

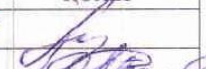
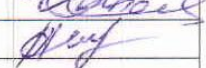
Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Көмірлік қранның сызбасы.
2. Көмірлік қранның арбасы.
3. Көтергі механизмінің математикалық сызбасы.
4. Көтергі механизмінің шүртем диаграммасы.
5. Көмірлік қранның шүртемнің диаграммасы.
6. Нығиіті түрлендірілім асинхронді қозғалғышы шүйей бойынша құрылымды сызбасы.
7. ИТ-АҚ тұйық шүйесінің құрылымды сызбасының МАТІАВ бағдарламасы бойынша моделі.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Сажгов П.И., Терехов К.Т., Шахдих Ю.И. Параметрический синтез систем управления асинхронно электродвигателем, Вестник АУЭС - 2011, №2.
2. Сажгов П.И., Мухоморов М.А. Айтмаст тоқ электр шетем: Оқу құралы - Алматы, 2008.
3. Правила устройств электроустановок, РК-А, 2002.
4. М.К. Дюсебаев, Ф.В. Шамсаев, "Управление промышленной и энергетической безопасностью" - Алматы, 2008.
5. А.А. Шахдих, А.М. Баева, "Дизельдік қозғалғыштың автономдылығы бойынша арындары" - Алматы, 2015.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика бөлімі	Мамулат	08.02 - 27.05.16	
ТЖҚ және ҚДҚ	Өсейітқырова	24.05.16	
Архивті бөлімі	Төбесқымова		

Аңдатпа

Дипломдық жоба «ЖТ-АҚ» жүйесі бойынша кранның көтеру механизмінің электр жетегі тақырыбына орындалған. Оған келесі бөлімдер кіреді: арнайы бөлім, өміртіршілік қауіпсіздігі және экономикалық бөлім.

Арнайы бөлімде кранның көтеру механизмінің сипаттамалары мен технологиясы, электр жетегіне қойылатын талаптары қарастырылды, қуаты есептелініп, қозғалтқыш таңдалды, жүктемелік диаграммасы есептелініп тұрғызылды. Сонымен қатар жиілікті түрлендіргіш таңдалып, электр жетегінің құрылымдық сұлбасы құрылды, MathLab бағдарламасын қолдану арқылы ЖТ-АҚ жүйесіндегі өтпелі процестері қарастырылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде өрт қауіпсіздігі, өрт қауіпсіздігі шаралары, апатты алдын ала ескерту шаралары қарастырылып, сонымен қатар өртке қарсы су жабдығына есептеулер жүргізілген.

Экономикалық бөлімінде эконмикалық мәліметтер қарастырылып, бастапқы шығындар есептелініп, пайдалану шығыны анықталды және экономикалық көрсеткіштері анықталды.

Аннотация

Дипломный проект был выполнен на тему электропривод механизма подъема крана по системе ПЧ-АД. К нему вошли следующие разделы: специальная часть, безопасность жизнедеятельности и экономическая часть.

В специальной части рассматривается характеристика и технология подъема механизма, предъявляемое требование к электроприводу, проводился расчет мощности и был выбран, а также производился расчет двигателя и была построена диаграмма. Также было выбрано преобразователь частоты, и была построена структурная схема, используя программу MathLab рассматривался переходной процесс ПЧ-АД.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассматривались пожарные безопасности и мероприятие, аварийное предупредительное мероприятие, а также расчеты водоснабжении по пожарной безопасности.

В экономической части рассматривались экономические материалы, начальные расходы, используемые расходы и экономические показатели определились.

Annotation

Graduation project was carried out on the electric crane hoist IF-AD.K system, it includes the following sections: special part vital activity security and economic part.

The special part deals with characteristics and technology of lifting mechanism, to make demands to the drive, perform calculations, and power has been chosen and prozvodilsya calculation engine, and a diagram was constructed. Also, the frequency converter has been selected, and the block diagram was constructed using MathLab program considered transient IF-AD.

In the security section vital addressed fire safety, and event, emergency preventive measures, as well as calculations of water supply for fire safety.

In the economic part of the considered economic materials, start-up costs, use costs and economic indicators were defined.

Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Арнайы бөлім	10
1.1 Механизмнің тағайындалуы, құрамы және техникалық сипаттамалары.	10
1.2 Көпірлік кранның негізгі мінездемелері	14
1.3 Көпірлік көтеру краны механизмінің электр жабдығының жалпы техникалық сипаттамасы және жұмыс шарттары.....	16
1.4 Көпірлік кран электр жетегінің кинематикалық сұлбасы және технологиясы.....	17
1.5 Электр жетегіне қойылатын талаптар	19
2 Электр жетек жүйесін таңдау.....	21
2.1 Қозғалтқыштың қуатын есептеу және таңдау.....	21
2.2 Қозғалтқышты алдын-ала таңдау.....	22
2.3 Жүктеме диаграммасын және тахограмманы есептеу, құрастыру.....	23
2.4 Қызу және қайта жүктеу қабілеттілігі бойынша қозғалтқышты тексеру...	26
2.5 Жиілікті түрлендіргішті таңдау	27
2.6 Қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары	28
2.7 Жиілікті түрлендіргіштің қуатын есептеу.....	29
2.8 Статикалық сипаттамаларды есептеу және құру	32
3 Электр жетегінің динамикасын талдау.....	37
3.1 Жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйесі бойынша құрылымдық сұлбасын құрастыру.....	37
3.2 ЖТ-АҚ жүйесінің математикалық сипаттамасы.....	39
4 Электр жетегінің қорғанысы	41
4.1 Асқын кернеуден қорғану.....	41
5 Өміртіршілік қауіпсіздігі	44
5.1 Өрт қауіпсіздігі	44
5.2 Өрт қауіпсіздігі шаралары және апатты алдын ала ескерту	46
5.3 Өртке қарсы су жабдығын есептеу.....	46
6 Экономикалық бөлім	53
6.1 Жалпы мәліметтер.....	53
6.2 Бастапқы шығындарды есептеу	54
6.3 Пайдалану шығынын анықтау.....	55
6.4 Экономикалық көрсеткіштерді талдау	62
Қорытынды.....	64
Әдебиеттер тізімі.....	65

Кіріспе

Крандық электр жабдық халық шаруашылығының барлық салаларының кешенді механизациялау құралдарының бірі болып табылады. Отандық өнеркәсіп өндірген жүк көтергіш машиналарын басым көпшілігі болып, жұмыс механизмнің негізгі жетекшісі де бар, сондықтан осы машиналардың жұмыс істеуі крандық жабдықтардың пайдаланылатын сапалы көрсеткіштерінен айтарлықтай дәрежеде тәуелді.

Жүк көтеру операциялармен байланысты жүктердің орын ауыстыруы, халық шаруашылығының барлық салаларында, көлікте және құрылыста алуан түрлі жүк көтеру машиналармен іске асады.

Жүк көтергіш машиналар тиеу және түсіру жұмыстарына, құрылыс немесе өндіріс технологиялық тізбегінде жүктерді орын ауыстырғанда және ірі агрегатты монтажды жұмыстарды орындау үшін қолданылады. Электр жетегі бар жүк көтергіш машиналар кең ауқымда қолданылады, ол жетек қуатының жүз ваттан 1000 кВт дейінгі аралықта сипатталады. Болашақта кран механизмдерінің қуаты 1500 -2500 кВт жетуі мүмкін.

Жұмыстың мақсаты мен сипатына қарай көпірлік крандар әр түрлі жүк көтергіш құрылғыламен жабдықталған: ілмектермен, грейферлармен, арнайы қармаулармен және т.б. Көпір краны қолдануға өте ыңғайлы, цехтің жоғарғы бөлігінде орналасқан кран жолдары арқылы қозғалысы арқасында, ол пайдалы аудан алмайды.

Жүк көтергіш машиналардың көпшілігінің электр жетегі қайта-қысқа мерзімді жұмыс тәртібімен жоғары жиілікте, механизмдердің жеделдету және тежеу кезінде жоғары жылдамдығын бақылау ауқымын және елеулі жүктемелер реттеу кезінде сипатталады. Электр жетегі жүк машиналарында қолданылуы крандық аппараттардың орындалуы және электр қозғалтқышының арнайы сериясын жасау үшін ерекше шарт болып табылады. Қазіргі уақытта крандық электр жабдық өзінің құрамында тұрақты және айнымалы токтың крандық электр жабдықтар сериясы, магнитті және күшті контроллерлар сериясын команд контроллер, кнопкалы пост, ажыратқыш, электромагнитті тежегіш және электрогидравликалық итергіш, тежегіш резисторлар және басқа да құрылғылар, әр түрлі крандық электр жетегішпен толықтырады.

Крандық электр жетекте әр түрлі тиристорлық реттеу жүйесі және радио каналы немесе бір сым бойынша қашықтан басқару кеңінен қолдана бастады.

Қазіргі уақытта жүк көтергіш машиналары зауыттарда көптеген санмен шығарыла бастады. Бұл машиналар көптеген халық шаруашылық салаларында, металлургия, құрылыс, кен өндіру өнеркәсібінде, машина жасау, көлікте және басқа да салаларда пайдаланылады.

Машина құрастыруды дамыту, жүк көтеру машинасының өндірісімен шұғылдану, мемлекет халық шаруашылығының маңызды даму бағыты болып саналады.

1 Арнайы бөлім

1.1 Көпірлік кранның тағайындалуы, құрамы және техникалық сипаттамалары

Электр көтергіш крандар - бұл жүктерді тік және көлденең орын ауыстыру үшін қызмет ететін құрылғы. Көтергіш жүкшығырда орналасқан жылжымалы металды құрылысы көтергіш кранның негізгі элементтері болып табылады. Көтергіш жүкшығыр механизмі электр қозғалтқышпен қозғалысқа келеді.

Көтергіш кран жүк циклдік пайдаланылатын көтергіш машина болып табылады, ол электромагниттік аспалы – жүк көтеретін құрылғы, жүкті көтеруге және орын ауыстыруға арналған.

Көпірлік кран (1.1 сурет) түпкі арқалықта орнатылған жүріс дөңгелектері бойынша кран жолдары арқылы қозғалатын көпір болып саналады. Жолдар цех бағанының жоғарғы жағында орналасып, крандық арқалықта орналасады. Кран қозғалысының механизмі кран көпірінде орналасқан. Басқарудың барлық механизмдері краншының қозғалатын кабинасынан іске асады. Электр қозғалтқыштың қоректенуі цехтің троллеясы арқылы іске асады. Тоқ өткізгіш икемді кабел арқылы іске асады. Жетегіш редуктор арқылы электр қозғалтқыштан жүріс дөңгелегімен іске асады.

Гидротазартқышта орналасқан көпір краны, тоңазтқыш бөлімшесіне болаттың домаланған парақтарын аудару үшін арналған.

Бұл электромагниттік көпір краны екі арбасының арқайсысы 25 т. дейін жүк көтереді. Электромагнит көмегі арқылы түрлі көлемде жоғары температуралы болат парақшаларын көтереді және түсіреді.

Крандық жолдарға сүйенетін тасымалдаушы элементтері бар крандарды көпірлік крандарға жатқызамыз. Көпірлік крандар өндіріс цехтарында және қоймаларда орнатылады. Кран көпірі жер үстіндегі кран асты жолдармен жүретіндіктен, өндіріс орындарында көп орын алмайды. Осындай крандардың жүк көтергіштігі 5 пен 50 тонна шамасында болады, ал өткіні 34,5 м дейін жетуі мүмкін.

Көпірлік крандардың басты құрылғысы:

- жүретін дөңгелектерге қондырылған жылжымалы көпір;
- жүк көтеру механизмімен жабдықталған және арба мен кабинаны жылжытатын жүк арба.

Көпірлік кранның осындай құрылғылары үш қозғалысты жүзеге асырады:

- жүкті түсіру және көтеру;
- жүкті көлденең қозғалту;
- жүкті тігінен қозғалту.

