ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

Манап Айғаным Маратқызы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту
6В07101 – «Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
_____ Е.А. Сарсенбаев
«__» ___06___ 2023ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту»

6В07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Манап Айғаным Маратқызы

Пікір беруші
«Логистика және көлік академиясы» АҚ, «Энергетика» кафедрасының ассистент-профессоры, PhD
_____ Ж.Ж.Калиев
(қолы)
«01» мауысым 2023ж.

Ғылыми жетекші
қауымдастырылған профессор, PhD
_____ Н.Е.Балгаев
(қолы)
«31» ___05___ 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6В07101-«Энергетика» мамандығы

«БЕКІТЕМІН»
Кафедра меңгерушісі
PhD докторы
_____Е. А. Сарсенбаев
«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Студент *Манап Айғаным Маратқызы*
Тақырыбы *: «Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту»*
Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректоры бекіткен:
Бұйрық *№408-п «23» қараша 2022 ж.*
Аяқталған жұмысқа тапсыру мерзімі *«30» мамыр 2023 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері *Қозғалтқыш қуаты 90 кВт, айналу жылдамдығы 2960 айн/мин, максималды моменттің еселігі 1,6, критикалық сырғанау 0,04, толық инерция моменті 1,95 кг·м^2, сорғының номинал шығыны 200 м^3/сағ, Q_0=0 кездегі сорғыдағы қысым 1040000 Па, сорғының номиналды қысымы 900000 Па, су желісінің кедергісі 19,58 Па/(кг^2/с)^2. Асинхронды қозғалтқыштың моментін анықтау.*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту;
б) Асинхронды қозғалтқыштың моментін анықтау;
в) Экономикалық тиімділікті есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдтармен дайындау;*
Ұсынылатын негізгі әдебиет: *10 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Сорғы станциясының қондырғылары туралы жалпы мәлімет	17.02.2023 ж	жоқ
Сорғы станциясы мен жабдықтардың техникалық сипаттамасы және қозғалтқыштың есебі	13.03.2023 ж	жоқ
Жабдықтарды таңдау және сипаттау	22.03.2023 ж	жоқ
Жаңғырту шығындарын анықтау	14.04.2023 ж	жоқ
Экономика бөлімі	28.04.2023 ж	жоқ
Еңбек қорғау бөлімі	22.05.2023 ж	жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Сорғы станциясының қондырғылары туралы жалпы мәлімет	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	17.02.2023	
Сорғы станциясы мен жабдықтардың техникалық сипаттамасы және қозғалтқыштың есебі	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	13.03.2023	
Жабдықтарды таңдау және сипаттау	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	22.03.2023	
Жаңғырту шығындарын анықтау	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	14.04.2023	
Норма бақылау	Ә. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	22.05.2023	

Жоба жетекші _____ /Н.Е.Балгаев /
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент _____ /А.М.Манап/
(қолы)

Күні «18» 01 2023 ж

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста сорғы станциясының сорғыларының қозғалтқышының электр жетегі жаңартылды. Жаңғырту жиілікпен басқарылатын электр жетегін енгізуден тұрады, ол техникалық іске асыру тұрғысынан ең қарапайым бөлігі болып табылады. Сорғы қозғалтқышының айналу жылдамдығын біркелкі реттеудің арқасында жиілік түрлендіргіш жүйедегі қысымды белгіленген шектерде ұстап тұра алады. Қазіргі уақытта сумен жабдықтау сапасын жақсарту үшін жиілікті түрлендіргіштер қолданылады. Түрлендіргіш қоректендіру желісінің жиілігін төмендетеді, осылайша электр қозғалтқышының жылдамдығын реттейді, кері байланысты қамтамасыз етеді, қысым өткізгішіне қысым сенсоры орнатылады.

АННОТАЦИЯ

В этом дипломном проекте обновлен электропривод насосов насосной станции. Модернизация заключается во внедрении наиболее простого в техническом исполнении частотно-регулируемого электропривода. Благодаря равномерному регулированию скорости вращения двигателя насоса преобразователь частоты поддерживает давление в системе в заданных пределах. Преобразователь понижает частоту питающей сети, тем самым регулируя скорость электродвигателя, обеспечивая обратную связь, на проводнике давления устанавливается датчик давления.

ANNOTATION

In this graduation project, the electric drive of the pumps of the pumping station has been updated. Modernization consists in the introduction of the most technically simple frequency-controlled electric drive. By uniformly regulating the speed of the pump motor, the frequency converter maintains the pressure in the system within the specified limits. Currently, frequency converters are used to improve the quality of water supply. The converter lowers the frequency of the supply network, thereby regulating the speed of the electric motor, providing feedback, a pressure sensor is installed on the pressure conductor.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
1	Сорғы станциясының қондырғылары туралы жалпы ақпарат	7
1.1	1Д200/90 типті сорғысының электроқозғалтқышын есептеу және таңдау	14
2	Сорғы станциясы мен жабдықтардың техникалық сипаттамасы және қозғалтқыштың есебі	15
2.1	Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетігі жаңғыртылғаннан кейінгі қозғалтқыштың есебі	21
3	Жабдықтарды таңдау және сипаттау	25
3.1	СЧ400 станциясының жұмыс істеу қағидасы	26
3.2	СЧ 400 негізгі басқару функциялары	29
3.2.1	Технологиялық параметрді басқару	29
3.2.3	Процесті бақылау және жабдықты қорғау	30
3.3	Станцияның жұмысы және желілік қысымды ұстау жүйесі	30
4	Жаңғырту шығындарын анықтау	33
4.1	Шығынның жалпы суммасын анықтау	33
4.2	Эксплуатациялау шығындарының есебі	35
4.3	Жаңғыртусыз сұлбаның шығындарын анықтау	39
5	Экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу	39
6	Өндіріс орындағы еңбекті қорғау	42
	Қорытынды	45
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	46

КІРІСПЕ

Дипломдық жұмыста қарастырылатын сорғы станциясында электр қозғалтқышының қуаты 90 кВт және жұмыс кернеуі 380 В болатын екі сорғы қондырғысы бар, бір агрегат тұрақты жұмыс істейді. Сорғы қондырғылары реттелмейтін асинхронды электр жетектерімен жабдықталған. Жүйедегі қысым көтерілсе, тұтынушы суды аз тұтынады және оператор қысымды төмендетуі керек. Мұндай реттеудің сапасын оның дұрыс еместігіне және жүйеде уақтылы гидравликалық соққылардың болмауына, энергияның жоғары тұтынуына, станциялық жабдықтардың тозуының жоғарылауына байланысты қанағаттанарлық деп атауға болмайды.

Қазіргі уақытта сумен жабдықтау сапасын жақсарту үшін жиілікті түрлендіргіштер қолданылады. Түрлендіргіш қоректендіру желісінің жиілігін төмендетеді, осылайша электр қозғалтқышының жылдамдығын реттейді, кері байланысты қамтамасыз етеді, қысым өткізгішіне қысым сенсоры орнатылады. Энергияны үнемдеу технологиясы суды ең аз тұтынуға негізделген: суды тұтыну неғұрлым аз болса, жиілік түрлендіргіші тудыратын асинхронды электр қозғалтқышы роторының айналу жылдамдығы соғұрлым аз болады және жұмысты аяқтау үшін қажет энергия шығыны аз болады. Жабдықтың қызмет ету мерзімін ұлғайту және техникалық процеске адам факторларының әсер ету ықтималдығын азайту да маңызды.

Сорғы станциясын жаңғыртудың арқасында біз энерготұтынуды азайтып, қондырғылардың қызмет мерзімін ұлғайтамыз. Электр энергиясын тұтынудың нақты мөлшері мен жұмыс тиімділігі желілік жабдықтың параметрлеріне, су ағынының режимдеріне және жетек жылдамдығына байланысты, бұл сандық әдістермен есептеуді қажет етеді.

1 Сорғы станциясының қондырғылары туралы жалпы ақпарат

Асинхронды қозғалтқыш роторының жылдамдығы статор орамасының тогы тудыратын магнит өрісінің жылдамдығына тең емес айнымалы ток электр машиналарына жатады. Асинхронды қозғалтқыштардың іске қосу моменті төмен және іске қосу тогы жоғары. Сондықтан оларға үлкен іске қосу моменттері қажет емес осындай электр жетектерде қолданылады. Артықшылықтардың ішінде машинаның статикалық бөлігімен электрлік байланыс жоқ екенін атап өткен жөн, бұл ұзақ мерзімділікке кепілдік береді және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтады. Асинхронды қозғалтқыштың басқаруымен ротордың айналу жиілігінің өзгеруі түсіндіріледі. Қазіргі уақытта асинхронды машинаны басқарудың жиілік әдісі бүкіл әлемде кеңінен қолданылады, ол бүгінде энергияны үнемдеу тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар процесті басқаруды жақсарту тұрғысынан да қарастырылады, өйткені бұл әдіс кең ауқымда біркелкі жылдамдықты басқаруды қамтамасыз етеді.

Электр жетегіндегі жиілік түрлендіргіші бастапқы көздің ток жиілігі мен кернеуінен өзгеше жиілік пен кернеумен айнымалы электр тогын тудыратын қайталама қуат көзі болып табылады. Қозғалтқыш түрлендіргішінің басқа атаулары - инвертор, жиілік түрлендіргіші. Бұл электр жетегінің айналым санын реттеуге арналған құрылғы. Жетектің жылдамдығын басқаратын әдіс «жиілікті басқару» деп аталады.

Электр жетектерінің жиілігін реттеу жүктің сипатына қатаң сәйкестікте көрсетілген параметрлер бойынша электр қозғалтқышының айналу жиілігі мен айналу моментін дәл бақылауға мүмкіндік береді. Жабдықтар мен жүйелердің сенімділігін арттыру, өнімнің немесе қызметтердің сапасын жақсарту, өндірісті автоматтандыру, ресурстар мен энергияны үнемдеу. Сорғылардың жиілігін басқару кең қолданыс тапты, бұл сумен жабдықтау жүйесіндегі қысымды ақауларсыз және гидросоққыларсыз дәл ұстап тұруға мүмкіндік береді. Сорғылардың жиілігін реттеу принципі сорғы блогының айналу жиілігін өзгерту болып табылады, соның нәтижесінде сорғы ағынын біркелкі өзгереді.

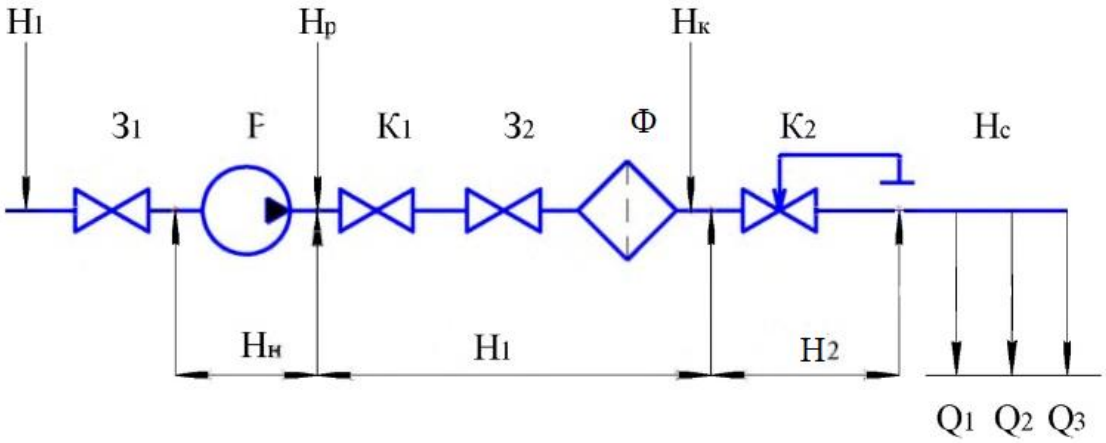
Жиілік түрлендіргіші, ол арқылы сорғылардың, жетектердің, компрессорлардың және т.б. жиілікті реттеу электр қозғалтқышы үшін жұмсақ стартердің (қозғалтқышты іске қосу) функцияларын қамтиды. Сондықтан жиілікті реттеу, басқалармен қатар, электр энергиясын, суды (сорғы станцияларында) үнемдеуді, автоматты процестердің мүмкіндігін, электр қозғалтқыштары мен құбырлардың қызмет ету мерзімін арттыруды қамтамасыз етеді.

Жиілік түрлендіргіштің жұмыс істеу принципі қарапайым. 50 Гц өндірістік желінің жиілігінде 2 полюсі бар электр қозғалтқышы минутына 3000 айналым жылдамдығымен айналады. Жиілік түрлендіргіші оған

берілетін айнымалы ток кернеуінің жиілігін төмендетуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде қозғалтқыштың жылдамдығын төмендетеді. Заманауи жиілікті түрлендіргіштер қос түрлендіру схемасы бойынша құрастырылған және тұрақты токтан, қуатты үш фазалы импульстік түрлендіргіштен және басқару жүйесінен тұрады.

