардың электр жетегінің жиіліктік реттегіш жүйесін құру негізгі мақсат. Ол үшін мынандай негізгі шараларды дипломдық жұмыстың келесі бөлімінде қарастырылады:

1. ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи және жасанды механикалық сипаттамаларын есептеп, тұрғызу;

2. мұнай шаруашылығының ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің жиілік түрлендіргіш күштік сұлбасының шамаларын есептеу және элементтерін таңдау;

3. микропроцессорлы басқарылатын жиілік түрлендіргішті таңдау;

4. таңдалған жиілік түрлендіргішіндегі электрмагниттік сыйсымдылық сұрақтарын қарастыру;

5. ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің MATLAB бағдарламасындағы моделін құрастыру, сипаттамаларын салыстыу.

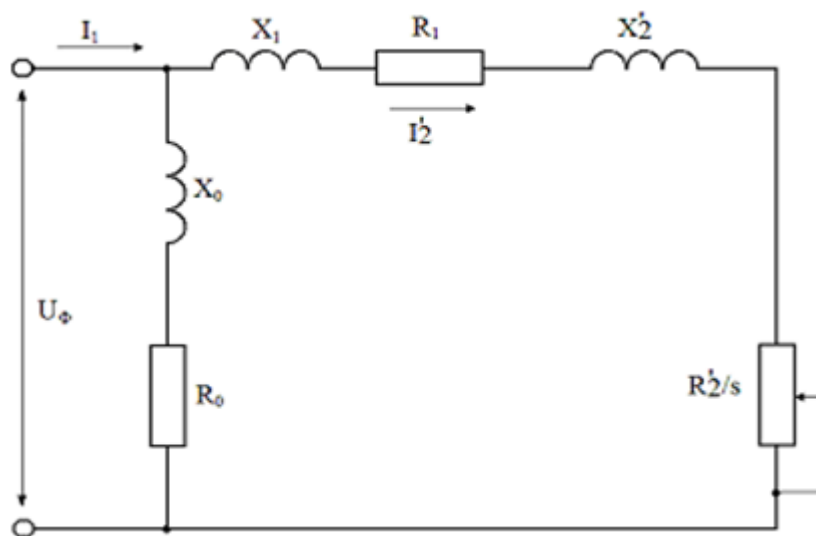
2.4 ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи механикалық сипаттамалары

2.4 суретінде үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың қарапайым орын алмасу сұлбасы келтірілген.

2.4 суретіндегі сұлбада келесідей белгіленулер келтірілген:

U_1, U_ϕ – тораптың сызықтық және фазалық кернеулерінің нақты мәндері;
 I_1, I_μ, I_2 – статордың, магниттеу және ротордың келтірілген ток мәндері; x_1, x_μ, x_2 – статордың, келтірілген ротордың және магниттеудің индуктив кедергілері;
 $R_c, R_{1д}, R_1=R_c+R_{1д}$ – статор орамының, қосымша кедергінің және статор фаза сомасының актив кедергілері; $R'_p, R'_{2д}, R'_2=R'_p+R'_{2д}$ – статор орамынына келтірілген ротордың, қосымша резистордың және ротордың фаза сомасының актив кедергілері; $s=(\omega_0-\omega)/\omega_0$ – асинхронды қозғалтқыштың сырғанауы;

$\omega_0 = 2\pi f_1 / p$ – асинхронды қозғалтқыштың магниттік өрісінің бұрыштық жылдамдығы (синхронды жылдамдық); f_1 – қорек көзі кернеуінің жиілігі; p – асинхронды қозғалтқыштың полюстер жұп саны.



2.4 сурет – Үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың орын басу сұлбасы

2.4 суретінде келтірілген асинхронды қозғалтқыштың $\omega = f(I_2)$ электрмеханикалық сипаттамасы төменде келтірілген формуламен сипатталады [4]:

$$I_2' = \frac{U_\phi}{\sqrt{(R_1 + R_2' / s)^2 + (x_1 + x_2')^2}} \quad (2.3)$$

Айтып кететін жай, ол асинхронды қозғалтқыштардың электрмеханикалық және механикалық сипаттамаларын көбіне токтың, моменттің сырғанауға тәуелділігі ретінде қарастылуы. Бұл жағдайда алынған аналитикалық теңдеу есептеуге қолайлы, өте ықшам түрде болады.

Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының теңдеуін ротор тізбегінің қуаттар балансын қарастыра отырып алады. Асинхронды қозғалтқыштың механикалық координаты арқылы белгіленген ротор тізбегіндегі қуат жойылымы ΔP_2 электрмагниттік қуат $P_{эм} = M\omega_0$ пен пайдалы механикалық қуаттар $P_2 = M\omega$, арасындағы айырым, немесе:

$$\Delta P_2 = P_{эм} - P_2 = M\omega_0 - M\omega = M\omega_0 s. \quad (2.4)$$

Қуаттың электрлік мәндері арқылы белгіленген түрі келесі формуламен анықталынады:

$$\Delta P_2 = 3I_2'^2 R_2'. \quad (2.5)$$

(2.2) және (2.3) теңдеулеріндегі жойылымдарды теңсіре отырып, келесі формуланы алуға болады:

$$M = 3I_2'^2 R_2' / (\omega_0 s). \quad (2.6)$$

(2.4) теңдеуін I_2' токқа ауыстырғанда, (2.1) теңдеуі келесі түрге келеді:

$$M = \frac{3U_\phi^2 R_2'}{\omega_0 s [(R_1 + R_2' / s)_2 + (x_1 + x_2')^2]}. \quad (2.7)$$

Алынған $M(s)$ тәуелділігін экстремумға зерттегенде критикалық сырғанау s_k мәнін асинхронды электрқозғалтқышының иін күші теңдеуіне қоя отырып, максимал критикалық иін күші былай анықталынады:

$$M_k = \frac{3U_\phi^2}{2\omega_0 [R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]}. \quad (2.8)$$

$$s_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}. \quad (2.9)$$

(2.8) және (2.9) теңдеулеріндегі «+» таңбасы сырғанау $s > 0$ болғанға тиселі, ал «-» таңбасы сырғанау $s < 0$ болғанға тиселі. Асинхронды қозғалтқыштың M_k моменті мен s_k сырғанауы экстремаль нүктелерге тиісті және максималды, критикалық деп аталады.

Если разделить выражение (2.6) теңдеуін (2.7) теңдеуіне бөлгенде және бірнеше түрлендірулерден кейін механикалық сипаттамалардың өте қарапайым теңдеуі алынады:

$$M = \frac{2M_k (1 + a s_k)}{s / s_k + s_k / s + 2a s_k}. \quad (2.10)$$

мұнда $a = R_1 / R_2'$.

Механикалық сипаттамалардың мінездемелік нүктелері келесілер:

- 1) $s=0$, $M=0$ – идеал бос жүріс, ол кезде қозғалтқыштың жылдамдығы синхрондыға тең;
- 2) $s=s_{\text{ном}}$, $M=M_{\text{ном}}$ – номиналь жылдамдық және номиналь момент;
- 3) $s=s_k$, $M=M_k$ – қозғалтқыштық режимдегі максималь момент;
- 4) $s=1$, $M=M_{\text{п}}$ – бастапқы орнынан қозғау мменті.

2.5 $U/f=\text{const}$, жиілігі $f=50\text{Гц}$ болғандағы ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи механикалық сипаттамаларын есептеу

Таңдап алынған ВА250S2УХЛ2 типті асинхронды қозғалтқыштың қозғалтқыштық режимдегі $U=380\text{В}$ және $f=50\text{Гц}$ болғандағы табиғи және жасанды механикалық сипаттамаларын тұрғызу. Асинхронды қозғалтқыштың құжаттық көрсеткіштері 2.2 кестесінде келтірілген.

2.2 кесте - ВА250S2УХЛ2 асинхронды қозғалтқышының құжаттық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Сандық көрсеткіші
Асинхронды қозғалтқыштың номиналь қуаты	P_H	кВт	55
Асинхронды қозғалтқыштың номиналь кернеуі	U	В	220
Асинхронды қозғалтқыштың номиналь айналу жиілігі	n_H	айн/мин	1482
Асинхронды қозғалтқыштың статорының актив кедергісі	R'_1	с.ө.б.	0,025
Асинхронды қозғалтқыштың статорының реактив кедергісі	X'_1	с.ө.б.	0,089
Статордың келтірілген актив кедергісі	R''_2	с.ө.б.	0,014
Статордың келтірілген реактив кедергісі	X''_2	с.ө.б.	0,11
Басты индуктив кедергі	X_μ	с.ө.б.	4,4

Актив R_1 және реактив X_1 кедергілерін төменде келтірілген формулалармен есептеу[7]:

$$X_1 = \frac{2X'_1 \cdot X_\mu}{X_\mu + \sqrt{X_\mu^2 + 4X'_1 \cdot X_\mu}} \quad (2.11)$$

$$X'_2 = \frac{2X''_2 \cdot X_\mu}{X_\mu + \sqrt{X_\mu^2 + 4X''_2 \cdot X_\mu}} \quad (2.12)$$

$$R_1 = R'_1 \cdot X_1 / X'_1 \quad (2.13)$$

$$R'_2 = R''_2 \cdot X'_2 / X''_2 \quad (2.14)$$

$$X_1 = \frac{2 \cdot 0,089 \cdot 4,4}{4,4 + \sqrt{4,4^2 + 4 \cdot 0,089 \cdot 4,4}} = 0,087 \text{ Ом};$$

$$R_1 = 0,025 \cdot 0,087 / 0,089 = 0,024 \text{ Ом};$$

$$X'_2 = \frac{2 \cdot 0,11 \cdot 4,4}{4,4 + \sqrt{4,4^2 + 4 \cdot 0,11 \cdot 4,4}} = 0,107 \text{ Ом};$$

$$R'_2 = 0,014 \cdot 0,107 / 0,11 = 0,013 \text{ Ом.}$$

Қозғалтқыштың айналу моменті елесі формуламен анықталынады:

$$M = \frac{3U_{\phi}^2 R'_2}{\omega_0 s [(R_1 + R'_2 / s)_2 + (X_1 + X'_2)^2]}. \quad (2.15)$$

$dM/ds=0$ теңестіре отырып, критикалық сырғанау коэффициентін S_k (2.7) формуласымен анықтайды:

$$s_k = \frac{0,013}{\sqrt{0,024^2 + (0,087 + 0,107)^2}} = 0,067.$$

Бұл жерде «+» таңбасы қозғалтқыштық режимге немесе кері қосу тежегіш режиміне қатысты.

S_k мәнін асинхронды моменттің (2.6) теңдеуіне қойып, максимал (критикалық) моменті келесі формуламен есептелінеді:

$$M_k = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 157 \cdot [0,024 + \sqrt{0,024^2 + (0,087 + 0,107)^2}]} = 2111,51 \text{ Нм}$$

мұнда ω_0 - бұрыштық синхронды жылдамдық:

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot n}{60}. \quad (2.16)$$

n – айналу жылдамдығы, айн/мин;

p – полюстер жұп саны.

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ рад / с.}$$

Асинхронды қозғалтқыштың қозғалтқыштық режиміндегі моментінің алынған мәндерінен және механикалық мінездемелерінен төмендегі теңдеу алынады:

$$M_D = \frac{2M_k(1 + as_k)}{s / s_k + s_k / s + 2as_k}. \quad (2.17)$$

мұнда $a = R_1 / R'_2 = 0,024 / 0,013 = 1,846$; $s=0 \dots 1$.

Бұл жерде айтып кететін бір мәселе, ол торап кернеуінің өзгерісі асинхронды қозғалтқышының механикалық сипаттамаларына әсері. Қозғалтқыштың берілген сырғанау коэффициентінде момент кернеу квадратына пропорционал, сондықтан ол кернеу тербелісіне сезімтал.

Асинхронды қозғалтқыштың момент мәнін есептеп, табиғи сипаттамаларды тұрғызу:

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

$$2. \quad s=0,05, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,05 = 149,15 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,05} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,05/0,067 + 0,067/0,05 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 2034 \text{ Нм}.$$

$$3. \quad s=0,1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,1 = 141,3 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,1} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,1/0,067 + 0,067/0,1 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 1971,47 \text{ Нм}.$$

$$4. \quad s=0,25, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,25 = 117,75 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,25} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,25/0,067 + 0,067/0,25 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 1117,6 \text{ Нм}.$$

$$5. \quad s=0,4, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,4 = 94,2 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,4} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,4/0,067 + 0,067/0,4 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 743,2 \text{ Нм}.$$

$$6. \quad s=0,5, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,5 = 78,5 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,5} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,5/0,067 + 0,067/0,5 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 604,96 \text{ Нм}.$$

$$7. \quad s=0,6, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,6 = 62,8 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д0,6} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,6/0,067 + 0,067/0,6 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 509,48 \text{ Нм}.$$

$$8. \quad s=0,75, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,75 = 39,25 \text{ рад/с};$$

$$M_{д0,75} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,75/0,067 + 0,067/0,75 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 411,56 \text{ Нм}.$$

9. $s=0,9, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 0,9 = 15,7 \text{ рад/с};$

$$M_{д0,9} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{0,9/0,067 + 0,067/0,9 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 345,01 \text{ Нм}.$$

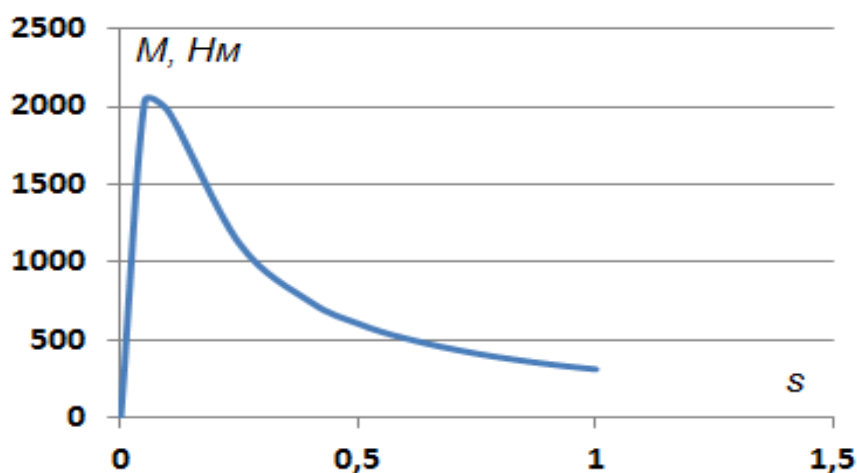
10. $s=1, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 157 - 157 \cdot 1 = 0 \text{ рад/с};$

$$M_{д1,0} = \frac{2 \cdot 2111,51 \cdot (1 + 1,846 \cdot 0,067)}{1/0,067 + 0,067 + 2 \cdot 1,846 \cdot 0,067} = 311,9 \text{ Нм}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың табиғи сипаттамасын тұрғызуға есептелген шамалары 2.3 кестеде келтірілген және алынған график 2.5 суретте келтірілген.