Крандардың барлық механизмі электрлік жетегпен жабдықталған. Көпір кранды жылжыту механизм көмегімен цех аумағындағы кран асты

жолдармен немесе арнайы кран асты эстакадалар көмегімен қозғалады. Жолдар арнайы немесе теміржол рельстерінен, сондай-ақ тік төртбұрышты немесе квадратты кималары бар болат шиналардан жасалынады. Кран жолдарын арнайы әдіс бойынша кранды қабырғаға соғысуын болдырмайтындай етіп жасайды. Бұл үшін кран асты жолдарға және көпір конструкциясына серпінді немесе резиналы буферлер орнатылады. Көпірде басқару кабинасы болады. Ол әдеттегідей троллерлі сымдардың қарсы жағына орнатылады. Көп жағдайда кабина жүк арбасымен берік бекітіліп, жұмыс аумағында тігінен және көлденең қозғалады.

Көпірлік кранның жүк көтеруінен басқа тағы бір маңызды параметр ол – жүк арқанының полиспафта еселігі. Полиспафта еселігі бұл – жүк арқанындағы тармақтар мөлшері. Максималды полиспафта еселігі бар крандар әдетте үлкен жүктерді көтеру қабілетіне ие болады.

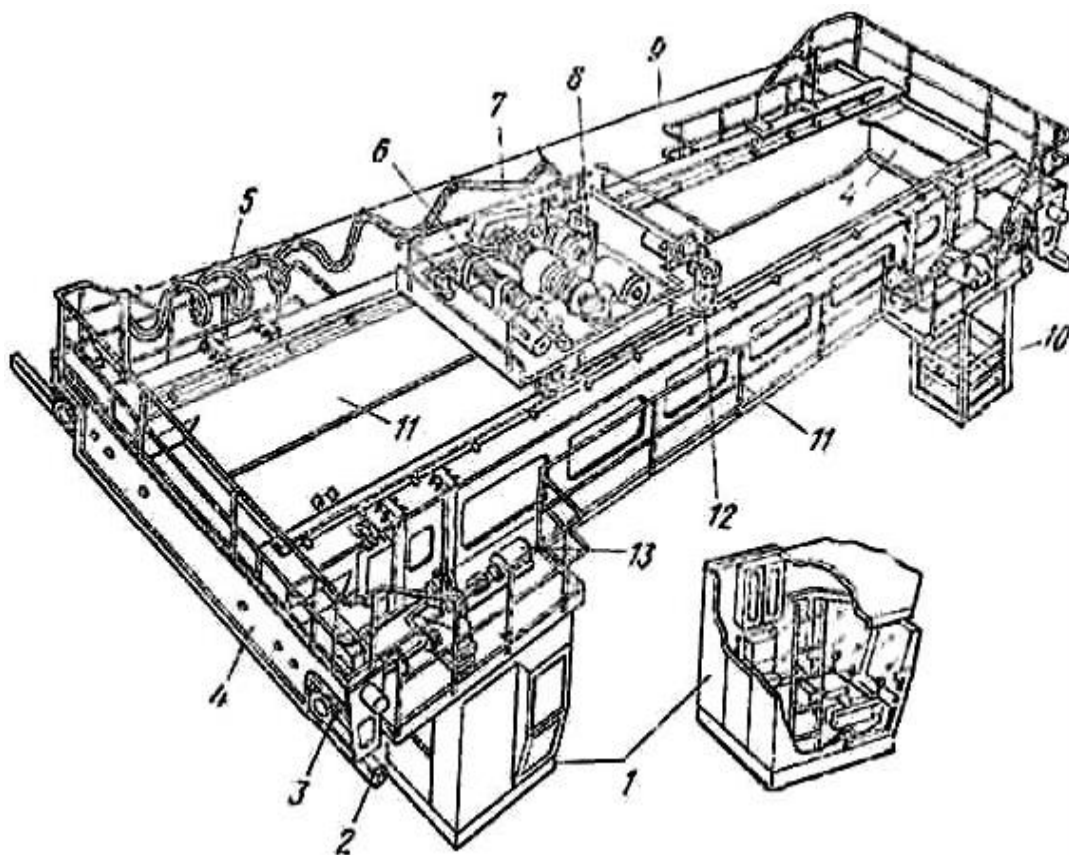
Кранның өткіні бұл параметр тікелей кранасты жолдың сорабына және кран орнатылатын бөлменің габариттарына тәуелді болады. Үлкен өткінді кранның беріктігін және конструкциясының төзімділігін сақтау үшін өткіннің едәуір үлкен кималары болуы тиіс. Бұл кранның өз салмағының артуына және оның жақсы ұстап туруына алып келеді.

Көпірлік крандарда жүк ұстағыш түйін көпірмен қозғалатын жүк арбаға ілінеді. Жүк ұстағыш ретінде грейфтер, ілгіштер, электр магниттері қолданылады.

Қауіпсіз эксплуатация жасау үшін көпірлік крандарда келісі аспаптар мен құрылғылар орнатылады:

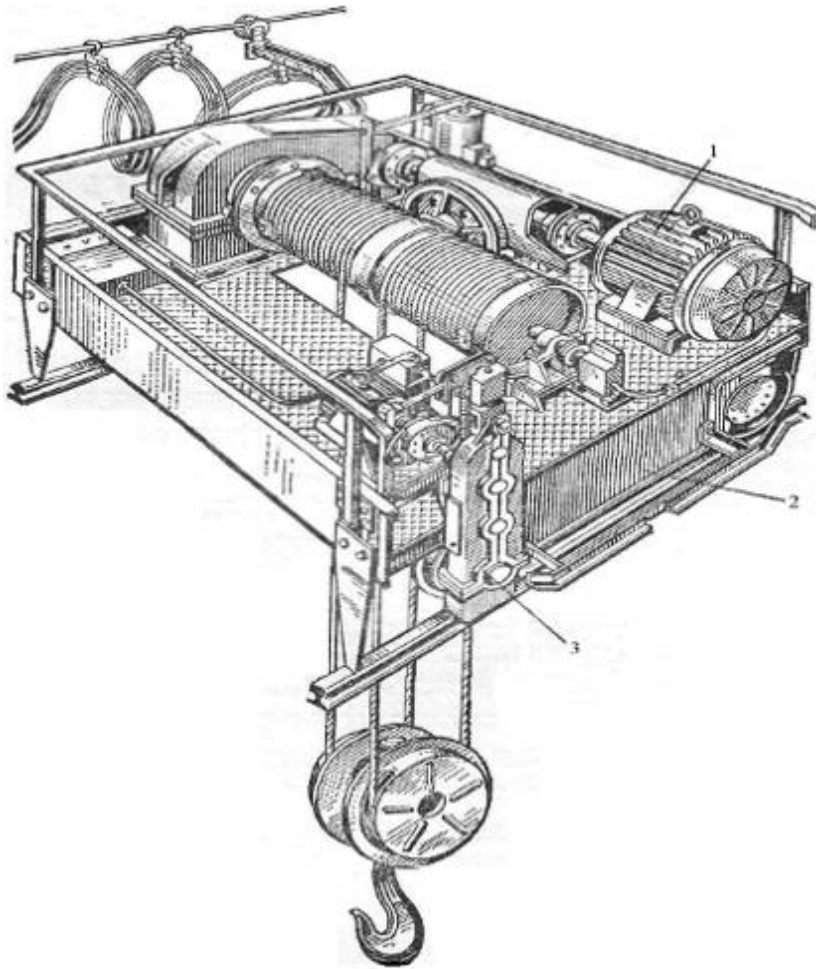
- дыбыстық сигнал;
- кран жүрісін шектейтін ақырғы өшіргіштер;
- жүк арба жүрісін шектейтіндер;
- жүк ұстағыш құрылғының көтеруін шектейтіндер;
- жүк көтергіштігін шектейтіндер;
- жұмысшының галереямен жүрген кезде кранды тоқ көзінен ажырату құрылғысы.

ККТ-50 маркалы көпірлік кранның құрылысы 1.1 суретте көрсетілген.



1 -кабина; 2- кранды рельстер; 3- қозғалғыш дөңгелектер; 4 - ақырғы бөрене; 5- иілгіш кабель; 6 - жүк көтергіштің жанама механизмі; 7 - жүк көтергіштің негізгі механизмі; 8 - крандық арба; 9 - иілгіш кабельді ілуге арналған сым; 10 - троллерге қызмет көрсету ауданы; 11 - негізі бөрене; 12 - арбаның жылжу механизмі; 13- көпірдің жылжу механизмі
1.1 сурет - Көпірлік кран

Көпірлік кран жобалау құрлысына байланысты аспалы және тіреуіш болып бөлінеді. Жәнеде көпірлік кранды еденнен немесе кабина ішінде басқаруға болады. Сондай-ақ көпірлік кранды қолмен немесе элетрлік жетекпен ажыратуға болады. Көпірлік кранның жүк көтеру жолы көпір мен кран жолын тікелей кабырғалар бойымен немесе тыс эстакада рельстеріне жүктелген. Көпір бойымен жүк тележкасы қозғалады. Көтергіш жүкті жоғары және төмен жылжытады, ал тележка оңға және солға жылжытады. Кранның көпірі алдыға және артқа жылжытады. Жүк арбасының ілгіші магниттен немесе грейферден болады. 4 – суреттегі көпірлік кранның арбасының жүріс дөңгелектері жүкті көтеру механизмі және арбасының жылжытуы орнатылған, дәнекерленген металл жақтауынан тұрады.



1 – жүкті көтеру механизмі; 2 – дәнекерленген металл жақтауынан; 3 - арбаны жылжыту механизмі

1.2 сурет – Көпірлік кранның арбасы

Арбаның жақтауында басты және қосалқы тележканы көтеру және жылжыту механизмдері орналасқан. Басты көтерудің механизмі редукторға ұзына бойы вал арқылы жалғанған электрқозғалтқыштан тұрады. Кірістегі валды редуктордың кірісіндегі валға жалғайтын жартылай муфта тежеуіш шкиф мақсатында қолданады. Оның жетегі электргидравликалық итергіш механизмі бар. Редуктордың шығысындағы вал тісті барабанды муфтамен жалғанған. Биіктікті шектеу үшін шпинделді ажыратқыш қолданады, ол жоғары және төменгі мәндегі орнатылған мәнге келгенде өшіп қалады.

Арбаның жылжу механизмі тежеуін қозғалтқышынан, бойлық редуктордан, екі жетекті және екі бос жүріс дөңгелектерінен тұрады. Тележканың жақтауында сызғыш қапталған, ол арбаның жылжуына шектеу қояды.

Жақтау бойлық және көлденең болаттан жасалынған тіреуден тұрады. Массаның азаюы және көбеюі үшін майысқан профильдер қолданады.

Механизмнің түйіндері көлденең тіректен, редуктордан және қозғалтқыш механизмі монтаждalған.

Қозғалу механизмі жетекші және бойлық тележкалар ортасында орналасқан, бойлық редукторының монтаждауына қолайлы болу үшін.

Сонымен қатар көпірлік крандар аспалы және тізбекпен жабдықталған болады.

1.2 Көпірлік кранның негізгі мінездемелері

Әртүрлі материалдарды көтеру және олардың орындарын ауыстыру үшін, сондай-ақ цехтың немесе шеберхананың талаптары бойынша ауыр монтаждық жұмыстарды орындауда оптималды техникалық шешімі ретінде көтергіш көпірлік крандар болып қала береді. Осы жүк көтергіш машиналардың артықшылықтарына тұрақты жүк көтергіштігін, қолданудың оңайлығын және кран конструкциясының жеңілдігін жатқызуға болады. Әдетте қазіргі заманауи жалпышаруашылық көпір крандарының конструкциясы кең түрлілікпен ерекшелінеде. Осыған байланысты жүк көтергіш техникасын шығарушылар оздерінің тапсырыс иелеріне көпірлік крандарын алмас бұрын талап парақтарын ұсынады.

Талап парақтары әдетте келесі ақпараттарды қамтиды:

Кранның жүк көтеру қабілеттілігі. Осы негізгі параметр болып табылады. Краның көмегімен қозғалатын жүктің максималды массасына тәуелді болады. Көпірлік крандар кішігірім автошеберханаларда да, ТЭЦ-тің турбиналық цехтарында да қолданатындықтан олардың жүк көтергіштігі 0,25тен бастап 250 тоннаға дейін топталады. Бұл ретте ауыр жүк көтергіш көпірлік крандарда көтерілудің жылдамдығын арттыру үшін қосымша құрылғылармен жабдықталады.

Көпірлік кранның жүк көтеруінен басқа тағы бір маңызды параметр ол – жүк арқанының полиспада еселігі. Полиспада еселігі бұл – жүк арқанындағы тармақтар мөлшері. Максималды полиспада еселігі бар крандар әдетте үлкен жүктерді көтеру қабілетіне ие болады.