Айнымалы желі кернеуі диодты түзеткішпен түрлендіріледі, содан кейін аралық тізбекте индуктивті-сыйымдылық сүзгі арқылы тегістеледі. Инвертор әдетте «IGBT_модуль» негізінде жасалады, қажетті кернеу мен жиілік мәндері бар шығыс сигналының қалыптасуын қамтамасыз ететін тұрақты токтан айнымалы токқа кері түрлендіруді жүзеге асырады. Инверторларда ең жиі қолданылатын әдіс - жоғары жиілікті импульсті-ендік модуляция.

Төмендегі 1.1 суретте келтірілген тұрақты алдын ала белгіленген қысыммен тұтынушылар желісін сумен қамтамасыз ететін жүйенің жалпыланған технологиялық схемасын қарастырайық.



$З_1$, $З_2$ – клапандар; Р – сорғы; $К_1$ – кері клапан; Ф – су фильтрі; $К_2$ – реттеуіш клапан.

1.1-сурет – Сорғы қондырғысы бар технологиялық схема

Объектінің технологиялық процесінің энергетикалық сипаттамаларын ескере отырып, тұтынушыларды сумен қамтамасыз ету үшін қажетті (пайдалы) энергияны келесідей есептеуге болады [1] :

$$W_c = H_c \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) \tag{1.1}$$

мұндағы H_c - тұтынушылар желісіндегі қысым;

Q - желі тұтынушыларының су тұтынуы.

Желінің қалыпты жұмыс істеуі үшін көбінесе H_c қысымының тұрақты мәнін жасау қажет. Q_1 - Q_3 шығындарын тұтынушылар анықтайды және уақыт өте келе өзгеруі мүмкін. Сорғы қондырғысы әзірлеген гидравликалық энергия ретінде алуға болады [1]:

$$W_{\text{Н}} = H_{\text{Н}} \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (1.2)$$

мұндағы $H_{\text{Н}}$ - сорғы қондырғысы әзірлеген қысым.

Ең дұрысы, W_c және $W_{\text{Н}}$ тең болғаны жөн. Шын мәнінде, сорғы қондырғысы мен желі арасында өздерінің гидравликалық кедергілері бар элементтер орнатылады, сорап қондырғысы әзірлеген қысымның бір бөлігі жоғалады [1]:

$$\Delta H_{\text{п}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (1.3)$$

мұндағы ΔH_1 - $З_2$ клапанындағы және су сүзгісіндегі қысымның жоғалуы;

ΔH_2 - басқару клапанындағы қысымның жоғалуы.

Осылайша, айдалатын сұйықтықтың параметрлерін технологиялық қамтамасыз ету үшін энергия шығындарын келесідей анықтауға болады [1]:

$$\Delta W_{\text{П}} = \Delta H_{\text{п}} \cdot Q_c \quad (1.4)$$

мұндағы Q_c - тұтынушылар желісінің жалпы тұтынуы.

Сондықтан желінің берілген технологиялық параметрлерін сақтау үшін сорғыға тең гидравликалық қуатты дамыту керек [1]:

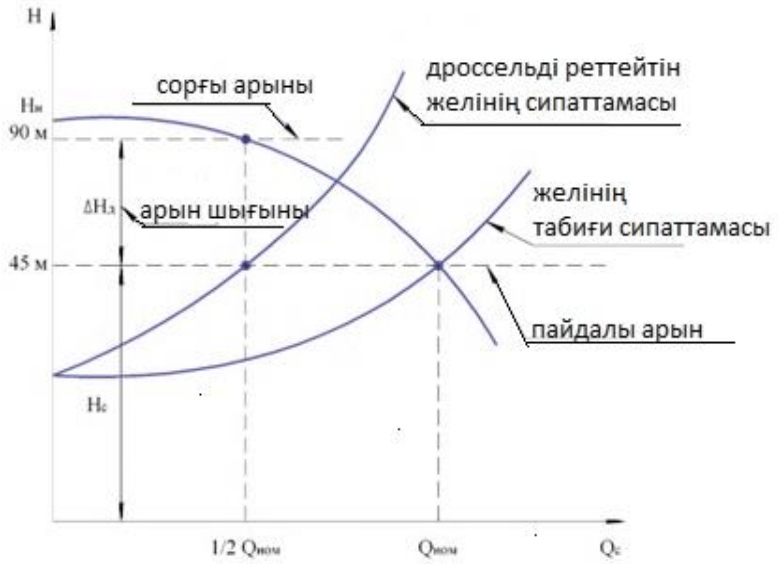
$$W_{\text{Н}} = H_{\text{Н}} \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) + \Delta H_{\text{п}} \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (1.5)$$

Бұл өрнек технологиялық процестегі энергия шығындары тұтынушы анықтайтын желінің шығынына (технологиялық жүктемеге) және тізбектің гидравликалық кедергісі арқылы анықталатын сорғы станциясының жабдықтарындағы қысымның жоғалуына байланысты екенін көрсетеді.. Жалпы жағдайда бұл қысым жоғалтуларын $З_2$ қысым клапанының алдындағы манометрлердің және желілік құбырдағы манометрдің көрсеткіштерін салыстыру арқылы бағалауға болады. Олардың көрсеткіштерінің айырмашылығы неғұрлым көп болса, жүйе соғұрлым көп энергия жоғалтады. Технологиялық процесті минималды энергия шығынымен ұйымдастыру үшін, ең алдымен, сорғы қондырғысының құбыры мен тұтынушылар желісі - арасындағы қысымның жоғалуын азайту қажет.

Желідегі ағын жылдамдығы өзгерген кезде оның гидравликалық сипаттамасы да өзгереді. Тиісінше, сипаттамалардың қиылысу нүктелері ауысады. Сонымен қатар, жұмыс кезінде жүйенің жұмыс режимдеріне байланысты сумен жабдықтау көзінен туындаған сорғының алдындағы қысым өзгеруі мүмкін. Бұл қысымның өзгеруі тұтынушылар желісіндегі қысымнан да көрінеді.

Параметрлер арақатынасының бұл сипаты жүйеде дроссельді басқару элементтерін - басқару клапандарын орнатуды талап етеді. Бұл элементтер қосымша гидравликалық кедергі жасайды және желілік құбырдағы тұрақты қысымды қамтамасыз етеді. Дроссель элементтерін пайдаланған кезде қысым жүйенің элементтеріне бөлінеді. Бұл қысымның таралуы 1.2 суретте көрсетілген.

Сұйықтық ағынының өзгеруімен желілік құбырдағы берілген қысымды ұстап тұру үшін басқару элементінің гидравликалық кедергісін өзгерту қажет. Бұл жағдайда жалпы гидравликалық сипаттама тік көрініске ие болады. Мұндай реттеумен $\Delta H_{Д}$ мәні тұрақты түрде артып келеді. Осылайша, реттеуші элемент арқылы дроссель неғұрлым тереңірек орындалса, бүкіл технологиялық процесте соғұрлым көп энергия шығыны болады. Дроссельді басқару кезіндегі жоғалтулардың мәніне реттеуші элемент ғана әсер етпейді: көбінесе жобалау кезеңінде белгілі бір бас маржасы бар сорғы блогы таңдалады, ал сорғы қондырғыларын ауыстыру кезінде жаңа жабдық қысымның шамалы жоғары бағаланған сипаттамаларына ие болуы мүмкін [1].

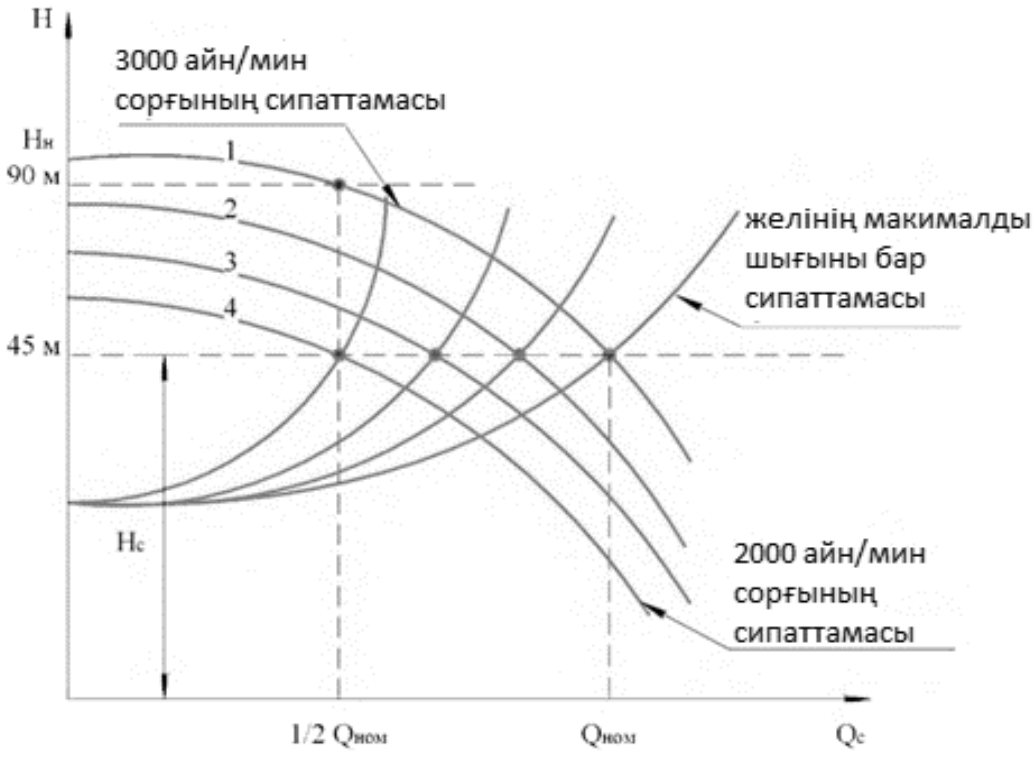


1.2-сурет – Дроссельді басқаратын сорғы қондырғысы мен желінің сипаттамасы

Сонымен қатар, кіріс қысымының өзгеру диапазоны (сорғы қондырғысының сору құбырына дейін) сорғы қондырғысының артындағы қысым мәніне әсер етеді. Осы жағдайлардың барлығы технологиялық процесс кезінде энергия шығындарының айтарлықтай үлкен болып, қондырғының номиналды қуатының 45 немесе одан да көп пайызына жетуіне әкеледі. Желідегі қысымды реттеуге байланысты шығындарды азайту мәселесін шешу үшін сорғы қондырғысынан желілік құбырға дейінгі учаскеде қосымша гидравликалық кедергіні алып тастау қажет, яғни барлық өшіруді және өшіруді толығымен ашу қажет. Бұл қысымды басқару процесі

сорғы қондырғысына ауыстырылған жағдайда жасалуы мүмкін. Үрлегіштердің (сорғылар мен желдеткіштердің) жұмыс істеу теориясы үрлегіш жетегінің жылдамдығын өзгерту оның қысым сипаттамаларын өзгертетінін дәлелдейді.

Сонымен қатар, үрлегіштен пайда болатын қысым қондырғының жылдамдығының квадратына пропорционалды. Жылдамдықтың өзгеруімен айдау қондырғысының қысым сипаттамаларының өзгеруі 1.3-суретте көрсетілген, ондағы 1 қисығы номиналды (жетектің номиналды жылдамдығында) қысым сипаттамасына, ал 2-4 қисығы сипаттамалары төмендетілген жылдамдықтағы қысымға сәйкес келеді [1].



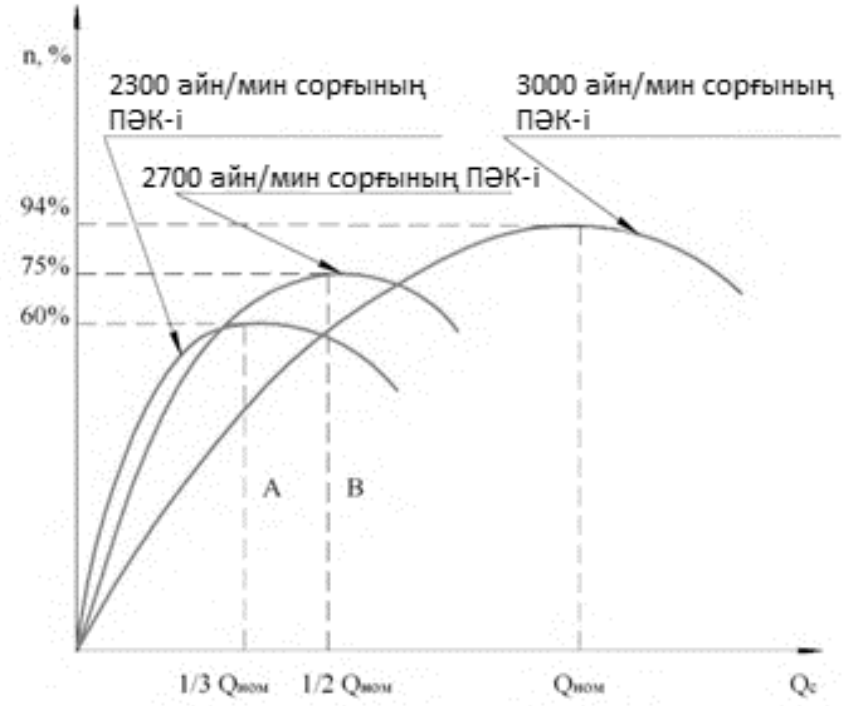
1 – номиналды қысым; 2-4 – төмен жылдамдықтағы қысым.