2.3 кесте - Асинхронды қозғалтқыштың табиғи сипаттамасын тұрғызуға есептелген шамалары

s	0	0,05	0,1	0,25	0,4	0,5	0,6	0,75	0,9	1,0
М _д , Нм	0	2034	1971,5	1118	743,2	605	509,5	411,6	345,	312
ω, рад/с	157	149,2	141,3	117,8	94,2	78,5	62,8	39,3	15,7	0



2.5 сурет – Асинхронды қозғалтқышының моментінің сырғанауға тәуелді қисығы

2.6 ЖТ-АҚ жүйесінің $U/f=\text{const}$ тұрақты болғанда $f_1=35, f_2=25, f_3=15$ Гц жиіліктердегі жасанды механикалық сипаттамаларын тұрғызу

Механикалық сипаттамаларын тұрғызу үшін, барлық берілген сырғанаулардағы бұрыштық жылдамдығын есептеу[7]:

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s. \quad (2.18)$$

35 Гц жиіліктегі индуктивті кедергілер:

$$L = \frac{X_1}{2\pi \cdot f}. \quad (2.19)$$

$$X = 2\pi \cdot f \cdot L. \quad (2.20)$$

$$L = \frac{X_1}{2\pi \cdot f} = \frac{0,087}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,000277 \text{ Гн};$$

$$X_{135} = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot 0,000277 = 0,061 \text{ Ом};$$

$$X'_{235} = \frac{X'_2}{1,429} = 0,075 \text{ Ом}.$$

25 Гц жиіліктегі индуктивті кедергілер:

$$X_{125} = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 0,000277 = 0,043 \text{ Ом};$$

$$X'_{225} = \frac{X'_2}{2} = 0,054 \text{ Ом}.$$

15 Гц жиіліктегі индуктивті кедергілер:

$$X_{115} = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 0,000277 = 0,026 \text{ Ом};$$

$$X'_{215} = \frac{X'_2}{2} = 0,032 \text{ Ом}.$$

35 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$s_{K35} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_{135} + X'_{235})^2}} = \pm \frac{0,013}{\sqrt{0,024^2 + (0,061 + 0,075)^2}} = 0,094;$$

$$as_{k35} = \frac{R_1}{R'_2} \cdot s_{K35} = 0,174;$$

$$\omega_{035} = \frac{2\pi f_1}{p} = \frac{6,28 \cdot 35}{2} = 109,9 \text{ рад/с}.$$

25 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$s_{K25} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{125} + X_{225}')^2}} = \pm \frac{0,013}{\sqrt{0,024^2 + (0,043 + 0,054)^2}} = 0,13;$$

$$as_{k25} = \frac{R_1}{R_2'} \cdot s_{K25} = 0,24;$$

$$\omega_{025} = \frac{2\pi f_2}{p} = \frac{6,28 \cdot 25}{2} = 78,5 \text{ рад/с.}$$

15 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$s_{K15} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{115} + X_{215}')^2}} = \pm \frac{0,013}{\sqrt{0,024^2 + (0,026 + 0,032)^2}} = 0,206;$$

$$as_{k15} = \frac{R_1}{R_2'} \cdot s_{K15} = 0,38;$$

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

Критикалық момент мәндерін есептеу.

Жиілікті реттеу заңдылығы ($U/f=const$) берілгенде, $220/50=4,4$ тең, осыдан келесі кеонеу мәндері есептелінеді:

- $f_1=35$ Гц жиілікте кернеу $U_{\phi 1}=154$ В;
- $f_2=25$ Гц жиілікте кернеу $U_{\phi 2}=110$ В;
- $f_3=15$ Гц жиілікте кернеу $U_{\phi 3}=66$ В.

35 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$M_{k35} = \frac{3 \cdot 154^2}{2 \cdot 109,9 \cdot [0,024 + \sqrt{0,024^2 + (0,061 + 0,075)^2}]} = 1997,98 \text{ Нм.}$$

25 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$M_{k25} = \frac{3 \cdot 110^2}{2 \cdot 78,5 \cdot [0,024 + \sqrt{0,024^2 + (0,043 + 0,054)^2}]} = 1864,6 \text{ Нм.}$$

15 Гц жиіліктегі критикалық момент:

$$M_{k15} = \frac{3 \cdot 66^2}{2 \cdot 47,1 \cdot [0,024 + \sqrt{0,024^2 + (0,026 + 0,032)^2}]} = 1594,63 \text{ Нм.}$$

2.4 кесте – Әртүрлі жиіліктердегі есептеулер қорытындысы

F, Гц	Есептеулер көрсеткіштері				
50	$X_{150} = 0,087$	$X'_{250} = 0,107$	$s_{K35} = 0,067$	$\omega_{050} = 157$	$M_{K35} = 1997,98Hм$
35	$X_{135} = 0,061$	$X'_{235} = 0,075$	$s_{K35} = 0,094$	$\omega_{035} = 109,9$	$M_{K35} = 1997,98Hм$
25	$X_{125} = 0,043$	$X'_{225} = 0,054$	$s_{K25} = 0,13$	$\omega_{025} = 78,5$	$M_{K25} = 1864,6Hм$
15	$X_{115} = 0,026$	$X'_{215} = 0,032$	$s_{K15} = 0,206$	$\omega_{015} = 47,1$	$M_{K15} = 1594,63Hм$

Асинхронды қозғатқышты жиілік 35Гц болғандағы моменттің мәнін есептеу және жасанды механикалық сипаттамасын тұрғызу:

1. $s=0, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0 = 109,9$ рад/с, $M_{Д35}=0$;

2. $s=0,05, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,05 = 104,405$ рад/с;

$$M_{Д35} = \frac{2M_{K35}(1 + as_{K35})}{s/s_{K35} + s_{K35}/s + 2as_{K35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,05/0,094 + 0,094/0,05 + 2 \cdot 0,174} = 1533,09H \cdot м.$$

3. $s=0,1, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,1 = 98,91$ рад/с;

$$M_{Д35} = \frac{2M_{K35}(1 + as_{K35})}{s/s_{K35} + s_{K35}/s + 2as_{K35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,1/0,094 + 0,094/0,1 + 2 \cdot 0,174} = 1994,58H \cdot м.$$

4. $s=0,25, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,25 = 82,425$ рад/с;

$$M_{Д35} = \frac{2M_{K35}(1 + as_{K35})}{s/s_{K35} + s_{K35}/s + 2as_{K35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,25/0,094 + 0,094/0,25 + 2 \cdot 0,174} = 1386,31H \cdot м.$$

5. $s=0,4, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,4 = 65,94$ рад/с;

$$M_{Д35} = \frac{2M_{K35}(1 + as_{K35})}{s/s_{K35} + s_{K35}/s + 2as_{K35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,4/0,094 + 0,094/0,4 + 2 \cdot 0,174} = 969,67H \cdot м.$$

6. $s=0,5, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,5 = 54,95$ рад/с;

$$M_{Д35} = \frac{2M_{K35}(1 + as_{K35})}{s/s_{K35} + s_{K35}/s + 2as_{K35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,5/0,094 + 0,094/0,5 + 2 \cdot 0,174} = 801,24H \cdot м.$$

$$7. \quad s=0,6, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,6 = 43,96 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д35} = \frac{2M_{к35}(1 + as_{к35})}{s/s_{к35} + s_{к35}/s + 2as_{к35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,6/0,094 + 0,094/0,6 + 2 \cdot 0,174} = 681,08H \cdot м.$$

$$8. \quad s=0,75, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,75 = 27,475 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д35} = \frac{2M_{к35}(1 + as_{к35})}{s/s_{к35} + s_{к35}/s + 2as_{к35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,75/0,094 + 0,094/0,75 + 2 \cdot 0,174} = 555,05H \cdot м.$$

$$9. \quad s=0,9, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 0,9 = 10,99 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д35} = \frac{2M_{к35}(1 + as_{к35})}{s/s_{к35} + s_{к35}/s + 2as_{к35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{0,9/0,094 + 0,094/0,9 + 2 \cdot 0,174} = 467,91H \cdot м.$$

$$10. \quad s=1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 109,9 - 109,9 \cdot 1 = 0 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д35} = \frac{2M_{к35}(1 + as_{к35})}{s/s_{к35} + s_{к35}/s + 2as_{к35}} = \frac{2 \cdot 1997,98 \cdot (1 + 0,174)}{1/0,094 + 0,094 + 2 \cdot 0,174} = 423,4H \cdot м.$$

Асинхронды қозғатқышты жиілік 25Гц болғандағы моменттің мәнін есептеу және жасанды механикалық сипаттамасын тұрғызу:

$$1. \quad s=0, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0 = 78,5 \text{ рад/с}, \quad M_{Д25}=0.$$

$$2. \quad s=0,05, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,05 = 74,575 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,05/0,13 + 0,13/0,05 + 2 \cdot 0,24} = 1334,55H \cdot м.$$

$$3. \quad s=0,1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,1 = 70,65 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,1/0,13 + 0,13/0,1 + 2 \cdot 0,24} = 1814,13H \cdot м.$$

$$4. \quad s=0,25, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,25 = 58,875 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,25/0,13 + 0,13/0,25 + 2 \cdot 0,24} = 1582,01H \cdot м.$$

$$5. s=0,4, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,4 = 47,1 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,4/0,13 + 0,13/0,4 + 2 \cdot 0,24} = 1191,19 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$6. s=0,5, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,5 = 39,25 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,5/0,13 + 0,13/0,5 + 2 \cdot 0,24} = 1008,33 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$7. s=0,6, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,6 = 31,4 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,6/0,13 + 0,13/0,6 + 2 \cdot 0,24} = 870,52 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$8. s=0,75, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,75 = 19,625 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,75/0,13 + 0,13/0,75 + 2 \cdot 0,24} = 720,06 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$9. s=0,9, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 0,9 = 7,85 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{0,9/0,13 + 0,13/0,9 + 2 \cdot 0,24} = 612,72 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$10. \quad s=1, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 78,5 - 78,5 \cdot 1 = 0 \text{ рад/с};$$

$$M_{Д25} = \frac{2M_{к25}(1 + as_{к25})}{s/s_{к25} + s_{к25}/s + 2as_{к25}} = \frac{2 \cdot 1864,6 \cdot (1 + 0,24)}{1/0,13 + 0,13/1 + 2 \cdot 0,24} = 557 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Асинхронды қозғатқышты жиілік 15Гц болғандағы моменттің мәнін есептеу және жасанды механикалық сипаттамасын тұрғызу:

$$1. \quad s=0, \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0 = 47,1 \text{ рад/с}, M_{Д25}=0;$$

$$2. \quad s=0,05, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,05 = 44,745$$

рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,05/0,206 + 0,206/0,05 + 2 \cdot 0,24} = 859,1H \cdot м.$$

$$3. \quad s=0,1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,1 = 42,39 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,1/0,206 + 0,206/0,1 + 2 \cdot 0,24} = 1331,67H \cdot м.$$

$$4. \quad s=0,25, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,25 = 35,325$$

рад/с,

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,25/0,206 + 0,206/0,25 + 2 \cdot 0,24} = 1572,97H \cdot м.$$

$$5. \quad s=0,4, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,4 = 28,26 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,4/0,206 + 0,206/0,4 + 2 \cdot 0,24} = 1368,1H \cdot м.$$

$$6. \quad s=0,5, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,5 = 23,55 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,5/0,206 + 0,206/0,5 + 2 \cdot 0,24} = 1222,89H \cdot м.$$

$$7. \quad s=0,6, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,6 = 18,84 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,6/0,206 + 0,206/0,6 + 2 \cdot 0,24} = 1095,91H \cdot м.$$

$$8. \quad s=0,75, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,75 = 11,775 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,75/0,206 + 0,206/0,75 + 2 \cdot 0,24} = 941,23H \cdot м.$$

$$9. \quad s=0,9, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 0,9 = 4,71 \text{ рад/с,}$$

$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{0,9/0,206 + 0,206/0,9 + 2 \cdot 0,24} = 821,27H \cdot м.$$

$$10. \quad s=1, \quad \omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s = 47,1 - 47,1 \cdot 1 = 0 \text{ рад/с,}$$

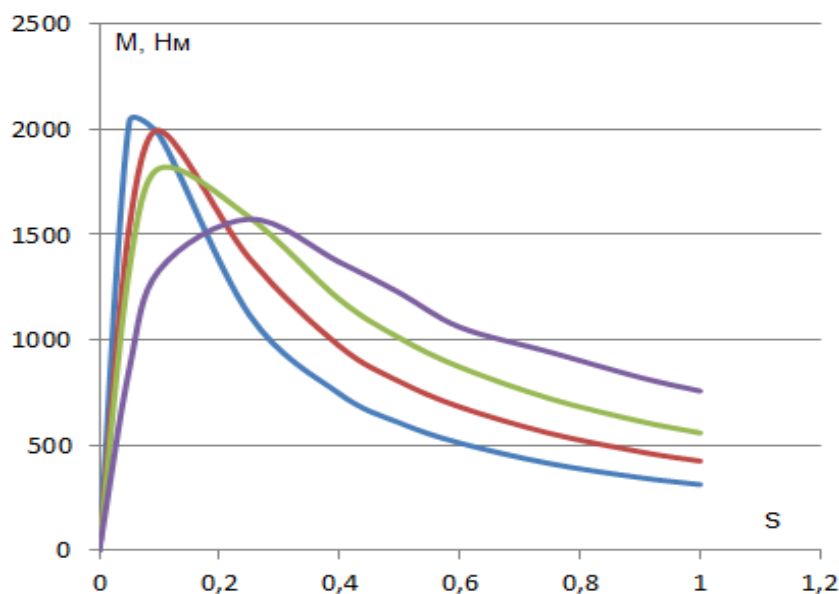
$$M_{Д15} = \frac{2M_{к15}(1 + as_{к15})}{s/s_{к15} + s_{к15}/s + 2as_{к15}} = \frac{2 \cdot 1594,63 \cdot (1 + 0,38)}{1/0,206 + 0,206/1 + 2 \cdot 0,24} = 756,22 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи және жасанды сипаттамаларының есептелініп алынған мәндері 2.4 кестеде көрсетілген.