Кранның өткіні. Бұл параметр тікелей кранасты жолдың сорабына және, сәйкесінше, кран орнатылатын бөлменің габариттарына тәуелді болады. Үлкен өткінді кранның беріктігін және конструкциясының төзімділігін сақтау үшін өткіннің едәуір үлкен қималары болуы тиіс. Бұл кранның өз салмағының артуына және оның жақсы ұстап туруына алып келеді.

Әдетте көпірлік көтергіш крандардың өткіні 40 метрден аспайды, бірақ арнайы талаптар бойынша көп өткінді крандардың жеткізілуі ықтимал. Бұл крандар бірнеше өзектің көмегімен оздерінің конструкциясының беріктігін сақтай отырып орын ауыстырады.

Көтеру биіктігі. Бұл параметр цехтың немесе шеберхананың габаритіне байланысты. Теория жүзінде кранның көтеру биіктігі ештеңемен шектелмейді. Арнайы тапсырыс бойынша жеткізуші құрылыс биіктігіне көпірлік кранды алып келе алады. Айырмашылығы тек үлкен биіктіктер болған жағдайда көтергіш барабанның көлемі, ұзындығы және жүк арқанының диаметрі ұлғаяды.

Ақырғы өзектің орналасуы. Осы параметр бойынша көпірлік крандар аспалы және тіректі болып бөлінеді. Тірек крандары классикалық түрде рельстын басына сүйене отырып кранасты жолдармен қозғалады.

Аспалы көпірлік крандардың арбалары өткінді өзектің жоғарғы жағында орналасады және қоставорлы өзектің астыңғы сөресі арқылы қозғалады. Аспалы көтергіш крандардың конструкциясы басқалармен салыстырғанда әлсіз болып келеді. Қозғалыс арбасы істен шыққан жағдайда бүкіл конструкцияның құлауы мүмкін. Осы себепке байланысты әдетте аспалы көпірлік крандардың жүк көтергіштігі жоғары болмайды.

Өткіннің өзегінің саны. Ауыр жүк көтергіштікке ие көпірлік крандар әдетте қосөткінді өзектен тұрады, ал жүк көтергіштігі 5 тоннадан аспайдындарда бірөткінді өзек болады. Осылау бөлудің өзендік себептері бар. Екі конструкцияның да артықшылықтары мен кемшіліктері болады. Бірөткінді көпірлік крандардың конструкциясы монтаждауға ыңғайлы, бірақ галереялар арқылы қозғалуы оңай емес. Бұл оның күтінуін және жөндеуін қиындатады.

Қос өткінді көпірлік крандардың массасының ауыр болуына байланысты конструкциясы күрделі. Алайда осындай крандардың көмегімен қондырғыларды орнату және қызметкерлердің орын ауыстыруын ұйымдастыруға болады.

Кранды басқару орны. Көтергіш көпірлік крандардың көп бөлігі әдетте аспалы алты кнопкалы басқару пультымен басқарылады. Бұндай кран жүк көтергіштігі 50 тоннаға дейінгі электрлі тельферлі арқанмен жабдықталған.

Жүк көтергіштігі 5 тоннадан жоғары крандарды машинисттың кабинасынан басқарады.

Жұмыс жетегінің қозғалыс жылдамдығы. Жетек қозғалысының максималды жылдамдығы ең алдымен кран жұмысының өнімділігіне әсер етеді. Жылдамдығы минутына қанша метр қозғалуы арқылы өлшенеді.

Жер үстіндегі рельс жолдарымен қозғалатын жүк тасуға арналған электр қол арбаларының көпірлік, жылжымалы консольды кранды басқару кабинасына кіру үшін стационарлы сатысы бар отырғызу алаңшасы орналастырылады.

Отырғызу алаңшасының еденінен жабынның төменгі бөлшектеріне немесе құрылғының шығып тұрған бөлшектеріне дейінгі ара қашықтық 1800мм кем емес. Отырғызу алаңшасының едені кабинаның тамбуры болған жағдайда кабина мен тамбур едендерімен бір деңгейде орналасады. Отырғызу алаңшасы мен кабина (тамбурдың) есігінің кіре берісіндегі аралығы кранның отырғызу алаңшасының жанына тоқтағанда 60 мм кем емес және 150 мм аспайтын болады.

Отырғызу алаңшасын кабина еденінің деңгейінен төмен орналастыруға жол беріледі, бірақ отырғызу алаңшасын кабинаның еденімен бір деңгейде орналастырған, отырғызу алаңшасы ғимараттың шетінде орналасқанда және кабинаның кіре берісі мен отырғызу алаңшасы арасында белгіленген аралық сақталмаған жағдайларда (1800 мм) биіктігі бойынша габариті сақталмаса

250 мм аспайды. Отырғызу алаңшасын кран жолының соңында кабина еденінің деңгейінен төмен орналастырғанда кабина отырғызу алаңшасына түсуге жол беріледі, бірақ буферлері толық қысылғанда 400 мм аспайды. Сонымен қатар, отырғызу алаңшасымен кабинаның төменгі бөлігі арасындағы аралық (ұзындығы бойынша) 100-250 мм шегінде, кабина мен отырғызу алаңшасының қоршалуының арасында-400-450 мм, кабинаға кіретін жағынан-700-750 мм.

1.3 Көпірлік көтеру краны механизмінің электр жабдығының жалпы техникалық сипаттамасы және жұмыс шарттары

Көтерілген жүкті тасымалдау барысындағы жұмыстың үлкен қауіптілігі, көтеру – көлік машиналарының эксплуатациясы мен орнатуы бойынша жоспарлау мен эксплуатацияның міндетті талаптарын қадағалауды талап етеді. Көтеру және тасымалдау механизмдері үшін орнату және эксплуатациялау талаптары бойынша жүрісті тежеу қондырғыларын орнату қарастырылған. Олар басқару электр сұлбасына әсер етеді. Көтеру механизміндегі соңғы ажыратқыш жүкқысыштың жоғары жүруін шектейді, ал қайта қозғалу және арба механизміндегі ажыратқыштар механизмнің екі жаққа жүруін шектейді. Сонымен қатар соңғы ажыратқыштар екі немесе одан да көп крандар бір көпірдің бойына орналастырылған жағдайда да механизмдерді реттеу үшін қолданылады. Кран жабдықтауда қозғалыс жылдамдығы 30 м/мин дейін жетеді. Крандық механизмдер тежеуіштің жабық түрімен жабдықталуы тиіс.

Жүк көтеретін крандардың кернеуі 500В тан аспауы тиіс. Сондықтан оларда кернеулері 220, 380 және 500В айнымалы тоқта, 220, 440В тұрақты тоқтың электрожабдығымен жабдықталған. Аса жүктелу және қысқа тұйықталу болған жағдайда қондырғының максималды қорғануы басқару сұлбасында қарастырылады. Электр жабдықтау ажыратылғаннан кейін қайта кернеу берілуінде қозғалтқыштың қайтадан қосылуына нольдік қорғау себепші болады. Қызметкерлердің қауіпсіздігі үшін люкты немесе кабинаның есігін ашқан кезде кернеу электр қондырғысынан ажыратылады.

Қондырғының жұмыс кезінде арбасының, ілгішінің қозғалу бағыттары үздіксіз өзгерісте болады. Көтеру механизмінің жұмысы жүкті көтеру және түсіру процесі, бос ілгіштің қозғалу процессінен тұрады. Кран жұмыс өнімділігін өсіру үшін, келесі процесстерді қосады: қозғалтқыш өшіп тұрған және механизм жұмыс істемей тұрған мезеттегі үзіліс уақыты, ілгішке жүкті ілу немесе жүктен босату үшін, механизмді келесі жұмыс режиміне дайындау үшін қолданылады. Барлық қозғалыс процесі тұрақталмаған қозғалыс (жылдамдық алу, тежелу) кезеңіне және тұрақталған жылдамдықпен қозғалатын кезеңге бөлінеді.

Көпірлік кран металлургия өндірісіндегі құю цехында орнатылады. Бұл жерде, шаң бөліну байқалғандықтан, көпірлік кранның электрқозғалтқыш пен барлық электржабдықтар IP 53 ден төмен болмайтын жалпы өнеркәсіптік

ретте орындалған қорғанысты қажет етеді. Электржабдыққа шаң түсуден және қызмет көрсетуші қызметкерлердің ток жүретін және айналатын бөліктеріне тиюден толықтай қауіпсіздігін қамтамасыз ететін және де 60° бұрышпен тікелей су тамшылары электржабдыққа тиюден сақтайтын қорғаныс қажет.

Құйма цехының краны жабдықты үздіксіз қарқынды қолдануда, қоршаған ортаның үлкен температурасында, қызған және балқыған металлдан шығатын жылу барысында жұмыс істейді. Кранды басқару кабинасы жылуоқшауланған күйде орындалады, оған қоса кабинаны ауа алмастырғышпен жабдықтайды. Жобалау және электржабдықтарды таңдау кезінде кран жұмыс режимін энергетикалық көрсеткіш және кран құрылғысын тасымалдау кезіндегі қауіпсіздігімен анықталады. Механизмнің төрт түрлі режимі қарастырылады: Ж - жеңіл, О - орташа, А - ауыр, ӨА - өте ауыр.

1.4 Көпірлік кран электр жетегінің кинематикалық сұлбасы және технологиясы

Бұл көпір краны жоғары температурадағы болат парақшасын 630 °С дейін жылдам көтеріп және тасымалдап, дәл бекітуін қамтамасыз етеді.

Болат парақшасының ұзындығы $\leq 18\text{м}$ (тұрақты температура):

Қалыңдығы 5-8 мм болат парақшасы үшін: бір мезетте 4 болат парақшасын көтере алады.

Қалыңдығы 18 мм болат парақшасы үшін: бір мезетте 1 болат парақшасын көтере алады.

Болат парағының ұзындығы 18м болғанда:

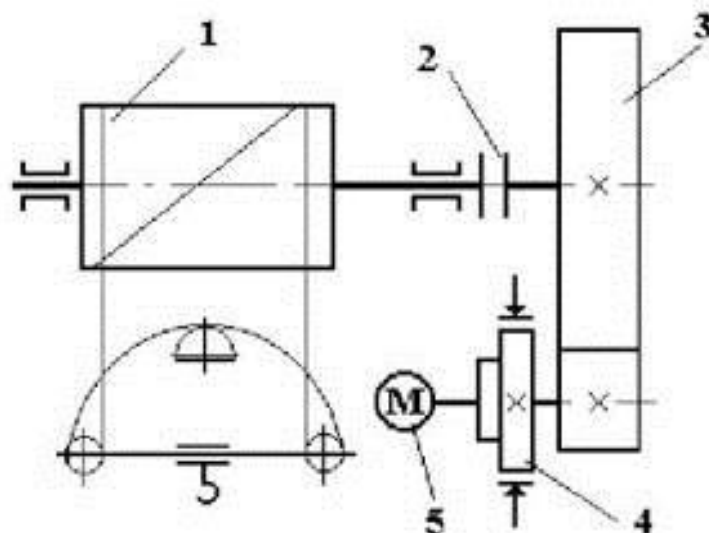
Қалыңдығы 5-8 мм болат парақшасы үшін: бір мезетте 3 болат парақшасын көтере алады.

Қалыңдығы 12 мм болат парақшасы үшін: бір мезетте 1 болат парақшасын көтере алады.

Болат парақшасының температурасы 500 °С болғанда, бір мезетте 1 болат парақшасын көтере алады.

Жобаның тапсырмасы бойынша кинематикалық сұлба 1.3 - суретте көрсетілгендей, электр жетегінің көтеру механизмі үшін жобалануы керек.

Кранның негізгі механизмдер жұмысын кинематикалық сұлба көмегімен қарастырамыз. Кранның барлық қозғалу механизмдері екі бос дөңгелектерден тұрады. Қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы көтеру барабанының немесе мосттың бос дөңгелектері мен тележканың жылдамдығына қарағанда көп болғандықтан, кранның жұмыс жасау механизмі редуктор арқылы жұмыс жасайды. Көтеру механизміне полиспаст сұлбасын жиі қолданамыз (1.3 сурет). 1.3 суреттегі сұлбаның көмегімен қозғалыс барабаннан ілгішке беріледі.