1.3-сурет – Жиілік реттелуі бар сорғы қондырғысы мен желінің сипаттамасы

Егер сорғы қондырғысының жетегінің жұмысын технологиялық процестің параметрлері (желілік ағынның жылдамдығы және қондырғының кірісіндегі қысым) өзгерген кезде айналу жылдамдығын өзгертетіндей етіп ұйымдастырсаңыз, онда соңында айтарлықтай энергия шығынынсыз тұтынушы желісіндегі қысымды тұрақтандыруға болады. Бұл реттеу әдісімен қысымның жоғалуы (дроссель элементтері жоқ), демек гидравликалық энергияның жоғалуы алынып тасталады.

Сорғы қондырғысының жетегінің айналу жылдамдығын өзгерту арқылы желідегі қысымды реттеу әдісі басқа себеппен де энергия шығынын азайтады. Сорғының өзі энергияны түрлендіру құрылғысы ретінде өзінің

тиімділігіне ие - білікке берілетін механикалық энергияның сорғы қондырғысының қысым құбырында алынған гидравликалық энергияға қатынасы. Әртүрлі жылдамдықтардағы Q шығынына байланысты сорғының ПӘК-нің өзгеру сипаты 1.4 - суретте көрсетілген.

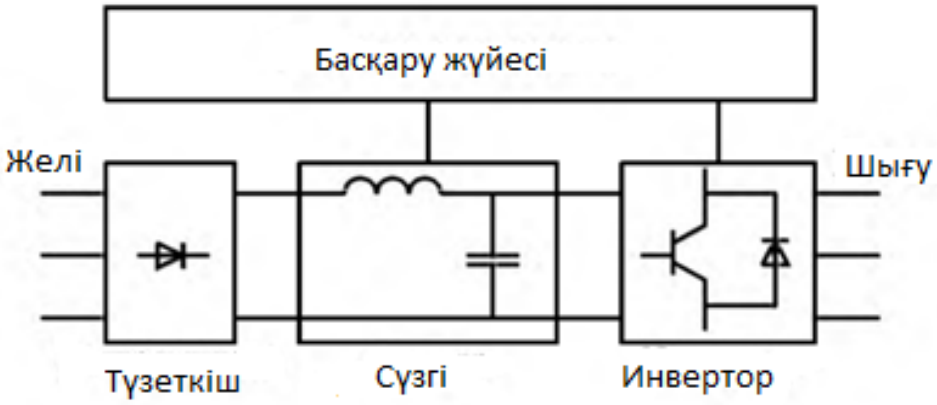


1.4-сурет – Өнімділіктің өзгеруімен жиілікті реттейтін сорғы қондырғысының ПӘК-нің өзгеруі

Ұқсастық теориясына сәйкес максималды тиімділік айналу жылдамдығының төмендеуімен біршама төмендейді және солға жылжиды. Желідегі ағынның өзгеруімен сорғы қондырғысының жиілігінің қажетті өзгерісін талдау ағынның төмендеуімен жылдамдықтың төмендеуі қажет екенін көрсетеді. Егер қондырғының жұмысын ағынның аздығы үшін қарастыратын болсақ, онда бұл режимдер үшін төмендетілген жылдамдықта жұмыс істеу ұтымды болады. Бұл жағдайда сорғының тиімділігі номиналды жылдамдықпен жұмыс істегеннен жоғары болады. Осылайша, технологиялық жүктемеге сәйкес айналу жылдамдығын азайту гидравликалық ысыраптарды жою арқылы тұтынылатын энергияны үнемдеуге ғана емес, сонымен қатар сорғының өзінің ПӘК-ін арттыру арқылы экономикалық тиімділікті алуға - механикалық энергияны гидравликалық энергияға айналдыруға мүмкіндік береді.

Жиілікті басқару жетектерін пайдалану қондырғылар мен жүйелерге қызмет көрсетуге байланысты пайдалану шығындарын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Мысалы, сорғы қондырғысының сору және шығару құбырлары арасындағы қысымның төмендеуін азайту сальниктік тығыздағыштардың қызмет ету мерзімін арттырады, гидросоққыны іс жүзінде жояды және желілік құбырлардағы қысымның тұрақтылығын

қамтамасыз етеді, сондай-ақ оларға техникалық қызмет көрсету құнын азайтады. Бүгінгі күні кернеу түрлендіргіштері негізінде жасалған аралық тұрақты ток тізбегі бар жиілік түрлендіргіштері кеңінен қолданылады. Мұндай түрлендіргіштің құрылымдық сұлбасы 1.5-суретте көрсетілген. Айнымалы желі кернеуі диодты түзеткішпен түрлендіріледі, содан кейін аралық тізбекте индуктивті-сыйымдылық сүзгі арқылы тегістеледі. Инвертор әдетте «IGBT_modul» негізінде жасалады, қажетті кернеу мен жиілік мәндері бар шығыс сигналының қалыптасуын қамтамасыз ететін тұрақты токтан айнымалы токқа кері түрлендіруді жүзеге асырады. Инверторларда ең жиі қолданылатын әдіс - жоғары жиілікті импульстік модуляциясы [1].



1.5-сурет – аралық тұрақты ток тізбегі бар жиілік түрлендіргіш

Технологиялық процестерде сорғылар үшін айнымалы жиілікті жетектерді пайдалану технологиялық жабдықтың энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Жүзеге асыруды бастамас бұрын техникалық-экономикалық негіздеме жүргізу ұсынылады, ол енгізуден өтелу мерзімін анықтауға ғана емес, сонымен қатар айнымалы жиілікті жетектердің мүмкіндіктерін ескере отырып, технологиялық процесті дұрыс ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Жиілік түрлендіргіштерді белгілі бір блоктың басқару жүйесінің элементтері ретінде емес, технологиялық процестерді автоматтандыру құралдарының кең спектрін қосу арқылы біріктірілген жүйелік шешімдердің құрамдас бөліктері ретінде қолданған жөн. Мұндай шешімдер қосымша әсер алуға мүмкіндік береді, бұл электр энергиясын қарапайым үнемдеуден де көп екені анық.

1.1 1Д200/90 типті сорғысының электроқозғалтқышын есептеу және таңдау

Қозғалтқыш механизмінің ерекшеліктерін, жұмыс жағдайларын және қоршаған ортаны ескере отырып, электр қозғалтқышын дұрыс таңдау ақаусыз жұмыс істеу ұзақтығын және «мотор жүктемесі» жүйесінің сенімділігін анықтайды.

Жалпы жағдайда, электр қозғалтқышын білікті таңдау үшін механизмнің жүктеме диаграммасы белгілі болуы керек. Дегенмен, жылдамдықты реттеусіз тұрақты немесе аздап өзгеретін жүктеме жағдайында, жүктеменің жұмыс параметрлерін біле отырып, теориялық немесе эмпирикалық формулаларды пайдалана отырып, қажетті қуатты есептеу жеткілікті. Төменде кейбір машиналардың қозғалтқышының Р2 [кВт] қуатын есептеу формулалары берілген:

$$P_2 = k_3 \frac{k_т Q H \rho}{\eta_{нас} \eta_{пер}} \tag{1.6}$$

Мұндағы Q [м3/с] – сорғы өнімділігі;

$k_т$ – түзеу коэффициенті;

Н [м] – сорғы көтеру биіктігі;

ρ [кг/м3] – айдалатын сұйықтықтың тығыздығы;

ηнас, ηпер –сорғы мен беріліс механизмінің тиімділігі;

kз – қауіпсіздік факторы.

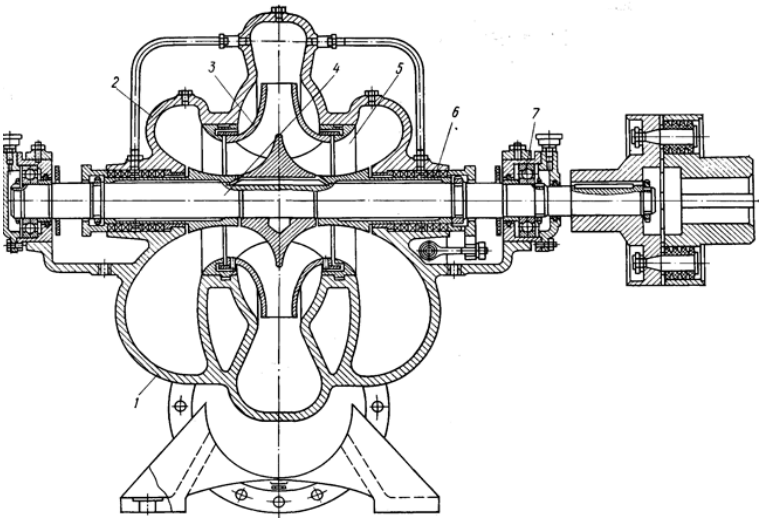
Есептелінетін мәндерді төмендегі сорғының техникалық анықтамалары көрсетілген кестеден алып, электр қозғалтқышты таңдауға қажетті қуатын анықтаймыз:

$$P_2 = 0{,}03 \cdot \frac{0{,}1 \cdot 200 \cdot 90 \cdot 1000}{0{,}76 \cdot 0{,}86} = 82{,}6 \text{ кВт}$$

Анықталған мәнге сәйкес қозғалтқыштың номиналды қуаты сорғы станциясының тұрақты жұмысы үшін 90кВт болуы қажет. Есептелінген қуатқа сәйкес каталогтан 5АМН250Б2У3 және 4А250М2У3 асинхронды қозғалтқыштары таңдалынады.

2 Сорғы станциясы мен жабдықтардың техникалық сипаттамасы және қозғалтқыштың есебі

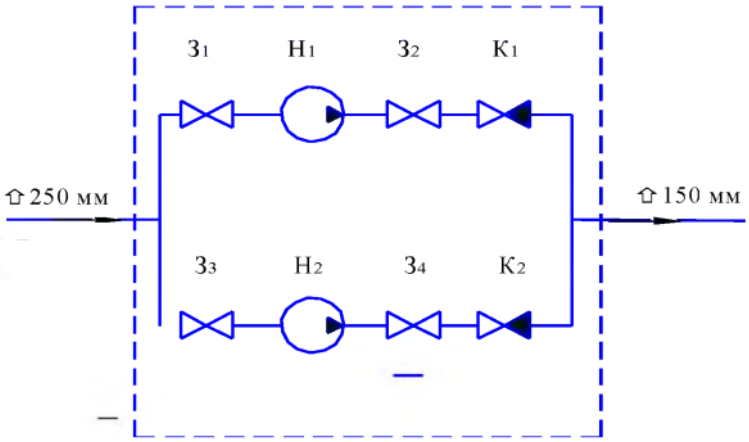
Станцияда 1Д200/90 типті, орталықтан тепкіш, екі жақты кірісті екі сорғы орналасқан.



1 - корпус, 2 - қақпақ, 3 - жұмыс дөңгелегі, 4 - тығыздау дөңгелегі, 5 - білік, 5 - май тығыздағышы, 7 – мойынтірек

2.1-сурет – 1Д200/90 орталықтан тепкіш сорғының сызбасы

Станцияда 1Д200/90 типті, орталықтан тепкіш, екі жақты кірісті екі сорғы бар (сорғы станциясының құрылымдық гидравликалық схемасы 2.1-суретте көрсетілген.), олар 5AMN250B2U3 және 4A250M2U3 асинхронды қозғалтқышпен қозғалады. Сорғы және қозғалтқыш деректері тиісінше 2.1 және 2.2 - кестелерде, 1Д200/90 сорғының сипаттамалары 2.2 - суретте көрсетілген.