2.4 кесте – ЖТ-АҚ жүйесінің табиғи және жасанды сипаттамаларының есептелініп алынған мәндері

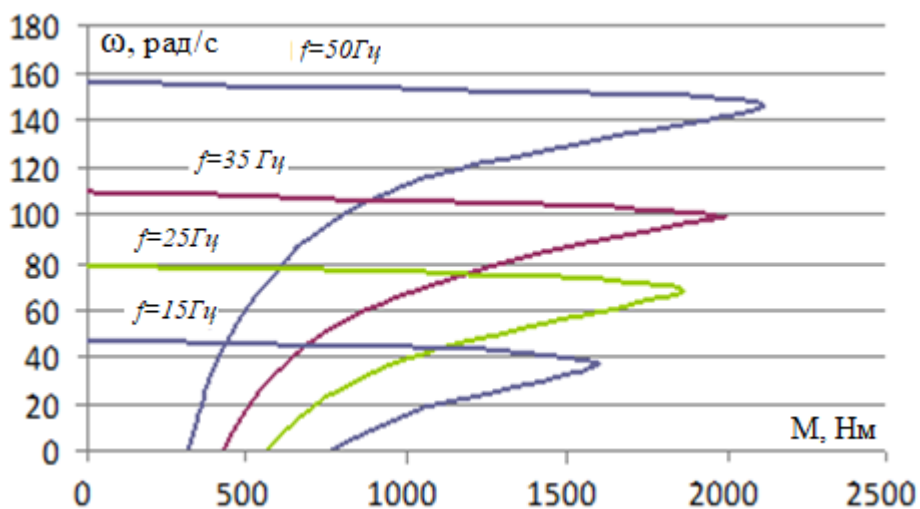
s	ω_{50}	МД ₅₀	ω_{35}	МД ₃₅	ω_{25}	МД ₂₅	ω_{15}	МД ₁₅
0	157	0	109,9	0	78,5	0	47,1	0
0,05	149,15	2034	104,405	1533,09	74,575	1334,55	44,745	859,1
0,1	141,3	1971,47	98,91	1994,58	70,65	1814,13	42,39	1331,67
0,25	117,75	1117,6	82,425	1386,31	58,875	1582,01	35,325	1572,97
0,4	94,2	743,2	65,94	969,67	47,1	1191,19	28,26	1368,1
0,5	78,5	604,96	54,95	801,24	39,25	1008,33	23,55	1222,89
0,6	62,8	509,48	43,96	681,08	31,4	870,52	18,84	1059,91
0,75	39,25	411,56	27,475	555,05	19,625	720,06	11,775	941,23
0,9	15,7	345,01	10,99	467,91	7,85	612,72	4,71	821,27
1	0	311,9	0	423,4	0	557	0	756,22

Есептелген мәндер бойынша 50, 35, 25 және 15 Гц жиіліктердегі табиғи және жасанды механикалық сипаттамалары $M=f(S)$ тұрғызылды (2.6 сурет).



2.6 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың $f = 50, f = 35, f = 25, f = 15 \text{ Гц}$ жиіліктердегі моментінің сырғанауға тәуелді графиктері

Асинхронды қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығының моментке тәуелді сипаттамасын $\omega=f(M)$ тұрғызу (2.7 сурет).

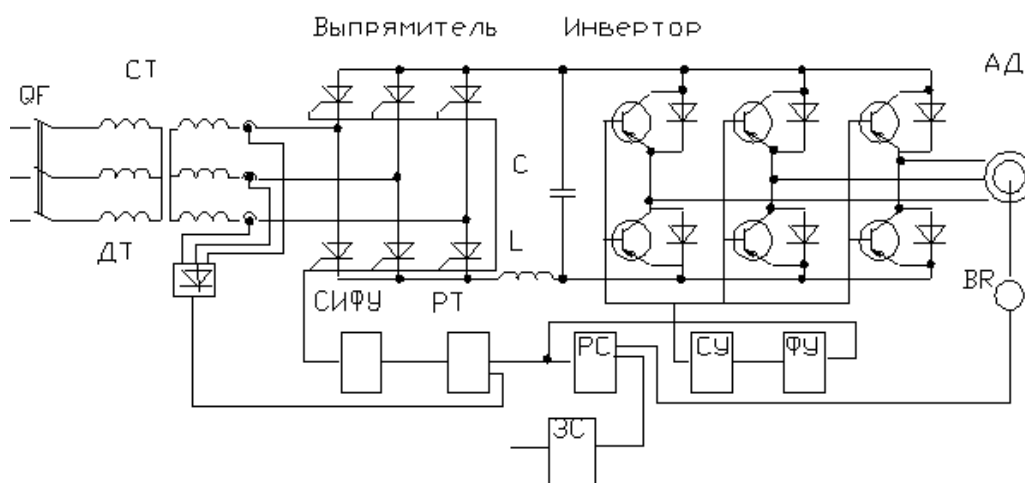


2.7 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың $f = 50, f = 35, f = 25, f = 15 \text{ Гц}$ жиіліктердегі бұрыштық жылдамдықтың сырғанауға $\omega=f(M)$ тәуелді графиктері

3 Ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің жиілік түрлендіргіш күштік сұлбасының шамалрын есептеу және элементтерін таңдау

3.1 Негізгі элементтерін есептеу мен таңдау

Жиілік түрлендіргіш басқарылмайтын күштік түзеткіштен В, автономды инвертордан, ЕИМ басқару жүйесінен, автоматты реттеу жүйесінен, L_c дросселінен және C_c конденсатор фильтрінен тұрады (3.1 сурет). Шығысындағы жиілік пен кернеудің реттелуі жоғары сапалы ендік импульстік басқару арқылы инвертерде орындалады[8].



3.1 сурет - ЖТ-АҚ электржетегінің сұлбасы

Енді импульсті басқару модуляция периодымен сипатталады, ішінде электроқозғалтқыштың статорының орамасы түзеткіштің оң және теріс полюстеріне кезектеп қосылады.

Бұл күйлердің ұзақтылығы синусоидалы заңмен өзгереді. ЕИМ жоғары жиілікте электроқозғалтқыштың орамаларында олардың фильтрлік қасиеттерінен синусоидалы токтар ағады.

Солдай шығыс кернеудің қисық пішіні жоғары жиілікті екі полярлы тікбұрышты болып келеді. Шығысындағы токтың (асинхронды электроқозғалтқыштың орамасындағы ток) қисық сызығы іс жүзінде синусоидалы болып табылады. Инвертордың шығыс кернеуін екі тәсілмен реттеуге болады: амплитудалық – кіріс кернеудің мәнін өзгерту арқылы, ендік импульстік (ЕИМ) вентильдердің қосылу бағдарламасын өзгерту арқылы $V_1 - V_6 U_B =$ кезде. Автономды кернеу инвертор шығысында сүзгі бар. Шығыс сүзгісінің ең көп тараған түрі LC сүзгісі болып табылады. Фильтрге қойылатын негізгі талаптардың бірі, стационарлы күйде айнымалы кернеудің берілген гармоника коэффициентін қамтамасыз ету болып табылады.

Фильтрдің индуктивтілігі келесі формула арқылы анықталады:

$$L_{\phi 2} \geq \frac{0,25 \cdot E_{\max}}{(0,4 \dots 0,6) \cdot f_k \cdot I_{\text{ном}}} \cdot \quad (3.1)$$

мұндағы f_k – тасымалдаушы жиілік;

E_{\max} – В, тұрақты кернеу көзінің максимал кернеуі. Бұл жағдайда ток кернеуінің 10% -ға асып кетуін есепке ала отырып тұрақты ток бөлігіндегі кернеу.

$$E_{\max} = 1,1 \cdot U_d \cdot \quad (3.2)$$

$$E_{\max} = 1,1 \cdot 515 = 566,5 \text{ В.}$$

АТО типті электр жетегінде тасымалдаушы жиілік бағдарламалы өзгереді. Бұл жағдайда $f_k = 8 \text{ кГц}$ (10). Шектеу жиілігі тиристорлардың рұқсат етілген коммутация жиілігімен шектелген, ол 16 кГц. Сүзгі индуктивтілігінің сандық мәні келесі формула арқылы анықталады[9]:

$$L_{\phi 2} \geq \frac{0,25 \cdot 515}{0,6 \cdot 8000 \cdot 8,9} = 0,003 \text{ Гн.} \quad (3.3)$$

РТСТ – 20,5-2,02У3 типті реактор орнатылады, оның параметрлері 3.1 кестесінде көрсетілген.

3.1 кесте – РТСТ – 20,5-2,02У3 реакторының техникалық симаттамасы

Аты	Өлшем бірл.	Мәні
Қорек беруші желінің номиналды линиялық кернеуі, $U_{\text{сном}}$	В	410
Номиналды фазалы ток, $I_{\text{ном}}$	А	20,5
Фазаның номиналды индуктивтілігі, L_p	мГн	2,02
Ораманың активті кедергісі, R_p	МОм	265

Фильтрдің сыйымдылығы келесі формула арқылы анықталады:

$$C_{\phi 2} = \frac{T_k^2}{64 \cdot k_r \cdot L_{\phi 2}} \cdot \quad (3.4)$$

мұндағы T_k – тасымалдаушы жиіліктің периоды, с;

$$T_k = \frac{1}{f_k} \cdot \quad (3.5)$$

$$T_k = \frac{1}{f_k} = \frac{1}{8000} = 0,000125 \text{ с.}$$

k_r – жоғары гармоникалардың коэффициенті; $k_r=0,05$;

фильтр сыйымдылығының сандық мәні:

$$C_{\phi 2} = \frac{0,000125^2}{64 \cdot 0,05 \cdot 2,02 \cdot 10^{-3}} = 2,47 \text{ мкФ.} \quad (3.6)$$

МБГО–1-400В–2,4мкФ±10% типті конденсатор орнатылады. Дроссельдерді әр фазаға асинхронды қозғалтқышпен тізбектей қосады, ал конденсаторларды үш бұрыш қылдырып қозғалтқышқа параллель қосады. Сәйкесінше конденсаторлар статор тізбегінің жалпы кедергісіне қатты әсері болмайды, сол себепті есептеу кезінде фильтрдің кедергісін санамаса болады.

3.2 Микропроцессорлы басқарылатын жиілік түрлендіргішті таңдау

Алдыңғы қатарлы жиілік түрлендіргіш шығаратын фирмалардың жиілік түрлендіргіштерінің бәрінің элементтік базалары бірдей, сипаттамаларыда ұқсас. Қазіргі кезде Қазақстан Республикасының нарығында көбінен көрініп жүрген Mitsubishi фирмасының құрылғысы. Есептелген мәндердің және технологиялық талаптардың негізінде Mitsubishi фирмасының жиілік түрлендіргіші FR-A740-02160 таңдалды, $U/f = const$ заңдылығында жылдамдықты қажет ететін аралықта қамтамасыз етеді және апаттық режимдерден қорғаныстың барлық түрі қамтылған[17].

FR-A740 жиілік түрлендіргішінде инновациялық функциялар мен сенімді технологиялар қуаттың максимум мәнін құрастырады, экономикалық тиімді және әмбебап. FR-A740 түрлендіргіші үшфазалы қозғалтқыштардың сериялы түрлендіргіштері болып табылады. FR-A740 модельдері қуаттардың 0,4 тен 500 кВтқа шейінгі аралықтарын қамтиды.

FR-A740 барлық жұмыстық қалыптарға тиімді магниттік ағындарды есептейді. Мысала, өте төменгі шығыс жиілігі 0,3 Гц үшін айналмалы моменттің 200% қамтамасыз етеді. Mitsubishi Electric фирмасының шығарған "сенсорсыз векторлық басқару" (Real Sensorless Vector Control RSV) жаңа технологиясымен моменттерді реттеуге болады. FR-A740 жиілік түрлендіргіші барлық аралық реттеулерде дәлдік $\pm 0,01$ % және моменттер дәлдік +10 % қамтамасыз етеді.

Преобразователь FR-A740 түрлендіргіші әртүрлі коммуникация мүмкіндігіне ие. Оған USB сериялы кірісі және RTU Modbus енгізілген. PROFIBUS, CC-Link, CANopen тораптарына қосылу мүмкіншіліктері бар.

FR-A740 түрлендіргіші модульды құрылымды. Басқару пульті және PROFIBUS модуль бөгде құрылғыларды қолданбайақ ауыстырылады.

FR-A740 түрлендіргіші үлкен қуат резервімен сипатталады. Мысалға, үлкен жиіліктер мен жоғары номинал температураларда шығыс қуатын төмендетуді қажет етпейді. Бұндай процесс жоғары сапалы күштік модульдардың арқасында орындалады. Ішке орнатылған электрмагниттік

сыйсымдылық сүзгісі арқасында, түрлендіргіш EN 61800-3 стандартына сәйкес келеді.

FR-A740 түрлендіргішінің ішкі контроллер функциясы, тұтынушылардың тиімді сұраныстарын қамтамасыз етеді. Осы функциялар арқасында түрлендіргіш өз бетінше күрделі қолданбалы есептерді шешеді.

FR-A740 түрлендіргіші бірмезетте жүктеменің төрт диапазонын қамтиды. Бұл қажетті түрлендіргішті белгілі бір технологияға таңдарда максималды тиімдейді.