1 - барабан; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – тежеуіш; 5 – электрқозғалтқыш
 1.3 сурет – Көпірлік кранның көтеру механизмнің кинематикалық сұлбасы

Жүк көтергіш машиналар жүктеме дәрежесі бойынша пайдалануға, жұмыс уақытына, жүк көтеру операцияларының жауапкершілік дәрежесіне және жұмыстың климаттық факторына қарай дайындайды. Бұл шарттар жүк көтергіш машиналардың негізгі параметрлермен қамтамасыз етеді. Көтеру механизмнің негізгі параметрлеріне мыналар кіреді: жүк көтеру қуаттылығы, жүк көтеру құрылғысының көтеру жылдамдығы және көтеру биіктігі, жұмыс тәртібі.

Нақтылы жүк көтеру қуаттылығы – жүк көтеретін машинаның ілгектегі нақтылы жүктің салмағы және көтеретін құрылғыда.

Көтеру жылдамдығы жүк көтеру машинасының жұмыс сипатына, машинаның түріне және оның өндірілуіне, технологиялық процесстің талаптарына байланысты таңдалады.

Жүк көтергіш машиналардың жұмыс тәртібі циклды болып табылады. Цикл жаңа цикл үшін бастапқы қалпына келу үшін және белгіленген жол бойынша жүкті қозғалтқаннан тұрады.

Көтергіш кранның М7 механизмі жұмыс тәртібі (жұмыс тәртібі ауыр).

Көпір кранының көтеру механизмнің физикалық және геометриялық параметрлері, және де цех бөлімінің аумағында орналасқан жобаның бастапқы деректері болып табылады. Бастапқы деректер 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 - Көпірлік кранының бастапқы деректері

1	Параметр аты	Параметр шамасы
	Жүк көтеру қуаттылығы	25 т
	Көтеру жылдамдығы (номиналды)	4 м/мин
	Кран қозғалысының жылдамдығы (номиналды)	6,77 м/мин
	Арба қозғалысының жылдамдығы (номиналды)	2,99 м/мин
	Көтеру биіктігі	1 м
	Жүк көтергіш құрылғының салмағы	7,7т
	Барабан диаметрі	650 мм
	Полиспастың еселілігі	6
	Редуктордың беріліс саны	63
	КПД негізгі көтеруі	0,95
	Редуктор КПД	0,96
	Кран қосу ұзақтығы	40%

1.5 Электр жетегіне қойылатын талаптар

Кран механизмінің жетегі үшін түрлі қоғалтқыштар мен электржетек жүйесін қолдануға болады. Қазіргі таңда кран механимі үшін қарапайым электржетектерін қолдануға болады. Ол қосу реттегіш резисторы арқылы өзгеріссіз кернеудің тұрақты немесе айнымалы ток жүйесі арқылы қорек көзін алады.

Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы бар электржетекті негізінен аз қуатты, жеңіл режимде жұмыс жасайтын кран механизмдері үшін қолданылады. Егер жылдамдықты немесе дәл тоқтауды қамтамасыз ету қажет болса, онда екі немесе үш жылдамдықты қозғалтқыштарды қолдануға болады.

Ротор тізбегіндегі кедергіні өзгерту арқылы бұрыштық жылдамдықты Фазалы роторлы және сатылы реттейтін асинхронды қозғалтқыштар көп таралған. Ол қарапайым, сенімді, бір саған ішінде бірнеше қосылуды қамтамасыз ететін орта және үлкен қуаттарда қолдана береді. Ротор тізбегіндегі кедергілер арқылы қосылу кезіндегі моменттерді өзгерте алады, қалаулы жылдамдықты және баяу қосылуды қамтамасыз етеді, токты азайтады, өтпелі процесс кезінде қозғалтқыштағы энергияны үнемдейді және бұрыштық жылдамдықтың азаюын қамтамасыз етеді. Қосылу реттеуіш кедергілеріндегі айтарлықтай шығындар үшін ол тиімсіз; қозғалтқыштың

жоғары тозу дәрежесі, электромагнитті тежеу және конт актілік басқару аппаратурасы.

Егерде крандық механизмдердің электржетегіне бұрыштық жылдамдықты реттеуге байланысты жоғары талаптар қойылатын болса, онда әр түрлі режимдерде тұрақты ток қоғалтқышы қолданылады.

Егерде жетектің бұрыштық жылдамдығының реттеуінің жоғары диапазонын қамтамасыз ету қажет болса, крандық механизмнің жұмысының кернеулік режимінде қозғалтқыштың өтпелі процесстеріндегі баяу өту үшін, Г-Д жүйесі бойынша реттелетін жетекті қолданады. Бұл үлкен қуаттарда аппаратураның басқаруын жеңілдетеді және электр жетегінің жұмысының сенімділігін арттырады.

Жалпы желіден тұрақты немесе айнымалы токпен қоректену кезінде контроллерлік немесе контактерлік басқару қолданылады. Контроллерлік басқару кезінде бас тізбектердегі барлық ауыстырып қосулар күштік контроллердің контактілері арқылы жүзеге асады. Оның басқаруы интенсивті жұмыс режимінде кран басқарушысынан айтарлықтай талпыныс қажет. Контактторлы басқару командалы контроллер және релелік контакттор панелі арқылы жұмыс жасайтын магнитті контроллер арқылы іске асады. Қозғалтқыштың басты тізбектегіндегі ауыстырып қосу контактторлар арқылы іске асады, ал кранды басқарушы команды контроллермен басқарады. Контактторлы басқару қосылу, тежелу және реверстелі автоматты түрде жүреді. Аз кернеулі механизмді жұмыс режиміндегі контроллерлі немесе контактторлы басқару режимін қолдануға болады.

Сапалы көтеру, түсіру және жүкті жылжыту электржетегі келесідей талаптарға сай болу керек:

- электрқоғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы кең ауқымда реттелетін болу керек. Қарапайым крандар үшін 4:1, арнайы крандар үшін 10:1;
- электр жетектің механикалық сипаттамаларының қаттылығын қамтамасыз ету, әсіресе аз жылдамдықты реттеуіш жүкке тәуелсіз болу керек;
- өтпелі процесстердің минималды ұзақтығы кезінде үдеудің шегі белгіленген нормаға дейін болу керек;
- жетектің реверсі және жұмысының қозғалтқыштық және тежеуіш режимінде қамтамсы етілуі;
- жоғарыда көрсетілген талдау нәтижесінде фаза роторлы асинхронды қозғалтқышты электржетек таңдаймыз.

Соңғы жылдары жүккөтергіш көліктердің автоматтандырылуына үлкен мән берілуде. Автоматтандырудың негігі бағыты көлікті басқару, қауіпсіздігі, бақылауы және диагностикасы болып табылады. Алайды олардың жүк көтеру кезіндегі олардың басты мақсаты қауіпсіздікті қамтамасыз ету.

Автоматтандырылудың мүмкіндітері өте кең және ол өндірістік кәсіпорындардағы қамтамасыз етілетін материалға және автоматика жүйесіне байланысты. Мысалға, жүккөтеру механизмінің оның режиміне тәуелсіз басты бөлімі жүкті көтеру және тасымалдау. Крандық жетекті басқаруда жана жиілікті түрлендіргіш фирмалардың өнімдері кран жетегінің басқару үшін

қажетті функцияларды толық қамтамасыз етеді. Жоғары жылдамдықты көтеру, тежелуді бақылау, ұштық ажыратқышты позициялау, жүктемені түзеу, Жүк көтергіш электр жетектің жүйесі келесідей механизмдермен қамтамасыз етеді:

- белгіленген үдеумен баяу қосылу мен тежелу механизмі;
- механизмнің жылдамдығын реттеу;
- аса жүктемеден шектеу;
- құрылғыны басқару, қорғау және индикациясын қамтамсыз ету;
- номиналды көтеру жылдамдығы : 4 м/мин;
- белсенді тездеткіш 0.5 м/с^2 ;
- механизмнің бірқалыпты жылдамдығын реттеу минималды шамадан номиналдыға дейін ($0,4 \text{ м/с}$ 4 м/с дейін);
- $0,1 \text{ м/с}^2$ деңгейде максималды желілік тездеткіштің шектеуі;
- жүктің максималды дәл орнын анықтау;
- механизмдердің шекті жүктемелерін шектеу;
- жиі іске қосу және тежелу кезінде жоғарғы сенімділік және ұзақ үзіліссіз жұмыс істеуі;
- қозғалтқыштың жиілігін түрлендіргіштің қорғау;
- электр жетегіш тежелу кезінде, қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттегенде, екпін кезінде өтпелі кезендердің оңтайлы ағының қамтамасыз ету.

2 Электр жетек жүйесін таңдау

2.1 Қозғалтқыштың қуатын есептеу және таңдау

Есептің мақсаты көпір кранының көтеру механизмнің қозғалтқыш қуатын таңдау үшін, қозғалтқыш білігіне келтірілген, статикалық жүктемелерді анықтау болып табылады.

Қозғалыс ілгермелі болғандықтан, статикалық кедергі моменті келесі түрмен анықталады:

$$M_c = \frac{F_{c_mex} \cdot V}{\omega_{max} \cdot \eta \cdot \eta_{ред}}, \quad (2.1)$$

мұндағы M_c - статикалық момент, қозғалтқыш білігіне келтірілген, Нм;
 F_{c_mex} , V - үдемелі қозғалыс жұмыс құралының күші және сызықтық жылдамдығы, Н, м/с;

$$F_{c_mex} = (m_{ж} + m_k) \cdot g = (7700 + 15000) \cdot 9,8 = 222460 \text{ Н} = 222,46 \text{ кН},$$

мұндағы $m_{ж}$, m_k – жүк және көтеру құрылғысының салмағы , кг;
 g - еркін құлау жылдамдығы;

$$V = 4 \text{ м / мин} = 4 / 60 = 0,067 \text{ м / с.}$$

$\eta_k \cdot \eta_{ред}$ - қозғалтқыштың және редуктордың п.э.к .

$$\omega_{\max} = \frac{2 \cdot V_{\max} \cdot u_{ред} \cdot i_{пол}}{D_{\sigma}} = \frac{2 \cdot 0,067 \cdot 63 \cdot 6}{0,65} = 77,9 \text{ рад / с,}$$

мұндағы V_{\max} - жүкті көтеру максимады сызықтық жылдамдығы, м/с;

$u_{ред}$ - редуктордың беріліс саны;

$i_{пол}$ - полиспастың еселілігі;

D_{σ} - барабан диаметрі, м.

демек:

$$M_c = \frac{222460 \cdot 0,067}{77,9 \cdot 0,95 \cdot 0,96} = 209,72 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

2.2 Қозғалтқышты алдын-ала таңдау

Қажетті қозғалтқыш шартты қанағаттандыру тиіс:

$$P_H \geq K_{\sigma} \cdot M_c \cdot \omega_{\max}, \quad (2.2)$$

мұндағы P_H – осы механизмде орнатылған, асинхронды қозғалтқыштың номиналды қуаты YZP₂225М-8Т,; $P_H=30$ кВт;

$K_3=1,25$ - қозғалтқыштың жүктеме диаграммасынан механизмнің жүктеме диаграммасының арасындағы айырмашылықты ескеретін коэффициент:

$$30 \geq 1,25 \cdot 209,72 \cdot 77,9$$

$$30 \text{ кВт} \geq 20,4 \text{ кВт.}$$

Қажетті шарт орындалады, сондықтан YZP₂225М-8Т маркалы қысқа тұйықталу роторынан тұратын асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз.

YZP₂225М-8Т маркалы қысқа тұйықталу роторынан тұратын асинхронды қозғалтқыштың берілген параметрлері 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - YZP₂225M-8T маркалы қысқа тұйықталу роторынан тұратын асинхронды қозғалтқыштың параметрлері

Түрі	Қуаты, кВт	U _н , В	Ток, А	f _н , Гц	n, айн/мин	IP	ПВ, %
YZP ₂ 225M-8T	30	380	68	50	735	54	40

Номиналды моментті анықтаймыз.

Бір білікте орналасқан көтеру механизмде қуаты бірдей екі қозғалтқыш пайдаланылады, сондықтан номиналды қуаты екі есе болады.

$$M_H = \frac{2 \cdot P_H}{\omega_{\max}} = \frac{60000}{77,9} = 770 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

мұндағы P_H - таңдалған қозғалтқыштың қуаты, Вт.