2.2-сурет – сорғы станциясының құрылымдық гидравликалық схемасы

Қазіргі уақытта сумен жабдықтаудың өндірістік процесінің құрылымы қолмен басқарылатын жүйе ретінде ұсынылуы мүмкін. Сорғы станциясының турбиналық залында орнатылған аспаптардың (электромагниттік вольтметрлер, амперметрлер), қысымды өлшейтін аспаптардың (манометрлер), шығын мен өлшеу құралдарының (шығын өлшегіштердің) көмегімен ең маңызды технологиялық көрсеткіштерді бақылау жүргізіледі. Тіркеу төтенше жағдай кезінде құбырдағы қысымды

2.1-кесте – 1Д200/90 сорғының техникалық деректері

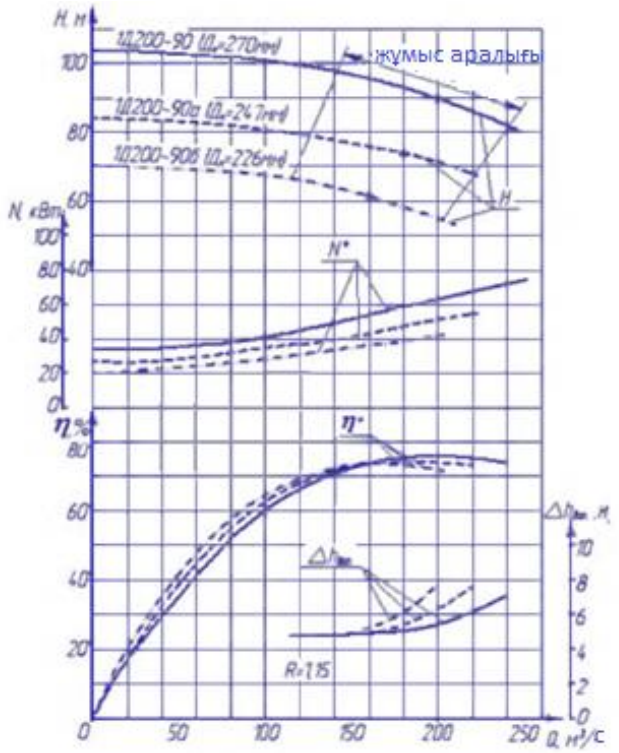
Аты	Мәні	Өлшем бірлігі
Өнімділігі	200	$м^3$/сағ
Ағыны	90	М
Айналу жиілігі	2900	айн/мин
ПӘК	76	%
Максималды қуаты	82	КВт
Масса	145	Кг

2.2-кесте – 5АМН250S2Y3 асинхронды қозғалтқыштың техникалық деректері

Аты		Мәні	Өлшем бірлігі
Кернеуі		380	В
Қуаты		90	Кв
Айналу жиілігі		2960	айн/мин
Тоқ түрі/күші		Айнымалы/159	А
Cosф		0,92	
ПӘК		93,4	%
$М_{макс}/М_н$		1,6	

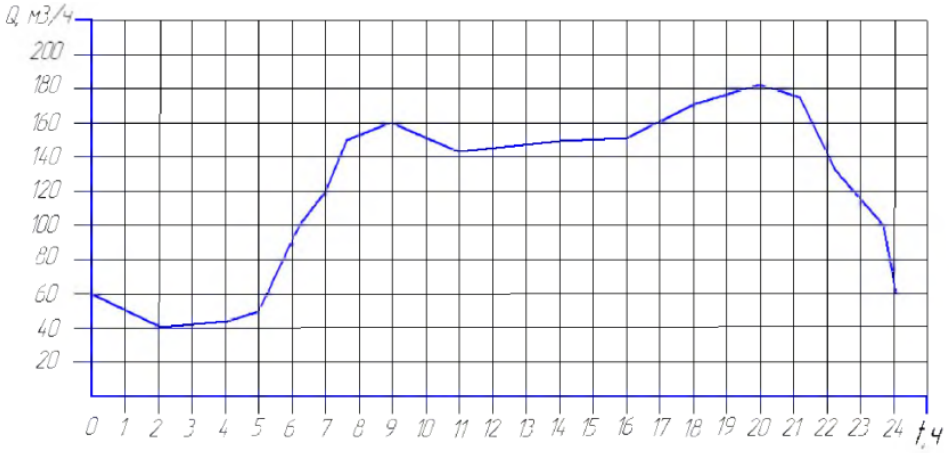
уақытында тұрақтандыруға және берілген уақыт аралығындағы параметрлердің орташа мәндері негізінде орнатудың тиімділігін есептеуге мүмкіндік береді [2].

Желінің Q тұтынуы уақыт бойынша үнемі өзгеріп отырады түнде суды тұтыну күрт төмендейді, ал күндізгі уақытта су тұтыну артады. Бұл жүйедегі қысымның өзгеруіне әкеледі, мысалы, ең қарқынды су ағынының сағаттарында қысым төмендейді.



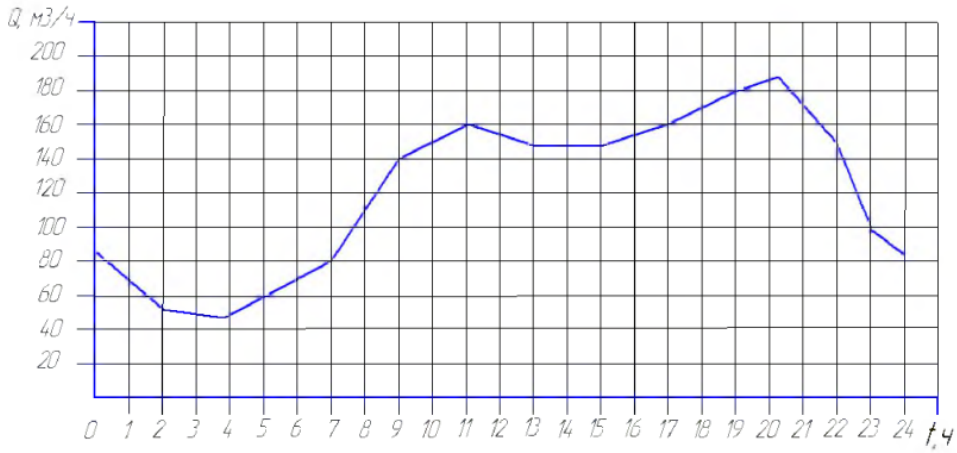
2.3-сурет – 1Д200/90 сорғының техникалық сипаттамалары

Жүйедегі қысым өшіру клапандары арқылы сақталады. Төмендегі 2.4-суретте көтергіш сорғы станциясының жұмыс күндерінде суды тұтыну кестесі бейнеленген.



2.4-сурет – Көтергіш сорғы станциясының жұмыс күндерінде суды тұтыну кестесі

Ал төмендегі 2.5 – суретте көрсетілген графиктен демалыс күндердегі суды тұтыну қисығын көре аламыз.



2.5-сурет – Көтергіш сорғы станциясының демалыс күндерінде суды тұтыну қисығы

Су берілісі реттелмейтін асинхронды қозғалтқыштары бар орталықтан тепкіш сорғылармен беріледі. Желілік суды мұндай реттеудің кемшіліктері оның үздіксіздігі болып табылады. Мұндай реттеудің сапасын оның дұрыс еместігі мен уақытылы болмауына, энергияны көп тұтынуына, станциялық жабдықтардың тозуының жоғарылауына байланысты қанағаттанарлық деп атауға болмайды. Модернизацияға қойылатын талаптар: сорғы станциясының энергия шығынын азайту, сумен жабдықтау жүйесінің сенімділігін арттыру.

Есептеу үшін бастапқы деректер төмендегі 2.3 кестеде бейнеленген.

2.3-кесте – Есептеу үшін бастапқы деректер

Аталуы	Мәні
Қозғалтқыш қуаты P, кВт	90
Айналу жылдамдығы n, айн/мин	2960
Максималды моменттің еселігі, λ	1,6
Критикалық сырғанау, S_k	0,04
Толық инерция моменті J, кг· м^2	1,95
Сорғының номинал шығыны Q, м^3/сағ	200
Q_0=0 кездегі сорғыдағы қысым H, Па	1040000
Сорғының номиналды қысымы H, Па	900000
Су желісінің кедергісі R, Па/(кг^2/с)^2	19,58

Асинхрондық қозғалтқыштың моментін Клосс формуласы арқылы анықтаймыз [3]:

$$M = \frac{2 \cdot M_{max}}{\left(\frac{S_{\text{ном}}}{S_k} + \frac{S_k}{S_{\text{ном}}}\right)} \quad (2.1)$$

мұндағы M_{max} – максималды момент, Н· м;

$S_{\text{ном}}$ – номиналды сырғанау;

S_k – критикалық сырғанау.

Келесі кезекте номиналды айналу жиілігі анықталады:

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{2\pi \cdot n_{\text{ном}}}{60} \quad (2.2)$$

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{6{,}28 \cdot 2960}{60} = 310\text{рад/с}$$

мұндағы $n_{\text{ном}}$ – номиналды айналу жиілігі, айн/мин.

$M_{\text{мах}}$ мәнін төмендегі өрнектен аламыз:

$$M_{max} = \lambda \cdot M_{\text{ном}} \quad (2.3)$$

$$M_{max} = 1{,}6 \cdot 290 = 464\text{Н} \cdot \text{м}$$

мұндағы $M_{\text{ном}}$ – қозғалтқыштың номиналды моменті, Н· м;

λ - максималды моменттің еселігі.

Қозғалтқыштың номиналды моменті төмендегі формула арқылы есептелінеді:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P}{\omega_{\text{ном}}} \quad (2.4)$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{90000}{310} = 290\text{Н} \cdot \text{м}$$

мұндағы $\omega_{\text{ном}}$ – номиналды бұрыштық жылдамдық, рад/с.

Келесі ретте номиналды сырғанау мәнін анықтаймыз:

$$S_{\text{ном}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{ном}}}{\omega_0} \quad (2.5)$$

$$S_{\text{ном}} = \frac{314 - 310}{314} = 0{,}013$$

мұндағы ω_0 - идеалды бос жүрістің бұрыштық жылдамдығы, рад/с.

Критикалық сырғанау:

$$S_k = S_{\text{ном}} \cdot \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}\right) \tag{2.6}$$
$$S_k = 0{,}013 \cdot \left(1{,}6 + \sqrt{1{,}6^2 - 1}\right) = 0{,}04$$

Электро жетек моменті:

$$\text{М}_{\text{пр}} = J \cdot \omega \tag{2.7}$$
$$\text{М}_{\text{пр}} = 1{,}95 \cdot 314 = 612\text{Н} \cdot \text{м}$$

Электр жетегінің жалпы инерция моменті:

$$J = 1.5 J_{pom} \tag{2.8}$$

Ротор инерция моменті:

$$J_{pom} = \frac{m_p \cdot R^2}{2} = \frac{m_p \cdot (\frac{h}{2})^2}{2} = \frac{m_p \cdot h^2}{8} \tag{2.8}$$

$$m_p \approx \frac{m_{\text{дв}}}{3} \tag{2.9}$$
$$m_p \approx \frac{485}{3} = 162\text{кг}$$

$$J_{pom} = \frac{162 \cdot 0{,}250^2}{8} = 1{,}3$$

мұндағы $m_{\text{дв}}$ – қозғалтқыш массасы, кг;

h – ротор білігінің биіктігі.

Сорғының арын сипаттамасын келесі формуласы арқылы жеткілікті дәлдік дәрежесімен жүзеге асыруға болады:

$$H = H_0 \cdot (\frac{\omega}{\omega_{\text{ном}}})^2 - C_4 \cdot Q^2 \tag{2.10}$$

$$H = 900000 \cdot (\frac{314}{310})^2 - 3{,}5 \cdot 200^2 = 783376\text{Па}$$

мұндағы H_0 - Q = 0 кезіндегі сорғыдағы қысым, Па;

C_4 - сорғының номиналды деректерінен анықталатын коэффициент.

$$C_4 = \frac{H_0 - H_{\text{ном}}}{Q_{\text{ном}}^2} \quad (2.11)$$

$$C_4 = \frac{1040000 - 900000}{200^2} = 3{,}5$$

мұндағы $H_{\text{ном}}$ – сорғының номиналды қысымы, Па;

$Q_{\text{ном}}$ – сорғының номиналды шығыны, м^3/сағ.

Сорғының шығысындағы кедергі:

$$R = \frac{H}{Q^2} \quad (2.12)$$

$$R = \frac{783376}{200^2} = 19{,}58\text{Па}/(\text{кг}^2/\text{с}^2)$$

мұндағы Н – сорғының шығысындағы қысым, Па.

$$M = \frac{2 \cdot M_{max}}{\left(\frac{S_{\text{ном}}}{S_k} + \frac{S_k}{S_{\text{ном}}}\right)} = 272{,}7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.13)$$

2.1 Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетігі жаңғыртылғаннан кейінгі қозғалтқыштың есебі

2.4-кесте – Есептеу үшін бастапқы деректер

Аталуы	Мәні
Қозғалтқыш қуаты Р, кВт	90
Айналу жылдамдығы n, айн/мин	1480
Максималды моменттің еселігі, λ	0,8
Критикалық сырғанау, S_k	0,04
Толық инерция моменті J, кг· м^2	1,95
Сорғының номинал шығыны Q, м^3/сағ	100
Q_0=0 кездегі сорғыдағы қысым Н, Па	1040000
Сорғының номиналды қысымы Н, Па	450000
Су желісінің кедергісі R, Па/(кг^2/с)^2	19,58

Асинхрондық қозғалтқыштың моментін Клосс формуласы арқылы анықтаймыз [3]:

$$M = \frac{2 \cdot M_{max}}{\left(\frac{S_{\text{ном}}}{S_k} + \frac{S_k}{S_{\text{ном}}}\right)} \tag{2.1.1}$$

мұндағы M_{max} – максималды момент, Н· м;

$S_{\text{ном}}$ – номиналды сырғанау;

S_k – критикалық сырғанау.