FR-A740 түрлендіргіші пайдалануға жеңіл қосылады және қолдану кезінде өте қарапайым. FR-Configurator бағдарламасының көмегімен түрлендіргішті бағдарлауға болады, сонымен бірге белгілі бір қолданбалы есептерде оқуға, жүктеуге және ақпараттарды сақтауға болады. Осциллограф және графикалық сараптау механизмдердің функциялары электржетектік жүйені тиімдейді.

Түрлендіргіш микропроцессорлық басқару жүйесімен және GBT (Insulated Gate Bipolar Transistor = биполяр транзистор оқшаулағыш бөгетімен) модуль-транзисторымен жабдықталған. Соның арқасында түрлендіргіш сенімді және әмбебап. Жиілік коммутация таңдалатын ендік-импульсті модуляция әдісі электрқозғалтқышының шусыз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Қорғаныстың кеңкөлемді функциялары түрлендіргіш пен электрқозғалтқышты тиімді қорғайды [17].

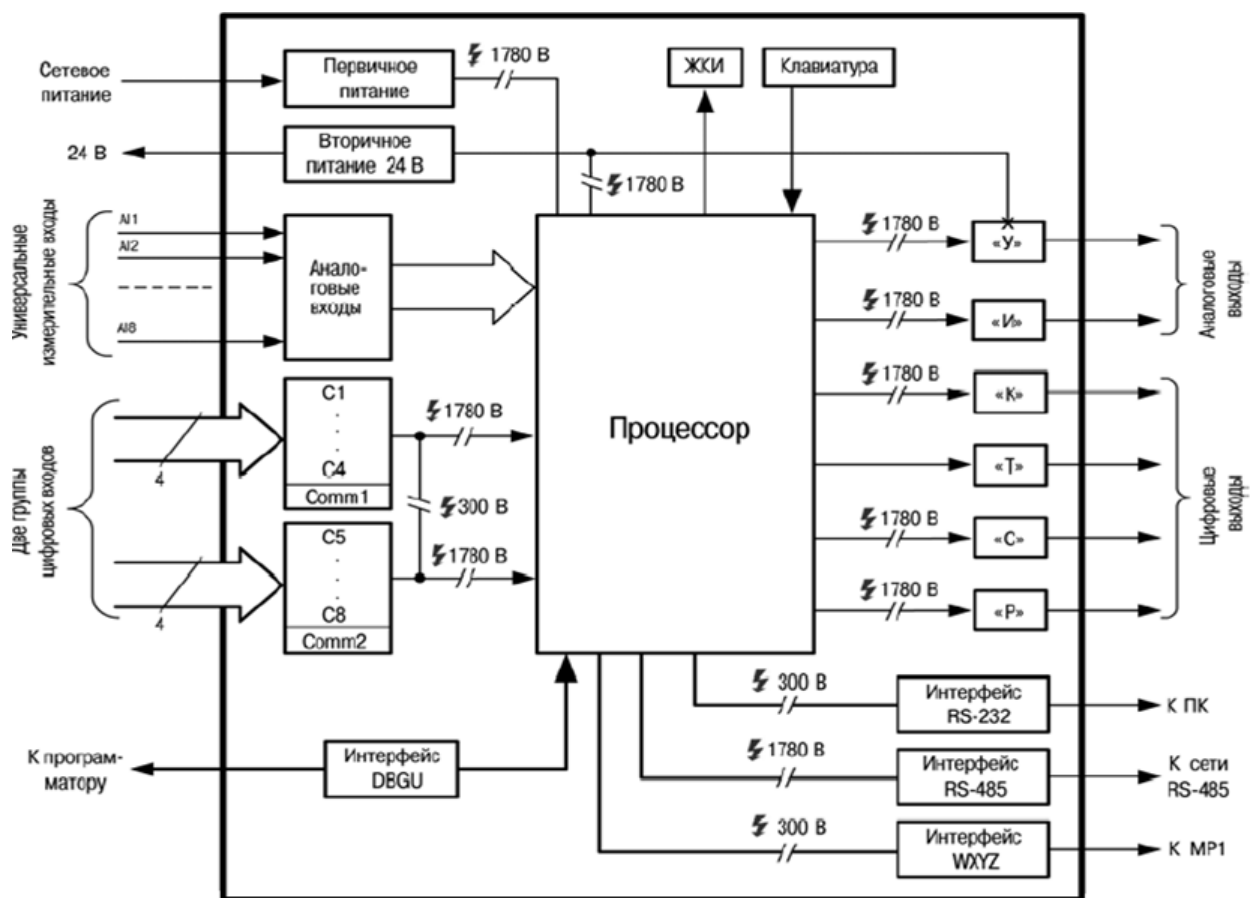
Негізгі ерекшеліктері:

- пайдаланудағы қарапайымдылығы;
- басқару белгілердегі аз уақыты;
- модульдік құрылымына байланысты қолайлы конфигурациясы;
- импульстің жоғары жиілігінде қозғалтқыштың шусыз жұмыс жасауы;
- IGBT жаңа технологиясы және цифрлы микропроцессорлық басқару;
- U/f-сызықтық басқару;
- U/f-квадраттық басқару;
- сырғанау қарымталуы;
- режим бұзылған кезде автоматты түрде қайта қосылуы;
- қосылу қисығының үтіктелуі;
- апатсыз жұмыс істеуі үшін токшектегішінің (FCL) тез әрекет етуі;
- резонансқа қарсы 4 жиілік өткізгіштігі.

Автоматтандырылған электр жетек цифрлы микропроцессорлы басқарылады, себебі программаланатын контроллермен (ПК) қамтамасыз етілген. ПК жұмыс принципі жалпы функциягальдық сұлбамен түсіндіріледі. (3.2 суреті). Басында ПК жазу режимінде жұмыс жасайды және тұрақты есте сақтау құрылғысына (ТЕСК) беріледі. Ары қарай ПК жұмыс режиміне көшеді, онда сканер (ток импульсінің генераторы) тізбекті түрде ТЕСҚ сұрастырады және құрылғының кіріс, шығыс регисторлары адрестеріне сәйкес ұяшықтарды таңдайды және процессорға қосылады. Процессор ТЕСҚ түсетін командаларға (қадамдарға) сәйкес белгілермен логикалық кірс және шығыс операцияларын жасайды, кіріс және шығыс қалпын түрлендіреді [17].

орындалады: программаның соңғы командасымен және ТЕСҚ барлық көлемінің өңделуімен.

3.2 суретінде Mitsubishi фирмасының FR-A740-02160 түрлендіргішінің ПК функциональды сұлбасы келтірілген.



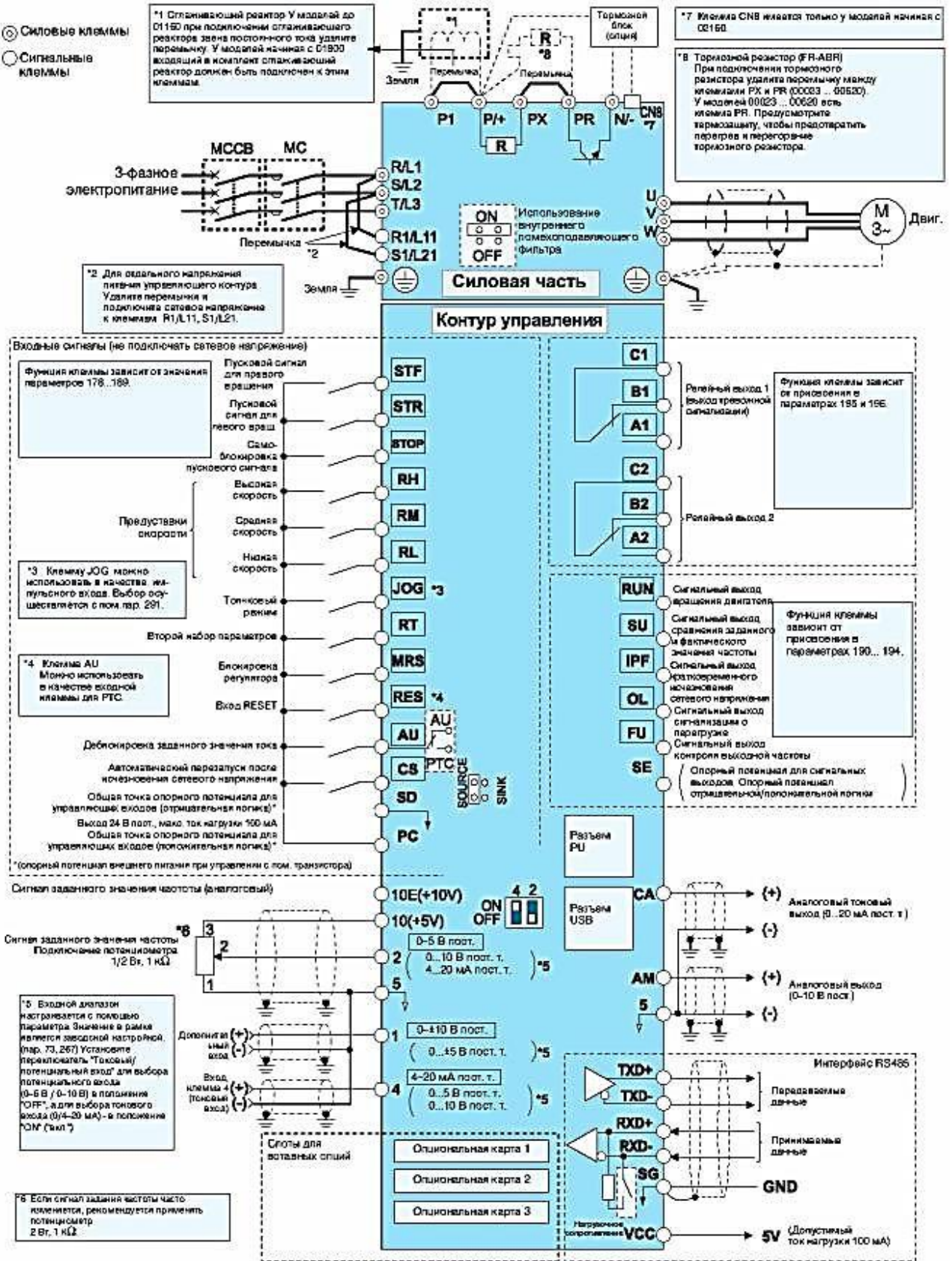
3.2 сурет- Mitsubishi фирмасының FR-A740-02160 түрлендіргішінің ПК функциональды сұлбасы

3.3 суретінде Mitsubishi фирмасының FR-A740-02160 түрлендіргішінің ПК құрылғыларының жалғануы келтірілген.

Сонымен жиіліктік реттегішті ортадан тепкіш сорғының электржетегін ПК базасында микропроцессорлы басқару мыналарды қамтамаыз етеді:

- ортадан тепкіш сорғының электржетегінің жылдамдығын қоршаған орта температурасы және ылғалдылығына байланысты автоматты және баяу реттеуді;
- сорғыны қозғалтқыштың минималь үтіктелген қосу тогымен баяу орнынан қосуды, ондай процесс кинематикалық звеноларда (муфта, рдуктор т.с.с.) динамикалық жүктемелерді әжептәуір төмендетеді;
- қозғалтқыштың орамдарында электрмагнитті күштерді азайтады, дірілдер төмендегеннен қозғалтқыштың орамдарының пайдалану мерзімі ұзарады.

Положительная логика



3.3 сурет – ЖТ Mitsubishi FR-A740 қондырғысының жалғану сұлбасы

3.3 Жиілік түрлендіргішіндегі электрмагниттік сыйсымдылық сұрақтарын қарастыру

Әрбір электртұтынушы, электрқабылдаушы электрэнергияның белгілі бір шамаларында жұмыс істеуге тағайындалған; номинал жиілігі, номинал кернеуі, номинал тогы, номинал қуаты, сондықтан олардың қалыпты номинал көрсеткіштерімен жұмыс жасауын қамтамасыз ету үшін электрэнергиясының сапасы қамтамасыз етілуі қажет[13].

Электрэнергиясының сапасы электрэнергиясының жалпы сипаттамаларымен аныталады, ол кезде электр қабылдағыштар қалпты жұмыс жасайды және оларға жүктелген функцияларды сенімді орындайды. Вентильді түрлендіргіштер мен жоғары тиімді технологиялық құрылғыларды кеңінен пайдалану электр энергиясының сапасын көтеруді талап етеді. Жаңа экономикалы тиімді, керісінше энергожүйеге кері әсерлерін әкелетін технологияларды пайдалану электр тораптарында парадокстар туғызуда. Соның салдарынан тұтынушылар және энергожүйелер электр энергиясының сапасының төмендеуінен электрмагнитті және технологиялық залал шегуде.

Электрмагнитті залалдың негізгі формасы: генерация кезінде тиімділіктің төмендеуі, тораптар элементінің энергия шығындарының ұлғайуы, пайдалану мерзімінің қысқаруы және қалыпты жұмыс режимдері бұзылғандағы релелік қорғаныс пен автоматиканың, байланыс жүйесінің істен шығуы.

Электр энергиясының сапасының төмендеуінен кернеу ауытқуы туады. Кернеу ауытқуы электрқозғалтқыштардың жұмысына әжептәуір әсер етеді. Электрқозғалтқыштардың қысқыштар арасындағы кернеуінің төмендеуі магниттеудің реактив қуатының төмендеуін әкеледі, сол пайдалану қуатында қозғалтқыштың тогы ұлғаяы, соның салдарынан оқшауламалық материалдар қызады. Оқшауламаның көтеріңкі тозуы қозғалтқыштың пайдалану мерзімін қысқартады. Электрқозғалтқыштардың қысқыштар арасындағы кернеуінің төмендеуі айналмалы моменттің азайуынан қозғалтқыш басқа режимге ауысуы мүмкін және ротордың айғалу жиілігі төмендейді. Кернеудің төмендеуі қозғалтқыштың орнынан қозғауын нашарлатады, себебі орнынан қозғау моменті төмендейді.