Динамикалық моментті M_{дин} номиналды мәнге тең деп қарастырамыз, яғни:

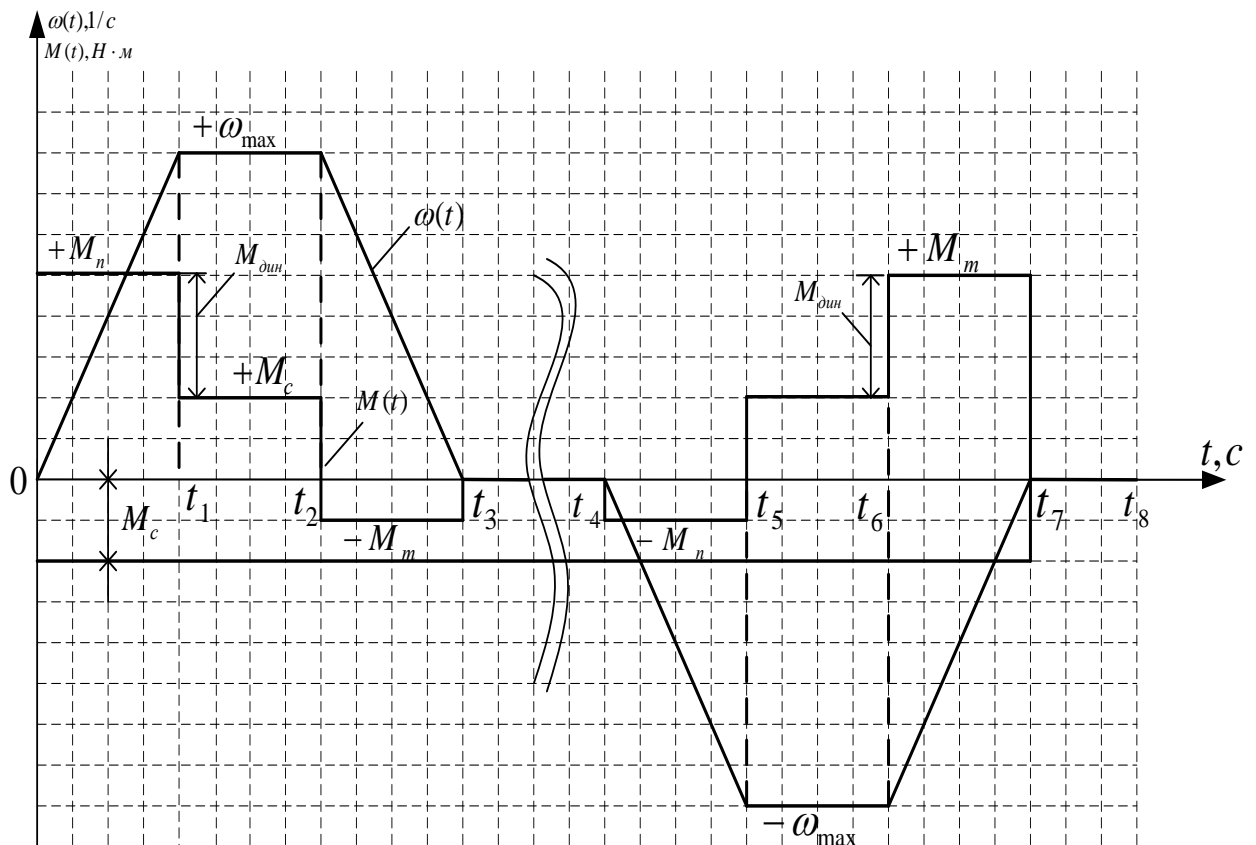
$$M_{\text{дин}} = M_H = 770 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2.3 Жүктеме диаграммасын және тахограмманы есептеу, құрастыру

Кран жұмысының циклы келесі кезеңдерден тұрады:

1. Қалаған биіктікке болат парағын көтеру - бұл жағдайда 1 м (h_{max}=1 м);
2. Тоңазтқыш бөлімшесіне көпір краны жүкпен орнын ауыстыруы;
3. «Тоңазтқышқа» парақтың түсуі;
4. бастапқы жағдайға көпір краның жылжыту.

Жүктеме диаграммасы және тахограмманы есептеу. Берілген кранның жылдамдығы мен моментінің өзгеруін жалпы түрде төмендегі 2.1 суретке сәйкес көрсетуге болады.



2.1 сурет - Көтеру механизмінің тахограммасы және жүктеме диаграммасы

Алдымен парақ көтеріліп түсуі кезіндегі үдеуді анықтаймыз:

$$a = V/3 = 0.067/3 = 0.02 \text{ м/с}^2.$$

Жүкті 1 м көтеру келесі жолмен анықталады:

а) Уақыт аралығында t_1 парақ a жылдамдығымен $h_1 = 0,4$ м биіктікке көтеріледі.

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4}{0,02}} = 6 \text{ с.}$$

Бұл аймақта момент әсер етеді:

$$M_{п} = M_{с} + M_{дин} = 209,7 + 770 = 980 \text{ Нм.}$$

б) Одан кейін көтеру белгіленген қозғалтқыш ω_{max} жылдамдығымен $h_2 = 0,2$ м биіктігінде t_2 уақыт аралығында жүзеге асырылады:

$$t_2 = \frac{h_2}{V} = \frac{0,2}{0,067} = 3c.$$

Осылайша қозғалыс $M_c = 210$ Нм статикалық момент арқылы орындалады, ал динамикалық момент нөлге тең $M_{дин} = 0$ болады.

$$M - M_c = 0, M = M_c. \quad (2.3)$$

в) Жүкті көтерудің соңғы кезеңі максималды биіктікке дейін баяулату болып саналады. Жүктің жүріп өту жолы $h_3 = h_7 = 0,4$ м тең. Осыған сәйкес:

$$t_3 = t_1 = 6 c.$$

Бұл аралықта тежеу моменті жұмыс істейді:

$$M_T = M_c - M_{дин} = 210 - 770 = -560 \text{ Нм.}$$

Кранның екінші және төртінші деңгейлерінің жұмыс циклы ұқсас болады.

Тахограммада бұл уақыт бөлімшелері t_4 және t_8 аралықтарда көрсетілген.

$$t_4 = t_8 = \frac{S}{V_{\text{көпір}}} = \frac{5}{(6,77/60)} = 44c,$$

мұндағы $S = 5$ м – кранның тоңазтқыш бөлімшесіне дейінгі жүрген жол;
 $V_{\text{көпір}} = 6,77$ м/мин – көпірдің қозғалыс жылдамдығы.

Бұл ауданда момент нөлге тең, өйткені жүк қозғалмайды.

Жүкті түсіру кезіндегі барлық процесстер көтерілуге ұқсас, сол осы жағдайда ғана жүк қозғалысына мүмкіндік береді, осы кезде көрсетіледі яғни.

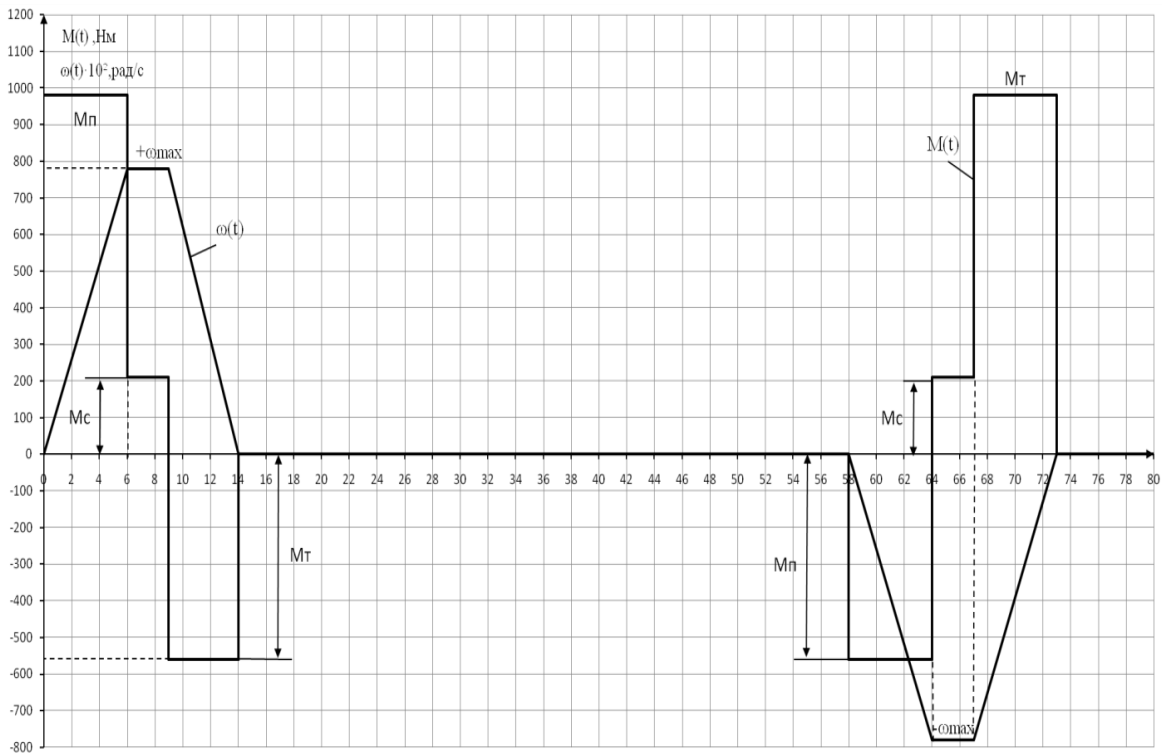
$$\begin{aligned} t_1 = t_3 = t_5 = t_7 &= 6c, \\ h_1 = h_3 = h_5 = h_7 &= 0,4\text{м}; \\ t_2 = t_4 &= 3c; \\ h_2 = h_4 &= 0,2 \text{ м.} \end{aligned}$$

Уақыт бөлігі: $t_4 - t_5$: $M_T = M_c - M_{дин} = 210 - 770 = -560$ Нм;

$t_5 - t_6$: қозғалыс әсер арқылы жүреді M_c ;

$t_6 - t_7$: $M_T = M_{дин} + M_c = 770 + 210 = 980$ Нм.

Есептеулер арқылы тұрғызылған тахограмма мен жүктеме диаграммасы 2.2 суретте көрсетілген.



2.2 сурет - Көпірлік кранның тахограммасы және жүктемелік диаграммасы

2.4 Қызу және қайта жүктеу қабілеттілігі бойынша қозғалтқышты тексеру

Қозғалтқышты жылуға тексеру үшін келесі шарттарды қанағаттандыруы тиіс:

$$M_n \geq \sqrt{\frac{M_{n1}^2 \cdot t_1 + M_c^2 \cdot t_2 + M_{m1}^2 \cdot t_3 + M_{n2}^2 \cdot t_5 + M_c^2 \cdot t_6 + M_{m2}^2 \cdot t_7}{2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}}$$

$$770 \geq \sqrt{\frac{980^2 \cdot 6 \cdot 2 + 210^2 \cdot 3 \cdot 2 + (-560)^2 \cdot 6 \cdot 2}{2 \cdot (6 + 3 + 6)}}$$

$$770 > 720$$

Асқын жүктеме қабілеттілігін тексеру үшін келесі шарт орындалу қажет:

$$\frac{M_{\max \text{ нд}}}{M_n} \leq \lambda, \quad (2.4)$$

мұндағы $M_{\max \text{ нД}}$ - жүктеме диаграммасындағы максималды момент, Мп
тең; λ - қозғалтқыштың шамадан тыс қабілеті бойынша момент $\lambda = 2$

$$\frac{980}{770} \leq 2$$

$$1,27 < 2$$

Таңдалған қозғалтқыш жылыту және жүктеме шарттарын қанағаттандырады.

2.5 Жиілікті түрлендіргішті таңдау

Қазіргі уақытта дәстүрлі реттелмейтін электр жетегімен асинхронды қозғалтқыш жабдықталған, механизм үшін реттелетін электр жетегін қолдануға қажет деп санайды.

Қазіргі деңгейде техниканың күштік жартылай өткізгіштігі және микропроцессорлық басқару құрылғылары реттелетін асинхронды электр жетекті бақылау жиілігі арқылы жүйелерді құруға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелер өзінің сапасымен және электр жетегінің тұрақты тоғының статикалық сипаттамаларынан кем түспейді, ал өздерінің экономикалық және эксплуатационды сапасы жағынан олардан асып түседі.