Келесі кезекте номиналды айналу жиілігі анықталады:

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{2\pi \cdot n_{\text{ном}}}{60} \tag{2.1.2}$$

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{6{,}28 \cdot 1480}{60} = 154{,}9 \text{ рад/с}$$

мұндағы $n_{\text{ном}}$ – номиналды айналу жиілігі, айн/мин.

M_{max} мәнін төмендегі өрнектен аламыз:

$$M_{max} = \lambda \cdot M_{\text{ном}} \tag{2.1.3}$$

$$M_{max} = 0{,}8 \cdot 290{,}5 = 232{,}4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

мұндағы $M_{\text{ном}}$ – қозғалтқыштың номиналды моменті, Н· м;

λ - максималды моменттің еселігі.

Қозғалтқыштың номиналды моменті төмендегі формула арқылы есептелінеді:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P}{\omega_{\text{ном}}} \tag{2.1.4}$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{450000}{154{,}9} = 290{,}5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

мұндағы $\omega_{\text{ном}}$ – номиналды бұрыштық жылдамдық, рад/с.

Келесі ретте номиналды сырғанау мәнін анықтаймыз:

$$S_{\text{ном}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{ном}}}{\omega_0} \tag{2.1.5}$$

$$S_{\text{ном}} = \frac{314 - 154{,}9}{314} = 0{,}506$$

мұндағы ω_0 - идеалды бос жүрістің бұрыштық жылдамдығы, рад/с.
Критикалық сырғанау:

$$S_k = S_{\text{ном}} \cdot \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}\right) \tag{2.1.6}$$
$$S_k = 0{,}506 \cdot \left(0{,}8 + \sqrt{0{,}8^2 - 1}\right) = 0{,}04$$

Электро жетек моменті:

$$\text{М}_{\text{пр}} = J \cdot \omega \tag{2.1.7}$$
$$\text{М}_{\text{пр}} = 1{,}95 \cdot 314 = 612\text{Н} \cdot \text{м}$$

Электр жетегінің жалпы инерция моменті:

$$J = 1.5 J_{рот} \tag{2.1.8}$$

Ротор инерция моменті:

$$J_{рот} = \frac{m_p \cdot R^2}{2} = \frac{m_p \cdot (\frac{h}{2})^2}{2} = \frac{m_p \cdot h^2}{8} \tag{2.1.8}$$

$$m_p \approx \frac{m_{\text{дв}}}{3} \tag{2.1.9}$$
$$m_p \approx \frac{485}{3} = 162\text{кг}$$

$$J_{рот} = \frac{162 \cdot 0{,}250^2}{8} = 1{,}3$$

мұндағы $m_{\text{дв}}$ – қозғалтқыш массасы, кг;
h – ротор білігінің биіктігі.

Сорғының арын сипаттамасын келесі формуласы арқылы жеткілікті дәлдік дәрежесімен жүзеге асыруға болады:

$$H = H_0 \cdot (\frac{\omega}{\omega_{\text{ном}}})^2 - C_4 \cdot Q^2 \tag{2.1.10}$$

$$H = 450000 \cdot (\frac{314}{290{,}5})^2 - 3{,}5 \cdot 100^2 = 490750{,}3 \text{ Па}$$

мұндағы H_0 - Q = 0 кезіндегі сорғыдағы қысым, Па;

C_4 - сорғының номиналды деректерінен анықталатын коэффициент.

$$C_4 = \frac{H_0 - H_{\text{ном}}}{Q_{\text{ном}}^2} \tag{2.1.11}$$

$$C_4 = \frac{1040000 - 450000}{100^2} = 99{,}5$$

мұндағы $H_{\text{ном}}$ – сорғының номиналды қысымы, Па;

$Q_{\text{ном}}$ – сорғының номиналды шығыны, м^3/сағ.

Сорғының шығысындағы кедергі:

$$R = \frac{H}{Q^2} \tag{2.1.12}$$

$$R = \frac{490750{,}3}{100^2} = 18{,}5\ \text{Па}/(\text{кг}^2/\text{с}^2)$$

мұндағы Н – сорғының шығысындағы қысым, Па.

$$M = \frac{2 \cdot M_{max}}{\left(\frac{s_{\text{ном}}}{s_k} + \frac{s_k}{s_{\text{ном}}}\right)} = 36{,}51\ \text{Н} \cdot \text{м} \tag{2.1.13}$$

3 Жабдықтарды таңдау және сипаттау

Біз сорғының электр жетегіне орнату үшін «Сібір-Мехатроника» кәсіпорны шығарған «СЧ 400» жеке басқару станциясын таңдаймыз. Жеке басқару станциясы (бұдан әрі – станция) жалпы желіде жұмыс істейтін кернеуі 380В, 50 Гц асинхронды электр қозғалтқыштары бар сорғы қондырғыларының тобын автоматты басқаруға арналған. Станцияның сыртқы түрі және оның жинағына кіретін байланыс жабдығы 3.1 суретте көрсетілген.

3.1-сурет – Жеке басқару станциясының сыртқы бейнесі

Төмендегі 3.1 - кестеде станцияның негізгі техникалық сипаттамалары келтірілген [7].

3.1-кесте – Станцияның негізгі техникалық сипаттамалары

Атауы	Өлшем бірлігі	Мәні
Желінің номиналды кернеуі	В	380
Желінің номиналды жиілігі	Гц	50
Сорғының саны	Дана	3-ке дейін
Қоршаған орта температурасы	°С	+5...+40
Қоршаған ортадан қорғау дәрежесі		IP20
Сорғы қозғалтқышының қуаты	кВт	11...315
Климаттық орындалуы		УХЛ4

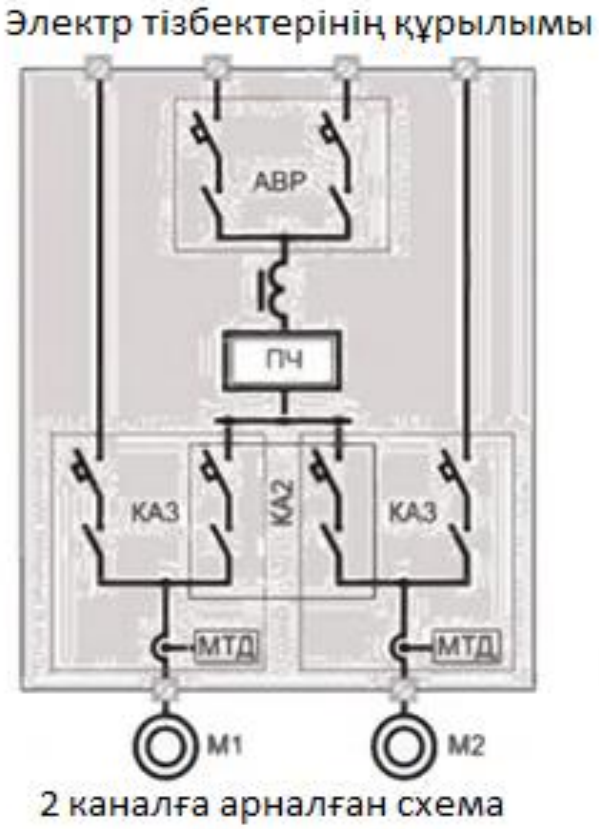
Станцияны сорғы қондырғыларының технологиялық басқару жүйесіне қосудың негізгі функционалдық сұлбасы 3.2 - суретте көрсетілген.

3.2-сурет – СЧ400 жиілікті басқару станциясының функционалдық сұлбасы

Станция сорғылардың бірінің өнімділігін бірқалыпты өзгерту және жұмыс істеп тұрған реттелмейтін сорғы қондырғыларының санын автоматты түрде өзгерту арқылы белгіленген мәнге тең технологиялық параметрді автоматты түрде ұстауды қамтамасыз етеді. Сорғының өнімділігін өзгерту оның жетек қозғалтқышының айналу жиілігін реттеу арқылы жүзеге асырылады. Ол үшін станция сәйкес қуаттың «СЧ400» сериясының жиілік түрлендіргішімен (бұдан әрі - ЖК) жабдықталған. Жұмыс істейтін реттелмейтін сорғы қондырғыларының санын өзгерту қуат тізбегінің контакторларын келісілген басқару арқылы жүзеге асырылады, олардың көмегімен қозғалтқыштар не инвертор шығысына, не тікелей желіге қосылады.

3.1 СЧ-400 станциясының жұмыс істеу қағидасы

СЧ400 станциясының негізгі қуат элементтері екі сорғы қондырғысын топтық басқаруға арналған жиілікті түрлендіргіш және коммутациялық жабдық болып табылады. Коммутациялық жабдықты пайдалана отырып, әрбір сорғы блогын тікелей желіге немесе жиілік түрлендіргішінің шығысына қосуға болады. Жұмыс принципі жиілік түрлендіргіші мен коммутациялық жабдықты сорғы қондырғыларының қажетті өнімділігінің функциясы ретінде үйлестірілген басқаруда жатыр. Қосылатын қозғалтқыштардың құрылымдық схемасы 3.3 - суретте көрсетілген.



КА2 – коммутациялық аппаратура электр қозғаклтқыштарын ШТ- қосу; КА3 – коммутация аппаратура электр қозғалтқыштарын ШТ-ға немесе желіге қосу.

3.3-сурет – Қозғалтқыштардың жалгануы

Станция түрлері келесі белгілермен анықталады:

- сорғы қондырғыларының электр қозғалтқыштарының қуаты;
- топтағы сорғы қондырғыларының саны;
- сорғы қондырғыларының жұмысының «схемасы»;
- бақыланатын технологиялық параметр түрі;
- топтағы сорғы қондырғыларының ауысуын басқару әдісі;
- коммутациялық жабдықтың толық жиынтығы.

Электр қозғалтқыштарының қуаты бойынша станциялар 0,75 кВт-тан 315 кВт-қа дейін өндіріледі. Топтағы сорғы қондырғыларының саны бойынша екі түрі шығарылады - топта үшке дейін және екі сорғы қондырғысына дейін. Сонымен қатар, бір сорғы қондырғысы үшін басқару станциясы шығарылады, бұл топтық басқару станциясының «азғындаған» нұсқасы. Сорғыларды ауыстыруға қатысты функциялардан басқа барлық функциялар станцияда сақталады.

Сорғы қондырғыларының жұмысының «схемасы» бойынша екі түрі шығарылады:

- жұмыстың параллельді және тізбекті «схемаларымен».

Параллельді «схемамен» сорғылардың бірі негізгі, қалғандары «резерв» режимінде. Уақыттың әр сәтінде бір ғана сорғы қондырғысы

жұмыс істейді, сондықтан басқа (резервтік) сорғы қондырғысына ауысқанда алдыңғысы жұмыстан шығарылады. Жұмыс істеп тұрған қозғалтқышты қоректендіру әрқашан инвертордан жүзеге асырылады.

Тізбекті «схемамен» топтың барлық сорғы қондырғылары бір уақытта жұмыс істей алады. Бұл жағдайда сорғы қондырғыларының бірі инверторға, қалғандары тікелей желіге қосылуы мүмкін. Іске қосылған сорғы қондырғыларының өнімділігі жеткіліксіз болған жағдайда келесісі қосылады. Станциядағы қондырғыларды қосу алгоритмі кез келген сорғы қондырғысы инвертордан келетін қуатпен әрқашан іске қосылатындай етіп жасалады.

Бақыланатын технологиялық параметр түріне сәйкес станциялардың екі түрі шығарылады:

- қысымды (немесе дифференциалды қысымды) реттеуге арналған станция және резервуардағы сұйықтық деңгейін реттеуге арналған станция.

Біріншісі сумен жабдықтау және жылумен жабдықтау жүйелеріне арналған. Екіншісі - сақтау резервуары бар кәріздік сорғы станцияларын соруға арналған.

Топтағы сорғы қондырғыларының ауысуын басқару әдісіне сәйкес автоматты және қолмен басқару әдістерімен станциялардың екі түрі шығарылады. Бірінші жағдайда сорғы қондырғыларының электр қозғалтқыштарын қосу, өшіру және қосу тікелей желіге немесе түрлендіргіштің шығысына станцияның алдын ала орнатылған жұмыс алгоритміне сәйкес автоматты түрде басқарылады. Екінші жағдайда сорғы қондырғыларының электр қозғалтқыштарын ауыстыруды станцияның басқару пультінен оператор басқарады. Автоматты басқаруы бар станцияларда қолмен жұмыс режимі де бар.