Электрқозғалтқыштардың қысқыштар арасындағы кернеуінің өсуі олардың тұтынатын реактив қуатының өсуіне әкеледі, сондықтан оны қосымша құрылғылармен қарымталауды қажет етеді. Кернеу ауытқуының теріс мәндері өдіріс процестерінің уақытының өсуіне, шығарылатын өнімнің жарамсыздығына әкеледі. Кернеудің өсу кезінде электрқозғалтқыштарында номиналдық тұтынумен салыстырғанда электр энергиясының артық тұтынуын көруге болады.

Айналатын машиналарда кернеу мен токтың гармоникалары ротор орамдары мен статор тізбектерінде қосымша шығындарға әкеледі. Статор және ротор сымдарындағы омдық кедергілермен анықталатын шығындар құйындық токтар мен үстіңгі қабаттық эффект кезіндегі шығындармен салыстырғанда өте

үлкен. Гармоникалар әсерлерінен статор мен ротор қаптал аумақтарында туатын ағын токтарда өсымша шығындарға әкеледі. Осылардың бәрі машинағың жлпы температурасының өсуіне және жергілікті қызуларға әкеледі. Кейбір жағдайларда гармоникалы токтар ротордың механикалық дірілін туғызады.

Электрмен қамтамасыз ету жүйесінің элементтеріндегі жүктеменің симметриялы емес токтары оларда симметриялы емес кернеу құламаларын туғызады. Осының салдарынан электртұтынушылардың кірістерінде кернеулердің симметриялы емес жүйесі пайда болады.

Электртұтынушының жүктелген фазасындағы кернеу ауытқуы рұқсат етілген мәннен асып кетуі мүмкін. Симметриялы емес режимдерде электр тұтынушылардың кернеу режимінің төмендеуі электрқондырғыларының жұмыс шартының төмендеуіне әкеледі, соның салдарынан электрқондырғыларының, электр тораптар элементтерінің және электрмен қамтамасыздандыру жүйесінің сенімді жұмыс істеуі бұзылады.

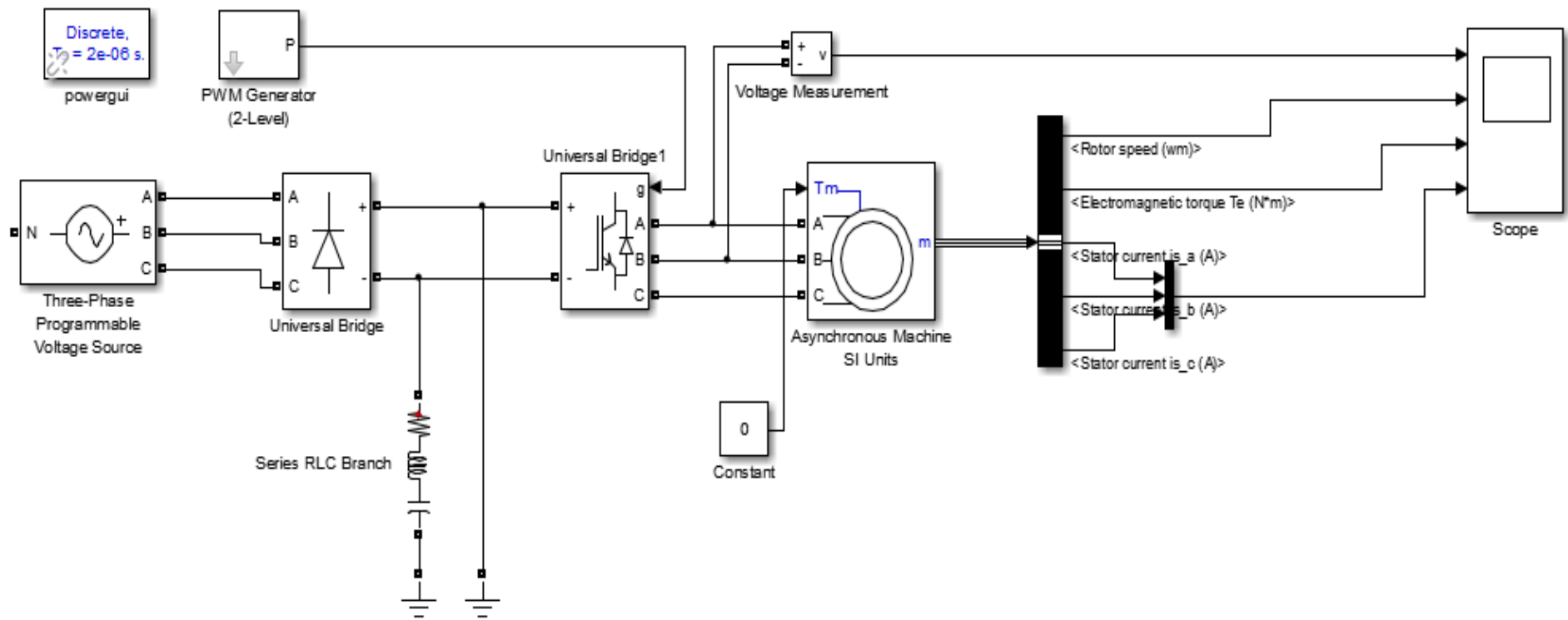
Асинхронды қозғалтқыштың керітіркелісегі кедергісі туратіркелістегі кедергісінен 5 есе аз, сондықтан кернеудің аз көлемдегі симметриялы еместігі керітіркелістегі токтың ұлғаюына әкеледі, соның себебінен статор мен роторда қосымша қызулар пайда болады. Осылардың бәрі қорыт келе, оқшауламаның қарқынды тозуына, өндірістің өнім өарқыны төмендейді және актив қуаттың жетіспеушілігіне әкеледі..

3.4 Ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің MATLAB бағдарламасындағы моделін құрастыру, сипаттамаларын салыстыру

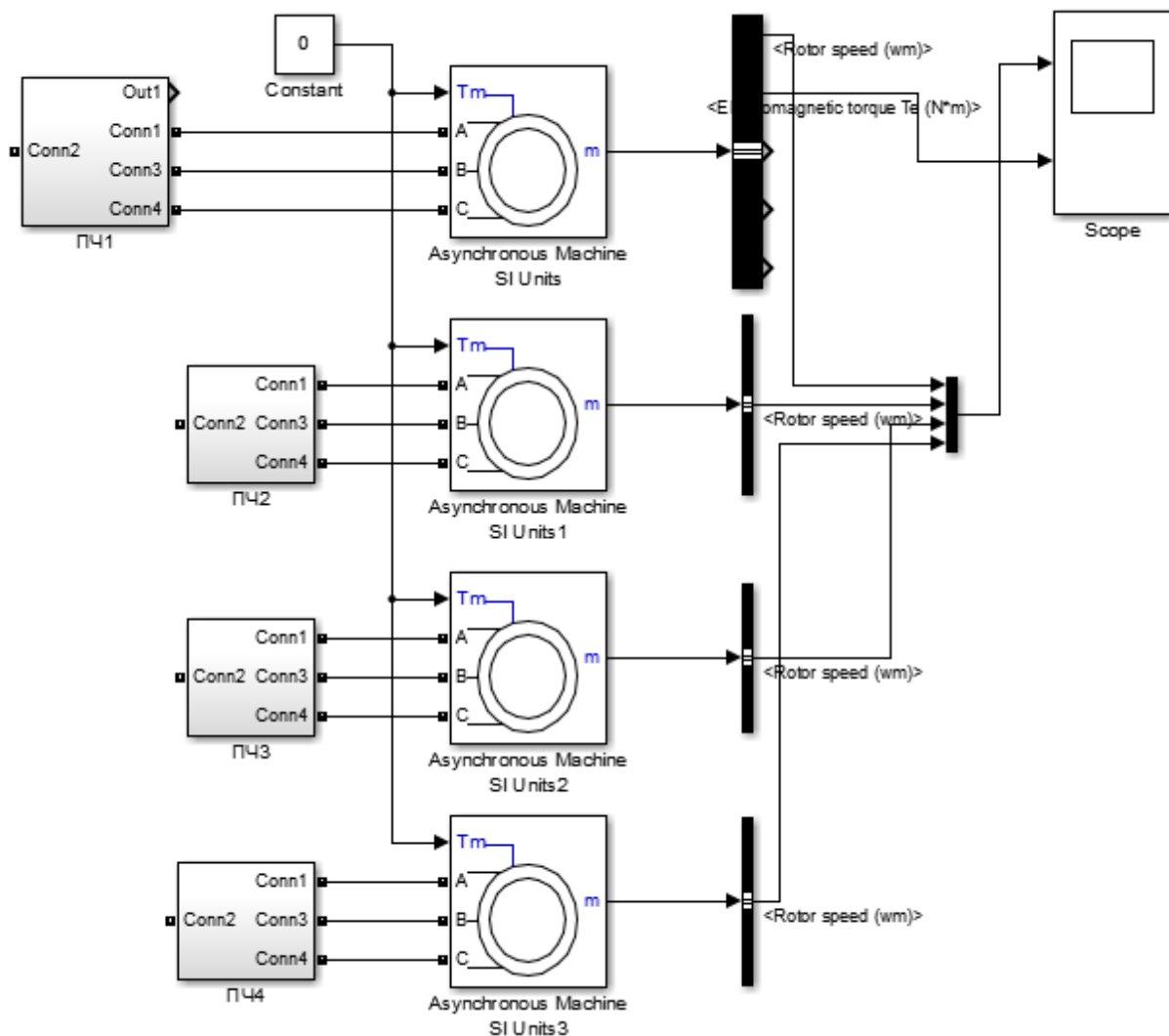
Жартылай өткізгішті электр жетектерін құрастыру негізінен жүйенің күштік түрлендіргіш және электр жетектің басқару бөлігін құрастырумен байланысты. Бұндай мәселелерді шешу қазіргі кезде қолданбалы программалар пакетіне сүйенетін күшті компьютерлік технологиялардың пайда болуы арқасында іске асру мүмкін болып отыр [16].

Жартылай өткізгішт электржетегін модельдеудің ең тиімді программалық пакеті ол Matlab программасы, автоматтандырылған жартылай өткізгіш электр жетегін оқуда күнделікті қолданылаын негізгі құрал.

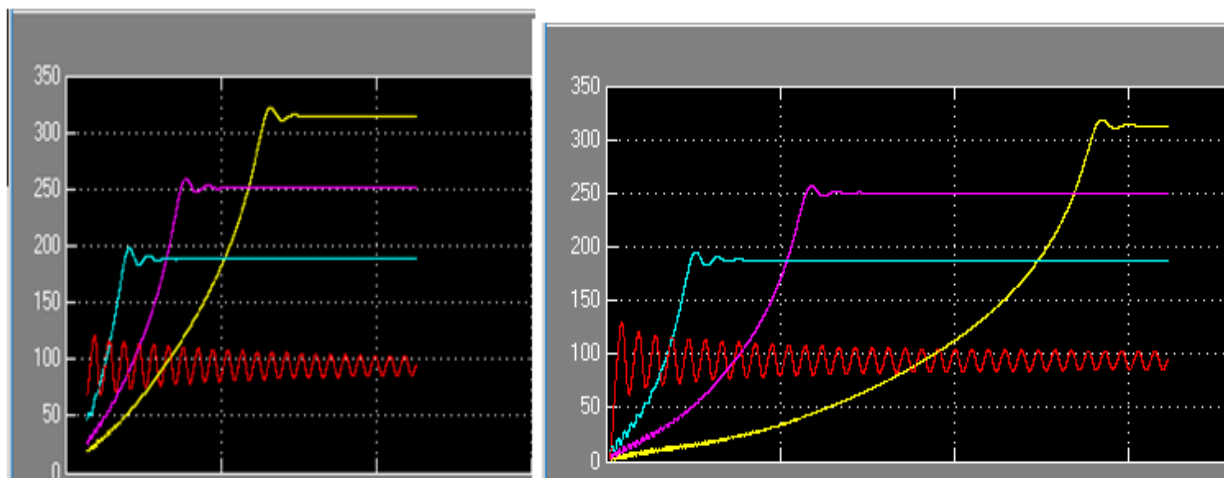
ЖТ-АҚ Matlab ортасындағы моделінің құрылымдық сұлбасы 3.2 суретінде және 3.3 суретінде АҚ механикалық сипатамаларын салыстыру моделі келтірілді. Модельдеу үшін таңдалған BA250S2YXJ2 электрқозғалтқыштың құжаттық міндері мен есептелген міндері қолданылды. $P=55$ кВт, $U_1=220$ В, $I_1=126,6$ А, $f=50$ Гц, $p=2$, $R_S=0,024$ Ом, $R_R=0,013$ Ом, $L_S=L_R=2,77 \cdot 10^4$ Гн, $J=1$ кгм².



3.5 сурет – ЖТ-АҚ Matlab ортасындағы моделі



3.6 сурет- АҚ механикалық сипатамаларын салыстыру моделі



3.7 сурет -Әртүрлі жүктемелердегі алынған жылдамдық өзгерісінің графиктері

4 Өміртiршiлiк қауiпсiздiк бөлiгi

4.1 Мұнай өндiру жабдығына қатысты қойылатын жалпы қауiпсiздiк талаптары

Мұнай химиялық өнеркәсiбiнде қолданылатын машиналар, аппараттар және басқа да жабдықтары қолдану ұстанымы, құрастырлымы, үлгiлерi және өлшемдерi жағынан айтарлықтай әртүрлi. Алайда, пайдалану кезiнде қауiпсiздiктi қамтамасыз етуге мүмкiндiк беретiн жабдықты құрастыру барысында сақталуы мiндеттi болып табылатын кейбiр жалпы талаптары да жоқ емес. Аталмыш талаптары МЭСТ 12.2.003-74 мазмұнында келтiрiлген:

өндiрiстiк жабдығының қауiпсiздiгi қолдану принциптерiн, құрастырылымдық сұлбаларын, материалдарды, жұмыс процестерiн және т.б.т.с.с. дұрыс таңдалуымен қамтамасыз етiледi;

механизациялау, автоматизациялау, алыстан басқару құралдарын максималды пайдалануымен;

құрастырылымында арнайы қорғаныс құралдарын қолдануымен; эргономикалық талаптарының орындалуымен;

қауiпсiздiк талаптарын монтаждау, пайдалану, жөндеу, тасымалдау және сақтау жөнiндегi құжаттамасының iшiне енгiзiлуiмен.