Қазіргі кездегі реттелетін жиілікті электр жетегі IGBT транзитті модулдерінде істелген жиілік түрлендіргішті қолданумен сипатталып, және де микропроцессорлық техника басқару құрылғыларында қолданылады, оның техника экономикалық көрсеткіштерінің оптимизациялау, лайықты бағдарламамен қамтамасыз ету басқару икемділігін арттыру үшін жақсы мүмкіндік береді.

Жиілікті реттейтін жетектің артықшылықтарының бірі қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеу болып, басқа да реттейтін аппараттардан және дроссельдардан, редукторлардан қолданудан көптеген жағдайларда пайдаланудан бас тартады, онда айтарлықтай бақыланатын механикалық жүйесін жеңілдетеді, ол сенімділігін арттырады және операциялық шығындарды азайтады. Қозғалтқышты басқаратын жиілікті іске қосу механикалықсоққы жеделдетуін және жоғарғы емес іске қослатын токпен қамтамасыз етеді, ол қозғалтқыштың және беріліс механизмінің жүктемесін азайтып, олардың қызмет мерзімін арттырады. Реттелетін жиілікті жетекті қолдану, мысалы дроссельдеу немесе сұйықтық муфталардың арқылы баламалы әдістерін реттеу кезінде электрэнергияны қажетсіз шығындарға жоюға, үнемдеуге мүмкіндік береді.

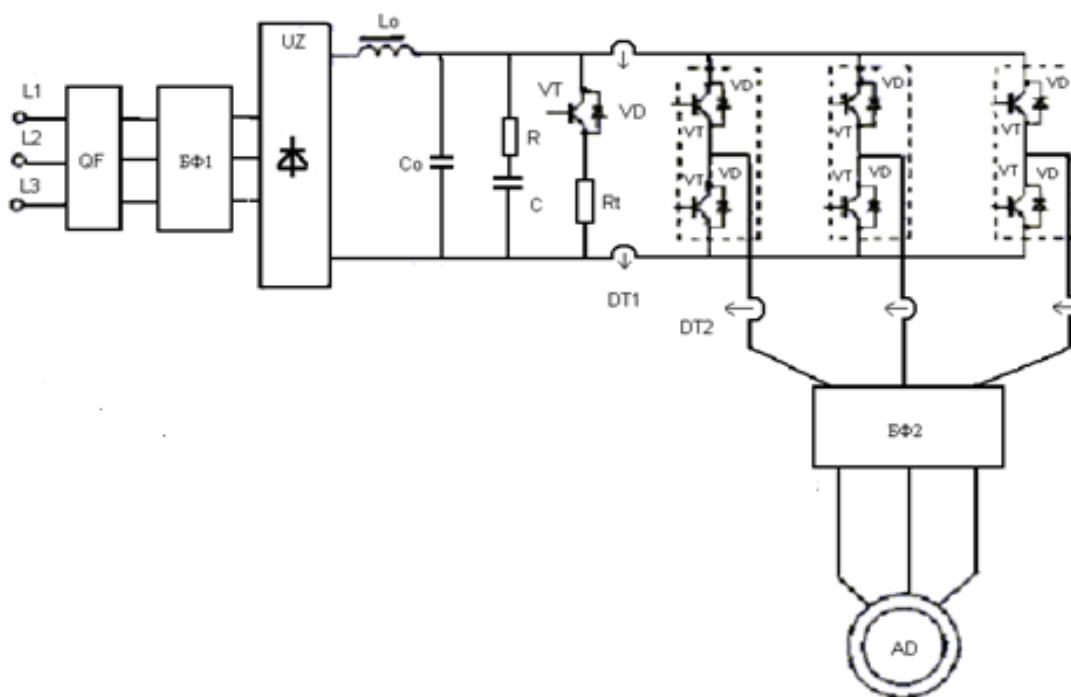
2.6 Қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары

YZR₂225M-8T маркалы қысқы тұйықталған ротордан тұратын асинхронды қозғалтқыш жиілікті түрлендіргішпен қоректенеді.

2.2 кесте - YZR₂225M-8T маркалы қозғалтқыштың техникалық параметрлері

Атауы	Шамасы
Номиналды қуат, кВт	60
Қозғалтқыштың номиналды кернеуі, В	380
Қозғалтқыштың номиналды тоғы, А	68
Қозғалтқыштың номиналды қуат коэффициенті	0,85
Қозғалтқыштың номиналды КПД	0,95

Жиілікті түрлендіргіштің сұлбасы 2.3 суретте келтірілген. Жобаланатын жиілікті түрлендіргіште қысқа тұйықталған ротордан тұратын асинхронды қозғалтқышты басқару үшін кең таралған кең импульсті модуляциядан (ШИМ) тұратын кернеудің автономды инверторлы (КАИ) жүйесін қолданамыз.



AD- асинхронды қозғалтқыш, DT1, DT2- ток датчигі, UZ- тәуелсіз түзеткіш, L_0 , C_0 - фильтр, R, C- IGBT транзисторының асқын кернеуінен қорғаныс жүйесі, VT- транзистор IGBT, VD- кері диод, R_T - тежеуіш резисторы, QF- автоматты сөндіргіш, БФ1- кіру блок фильтрі, БФ2- шығу блок фильтрі

2.3 сурет- Жиілікті түрлендіргіш негізінде автономды инвертор кернеу мен кең-импульсті модуляцияның функционалды электр сұлбасы

2.7 Жиілікті түрлендіргіштің қуатын есептеу

Түзеткіштер мен автономды инверторлы түрлендіргіштер шектеулі жүктеме қабілеттілігімен сипатталады. Сондықтан жиілік түрлендіргішті таңдау нақты жүктемеге сәйкес болу керек. Сонымен қатар, автономды инверторлар келесі тоқ мәндерімен сипатталады:

1. Номиналды үздіксіз тоқ, қоршаған ортаның температурасына және тетіктің максималды мүмкін температурасына тәуелді;
2. Максимал-мүмкін тоқ, транзистор немесе тиристордың жылу тұрақтылығын есереді;
3. Ток коммутацияның шектеулі мөлшері, өйткені қысқа ұзақтық шамадан тыс тоқ жартылай өткізгіштің элементтерін бұзылуына әкелуі мүмкін.

Осының барлығын ескере отырып, автономды инверторлар және жиілікті түрлендіргіштер қуаттың үш шамасымен kVA сипатталады:

1. Номиналды қуат $S_{нн}$, яғни ЖТ (инвертор) ұзақ уақытындағы максималды қуат.;

2. ЖТ қоршаған ортаның максималды температурасы және номиналды тоқ кезінде жететін, қысқа мерзімді қуат (аз уақыттағы) $S_{кр}$;

3. Коммутациондық қуат $S_{км}$, коммутация кезінде жүктеме қабілетін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, ең лездік қуатты білдіреді.

Әдетте лездік қуаты $t_p=1$ минут болғанда $S_{км} = 1,5 S_{нн}$ тең деп, ал $t_p = 0,5$ с. болғанда $S_{км} = 2,0 S_{нн}$ тең деп қарастырылады.

Егер коммутациондық қуат әдейі ескертілмесе, онда ол ЖТ қысқа мерзімді қуатқа тең деп санайды ($S_{кр} = S_{км}$). Бұл қуат электр машиналардың қуаттарынан кішірек болады. Тура іске қосқанда номиналды кернеумен және желі жиілігімен асинхронды қозғалтқыштардың іске қосылатын тоғы деректері қозғалтқыштың іске қосылатын тоғын шектегенде немесе нөлден қозғалтқыштың номиналды тоғынан 4-7 есе асады. Бұл жағдайда инвертордың номиналды тоғы сондай тәртіпте болу керек, ол ЖТ сияқты, инвертордың да қуатын арттыруға әкеледі. ЖТ жарамды номиналдыға дейін жиілікті өзгертумен алуға болады. Көрсетілген шаралар қозғалтқыштың моментін азайтады, ол қозғалтқыштың іске қосу процесін баяулатады. Сонымен қатар, көп қозғалтқышты электр жетегінде бір мезгілде қозғалтқыштарды іске қосу мүмкін емес. Егер қозғалтқыштарды жекелеп қосса, инвертордың қысқа мерзімді тоғы қозғалтқыштардың іске қосылатын тоғы және қалған басқа қозғалтқыштардың номиналды тоқтарының қосындысынан аз болу керек.

Инвертордан шығатын кернеудің амплитудалық модуляциясы сатылы формасы бар, сондықтан ЖТ қуатын есептегенде гармониктардың әсерін ескеру керек, олар қозғалтқыш орамасының X_K индуктивті кедергісіне тәуелді инвертордың (қозғалтқыштың) максималды мәнін және әсерін үлкейтеді.

$$X_K^* = \frac{I_{ном}}{I_{пуск}} \cdot \sqrt{1 - (\cos \varphi)^2} = \frac{68}{198,4} \cdot \sqrt{1 - (0,85)^2} = 0,18 \text{ Ом.}$$

Көрсетілген, 6 үшін - салыстырмалы бірліктерде бейнеленген номиналды жүктеме кезінде тоқтардың жұмыс істейтін мәні сатылық қисық шығу кернеуі, тең :

$$I^* = \sqrt{1 + \left(\frac{0,046}{X_K^*}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{0,046}{0,18}\right)^2} = 1,03 \text{ А.}$$

Асинхронды қозғалтқыштар артта қалған қуат коэффициенті кезде жұмыс істейді, сондықтан ЖТ таңдау және есептеу қозғалтқышқа келетін реактивті қуатты ескере отыру керек. Сонымен қатар, түзеткіштер активті қуатқа, ал инверторлар (ЖТ) - толық қуатқа есептеледі.

Әдетте асинхронды қозғалтқыштар жүктеменің тұрақты момент кезінде жұмыс істейді, сондықтан статор кернеуі жиілікпен бірге өзгереді, ал статор тоғы барлық жиілікте тұрақты болып қалады. Сондықтан инвертордың толық қуаты f_{max} кезде үлкенірек болады. Қозғалтқыштарды қоректегенде инверторлардың максималды жиілігі 150-200 Гц аспайды, өйткені үлкен жиіліктер кезінде болат қозғалтқыштың және инвертордың коммутацияға кететін шығындары ұлғаяды. Бұл максималды қуат ЖТ таңдау кезінде есептелуі керек.

Инвертордың номиналды ұзақ болатын қуаты

$$S_H = \sqrt{3} \cdot U_{ж.ном.} \cdot I_{к.ном.} \cdot I^* = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 68 \cdot 1,03 = 46,19 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Коммутация қуаты (максималды), инвертор тоғының максималды шамасынан өту үшін жеткілікті болуы керек.

$t_p = 1$ мин. болғанда

$$S_{кт} = 1,5 \cdot S_H = 1,5 \cdot 46,19 = 69,3 \text{ кВА},$$

$t_p = 0,5$ с. болғанда

$$S_{кт} = 2,0 \cdot S_H = 2 \cdot 46,19 = 92,38 \text{ кВА},$$

Инвертордың қысқа мерзімді қуаты қозғалтқыштың іске қосу режимін қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы керек, яғни

$$S_{кр} = \sqrt{3} \cdot U_H \cdot I_H = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 198,4 \cdot 10^{-3} = 130,58 \text{ кВА}.$$

Алынған мәліметтер негізінде, жиілікті түрлендіргішті таңдаймыз:

$$S_{жст.н.} \geq K_{б.} \cdot S_H \geq 1,25 \cdot 46,19 \geq 57,74 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

мұндағы $K_{б.}$ – тоқ бойынша қор коэффициенті 1,2 аз

$$U_{жст.н.} \geq U_{ж.ном.} \geq 380 \text{ В},$$

$$I_{жст.н.} \geq I_{к.ж.} / \lambda_{жст} \geq 198,4 / 2,25 \geq 88,18 \text{ А}.$$

мұндағы $\lambda_{ЕД}$ – жүктемелік қабілеті;

$$f_{min} \leq f_H \leq f_{max},$$

мұндағы $K_{б.} = 1,25$ – қуат қорының коэффициенті.

Түрлендіргіштің жүктемелік қабілетін ескере отырып, жиілікті түрлендіргіштің номиналды тоғы :

$$I_{жст.н} = \frac{I_{\max.дв}}{\lambda_{жст}} = \frac{198,4}{2,25} = 88,18 \text{ А.}$$

мұндағы $\lambda_{\alpha\delta} = 2,25$ – жиіліктің жүктеме түрлендіргіш коэффициенті.