Коммутациялық жабдық станциясының конфигурациясына сәйкес станциялардың үш түрі шығарылады:

- қозғалтқышты түрлендіргіштің шығысына (КА2) қосуға арналған коммутациялық жабдықпен жабдықталған станциялар;
- қозғалтқышты түрлендіргіштің шығысына (КА3) қосуға арналған коммутациялық жабдықпен жабдықталған станциялар;
- коммутациялық жабдық жинағы жоқ станциялар.

Біріншісі қолданыстағы басқару схемасын бөлшектемей, қолданыстағы объектілерде пайдалануға арналған. Екіншісі – жаңадан жобаланған объектілер үшін немесе оларды толық қайта құрумен. Үшінші – пайдаланушы станцияны коммутациялық жабдықпен дербес жобалайды және аяқтайды.

Дизайн бойынша коммутациялық жабдықты негізгі шкафқа немесе жеке шкафтарға салуға болады.

Станцияның белгіленуі оның құрамын анықтайды: станцияның негізгі шкафы, коммутациялық аппаратураға арналған шкафтар, басқару пульті, селективті құрылғылары бар қысым датчиктерінің жиынтығы. Негізгі шкафтың таңбасының құрылымы соңғы белгі – станцияның коммутациялық

жабдықпен толықтығын қоспағанда, станция таңбасының құрылымымен сәйкес келеді. Сорғы станциясының үздіксіз жұмысын және сумен жабдықтау желісіндегі қысымды автоматты түрде ұстауды қамтамасыз ету үшін КА3-090х2 топтық басқару коммутациялық қондырғысы бар СЧ 470-090х2 станциясын таңдаймын.

3.2 СЧ-400 негізгі басқару функциялары

3.2.1 Технологиялық параметрді басқару

Технологиялық параметрдің белгіленген мәнін оператордың демалыс және жұмыс күндері үшін бөлек күнделікті кестелер бойынша қалыптастыруы. Қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу арқылы белгіленген мәнге тең технологиялық параметрді автоматты түрде ұстау. Процесс параметрінің екі сенсорын қосу және жұмыс істеу мүмкіндігі:

- негізгі + сақтық көшірме;
- сигналдардың айырмасы/қосындысы бойынша реттеу;
- станцияның жұмыс режимін қосымша параметр бойынша реттеу.

Төмендегі суретте сорғы қондырғыларының топтық басқару пультінің сыртқы түрі бейнеленген.

3.4-сурет – Технологиялық параметрді басқару схемасы

3.2.2 Процесті бақылау және жабдықты қорғау

Жеткілікті төмен сору қысымымен автоматты іске қосу/тоқтату. Технологиялық параметр критикалық мәннен асқан кезде (мин және макс бойынша) авариялық тоқтату. Жеке дискретті датчиктер және

қозғалтқыштың ток жүктемесі арқылы сорғы қондырғыларының күйін бақылау, ақаулы құрылғыны автоматты түрде өшіру.

3.3 Станцияның жұмысы және желілік қысымды ұстау жүйесі

Жүйе PI контроллері бар жабық контурлы автоматты басқару жүйесі принципіне негізделген. Қысымының белгіленген мәні нақты мәнімен салыстырылады. Сәйкессіздік негізінде PI контроллері қозғалтқыш қуат жиілігінің орнатылған мәнін жасайды. Жиілік түрлендіргіші сәйкес келетін жиілігі бар қозғалтқыштың қоректену кернеуін жасайды. Сорғының айналу жиілігіне сәйкес желіде қысымы қалыптасады, ол DI сенсорының көмегімен өлшенеді және кері байланыс сигналы түрінде реттегіш кірісіне беріледі. Сорғы қондырғысының жұмысын бақылай отырып, жүйе белгіленген және нақты қысымдардың тепе теңдігінде қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді.

PI контроллері функциясын процесс контроллері орындайды. Технологиялық параметрді орнатудың мүмкін көздері:

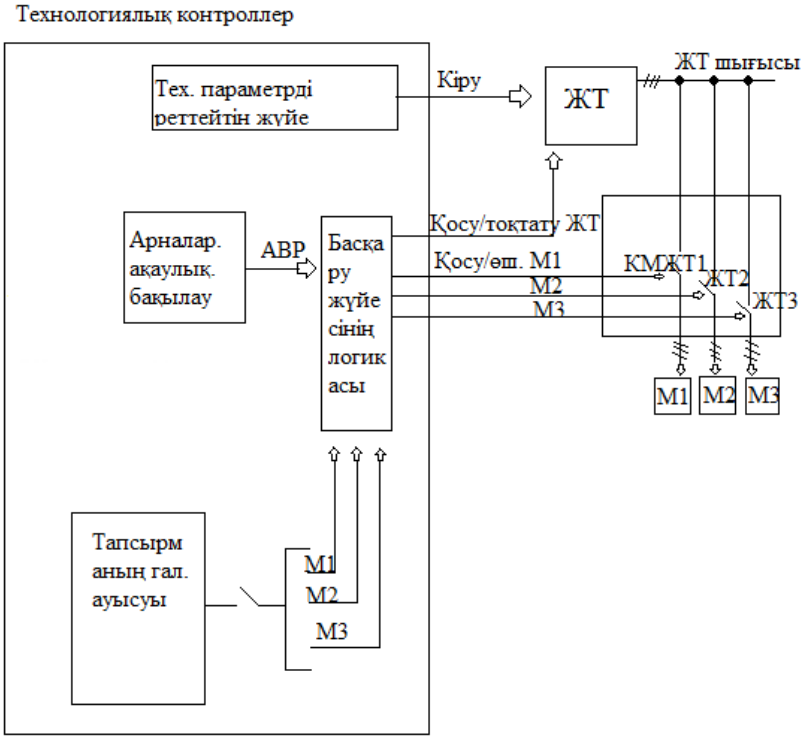
- пайдаланушының әмбебап аналогты енгізуі;
- бекітілген параметрлер (сандық кірістермен басқарылады);
- қашықтан басқару пернетақтасы (объектідегі оператордың қолмен орнатуы) немесе қашықтан пайдаланушының дискретті кірістері;
- нақты уақыт сағатына сәйкес жұмыс және жексенбі (мереке) күндерінде автоматты ауысуды пайдалану мүмкіндігі бар екі бағдарламаланатын тәуліктік кесте;
- уақыт кестесі (салыстырмалы анықтама). Тапсырманың көзін таңдау қашықтан басқару пультінің пернетақтасы арқылы жүзеге асырылады.

Топтағы сорғы қондырғыларының ауысуын автоматты басқаратын станциялар «тізбекті сұлба» алгоритмі бойынша немесе «параллельді сұлба» алгоритмі бойынша жұмыс істей алады.

Топтағы сорғы қондырғыларының жұмысының «паралельді схемасы» бір агрегаттың өнімділігі жеткіліксіз болатын объектілерде технологиялық параметрді тұрақтандыруды қамтамасыз етуге арналған. Бұл ретте жұмысқа бір мезгілде үш бірлікке дейін қатыса алады. Жалпы коллекторда жұмыс істеу кезінде олардың жалпы өнімділігі сорғы станциясының қажеттіліктерін анықтайды. Сорап қондырғыларының топта жұмыс істеуінің «параллельді схемасы» бір қондырғының өнімділігі жеткілікті болатын объектілерде технологиялық параметрді тұрақтандыруды қамтамасыз етуге арналған. Бұл жағдайда қалған қондырғылар резервтік қондырғылар болып саналады және негізгісінің жұмысы бұзылған жағдайда станцияны басқару жүйесі автоматты түрде іске қосуға болады. Басқаша айтқанда, жүйе сорғы қондырғысының АТҚ функциясын орындайды (резервтегі сорғы қондырғысын автоматты түрде қосу).

Бұл дипломдық жұмыста параллельді «схема» алгоритмі бойынша жұмыс істейтін станцияны таңдаймын. Топтағы сорғы қондырғыларының жұмысының параллельді «схемасы» келесідей.

Жұмыс істеп тұрған сорғы қондырғысы қысымды реттеу жүйесінің құрылымдық схемасына енгізілген. Тек бір қозғалтқыш жұмыс істей алады. Негізгі сорғы қондырғысының жұмысы бұзылған жағдайда топтық басқару жүйесі осы қондырғының қозғалтқышын инвертордан автоматты түрде ажыратады және басқа (резервтік) сорғы қондырғысын инверторға қосады. Басқаша айтқанда, жүйе сорғы қондырғысының АТҚ функциясын орындайды (резервтегі сорғы қондырғысын автоматты түрде қосу). 3.7-суретте жұмыстың параллельді «тізбегі» үшін топтық басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы көрсетілген [4].



$М_1$, $М_2$, $М_3$ – сорғы қондырғыларының жетек қозғалтқыштары; $КМПЧ_1$, $КМПЧ_2$, $КМПЧ_3$ – қуат контакторлары, олардың көмегімен қозғалтқыштар ЖК шығысына қосылады; $КМ_1$, $КМ_2$, $КМ_3$ – қуат контакторлары, олардың көмегімен қозғалтқыштар желіге қосылады.

3.5-сурет – «Параллельді сұлбаның» жұмысы үшін топтық басқару жүйесінің құрылымдық схемасы

Топтық басқару алгоритмі коммутациялық жабдықтың контакторлары мен жиілік түрлендіргішінің үйлестірілген басқаруын қамтамасыз ететін технологиялық контроллермен жүзеге асырылады. Қозғалтқыштарды желіге қосуға арналған коммутациялық жабдық бұл алгоритмге қатыспайды. Жүйе келесідей жұмыс істейді. Әрбір қозғалтқышқа 1, 2 немесе 3 мәртебесі беріледі, ол сорғы қондырғыларының жұмысқа кірісуінің басымдығын

белгілейді. «1» басымдылығы бар сорғы – жұмыстық, «2» басымдығымен – №» резерв, «3» басымдығымен – №2 резерв. Станция қосылған кезде инвертордың шығысына «жұмыс» күйі бар қозғалтқыш қосылады, инвертор іске қосылады және қысымды сақтау жүйесі қосылады. Арна ақауы анықталған кезде сорғының АТҚ функциясы орындалады:

Инверторда «STOP» пайда болған кезде, «жұмыстық» қозғалтқыш күйімен өшіріледі, «резерв №1» күйі бар қозғалтқыш инвертор шығысына қосылады және инвертор іске қосылады. АТҚ командасы келесі келген кезде «№1 резервтен» «№2 резервке» ұқсас ауысу орын алады. АТҚ командасы келесі келген кезде (резерв таусылды) ЖК авариялық блоктау орын алады және «№2 резерв» өшіріледі. «Резервтің таусылуы» станцияның толық тоқтап қалуымен бірге жүреді.

Негізгі сұлба топтағы сорап қондырғыларының параллель жұмысы бар және сорғы қондырғыларының ауысуын автоматты басқаратын үш арналы станцияға сәйкес келеді. Қашықтан басқару құралы ЖК электр шкафына стандартты кабельдер арқылы қосылған [4].

4 Жаңғырту шығындарын анықтау

4.1 Шығынның жалпы суммасын анықтау

Сорғы станциясының электр жабдықтарын жаңартуға бір реттік шығындардың жалпы сомасын есептейміз [9]:

$$З_к = С_{об} + С_м + С_{пнр} \quad (6.1)$$

мұндағы $С_{об}$ – орнатылған жабдықтың құны, тг;

$С_м$- жабдықты орнату және монтаждау құны, тг;

$С_{пнр}$- іске қосы жұмыстарының құны, тг.

Төмендегі кестеде таңдалған жабдықтың құны (бөлшек сауда бағасы) берілген.

4.1-кесте – Таңдалған жабдықтың құны

Жабдық	Жабдықтың құны, тг/шт	Жабдықтың бірлік саны, дана	Жабдықтың жалпы құны, тг
СЧ 470-090-001 станция шкафы	3 926 070	1	3 926 070
КА3- 090х1-000 коммутациялық қондырғы шкафы	890 775	2	1 781 550
ПДУ-2- П1К3-А0 қашықтан басқару пульті	187 590	1	187 590
Таңдау құрылғылары бар қысым датчиктерінің жинағы	186 480	1	186 480
Жалпы:			6 081 690

Жабдықтың құнын есептейік $С_{об}$, тг:

$$С_{об} = С_1 + С_2 \quad (4.2)$$

Мұндағы $С_1$- жабдық құны;

$С_2$ – транспорттау шығындары.