Жабдықты пайдалану барысында қоршаған орта зиянды заттарымен орнатылған нормаларына шамадан тыс мөлшерде ластануы тиiс және жарылыс және өрт түрғысынан қандай да болмасын қауiп болмауы тиiс.

Қауiп келтiретiн жабдықтың қозғалып тұратын бөлшектерi қоршалып немесе қорғаныс құралдарымен жарақтандырылуы тиiс, оқшаулануы функционалдық тағайындалымымен рұқсат етiлмейтiн бөлшектерiнен басқа. Мұндай жағдайда қорғаныстың арнайы шараларын қарастырған жөн[19].

Жабдық өндiрiстiк бөлме-жайларының жұмыс аймақтарына зиянды заттарын шығарудың, рұқсат етiлген деңгейдiң (концентрацияларының) шегiнен жоғары мөлшерде жылудың және ылғалдың әртүрлi сипаттағы сәлеленулердiң бiрден бiр көздерi болмауы тиiс. Зиянды, жарылыс қауiпы, өрт қауiпты заттарын функционалдық түрде жою және апаттық шығарылымдары үшiн жабдықтар арнайы құрылғыларымен жарақтандырылуы керек.

Жабдықтың құрастырылымы шудың, ультрадыбыстың, инфрадыбыстың, дiрiлдеулердiң регламенттелгенге дейiнгi деңгейлерiнiң төмендетуiн немесе жоққа шығарылуын қамтамасыз етуi тиiс.

Адам байланысқа түсетiн жабдықтың элементтерiнде үшкiр болып келген жақтаулары, бұрыштары, тегiс емес, жанғыш және шамадан тыс салқындаған жоғары беттерi болмауы тиiс.

Жабдықтың құрастырылымының құрамына кiретiн жұмыс орындары және олардың элементтерi жұмыс iстеп тұрған адамға қолайлы, ыңғайлы және қауiпсiз жағдайда болуы тиiс.

Операторға жабдыққа қызмет көрсету барысында орын ауыстыру қажет болған жағдайда жабдық қауiпсiз өткелдерiмен, алаңқайларымен,

басқыштарымен, таяныштарымен, асуларымен және т.б. жарақтандырылуы тиіс.

Жұмыстың қалыпты тәртібі бұзылған жағдайда жабдықтың дабыл қағуға арналған құралдары болуы тиіс, ал қажет болған жағдайларында – автоматты түрде тоқтатуға, тежеуге, және қуат көздерінен ажыратуға арналған арнайы құралдары болуы тиіс[14].

Қуат көзі күтпеген жерден ажыратылып қалған кездегі қауіптілікті болдырмау үшін жабдықтың іліп алу, қыстырма және көтерме құрылғыларының барлық жұмыс органдары немесе олардың келтірмелері арнайы қорғаныс құрылғыларымен жарақтандырылуы тиіс. Мұнда айта кету керек, қуат беру көзін қалпына келтірілген жағдайда жұмыс органдарының келтірмелерінің өздігінен қосылып кету мүмкіндігін алдын алу қажет.

Жабдықтың құрастырылымы адамды электр тогымен жарақаттануынан қорғанысын қамтамасыз етуі тиіс.

Жабдықпен басқару органдары келесідей негізгі талаптарына сәйкес болулары тиіс, яғни:

жұмыс істеуге қауіпсіз және қолайлы нысаны, мөлшері және үстіңгі қабаты болуы тиіс;

жұмыс аумағында қолайлы орналасуы тиіс;

орналастыру барысында оларды бір орыннан басқа орынға ауыстыру үшін орнатылған стандарттарынан асып түспейтін күштері ескерілгені жөн, сонымен қатар, пайдаланудың реттілігі және жиілігі;

жабдықтың өздігінен қосылу және ажыратылу мүмкіндігін жоққа шығару.

Біркелкі жабдығымен басқарылуы бірыңғайландырылған, ал маховиктердің, штурвалдардың, рычагтардың, педальдардың және т.б. қозғалысының бағыттары – орнатылған ережелеріне сәйкес болуы тиіс.

Барлық функционалды мүмкінді жағдайларында басқару органдарының орын ауыстыру бағыты жабдықтың жұмыс органдарының бағытымен байланысты болуы тиіс. Өз құрастырылымымен (блоктануларымен) басқару органдары операциялардың дұрыс емес реттіліктерінің жүзеге асырылу мүмкіндігін жоққа шығаратын немесе операциялардың дұрыс реттілігін көрнекі көрсететін сұлбалары және жазбалары болуы тиіс.

Апаттық ажырату органдар (тетіктер, рычагтар және т.б.) қызыл түсті болып, оларды іздеуге жеңілдік беретін нұсқаушылары, тағайындалуы туралы жазбалары болуы тиіс, және қызмет көрсететін персонал үшін қол жетімді болуы тиіс.

4.2 Шу көздерін анықтау

Шу дегеніміз ынғайсыз әртүрлі қарқындылықтағы және жиіліктегі дыбыстардың қоспасы болып табылады. Күшті қарқынды шулар еңбек өнімділігін төмендетеді және ол әртүрлі жарақаттанушылыққа әкелуі мүмкін.

Ауадағы дыбыс тербелістері күшейген және азайған қысымдар туғызуы мүмкін, бұларды дыбыстық қысымдар деп атайды. Адам құлағының есту шекарасы 16 Гц-тен бастап 20000 Гц-ке дейінгі аралықта жатады, ал дам естімейтін 16 Гц-тен төменгі жиілік инфрадыбыстар облысы, ал 20000 Гц-тен жоғары тербелістегі дыбыстар ультрадыбыстар облысына жатады.

Адам құлағына тек дыбыс жиілігі ғана емес, сонымен қатар оның қарқындылығы мен қысымы әсер етеді [19].

Шу көздеріне мыналар жатады:

1. механикалық материалдар қозғалысы, заттардың соқтығысуы (соққылануы);
2. аэрогидродинамикалық (газ, бу, ... қозғалысы), (ысқырық);
3. термиялық (газдардың жануы, ...);
4. жарылыстық және импульстық шулар (қопарылыспен істелетін жұмыстар, іштен жанатын қозғағыштардың жұмысы) мотор, т.б..

Жиілік құрамы бойынша шулар былай бөлінеді:

1. төменгі жиіліктер (<300 Гц);
2. орташа жиіліктер (300-1000 Гц);
3. жоғарғы жиіліктер (>1000 Гц).

4.3 Шудан қорғану

Өндіріс ғимаратындағы шуды азайту үшін әртүрлі әдістер қолданылады: шуды, оны тудырғыш көзінде азайту; дауысты жұту мен дауысты бәсеңдету; шуды тұтындырғыш қондырғы; СИЗ-ді қолдану.

Механикалық шуды азайту үшін жабдыққа өз уақытын жөндеу жұмысын жүргізу, соққы үрдістерді соққысызға ауыстыру, ықтиарсыз май жағуды қолдану қажет [20].

4.1-кесте жұмыс орындарындағы дыбыс қысымдардың рұқсат етілген нормалары. 4.1-кестеде келтірілген параметр мәндері санитарлы нормаларға сәйкестігін көруге болады.

Адам ағзасына зиянды әсерлер тек есту мүшесінің зақымдануын ғана емес, сонымен бірге жүйке жүйесінің қызметіне кері әсерімен сипатталады. Шудың адам ағзасына ұзақ уақыт бойы әсерінің нәтижесінде, келесі төмендегідей дерттерге шалдығуына әкеліп соғады: жүрек қағыс ритмінің бұзылуы, қан қысымының өзгеруі, есте сақтау қабілетінің нашарлауы. Шу деңгейін төмендету үшін, дыбыс жұтқыш қаптама беттер, жеке қорғану құралдарын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Аэродинамикалық шудың төмендеуін тындырғыш қондырғысымен дыбыс бәсеңдету конструкциясының аэродинамикасын азайту арқылы жетуге болады.

4.1-кесте -Дыбыс қысымдардың рұқсат етілген нормалары

Көрсеткіштері	Белсенді жиілік диапазонындағы (Гц) дыбыс қысымының деңгейі(ДБ)							
	Нақты барлары	63	125	250	500	1000	Q2UU	Q40U
80		75	60	54	60	51	60	40
Нормативті	91	80	77	73	70	68	66	64

Электр магнитті шулар электрлі машиналардағы конструктивті өзгертулермен төмендетеді.

4.4 Ортадан тепкіш электр қозғалтқыштарының өндірістік шуын есептеу

Есептің шарты-қызметкерлердің шудың әсерінен қорғанудың және акустикалық шуды есептеуді жүргізу. Егер бөлмеде бірнеше бірдей деңгейдегі дыбыстық қуатты шу көзі жұмыс істеген жағдайда. Шу көзі жерде орналасқан ($\Phi=1$). Есептеу нүктесі жерден 1,5м биіктікте шу көзінен r қашықтықта орналасқан. Есептелген нүктенің дыбыстық қысымының октавалық деңгейін анықтау қажет. Есептеу нәтижесін белгіленген дыбыстық қысымның деңгейімен салыстыру қажет. Қызметкерлерді шудан қорғау шарасы ретінде дыбыстық қысымды төмендетуді және бақылау кабинасының параметрлерін есептеу.

4.2-кесте - Есептеуге арналған берілімдер

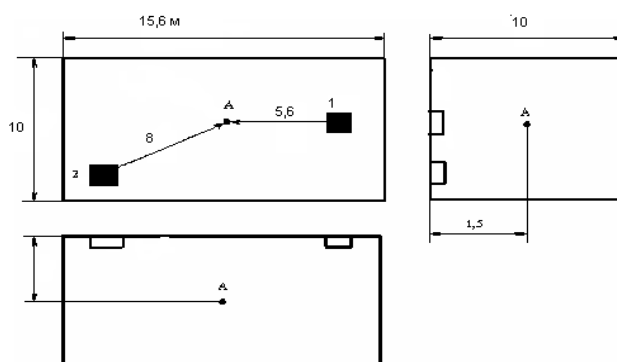
Атаулары		Мәні
Құрал-жабдық түрі		Асинхронды электрқозғалтқыштары
Шу көздерінің саны		2
ШК-нен ЕН-ге дейінгі арақашықтық, m	R_1	5,6
	R_2	8
Бөлменің көлемі, m^3		1560
$B/S_{огр}$ қатынасы		0,2
L_{max} , M		1

Есептің шарты бойынша геометриялық өлшемі 15,6x10x5 бөлмеде 2 асинхронды электр қозғалтқыш орналасқан, қозғалтқыштың және есептелетін нүктенің орналасуы төмендегі 4.1-суретте көрсетілген.

Есептелетін нүктедегі дыбыстық қысымның октавалық деңгейін төмендегі формула бойынша есептеледі [21].

$$L_i = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot \chi_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\varphi}{B} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta_i \right) \quad (4.1)$$

$$\Delta_i = 10^{0,1 \cdot L_{pi}} \quad (4.2)$$



4.2-сурет Құрал-жабдықтың орналасу сұлбасы

мұндағы L_{pi} – i -ші шу көзі шығаратын дыбыстық қуаттың октавалық деңгейі дБ;

Φ – шу көзінің бағытталу факторы ($\Phi=1$);

m – есептелетін нүктеге жақын (яғни $r_i < 5 \cdot r_{\min}$) шу көзінің саны;

n – бөлмедегі шу көзінің жалпы саны.

Акустикалық центр мен есептелетін нүктенің арасындағы және оған жақын орналасқан шу көзінің m ін қашықтығы $r_{\min} = 5$; $r_{\min} = 5 \cdot 5,6 = 28$ м.

Есептелетін нүктенің жанында орналасқан есепке алынатын жалпы шу көзінің саны, $r_i < 5$. $r_{\min} = 28$ м, $m = 2$, $r_1 = 5,6$ м, $r_2 = 8$ м, қашықтықта орналасқан шу көздері есепке алынады. Шу көзінің габариттік өлшемі $l_{\max} = 1$ м.

Барлық шу көзі үшін мына шарт орындалады $2l_{\max} < r_i$.

Сондықтан $S_i = 2$ деп алуға болады. $r_i / l_{\max} = 5,6 / 1 = 5,6$ арқылы табамыз. Дыбыстық қысымның қосындысының деңгейін $L_{\text{общ}}$ формуласы бойынша есептейміз. B және мәнін анықтаймыз.

Бөлме тұрақтысын $B1000$ анықтаймыз.

$$B1000 = V / 20 = 1560 / 20 = 78 \quad (4.3)$$

$\Psi = 0,825$ B тұрақтысының $S_{\text{орг}}$ ауданына қатынасына қатысты ($B / S_{\text{орг}} = 0,2$ шарты бойынша) табамыз. Шудың қажеттік дыбыстық қысымының деңгейін $\Delta L_{\text{тр}}$, есептелетін нүктеден аламыз:

$$\Delta L_{\text{тр}} = l_{\text{общ}} - l_{\text{доп}}, \text{ дБ}, \quad (4.4)$$

мұндағы $l_{\text{общ}}$ – барлық шу көздерінің есептелетін нүктедегі дыбыстық қысымның деңгейі, дБ.

1) 63 Гц жиілікті есептеу мысалын көрсетеміз:

63 Гц жиілігіне, $L_{p1} = 115$ дБ.