Таңдап алынған Simovert Masterdrives VC 6SE7031-5EF60-Z типті жиілікті түрлендіргіштің параметрлері 2.3 кестеде келтірілген.

2.3 кесте - Жиілік түрлендіргіштің параметрлері

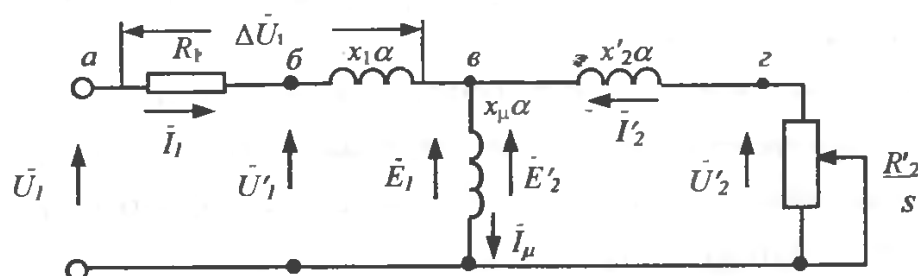
Түрі	Қуат, кВт	Кернеу, В	Ток, А	f_n , Гц
Simovert Masterdrives VC 6SE7031-5EF60-Z	75	380 – 480	146	50/60

2.8 Статикалық сипаттамаларды есептеу және құру

Механикалық сипаттамасының астында әдетте электр магниттік $n = f(M)$ моменті функциясы ретінде ротордың айналым жиілігіне тәуелділік ретінде түсініледі. Бұл сипаттаманы $M = f(S)$ тәуелділікті қолданып және түрлі сырғу кезінде ротордың айналым жиілігін есептеп алуға болады.

АҚ қоректегенде ЖТ дәріптелген болса, кернеу көзі сияқты, онда механикалық сипаттама $U_1 = \text{const}$ және $f_1 = \text{const}$ кезде баламалы схемалары бойынша анықталады, 2.4 суретте көрсетілген:

$$M = \frac{3 \cdot U_1^2 \cdot R_2'}{\omega_{oi} \cdot Sa \cdot \left[\left(\frac{R_1 + c_1 \cdot R_2'}{S} \right)^2 + (\alpha \cdot x_1 + c_1 \cdot \alpha \cdot x_2') \right]} \quad (2.5)$$



2.4 сурет - Кернеу көзінен жиілікті реттегендегі АҚ фазасын алмастыру сұлбасы

2.5 теңдеудегі формулада моментті есептеу үшін келесі шамалар қолданылады:

U_1 - статор орамасының кернеу шамасы;

$$U_1 = k_n \cdot f, \quad (2.6)$$

$$k_n = \frac{U_\phi}{f_n} = \frac{380}{50} = 7,6.$$

мұндағы f - реттелген таңдаулы жиілік;

R_2' - ротор орамасының активті кедергісі, статордың тізбегіне әкелінген $R_2' = 0,0422 \text{ Ом}$;

$\omega_{он}$ - номиналды жиілік кезде 50 Гц магнитті өріс синхронды айналым жылдамдығы

$$\omega_{он} = \frac{2\pi \cdot f_n}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{4} = 78,5 \text{ рад/с},$$

мұндағы $p = 4$ – жұп полюстер саны;

$S\alpha = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_{он}}$ - абсолютті сырғу, номиналды жиілік 50 Гц кезде магнит өрісінің кез келген жиілігінде ω_0 өріс жылдамдығынан қозғалтқыш жылдамдығынан ω ауытқу қатынасы тең;

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f}{p}. \quad (2.7)$$

мұндағы f - кез келген таңдалған жиілікте өріс айналу жылдамдығы f ;

R_1 - статор орамасының активті кедергісі, 0,0422 Ом тең;

s_1 – коэффициент модулі, АҚ статор шашырауын сипаттайды, 1,02 тең деп санаймыз;

$\alpha = \frac{f_1}{f_{1н}} = \frac{f_1}{50}$ - статор кернеуінің салыстырмалы жиілігі;

$x_1 = 0,17 \text{ Ом}$ – статор орамасының индуктивті кедергісі;

x_2' - ротор орамасының индуктивті кедергісінің шашырауы, статордың тізбегіне әкелінген, 0,35 Ом тең. Қозғалтқыштың жылдамдығы ω төмендегідей есептелінеді: $\omega = \omega_0 \cdot (1 - S)$.

Үш жиілік мәндері үшін есептеме сипаттамаларын келтіреміз:

50 Гц, 25 Гц және 10 Гц.

Барлық есептелінген мәндер кестелерге еңгізілген.

1) $f = 50$ Гц (2.4, 2.5 кестелер).

Бұл жиілік параметрлерін тұрақты есептеу 4 кестеде келтірілген.

2.4 кесте - Берілген жиілікте тұрақты параметрлерінің шамасы келтірілген

Параметрлер	Мәндері
f	50
ω_0	78.54
U_1	380
koch	7.6
α	1

2.5 кесте - 0 ден 1 дейін сырғу өзгерісі кезіндегі параметрлар мәнінің қатары

Параметр	Мәндері											
	0,0001	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
S	0,0001	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
S_a	1E-04	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω	78,5	78,2	77,9	77,8	77	75,4	70,7	62,8	47,1	31,4	15,7	0
M	3,2	128,7	256,5	319,8	626,1	1154	1862,8	1644,7	1017	709,1	540,5	435,7

2) $f = 25$ Гц (2.6 және 2.7 кестелер)

2.6 кесте - $f = 25$ Гц кезіндегі тұрақты параметрлер

Параметрлер	Мәндері
f	25
ω_0	39,27
U_1	190
koch	7.6
α	0,5

2.7 кесте - $f = 25$ Гц кезінде 0 ден 1 дейін сырғу өзгерісі кезіндегі параметрлар мәнінің қатары

Параметр.	Мәндері											
S	0,0001	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
S _a	5E-05	0,002	0,004	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
ω	39,3	39,1	39	38,9	38,5	37,7	35,3	31,4	23,6	15,7	7,9	0
M	1,6	64,4	128,6	160,5	317,5	608,8	1180,3	1310,2	942,6	648	529,4	429,9

3) $f=10$ Гц (2.8 және 2.9 кестелер)

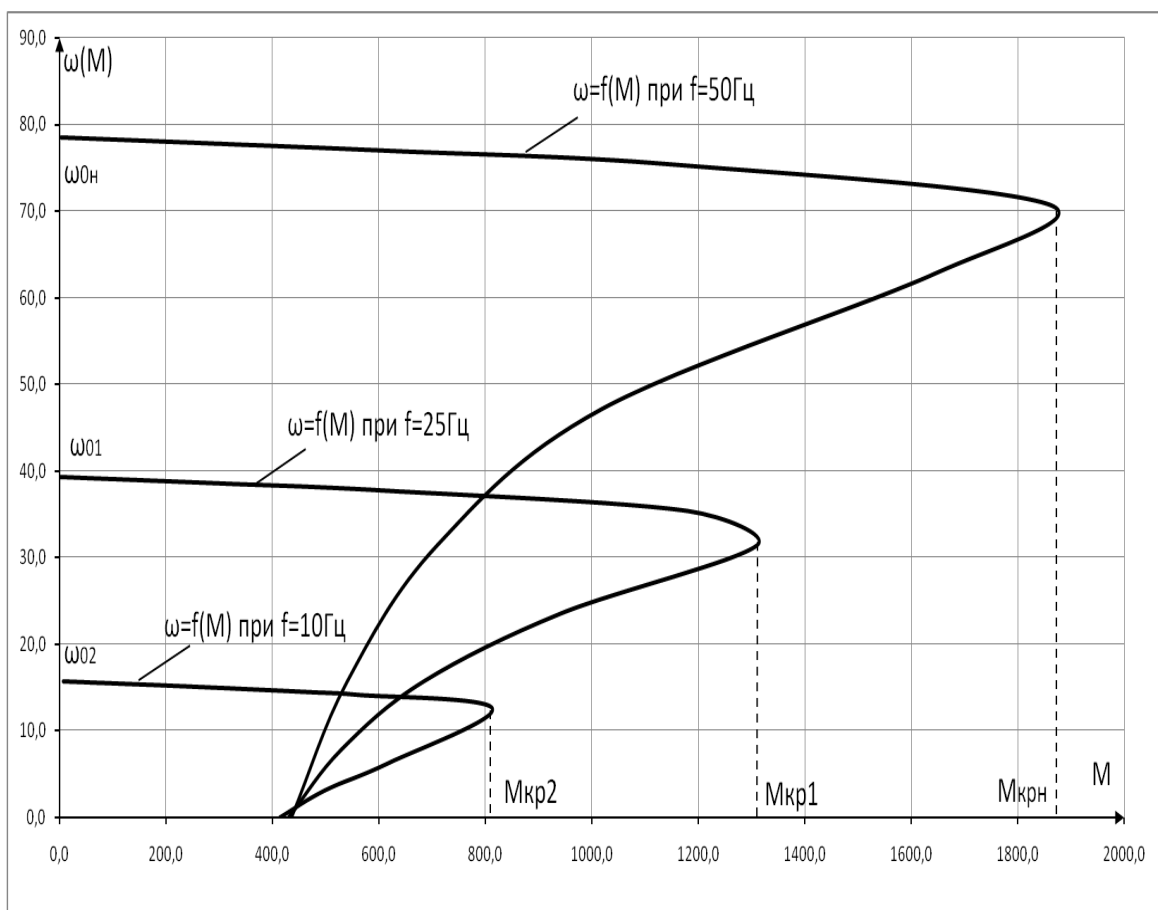
2.8 кесте - $f=10$ Гц кезінде тұрақты параметрларының мәндері

Параметр	Мәндері
f	10
ω_0	15,71
U ₁	76
koch	7.6
α	0,2

2.9 кесте - $f = 10$ Гц кезінде 0 ден 1 дейін сырғу өзгерісі кезіндегі параметрлар мәнінің қатары

Параметр	Мәндері											
S	0,0001	0,004	0,008	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
S _a	0,0002	8	0,002	0,002	0,004	0,008	0,02	0,04	0,8	0,12	0,16	0,2
ω	15,7	15,6	15,6	15,6	15,4	15,1	14,1	12,6	8,4	6,3	3,1	0
M	6,4	25,8	51,5	64,3	128,1	251,9	562,3	813,8	756,3	618,4	498,7	413,3

Есептеулердің нәтижесінде механикалық сипаттамаларды тұрғызамыз, 2.5 суретте көрсетілген.



2.5 сурет - Жиілікті реттеу кезінде АҚ механикалық сипаттамалары

Алынған сипаттамаларда көрсетілгендей, $U/f = \text{const}$ қатынасында жиіліктің азаюы бір мезгілде кернеудің азаюымен, кернеуді қоректендіретін төменгі жиіліктер кезінде критикалық момент азаяды, ол активті кедергіде r_1 кернеудің төмендеуімен байланысты.

Кернеудің төмендеуі болады, қозғалтқыштың ағымы азайып және соған сәйкес максималды моментта азаяды.

Сондықтан, қозғалтқыштың максималды моментін тұрақты сақтап тұрып, қозғалтқыштың жылдамдығын реттеу үшін жиілікті азайтудан кернеудің мәннен азайту керек.