$С_2$ орнатылған жабдық құнының 20% мөлшерінде қабылданады.

$$С_2 = С_1 \cdot 0{,}2 \quad (4.3)$$

$$С_2 = 6\,081\,690 \cdot 0{,}2 = 1\,216\,338 тг$$

Осылайша жабдықтың құны:

$$С_{об} = 6\,081\,690 + 1\,216\,338 = 7\,298\,028тг$$

Жабдықты орнату және монтаждау құны:

$$С_{м} = С_{об} \cdot К_{1} \quad (4.4)$$

мұндағы, $К_{1}$ -коэффициент, оның мәні жабдықтың жалпы құнының 9% мөлшерінде қабылданады, тг.

$$С_{м} = 7\,298\,028 \cdot 0{,}09 = 656\,820{,}3тг$$

Іске қосу жұмыстарының құны жабдық құнының 5-10% құрайды және тапсырыс берушімен келісіледі. Іске қосу құнының $К_2$ коэффициентін анықтауға келесі факторлар әсер етеді:

- нақты жабдықты іске қосу дәрежесінің күрделілігі;
- тұтынушының орналасқан жерінің географиясы (қашықтығы және жол ақысы);
- іске қосу жүзеге асырылатын жабдықтың саны мен құны. Барлық деректерге сүйене отырып, біз $К_2$=10% деп қабылдаймыз.

$$С_{пнр} = С_{об} \cdot К_{2} \quad (4.5)$$

$$С_{пнр} = 7\,298\,028 \cdot 0{,}1 = 729\,802{,}8тг$$

Нәтижесінде жаңғыртудың жалпы құны:

$$З_{к} = 7\,298\,028 + 656\,820{,}3 + 729\,802{,}8 = 8\,684\,651{,}1тг$$

Сорғы станциясының электр жабдықтарын жаңартуға біржолғы шығындардың жалпы сомасының есебі 4.2-кестеде келтірілген.

4.2-кесте - Бір реттік жаңарту шығындары

Жұмыс түрі	Жұмыс құны	Валюта
Орнатылатын жабдық	7 298 028	Тг
Жабдықты монтаждау	656 820,3	Тг
Іске қосу жұмысы	729 802,8	Тг
Жалпы:	8 684 651,1	Тг

4.2 Эксплуатациялау шығындарының есебі

Жабдықты пайдалану бойынша пайдалану шығындарының құны келесі баптармен анықталады. Жабдықтардың техникалық қызмет көрсетуін қамтамасыз ету үшін жаңа штат бірлігін енгізудің қажеті жоқ. Жабдықтың жұмысының жаңа режимінде тұтынылатын электр энергиясының шығынын есептеу қажет.

Эксплуатациялық шығындардың құны [9]:

$$З_{ЭР} = З + С_э + С_А + С_Р \tag{4.6}$$

мұндағы З - сақтандыру төлемдерімен еңбек шығындары;

$С_э$ – электроэнергия шығындары, тг;

$С_А$- амортизациялық шығындар, тг;

$С_Р$ - жабдықты жөндеу шығындары, тг.

Электроэнергия шығындары:

$$С_э = N_э \cdot Т_{до} \cdot С_n \tag{4.7}$$

мұндағы $N_э$ - паспортқа сәйкес техникалық құралдардың белгіленген қуаты, $N_э$=90кВт.

$Т_{до}$ - жабдықты пайдаланудың нақты жылдық қоры, сағ/жыл;

$С_n$ - 1 кВт/сағ электр энергиясының құны, тг, $С_n = 19{,}92$тг.

Жабдықты пайдаланудың жарамды жылдық қоры:

$$Т_{до} = Т_{ном} \cdot к_п \tag{4.8}$$

мұндағы $Т_{ном}$ - жабдықты пайдалану уақытының номиналды жылдық қоры, сағ/жыл;

$к_п$ - жөндеуге және ағымдағы жоспарлы профилактикалық жөндеуге кеткен уақыттың жоғалуын есепке алатын коэффициент, $к_п$=0,88.

Жабдықтардың номиналды жұмыс істеу уақыты:

$$Т_{ном} = \frac{D_g \cdot T_c}{D_п} \tag{4.9}$$

мұндағы D_g - бір жылдағы жұмыс күндерінің саны, күн, D_g = 365;

T_c - аптадағы жұмыс уақыты саны, сағат, T_C = 168;

$D_п$ - аптадағы жұмыс күндерінің саны, күн, $D_п$ = 7.

$$Т_{ном} = \frac{365 \cdot 168}{7} = 8760 \text{сағ/жыл}$$

Жабдықтың жұмыс уақытының нақты жылдық қоры:

$$Т_{до} = 8760 \cdot 0{,}88 = 7708{,}8 сағ/жыл$$

Электроэнергия шығындары:

$$С_э = 90 \cdot 7708{,}8 \cdot 19{,}92 = 13\,820\,336{,}6 тг$$

Жиілік түрлендіргіштерді енгізу кезінде энергияны үнемдеу мәні 15-85% аралығында болуы мүмкін.

$$С_э^1 = С_э - \frac{С_э \cdot 30\%}{100\%} \quad (4.10)$$

$$С_э^1 = 13\,820\,336{,}6 - \frac{13\,820\,336{,}6 \cdot 30\%}{100\%} = 9\,674\,235{,}62 тг$$

Еңбек құны (негізгі, қосымша жалақы мен әлеуметтік аударымдарды ескере отырып) мына формула бойынша есептеледі:

$$З = Т_б \cdot Т_М \cdot К_С \cdot К_П \cdot К_у \cdot Т_Г \cdot Ф_{со} \quad (4.11)$$

мұндағы $Т_б$ - 5-разрядты электромонтер тарифі, тг, $Т_б$ = 235,32;

$Т_М$ - айлық жұмыс уақытының қоры, сағат, $Т_м$ = 160;

$К_С$ - қосымша жалақыны есепке алу коэффициенті, $К_с$ = 1,1;

$К_П$ - сыйлықақыны есепке алу коэффициенті, $К_п$ = 1,35;

$К_у$ - аудандық коэффициент, $К_у$ = 1,15;

$Т_Г$ - бір жылдағы айлар саны, $Т_г$ = 12;

$Ф_{со}$ - еңбекақы қорынан әлеуметтік аударымдарды есепке алу коэффициенті, $Ф_{СО}$ = 1,3.

$$З = 42{,}4 \cdot 160 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}15 \cdot 12 \cdot 1{,}3 = 1\,003\,062{,}6 тг$$

Амортизациялық аударымдар орнатылған жабдықтың және есепке алынбаған жабдықтың құнына белгіленген нормалар бойынша анықталады:

$$С_а = С_1 \cdot К_5 + С_2 \cdot К_6 \quad (4.12)$$

мұндағы $С_1$ - жабдықтың құны;

$К_5$ - орнатылған жабдық амортизация нормасы, $К_5$ = 12%;

$С_2$ - есепке алынбаған жабдықтың құны;

$К_6$ - есепке алынбаған жабдықтың амортизация нормасы, $К_б$ = 12,5%.

Осылайша, амортизациялық аударымдар:

$$С_а = 6\,081\,690 \cdot 0{,}12 + 1\,216\,338 \cdot 0{,}125 = 881\,845{,}05тг$$

Техникалық жабдықты ағымдағы жөндеуге кеткен шығындар:

$$С_р = С_{об} \cdot К_7 \qquad (4.13)$$

мұндағы $С_{об}$ - жабдықтың құны, тг;
$К_7$ - жөндеу шығын коэффициенті, $К_7$ = 5%.

$$С_р = 6\,081\,690 \cdot 0{,}05 + 1\,216\,338 \cdot 0{,}05 = 364\,901{,}4тг$$

Осылайша, операциялық шығындардың құны:

$$З_{эр} = 1\,003\,062{,}6 + 9\,674\,235{,}62 + 881\,845{,}05 + 364\,901{,}4 = 11\,924\,044{,}7тг$$

Пайдалану шығындарының есебі нәтижелері 4.3-кестеде көрсетілген.

4.3-кесте – Эксплуатациялық шығындар

Атауы	Мәні	Валюта
Электроэнергия шығындары	9 674 235,62	тг
Еңбек шығындары және әлеуметтік қажеттіліктер	1 003 062,6	тг
Амортизация	881 845,05	тг
Жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу	364 901,4	тг
Жалпы:	11 924 044,7	тг

4.3 Жаңғыртусыз сұлбаның шығындарын анықтау

Жаңғырту - бұл әр түрлі жаңа жаңартуларды енгізу арқылы заманауи талаптарға сәйкес бір нәрсені өзгерту немесе жақсы жағдайларға көшіру процесі болып табылады.

Жаңғырту шығындарына электрэнергиясы, еңбек және әлеуметтік шығындар, амортизацияға сонымен қатар жабдықтарды жаңғыртуға кететін шығындардың жалпы суммасының қосындысы

Электр энергиясының шығындары 4.7 формуласы бойынша табылады.

Жабдықты пайдаланудың нақты жылдық қоры 4.8 формуласы бойынша табылады.

Жабдықтың жұмыс уақытының номиналды жылдық қоры 4.9 формуласы бойынша табылады [9].

$$\text{Т}_{\text{ном}} = \frac{365 \cdot 168}{7} = 8760\text{сағ/жыл}$$

$$\text{Т}_{\text{до}} = 8760 \cdot 0{,}88 = 7708{,}8\text{сағ/жыл}$$

$$\text{С}_{\text{э}} = 90 \cdot 7708{,}8 \cdot 19{,}92 = 13\,820\,336{,}6\text{тг}$$

Амортизациялық аударымдар:

$$\text{С}_{\text{а}} = \sum_{i=1}^{n} \cdot \frac{C_{\text{бсо}} \cdot \text{Н}_{\text{а}}}{100} \qquad (4.14)$$

мұндағы $C_{\text{бсо}}$ - жабдықтың баланстық құны, тг;

5АМН250S2 қозғалтқышы үшін $C_{\text{бсо}} = 552\,000$тг;

1Д200-90 сорғысы үшін $C_{\text{бсо}} = 331\,200$тг;

$\text{Н}_{\text{а}}$ - амортизацияның жылдық нормасы Н = 13%.

$$\text{С}_{\text{а}} = \frac{2 \cdot 100000 \cdot 13}{100} + \frac{2 \cdot 60000 \cdot 13}{100} = 242\,880\text{тг}$$

Техникалық құралдарды ағымдағы жөндеуге кеткен шығындар:

$$\text{С}_{\text{р}} = \text{С}_{\text{об}} \cdot \text{К}_7 \qquad (4.15)$$

мұндағы $\text{С}_{\text{об}}$ – қондырғы құны, тг;

К_7 - жөндеу шығындары коэффициенті, К_7 = 5%.

$$\text{С}_{\text{р}} = 883\,200 \cdot 0{,}05 = 44\,160\text{тг}$$

Осылайша, эксплуатациялық шығындардың құны:

$$\text{З}_{\text{эр}} = 1\,003\,062{,}6 + 13\,820\,336{,}6 + 242\,880 + 44\,160 = 15\,110\,439{,}2\text{тг}$$

Келесі кестеде эксплуатация шығындарының есебі көрсетілген.

4.4-кесте – Эксплуатациялық шығындар

Атауы	Валюта	Құны
Электроэнергия шығыны	Тг	13 820 336,6
Еңбек шығындары және әлеуметтік қажеттіліктер	Тг	1 003 062,6
Амортизация	Тг	242 880
Жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу	Тг	44 160
Жалпы:	Тг	15 110 439,2

5 Экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу

Станцияда жиілікті түрлендіргішті орнатудың экономикалық тиімділігін есептейік. Экономикалық әсер [9]:

$$Э = \Delta С - \Delta К \cdot Е_i \qquad (4.16)$$

мұндағы $\Delta С$ - өнімді дайындауға арналған жылдық ағымдағы шығындар, тг;

$Е_i$ - экономикалық тиімділік коэффициенті, $Е_i$ =0,15;

$\Delta К$ - өндірісті дайындауға күрделі салымдар, тг.

Ағымдағы және жаңғырту нұсқаларының операциялық шығындарының арасындағы айырмашылық:

$$\Delta С = С d - С пр \qquad (4.17)$$

мұндағы $С d$ - сорғы станциясының қазіргі эксплутациялық шығындары;

$С пр$ - сорғы станциясының жобалық нұсқасының эксплуатациялық шығындары.

$$\Delta С = 15\,110\,439{,}2 - 11\,924\,044{,}7 = 3\,186\,394{,}5 тг$$
$$Э = 3\,186\,394{,}5 - 8\,684\,651{,}1 \cdot 0{,}15 = 1\,883\,696{,}84 тг$$

Өтелу мерзімі:

$$Т_{ок} = \frac{\Delta К}{Э} \qquad (4.18)$$

мұндағы $\Delta К$ – күрделі салымдар, тг.

$$Т_{ок} = \frac{8\,684\,651{,}1}{1\,883\,696{,}84} = 4{,}6 жыл$$

Экономикалық есеп нәтижелері төмендегі 4.5-кестеде жинақталған.