Содан кейін төмендегі формулалар бойынша есептеу жүргіземіз:

$$\Delta l = 100^{0,1 \cdot L_p}$$

$$\Delta l = 100,1 \cdot 115 = 3,16 \cdot 10^{11}$$

Ауданды есептейміз:

$$S_i = 2\pi r^2 \quad (4.5)$$

$$S_1 = 196,94 \text{ м}^2, S_2 = 401,92 \text{ м}^2.$$

Содан кейін (4.6) формула бойынша келесі мәндерді есептейміз:

$$100^{0,1 \cdot L_p} / S_n \quad (4.6)$$

$$\Delta l / S_1 = 16,5 \cdot 10^8;$$

$$\Delta l / S_2 = 7,86 \cdot 10^8;$$

Есептеуден кейін барлық алынған мәндерді қосамыз:

$$\sum \Delta l / S_i = 12,97 \cdot 10^8.$$

Ары қарай $B_{1000} = V/20 = 1560/20 = 78$ коэффициентін есептейміз. μ – анықтаймыз, мұнда $V = 1560 \text{ м}^3$ және 63 Гц жиілігі үшін $\mu = 0,5$ сонда:

$$B = B_{u1000} \cdot \mu = 15,6$$

$$\frac{4 \cdot \psi}{B_{u1000}} = \frac{4 \cdot 0,825}{39} = 0,086 \quad (4.7)$$

Есептелген мәндердің қосындысын аламыз:

$$L_{\text{общ}} = 10 \cdot \lg(2,32 \cdot 105) = 53,65 \text{ дБ}$$

Өндіріс бөлмелері мен оған қатысты территориядағы тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс зоналары 63 Гц жиілігі үшін дыбыстық қысымның деңгейін аламыз 99 дБ, яғни $L_{\text{доп}} = 99 \text{ дБ}$.

$$\Delta L_{\text{тр.доп}} = L_{\text{общ}} - L_{\text{доп}} = -45,4 \text{ дБ} \quad (4.8)$$

Жоғарыда жүргізілген есептеу нәтижесінде асинхронды электрқозғалтқышының дыбыстық қысымының деңгейі белгіленген деңгейден 4,28 дБ шамасынан асып кеткенін көріп отырмыз. Бұл адам өмірімен

денсаулығы үшін қауіп төндіреді. Сондықтан шуды төмендету шараларын жүргізу қажет.

4.5 Өндіріс қондырғыларының шығатын шуды азайтудың шаралары

Өндіріс қондырғыларының шығаратын шудың азайтудың шаралары:

1) үй, қабырға, терезелерді, есіктерді жобалағанда шудан оқшаулайтын материалдар мен конструкцияларды қолдану;

- шулап тұрған өндіріс қондырғысына арнайы шу оқшаулағыш қаптарды (кожух) қолдану;

- шу көзін экрандау;

2) аэродинамикалық шуды төмендету үшін тұншықтырғыш (глушитель) қолдану

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

- шудың пайда болу себебін немесе оның көзінің шуын азайту шаралары;

- беру жолдарының шуын азайту;

- цехтағы жұмысшыларды қорғау.

Шуды азайтудың негізгі құралы бұл – шуды көп шығаратын технологиялық құбылыстарды аз шулы немесе мүлде шу шығармайтын құбылыстарға ауыстыру [20].

5. Экономикалық бөлім

5.1 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеудің әдістері

Капиталдық салымдардың тиімділігі алынатын нәтиже мен жасалған шығындарды салыстыру жолымен анықталынады. Әрбір нұсканың сандық және сапалық сипаттамалары құндық шамада бағалануы тиіс [22].

Негіздеменің әдістемесі келесі кезеңдерден тұрады:

- баламалы (ауыстырылатын) қондырғыны салыстырудың негізін тандау;
- бағалаудың көрсеткіштерін (өлшемдерін/критерийлерін) таңдау;
- есеп айырысу кезеңді анықтау;
- жаңа техниканың шекті (критикалық) сипаттамаларын белгілеу.

Баламалы (ауыстырылатын) қондырғы ретінде пайдалануда дәстүрлі игерілген ең жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерге ие техника қарастырылады. Сонымен бірге, салыстырылатын нұсқалар өндіріс режимі (ең жоғары/базистік) бойынша салыстырылуы және аймақтың энергия (куатына) белгіленген қажеттіліктерін қамтамасыз етуі тиіс.

Тиімділікті есептеу кезінде интегралды (дисконттық), қарапайым (ескішілікке негізделген) көрсеткіштер, сондай-ақ, басқалары да бірге қолданылуы мүмкін.

Дисконты әдістерді қолдану интегралдық шығындар мен инвестициялық шешімнің нәтижелерін анықтау жобаланатын есеп айырысу кезеңінің негіздемесін талап етеді. Әдетте, есеп айырысу кезеңі ретінде нормативті қызмет кезеңін (амортизациялық кезең) таңдайды. Дегенмен, озық қондырғылар үшін едәуір қысқа болып келетін моральдық тозу кезеңін ескерген дұрысырақ.

Жаңа техника бойынша шекті (критикалық) көрсеткіштерді қажетті ақпарат жоқ немесе ақпараттың нақтылығы аз болған жағдайда анықтауға тура келеді.

5.2 Электржетекті басқару құралдарын қолдану нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру

Автоматтандырылған электржетегі екі технологиялық функцияны атқарады [23]:

1. Берілген технологиялық процессті жүзеге асыру үшін электрэнергиясын механикалық энергияға түрлендіру;
2. Максималды өнімділікті қамтамасыз ету, дәлдікті және өңдеу сапасын, энергия шығынының минималдылығы және т.б. сияқты критерийлерді жүзеге асыра отырып, технологиялық процессті белгілі бір дәрежеде оптималдандырып басқару. Басқарудың нақты тапсырмалары технологиялық процесстің сипатына қарай әр түрлі болады.

Аталмыш жобада автоматтандырылған электржетектің екі нұсқасы қарастырылған:

1. Күштік контроллерлермен;
2. Жиілікті түрлендіргішті қолдану арқылы.

Капиталдық шығындарға есептеулер жүргізіліп, жобаның экономикалық тиім-ділігі анықталған.

Басқарылатын электржетегі технологиялық процесінің жүрісін оперативті басқару қажеттілігі кезінде технологиялық машиналарда қолдау табады (жүк көтеру крандарының электржетегі, экскаваторлар, реверсивті прокат стандалры). Сонымен қатар, технологиялық режимді орнатып, соны ұстап тұру қажет болғанда (үздіксіз прокат стандалрының электржетегі, текстил өнеркәсібінің бөлікті агрегаттары), яғни барлық технологиялық процесті дәл қадағалап, қажет кезінде өндіріс процесіне түзетулер енгізу қажеттілігі туындағанда. Реттелетін электржетегін қолдану технологиял процеске электроэнергиясына кететін шығындарды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

5.3 Нұсқалар бойынша ортадан тепкіш сорғылардың капиталдық салымдары мен эксплуатациялық шығындарын есептеу

Капитальдық салымдар қондырғының еркін көтерме бағасынан және тасымалдау-орнату шығындарына анықталады, 6.1 кестеде көрсетілген.

Эксплуатацалық шығындарға кіретіндер: амортизациялық аударымдар I_a , электржетегі тұтынатын электроэнергия шығындарының құны I_n , электроқондырғының жөндеу бағасы I_p , бір жыл ішінде қалыпты қолданған кездегі жылдық еңбек ақы I_{zn} , өзгеде шығындар I_{np} [24]:

$$I = I_a + I_n + I_{zn} + I_{np} + I_{oc}. \quad (5.1)$$

1. Амортизациялық аударымдар мына формуламен анықталады:

$$I_a = (N \cdot \Phi) / 100\% \quad (5.2)$$

Мұндағы N – орташа жылдық амортизация нормасы (12%);

Φ – қондырғының бастапқы құны, теңге.

$$I_a = (0,12 \cdot 1219000) / 100 = 146280 \text{ теңге.}$$

2. Электржетегі тұтынатын электроэнергия шығындарының құны I_n келесідей формуламен табамыз:

$$I_n = \Delta \mathcal{E} \cdot T, \quad (5.3)$$

мұндағы $\Delta \mathcal{E}$ – электроэнергияның жылдық шығыны, кВт/сағ;

T – 1 кВт/сағ энергияның тарифі (19,44 теңге).

5.1 кесте – 4AP280M6 УЗ қозғалтқышының капиталдық салымдар тізімі

№	Негізгі өндірістік фондтардың атауы	Саны, дана	Бір данасының көтерме бағасы, мың теңге	Жалпы бағасы, мың теңге	Тасымалдау-орнату шығындары, мың теңге	Толық бастапқы құны, мың теңге
1.	Электрқозғалтқыш	1	680	680	140	820
2.	Контакторлар	8	20	160	50	210
3.	Электромагнитті тежегіш	1	100	100	20	120
4.	Шектік ажыратқыш	2	2	4	1	5
5.	Командоконтроллер	1	25	25	5	30
6.	Резисторлар	17	0.5	8.5	2.5	11
7.	Уақыт релесі	3	1	3	1	4
8.	Аралық реле	1	0.75	0.75	0.25	1
9.	Кернеу релесі	1	15	15	3	18
Жиынтығы				996,25	222,75	1219

Электрэнергияның жылдық шығынын $\Delta \mathcal{E}$ былай есептейміз:

$$\Delta \mathcal{E} = P_2 \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_3 \cdot T, \quad (5.4)$$

мұндағы P_2 – электрқозғалтқыш білігінің номинальды қуаты (125кВт);
 η – электржетек жүйесінің П.Ә.К – і ($\eta=0.9$);
 K_3 – қуаты бойынша жүктелу коэффициенті ($K_3=0.9$ қабылданады);
 T – жұмыс уақытының белсенді қоры ($T=4000$ сағ).

$$\Delta \mathcal{E} = 125 \cdot \frac{1-0.9}{0.9} \cdot 0.9 \cdot 4000 = 50000 \text{ Вт/сағ.}$$

$$I_{\text{п}} = 50000 \cdot 19,44 = 972000 \text{ тенге.}$$

3. Қызметкерлердің жалақысы мен әлеуметтік салыққа аударымдар Еңбекақы $I_{\text{зн}}$ уақытты-сыйлықақы жүйесі бойынша келесі формуламен есептеледі:

$$I_{\text{зн}} = TC_{\text{cp}} \cdot \Phi \cdot N \cdot PK \cdot K_{\text{д}}, \quad (5.5)$$

мұндағы TC_{cp} - орташасағаттық ставка (287 теңге);
 Φ – бір жұмыскердің жылдық тиімді жұмыс уақытының қоры,
 $\Phi = 2112$ адам/сағ;
 N – жұмысшалар саны (1 адам);

PK – қосымша шығындарды және асқын еңбек шығын өтемелеп, климаттық жағдайлары ауыр аймақта еңбек етіп өмір сүруіне байланысты еңбек ақысын көтермелейтін аудандық коэффициент. $PK = 1.3$;

K_{∂} – қосымша еңбек ақысын ескеретін коэффициент. $K_{\partial} = 1.4$.

$$I_{зп} = 287 \cdot 2112 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 1103182 \text{ теңге.}$$

Зейнетақы қорына аударғаннан кейінгі еңбек ақы:

$$I_{он} = \Phi_{зп} - 10\% \cdot \Phi_{зп}, \quad (5.6)$$

$$I_{он} = 1103182 - 10\% \cdot 1103182 = 992864 \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік салықтарға аударымдар:

$$I_{ос} = 11\% \cdot I_{он}, \quad (5.7)$$

$$I_{ос} = 0,11 \cdot 992864 = 109215 \text{ теңге.}$$

4. Өзге шығындар мына формуламен анықтаймыз:

$$I_{нр} = 0,05 \cdot (I_a + I_n + I_{зп} + I_p), \quad (5.8)$$

$$I_{нр} = 0,05 \cdot (146280 + 972000 + 3468573 + 1103182) = 284501,75 \text{ теңге,}$$

Барлық эксплуатациялық шығындарының қосындысы:

$$I = 146280 + 972000 + 1103182 + 207458 + 109215 = 2538135 \text{ теңге.}$$

5. Техникалық қызмет көрсету мен электрқондырғыны жөндеуге кететін жалпы шығындары:

$$I_p = I_{обс} + I_{ос} + C_{мат} + H_p, \quad (5.9)$$

мұндағы $I_{обс}$ – қызмет көрсетіп жөндеу жұмысын жасайтын жұмысшылардың еңбек ақысы;

$I_{ос}$ – әлеуметтік салыққа аударымдар;

$C_{мат}$ – жөндеу материалдарының құны;

H_p – жүккүжат шығындары ($I_{зп}$ – ның 60%-ы).

$$I_{\partial он} = I_{зп} \cdot K_{\partial} \quad (5.10)$$

мұндағы $I_{\partial он}$ – қосымша еңбек ақы.

$$I_{дон} = 1103182 \cdot 1,4 = 1544455 \text{ теңге.}$$

$$I_{обс} = I_{дон} + I_{зн}, \quad (5.11)$$

$$I_{обс} = 1544455 + 1103182 = 2647637 \text{ теңге.}$$

C_{mat} қондырғының бастапқы соманының 3-5% құрайды.

$$C_{mat} = 3-5\% \cdot C_{об}, \quad (5.12)$$

$C_{об}$ - Қондырғының бастапқы құны.

$$C_{mat} = 0,05 \cdot 996250 = 49812 \text{ теңге.}$$

Жүкқұжат шығындары қызметкердің еңбекақысының 60% құрайды:

$$H_p = 60\% \cdot I_{зн}, \quad (5.13)$$

$$H_p = 0,6 \cdot 1103182 = 661909 \text{ теңге.}$$

Электрқондырғының техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарына кететін жалпы шығын:

$$I_p = 2647637 + 109215 + 49812 + 661909 = 3468573 \text{ теңге.}$$

Есептеулер нәтижесі бойынша смета шығыны құрастырамыз.