4.5-кесте – Экономикалық есеп нәтижесі

Көрсеткіштердің атауы	Валюта	Қазіргі сұлба	Жобалық сұлба
Қосымша күрделі салымдар	Тг.	-	8 684 651,1

Еңбек шығындары және әлеуметтік қажеттіліктер	Тг.	1 003 062,6	1 003 062,6
Амортизация	Тг.	242 880	881 845,05
Техникалық қызмет көрсету шығындары	Тг.	44 160	364 901,4
Электр энергиясы шығындары	Тг.	13 820 336,6	9 674 235,62
Операциялық шығындар	Тг.	15 110 439,2	11 924 044,7
Экономикалық әсер	Тг.	1 883 696,84	
Өтелу мерзімі	жыл	4,6	

5.4 Өндіріс орнындағы еңбекті қорғау

Осы жұмысшы мамандығы бойынша жұмысқа алдын ала медициналық куәландырудан өткен және жұмысқа қарсы көрсетілімдері жоқ 18 жасқа толған адамдар жіберіледі. Жұмысшы жұмысқа қабылданған кезде кіріспе брифингтен өтуі керек. Өзіндік жұмысқа қабылданар алдында жұмысшы мыналарды тапсыруы керек:

- жұмыс орнындағы алғашқы нұсқама;

- еңбекті қорғау бойынша білім мен нұсқауларды тексеру;

- энергетикалық жабдыққа техникалық қызмет көрсету кезіндегі жазатайым оқиғаларға байланысты зардап шеккендерге алғашқы медициналық көмек көрсету бойынша білімдерін тексеру;

- жұмыстарды қауіпсіз орындау үшін қажетті қорғаныс құралдарын қолдану бойынша білімді тексеру;

- кадрларды даярлау бағдарламасы бойынша оқыту;

- жұмыс орнын дайындауға, қабылдауды жүзеге асыруға, бригадир, бақылаушы және жұмысты қауіпсіз орындау бойынша жауапты тұлғалардың міндеттеріне сәйкес келетін көлемде бригада мүшесі болуға құқығы бар жұмыскерлердің қауіпсіздік ережелері.

Өзіндік жұмысқа рұқсат тиісті бұйрықпен ресімделеді. Электр тоғының соғуынан қорғану үшін диэлектрлік қолғаптарды, кілемдерді, оқшаулағыш төсеніштерді, басқа да жеке қорғаныс құралдарын пайдалану қажет. Электр қозғалтқыштарының әрбір іске қосу құрылғысының алдында диэлектрлік кілемшелер немесе оқшаулағыш тіректер болуы керек. Слесарь комбинезонмен және қауіпсіздік аяқ киімімен жұмыс істеуі және қолданыстағы салалық стандарттарға сәйкес шығарылған басқа қорғаныс құралдарын пайдалануы керек.

Электр жабдығын пайдаланудағы маңызды міндет оған техникалық қызмет көрсету кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету болып табылады. Қолданыстағы электр қондырғыларындағы жұмыстарды орындау шарттары және қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша қажетті ұйымдастырушылық-техникалық шаралар «Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану ережелерімен» қатаң түрде реттеледі. Жұмыс істеп тұрған электр қондырғылары деп толық немесе ішінара ток қосылған немесе кез келген уақытта қуаттандыруға болатын қондырғылар қарастырылады. Тарату құрылғыларында ток өткізетін жабдық пен шиналар қоршалған немесе оларға кездейсоқ тиіп кетуге болмайтындай биіктікте орналастырылған. Жұмыстың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ережелер арнайы техникалық және ұйымдастыру шараларын қарастырады.

Техникалық қызметке мыналар жатады:

- қуат көзін өшіру;

- қоршауларды орнату және плакаттарды ілу;

- кернеудің жоқтығын тексеру;

- қорғаныш жерге тұйықтауды орнату.

Қуатты өшіру мыналарды қамтиды: жұмыс жүргізілетін электр қондырғысының барлық ток өткізетін бөліктері ажыратылуы керек. Сондай-ақ, жұмысшылар кездейсоқ тиіп кетуі немесе жақындауы мүмкін барлық ток өткізетін бөлшектерді ажырату қажет: 0,6 м - 10 кВ номиналды кернеуді қоса алғанда. Кернеуді өшіретін жабдық кернеу астында тұрған ток өткізетін бөліктерден барлық жағынан ажыратылатындай етіп өшірілуі керек. Бұл жағдайда әр жағынан көрінетін бос орын болуы керек. Ток өткізетін бөліктерден тек ажыратқыш арқылы ажыратылған жабдықта жұмыс істеуге тыйым салынады. Кернеуді ажыратқаннан кейін өздігінен кернеудің берілуін болдырмау үшін шаралар қабылдау қажет. Ол үшін ажыратқыштардан балқытылатын буындар алынып тасталады, ал ажыратқыш жетектері құлыпталады, ескерту плакаттары ілінеді.

Қоршауларды және ілулі плакаттарды орнату келесідей: ажыратқыштар мен айырғыштардың барлық жетектерінде және жұмыс орнына кернеуді беруге болатын басқару кілттерінде «Қосуға болмайды - адамдар жұмыс істеуде!», «Тоқта – жоғары кернеу!». Техникалық қызмет көрсету персоналының кіруіне рұқсат етілмеген барлық басқа жерлерде бірдей қалқандар орнатылуы керек. Жұмысты орындауға арналған жерде оны дайындау аяқталғаннан кейін «Осында жұмыс істеу» плакаттары орналастырылады. Кернеудің жоқтығын тексеру кернеу индикаторын пайдалану арқылы ажыратылған жабдықта кернеудің жоқтығын тексеруден тұрады.

Ток өткізетін бөліктерге қорғаныс жерлендіруді орнату кернеудің жоқтығын тексергеннен кейін дереу жүзеге асырылады. Портативті жерге тұйықтауды алдымен жерге қосу құрылғысына қосу керек, содан кейін (кернеудің жоқтығын тексергеннен кейін) ток өткізетін бөліктерге орнату керек. Портативті жерге қосуды кері ретпен алып тастаңыз. Портативті жерге тұйықтауды орнату және алу диэлектрлік қолғаптарда қызмет көрсетілетін электр құралын пайдалана отырып жүзеге асырылуы керек.

Жұмыс өндірісінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі ұйымдастыру шараларына мыналар жатады:

- жұмысты бұйрықпен, бұйрықпен немесе ағымдағы пайдалану тәртібімен орындалатын жұмыстардың тізбесі бойынша тіркеу;

- жұмыс істеуге рұқсат;

- жұмыс барысында қадағалау;

- Жұмыстағы үзілісті, басқа жерге ауыстыруды ресімдеу.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада сорғы станциясының электр жетектігін жаңғырту ұсынылды, қолданылған жабдықтар мен су қамтамасыз етудің технологиялық процесі сипатталды.

Элементтердің гидравликалық және электрлік сипаттамасы және жұмыс режимі есептелінді. Сумен жабдықтау жүйесіндегі жиілікті бақылауды қолдану желідегі қосу тоқтарын және қысым дәрежелерін азайтатыны анықталды. Соның арқасында жабдықтың қызмет көрсету мерзімін ұзартуға мүмкіндік туады. Дроссельмен басқару мен қозғалтқыштың айналу жиілігін басқару араларындағы экономдық айырмашылық 30 пайызды құрайды.

Қысымды реттеу КАЗ-090х1-00 топтық басқару жабдығы бар СЧ400-090х2 П1КЗ-2.0.0ХС жиілікті басқару станциясын орнату арқылы жүзеге асырылады.

Басқару жүйесі қазіргі элементтік негізге негізделген, желідегі қысым мәніне байланысты су беру процесін автоматты режимде жүргізуге және автоматты қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді. СЧ400 жиілікті басқару станциясының қосылу сұлбасы әзірленді.

Жобаның экономикалық бөлігінде жаңғыртуға арналған күрделі шығындар есептіліп, оның мәні 8 684 651,1 теңгені құрады. Жаңғыртудан жылдық экономикалық әсер 1 883 696,84 теңге, ал күрделі инвестициялардың қайтарылу кезеңі 4,6 жыл, бұл өте ұтымды жоба болып табылады.

Сонымен қатар, өмір қауіпсіздігі бөлімінде жұмысшылардың жұмыс барысында ешқандай жарақат алмауы үшін қажетті техникалық қауіпсіздік шаралары қарастырылды. Жарықтандыру есебі жүргізіліп, өрт қауіпсіздік шаралары келтірілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Москаленко В.В. Электрический привод .М.: «Академия», 2007.

2 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электропривода. М. «Академия», 2008.

3 Онищенко Г.Б. Электрический привод. М. «Академия», 2008.

4 А. И. Авербах, Е.И. Барц, И. Я. Браславский, З. Ш. Шиматов. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средство энергосбережения. Е., Тяжпромэлектромет 2002.

5 Семидуберский М.С. Насосы, компрессоры, вентиляторы. М.: Высшая шклола, 2013.

6 Клиначёв Н. В. Моделирование систем в программе VisSim: Справочная система. - Offline версия 1.0. - Челябинск, 2001.

7.Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В. А. Елисеева и А. В. Шинянского. - М.: Энергоатомиздат, 2000.

8.Копылов И.П. Электрические машины. - М.: Высш. шк., 2004. - 607 с..

9 Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник. К.М. Великанова. - Л.: Машиностроение. 2015.

10 СТ КазНИТУ-09-2017. Общее требование к построению, изложениям, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Работы учебные. Алматы: КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, 2017. – 47 с.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И СӘТБАЕВ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Манап Айғаным Маратқызының

6В07101-Энергетика мамандығы бойынша

«Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту»
тақырыбындағы дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Берілген дипломдық жұмыс сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғыртуға арналған. Жұмыста сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегі жиілік түрлендіргіш арқылы жаңғыртылды. Асинхронды қозғалтқыш түрі таңдалып, оған жаңғыртылғанға дейінгі және жаңғыртылғаннан кейінгі есептеулер жүргізілді. Экономикалық бөлімде қондырғылардың жаңғыртуға кететін шығындары есептелді.

Дипломдық жұмыс тақырыпқа және тапсырмаларға сай толығымен орындалған. Жұмыс белгіленген талаптарға сәйкес рәсімделген және тиісті түрде ұсынылған, барлық қажетті материалдар қамтылған.

Жұмысты орындау кезінде Манап Айғаным Маратқызы өзінің теориялық білімдерін пайдалана алатынын, жаңа білім алуға талпынысын және жауапкершілікті сезінетінін көрсетті.

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (93%) деген бағаға, ал оның авторы Манап Айғаным Маратқызы 6В07101 «Энергетика» мамандығы бойынша «Бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, PhD_____ Н.Е.Балгаев

«31» мамыр 2023 жыл

ҚазҰТЗУ Ү 706-16. Пікір

Манап Айғаным Маратқызы

6В07101 – Энергетика мамандығы бойынша

«Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту»
тақырыбында орындаған

Дипломдық жұмысына

СЫН-ПІКІР

Студент Манап А.М. дипломдық жұмыста сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғыртуды қарастырған. Жұмысты орындау барысында 1Д200/90 маркалы ортадан тепкіш сорғы және 5АМН250S2Y3 маркалы асинхронды қозғалтқыш таңдалған. Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегінің жаңғыртылғанға дейінгі және жаңғыртылғаннан кейінгі есептеулер жүргізілген.

Экономикалық бөлімде сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғыртуға кететін капитал және эксплуатациялқ шығындар есептелген.

ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескертулер жоқ. Жұмыстың кемшілгі ретінде таңдалған асинхронды қозғалтқыш туралы толық ақпарат берілмегенін айтуға болады.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Жоғарыда айтылғандарды ескеріп, Манап Айғаным Маратқызының дипломдық жұмысын «өте жақсы» (92 балл) бағаға бағалап, ал авторды – 6В07101 – Энергетика мамандығы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне лайық деп санаймын.

Сын-пікір беруші
«Логистика және көлік академиясы» АҚ,
«Энергетика» кафедрасының ассистент-
профессор, PhD

_____ Ж.Ж. Калиев

«01» мамыра 2023 ж.

НЕ ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Манап Аиғаным Маратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту

Научный руководитель: Нуржан Балгаев

Коэффициент Подобия 1: 0.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 29

Знаки из здругих алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 31.05.2023ж.

Балгаев Н.Е.

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Манап Аиганым Маратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сумен жабдықтау сорғы станциясының электр жетегін жаңғырту

Научный руководитель: Нуржан Балгаев

Коэффициент Подобия 1: 0.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 29

Знаки из здругих алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата
1.06.2023 ж.

Заведующий кафедрой Мергенчик
Сарсембаев Е.А.