5.2 кесте. – Шығын сметасы

Шығын элементтері	Шығын сомасы, теңге
Амортизациялық аударымдар	146280
Тұтынылатын энергия	972000
Электрқондырғыны жөндеу шығыны	3468573
Жұмысшының еңбек ақысы	1103182
Әлеуметтік салыққа аударымдар	109215
Өзгеде шығындар	284501
Жиыны	6083751

5.4 Капитальдық салымдарды және эксплуатациялық шығындарды есептеу (жобаланатын нұсқа)

Эксплуатацалық шығындарға кіретіндер: амортизациялық аударымдар I_a , электржетегі тұтынатын электроэнергия шығындарының құны I_n ,

электроқондырғының жөндеу бағасы I_p , бір жыл ішінде қалыпты қолданған кездегі жылдық еңбек ақы I_{zn} , өзгеде шығындар I_{np} :

$$I = I_a + I_n + I_{zn} + I_{np} + I_{oc}. \quad (5.14)$$

5.3 кесте – ВА250S2УХЛ2 қозғалтқышының капиталдық салымдар тізімі

№	Негізгі өндірістік фондтардың атауы	Саны, дана	Бір данасының көгерме бағасы, мың теңге	Жалпы бағасы, мың теңге	тасымалдау-орнату шығындары, мың теңге	Толық бастапқы құны, мың теңге
1.	Электрқозғалтқыш	1	550	550	115	665
2.	Жиілікті түрлендіргіш	1	530	530	110	640
3.	Электромагнитті тежегіш	1	105	105	25	130
4.	Шектік ажыратқыш	2	3	6	1,5	7,5
5.	Командоконтроллер	1	4	45	5,5	50,5
Жиынтығы				1236	257	1493

1. Амортизациялық аударымдар мына формуламен анықталады:

$$I_a = (H \cdot \Phi) / 100\% \quad (5.15)$$

мұндағы H – орташа жылдық амортизация нормасы (12%);
 Φ – қондырғының бастапқы құны, теңге.

$$I_a = (0,12 \cdot 1493000) / 100 = 179160 \text{ теңге.}$$

2. Электржетегі тұтынатын электр энергия шығындарының құны I_n келесідей формуламен табамыз:

$$I_n = \Delta \mathcal{E} \cdot T, \quad (5.16)$$

мұндағы $\Delta \mathcal{E}$ – электрэнергияның жылдық шығыны, кВт/сағ;
 T – 1 кВт/сағ энергияның тарифі (19,44 теңге).

Электрэнергияның жылдық шығынын $\Delta \mathcal{E}$ былай есептейміз:

$$\Delta \mathcal{E} = P_2 \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_3 \cdot T, \quad (6.17)$$

мұндағы P_2 – электрқозғалтқыш білігінің номинальды қуаты (55 Вт);
 η – электржетек жүйесінің П.Ә.К-і ($\eta=0.9$);

K_3 – қуаты бойынша жүктелу коэффициенті ($K_3=0.8$ қабылданады);

T – жұмыс уақытының белсенді қоры ($T=4000$ сағ).

$$\Delta \Theta = 55 \cdot \frac{1-0.9}{0.9} \cdot 0.8 \cdot 4000 = 19555 \text{ Вт/сағ.}$$

$$I_{\text{п}} = 19555 \cdot 19,44 = 380149 \text{ тенге.}$$

3. Қызметкерлердің жалақысы мен әлеуметтік салыққа аударымдар.

Еңбекақы $I_{\text{зн}}$ уақытты-сыйлықақы жүйесі бойынша келесі формуламен есептеледі:

$$I_{\text{зн}} = TC_{\text{cp}} \cdot \Phi \cdot N \cdot PK \cdot K_{\text{д}}, \quad (5.18)$$

мұндағы TC_{cp} - орташа сағаттық ставка (287 теңге);

Φ – бір жұмыскердің жылдық тиімді жұмыс уақытының қоры, $\Phi = 2112$ адам/сағ;

N – жұмысшалар саны (1 адам);

PK – қосымша шығындарды және асқын еңбек шығын өтемелеп, климаттық жағдайлары ауыр аймақта еңбек етіп өмір сүруіне байланысты еңбек ақысын көтермелейтін аудандық коэффициент. $PK = 1,3$;

$K_{\text{д}}$ – қосымша еңбек ақысын ескеретін коэффициент. $K_{\text{д}} = 1,4$.

$$I_{\text{зн}} = 287 \cdot 2112 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 1103182 \text{ теңге.}$$

Зейнетақы қорына аударғаннан кейінгі еңбек ақы:

$$I_{\text{он}} = \Phi_{\text{зн}} - 10\% \cdot \Phi_{\text{зн}}, \quad (5.19)$$

$$I_{\text{он}} = 1103182 - 0,1 \cdot 1103182 = 992864 \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік салықтарға аударымдар:

$$I_{\text{ос}} = 11\% \cdot I_{\text{он}}, \quad (5.20)$$

$$I_{\text{ос}} = 0,11 \cdot 992864 = 109215 \text{ теңге.}$$

4. Өзге шығындар мына формуламен анықтаймыз:

$$I_{\text{нр}} = 0,05 (I_{\text{а}} + I_{\text{н}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{р}}), \quad (5.21)$$

$$I_{\text{нр}} = 0,05 (179160 + 380149 + 3468573 + 1103182) = 265553 \text{ теңге,}$$

5. Барлық эксплуатациялық шығындарының қосындысы:

$$И = 179160 + 380149 + 1103182 + 109215 + 265553 = 2037259 \text{ теңге.}$$

6. Техникалық қызмет көрсету мен электрқондырғыны жөндеуге кететін жалпы шығындары:

$$И_p = И_{обс} + И_{ос} + C_{мат} + H_p, \quad (5.22)$$

мұндағы $И_{обс}$ – қызмет көрсетіп жөндеу жұмысын жасайтын жұмысшылардың еңбек ақысы;

$И_{ос}$ - әлеуметтік салыққа аударымдар;

$C_{мат}$ - жөндеу материалдарының құны;

H_p - жүкқұжат шығындары ($И_{зн}$ – ның 60%-ы).

$$И_{дон} = И_{зн} \cdot K_{\partial} \quad (5.23)$$

мұндағы $И_{дон}$ – қосымша еңбек ақы.

$$И_{дон} = 1103182 \cdot 1,4 = 1544455 \text{ теңге.}$$

$$И_{обс} = И_{дон} + И_{зн}, \quad (5.24)$$

$$И_{обс} = 1544455 + 1103182 = 2647637 \text{ теңге.}$$

$C_{мат}$ қондырғының бастапқы соманының 3-5% құрайды.

$$C_{мат} = 3-5\% \cdot C_{об}, \quad (5.25)$$

$C_{об}$ - Қондырғының бастапқы құны.

$$C_{мат} = 0,05 \cdot 1236000 = 61800 \text{ теңге.}$$

7. Жүкқұжат шығындары қызметкердің еңбекақысының 60% құрайды:

$$H_p = 60\% \cdot И_{зн}, \quad (5.26)$$

$$H_p = 0,6 \cdot 1103182 = 661909 \text{ теңге.}$$

8. Электрқондырғының техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарына кететін жалпы шығын:

$$И_p = 2647637 + 109215 + 61800 + 661909 = 3480561 \text{ теңге.}$$

Есептеулер нәтижесі бойынша смета шығыны құрастырамыз.

5.4 кесте – Шығын сметасы

Шығын элементтері	Шығын соммасы, теңге
Амортизациялық аударымдар	179160
Тұтынылатын энергия	380149
Электрқондырғыны жөндеу шығыны	3480561
Жұмысшының еңбек ақысы	1103182
Әлеуметтік салыққа аударымдар	109215
Өзгеде шығындар	265553
Жиыны	5517820

5.5 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Екі нұсқаны салыстыру үшін келтірілген шығындар минимумы әдісі қолданылады.

Келтірілген шығындарды мыналар құрайды:

$$ПЗ = C + E_n \cdot K, \quad (5.29)$$

мұндағы C – жыл сайынғы эксплуатациялық шығындардың қосындысы, теңге;

K – капиталдық салымдар;

E_n – капиталдық салымдардың салыстырмалы экономикалық тиімділігі коэффициенті ($E_n = 0.15$).

$$ПЗ_{\sigma} = 6083751 + 0,15 \cdot 1219000 = 6266601 \text{ теңге.}$$

$$ПЗ_{np} = 5517820 + 0,15 \cdot 1493000 = 5741770 \text{ теңге.}$$

Есептеулер көрсеткендей бізге әлдеқайда тиімді болып екінші нұсқа көрінді.

Экономикалық эффект екі нұсқаны салыстыру арқылы жүргізіледі: негізгі және жобаланылатынды мына формуламен:

$$\mathcal{E} = ПЗ_{\sigma} - ПЗ_{np}, \quad (5.30)$$

мұндағы $ПЗ_{\sigma}$ - негізгі жобада келтірілген шығындар, теңге;

$ПЗ_{np}$ - жобаланатын нұсқада келтірілген шығындар, теңге.

$$\mathcal{E} = 6266601 - 5741770 = 524831 \text{ теңге.}$$

Екінші жобаны енгізгеннен болатын экономикалық эффект мынаны құрады:

$$\mathcal{E} = \Delta U + 0.15 \Delta K, \quad (5.31)$$

$$\Xi = (6083751 - 5517820) + 0,15(1219000 - 1493000) = 607030 \text{ теңге.}$$

Жобаның өзін-өзі ақтау мерзімін анықтаймыз:

$$PP = \frac{I_0}{P} \quad (5.32)$$

мұндағы PP – жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі;

I_0 – Бастапқы салған инвестиция көлемі;

P – жобаның жылдық табысы.

$$PP = \frac{1493000}{5517820} = 0,27 \text{ жыл} \approx 3,5 \text{ ай.}$$

Қорытынды

Осы дипломдық жұмыста ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының электр жетектерін жетілдіру жобаланған.

Мұнай шығару өте күрделі үдеріс болып табылады, оларға геологиялық барлау, бұрғылау, ұңғыма салу, оларды жөндеу сонымен қатар алынған мұнайды судан, күкірттен, парафиннен тазалау жатады. Мұнайды жердің астынан сородың бірнеше әдіс амалдары бар, соның бірі ортадан тепкіш сорғы арқылы. Берілген ортадан тепкіш сорғыны асинхронды қозғалтқыш жұмысқа келтіреді. Асинхронды қозғалтқышты тиімді пайдалану үшін оны жиілікті реттегіш арқылы қосады.

Жұмыстың негізгі бөлігінде мұнай кеніштеріндегі қолданыстағы мұнай өндіру әдістері, өндіруде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың классификациясы, олардың ерекшеліктері, Қаламқас мұнай өндірісіндегі технологиялық процестер, кен орнының сорғылары қарастырылды. Ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғыларының қуаты есептеініп, BA250S2УХЛ2 маркалы асинхронды қозғалтқышы және электр жетегі таңдалды.

Таңдалған жетектің жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш (ЖТ-АҚ) жүйесін енгізу негізделіп, ЖТ-АҚ жүйесінің $U/f=\text{const}$ тұрақты болғанда $f_1=35$, $f_2=25$, $f_3=15$ Гц жиіліктердегі табиғи және жасанды механикалық сипаттамалары есептелініп, тұғызылды.

Ортадан тепкіш сорғысының автоматтандырылған электр жетегінің жиілік түрлендіргіш күштік сұлбасының шамалры есептелінді және элементтері таңдалды, автоматтандырылған электр жетегінің MATLAB бағдарламасындағы моделі құрастырылып, алынған сипаттамалар салыстырылды.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлігінде мұнай өндіру жабдығына қатысты қойылатын жалпы қауіпсіздік талаптары қарастырылып, ортадан тепкіш электр қозғалтқыштарының өндірістік шуы есептелінді және шуды азайтудың шаралары келтірілді.

Экономикалық бөлімде жобаның экономикалық тиімділігін есептеудің әдістері қарастырылып, электржетекті басқару құралдарын қолдану нұсқаларын технико-экономикалық салыстырылды, нұсқалар бойынша ортадан тепкіш сорғылардың капиталдық салымдары мен эксплуатациялық шығындарын есептелініп, экономикалық тиімді нұсқасы таңдалды.

Дипломдық жұмыстың алға қойған өзекті мәселелері толығымен қарастырылып, салыстырылып, есептелініп, ішінде ең экономикалық тиімді, пайдалану кезінде өте қарапайым, энергияны үнемдейтін ортадан тепкіш батырмалы мұнай сорғысының электр жетегі құрастырылды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981, 576 с.
2. Блантер, С.Г. Электрооборудование нефтяной газовой промышленности. Учебник для вузов / С.Г. Блантер, И.И. Суд – М.: Недра, 1980. – 478 с.
3. Регулируемый электропривод насосных агрегатов. Дмитриенко Ю.А. – К.: Штиинца, 1985;
4. Шабанов, В.А. Проектирование электротехнических комплексов нефтегазовой отрасли: учебное пособие / В.А. Шабанов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2006. – 100 с.
5. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов. - 3-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 576с.
6. Системы автоматизированного управления электроприводами. Минск, 2004, 382.
7. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., М.: Издательство МЭИ, 2003, 224 с.: ил.
8. Башарин А.В. Управление электроприводами. М.: Энергоиздат, 1982.
9. Щенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированные электроприводы. Л.: Энергоатомиздат, 1985.
10. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986. 416 с.
11. Справочник по автоматизированному электроприводу. / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. -М.: Энергоатомиздат, 1983. -616с.
12. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1985, 560 с.
13. Соколов М.М., Липатов Д.Н. Электропривод и электроснабжение промышленных предприятий. М.: Электроэнергия, 1965.
14. Айзенштейн, М.Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности/М.Д. Айзенштейн. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 363 с.
15. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008;
16. Половко А.М., Бутусов П.Н. Matlab для студентов. Петербург 2005;
17. Каталог преобразователей фирмы Mitsubishi FR-A740
18. СТ НАО 56023-1910-04-2014 Общие требования к построению, изложению, оформлению, и содержанию учебно-методических и учебных работ;
19. Григорьян Ф.Е. Борьба с шумом стационарных энергетических машин. – Л.: Машиностроение. 1980 г;
20. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»;

21. Жандаулетова Ф.Р., Бегимбетова А.С. Методические указания к выполнению раздела «Защита от производственного шума» в выпускных работах для всех специальностей. Алматы: АУЭС, 2009. -34с.

22. Экономика, организация и управление на предприятии Учебник/ Корсаков М.Н., Ребрин Ю.И., Федосова Т.В., Макареня Т.А., Шевченко И.К. и др.; Под ред. М.А. Боровской. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008. – 440с.

23. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Соколова И.С. Экономика отрасли. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800-Электроэнергетика – Алматы: АУЭС. 2013.-50с.

24. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау 5В071800-Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған әдістемелік нұсқаулықтар. Алматы: АЭЖБУ. 2015.-33б.