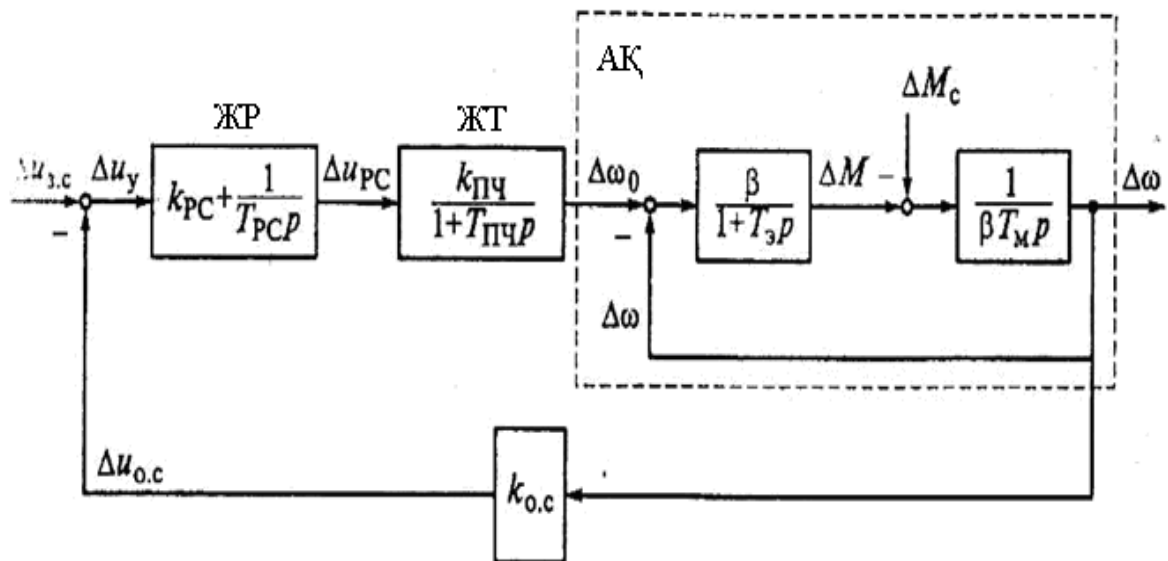
Осындай кернеуді реттеу әдісі « I_r өтемен пропорционал реттеуі».

Сондай-ақ атап өтуге болады, жұмыс алаңында сипаттамалар бір-бірінен параллель өтеді (критикалық моментке дейін), бұл қаттылық көрсеткіштерінің тұрақтылығы туралы айтады.

3 Электр жетегінің динамикасын талдау

3.1 Жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйесі бойынша құрылымдық сұлбасын құрастыру

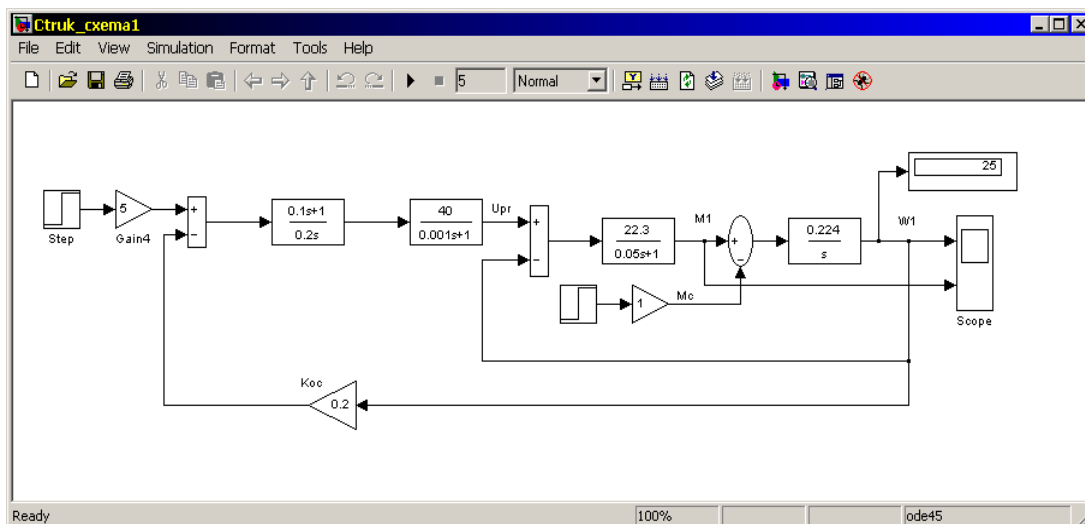
Жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйенің құрылымдық сұлбасының математикалық сипаттамасын беріліс функциялары арқылы құрастырамыз. ЖТ-АҚ жүйенің құрылымдық сұлбасы 3.1 суретте келтірілген.



ЖР – жылдамдық реттеуші, ЖТ – жиілік түрлендіргіш, АҚ – асинхронды қозғалтқыш

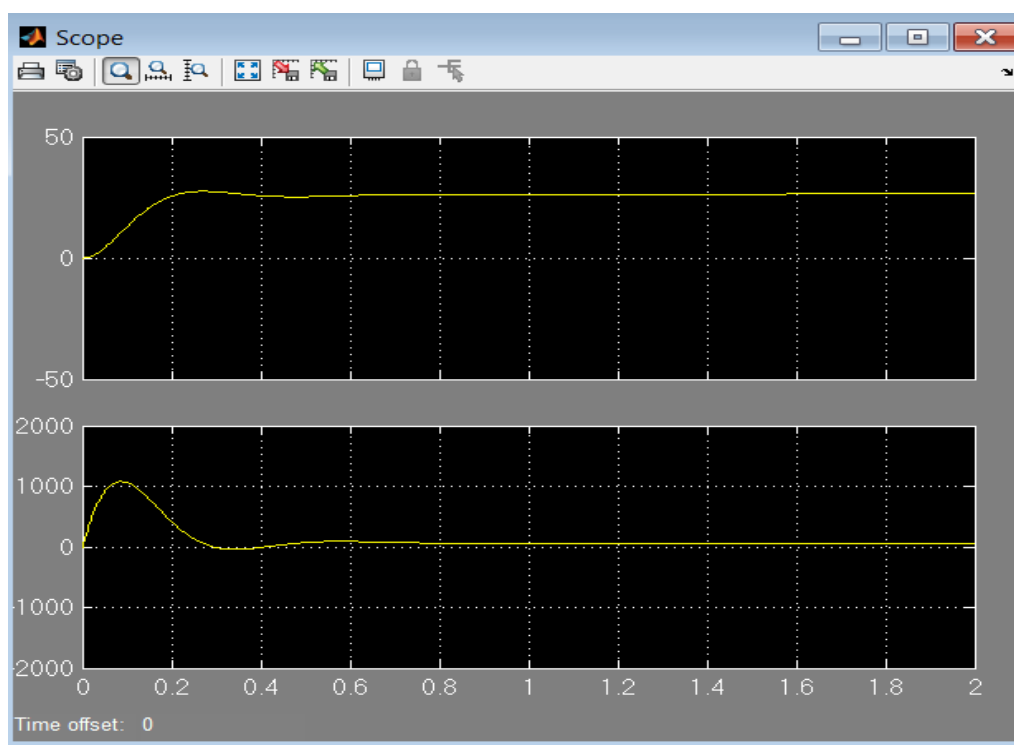
3.1 сурет – Жиілікті түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйесі бойынша құрылымдық сұлбасы

3.1 суретте ЖТ – АҚ жылдамдық бойынша кері байланыс тұйық жүйесінің сызықтық құрылымдық сұлбасы берілгеніне назар аударған жөн. ЖТ – АҚ жүйесінің жылдамдық бойынша кері байланыстан тұратын құрылымдық сұлбаның моделі MATLAB бағдарламасы арқылы 3.2 суретте көрсетілген.



3.2 сурет – ЖТ – АҚ тұйық жүйесінің құрылымдық сұлбасының MATLAB бағдарламасы бойынша моделі

ЖТ - АҚ тұйық жүйесінің тұрақты уақыты мен коэффициенттерінің сандық мәндері таңдалған [1]. Жылдамдықтың ауыспалы процесінің қисықтары және асинхронды қозғалтқыштың ЖТ – АҚ тұйық жүйесінің моментіне жүйе кірісіндегі басқарма бірегей көтерілгендегі $U(t) = 1(t)$ ықпал етуі 3.3 суретте көрсетілген.



3.3 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың ЖТ-АҚ жүйесіндегі жылдамдық пен моменттің өтпелі процесстері

Асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығының өтпелі процесстер қисығы болып өтпелі процесстің жоғарғы қисығы есептеледі, ал төменгі қисық қозғалтқыштың электрмагниттік моментінің өтпелі процесі болып саналады. Суретте көрсетілгендей жылдамдықты реттеу 30% құрайды. Құрылымды сұлбадағы (3.3 сурет) параметрлері YZP2225M-8T типті асинхронды қозғалтқыштың параметрлері болып саналады.

3.2 ЖТ-АҚ жүйесінің математикалық сипаттамасы

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

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

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

ΔM - қозғалтқыштың электрмагниттік моментінің өсімшесі;

ΔM_c - қозғалтқыштың статикалық моментінің өсімшесі;

β - АҚ сызықтық механикалық сипаттамасының қаттылық модулі;

T_M - уақыттың электр механикалық тұрақтылығы.

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

$$T_\gamma \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta(\Delta\omega_0 - \Delta\omega), \quad (3.2)$$

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

$$\frac{d\Delta M}{dt} = \frac{\beta}{T_\gamma} U_{p2} - \frac{\beta}{T_\gamma} \Delta\omega - \frac{1}{T_\gamma} \Delta M. \quad (3.3)$$

мұндағы T_γ - АҚ статоры мен ротор тізбегінің эквивалентті электрмагниттік уақыт тұрақтысы;

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

Беріліс функциясына байланысты жиілікті түрлендіргіштің дифференциалды теңдеуі келесі түрде болады:

$$T_{pr} \frac{d\Delta U_{pr}}{dt} + \Delta U_{pr} = \Delta K_{pr} \Delta U_{pc}, \quad (3.4)$$

немесе

$$\frac{d\Delta U_{nч}}{dt} = \frac{K_{nч}}{T_{пч}} \Delta U_{pc} - \frac{1}{T_{nч}} \Delta U_{nч}. \quad (3.5)$$

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

$k_{жт}$ - ЖТ беріліс коэффициенті;

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

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

$$\frac{d\Delta U_{жт}}{dt} = \frac{1}{T_{жр}} \Delta U_{\delta} - K_{жр} K_{кб} \frac{d\Delta \omega}{dt} - K_{жр} K_{кб} \Delta \omega. \quad (3.6)$$

Алайда дифференциалды уравнение(3.6) дифференциалды теңдеуін басқа түрде көрсетуге болады, туынды жылдамдықтың $d\Delta \omega/dt$ орнына (3.1) теңдеуінің оң бөлігін қойып. (3.6) теңдеуін келесі түрде жазып аламыз:

$$\frac{d\Delta U_{жт}}{dt} = \frac{1}{T_{pc}} \Delta U_{\delta} - \frac{K_{жр} K_{кб}}{\beta T_M T_{pc}} \Delta M - \frac{K_{жр} K_{кб}}{\beta T_M T_{pc}} \Delta M_c - \frac{K_{жр} K_{кб}}{T_{жр}} \Delta \omega. \quad (3.7)$$

мұндағы $\Delta U_{3.c}$ - берілген сигналдың өсімшесі;

K_{pc} - ПИ – реттегіштің еселігі;

T_{pc} - ПИ – реттегіштің уақыт тұрақтысы;

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

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

1. $\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} \Delta M - \frac{1}{\beta T_M} \Delta M_c,$
2. $\frac{d\Delta M}{dt} = \frac{\beta}{T_{\omega}} U_{p^2} - \frac{\beta}{T_{\omega}} \Delta \omega - \frac{1}{T_{\omega}} \Delta M,$
3. $\frac{d\Delta U_{жт}}{dt} = \frac{K_{nч}}{T_{пч}} \Delta U_{жр} - \frac{1}{T_{жт}} \Delta U_{жт},$

(3.8)

$$4. \quad \frac{d\Delta U_{жр}}{dt} = \frac{1}{T_{жр}} \Delta U_{\sigma} - \frac{K_{жр} K_{кб}}{\beta T_M T_{рс}} \Delta M - \frac{K_{жр} K_{кб}}{\beta T_M T_{рс}} \Delta M_c - \frac{K_{жр} K_{кб}}{T_{жр}} \Delta \omega.$$

Сонымен ЖТ-АҚ тұйық жүйесінің математикалық сипаттамасы (3.8) бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесімен көрсетілген. Мұндай математикалық модельдің көрінісі конвейердің көпқозғалтқышты асинхронды электржетегінің басқару жүйесінің ЭЕМ-ді қолдану арқылы анализ бен синтез есептерін шешуге мүмкіндік береді.

4 Электр жетегінің қорғанысы

4.1 Асқын кернеуден қорғану

Вентилді түрлендіргіштерде өтетін процесстер жиі асқын кернеумен бірге жүреді, ол вентилге әсер етеді, әдетте олардың бұзылуына әкеліп қысқа тұйықталу болуы мүмкін.

Негізгі асқын кернеудің түрлеріне мыналар жатады:

а) Желілік асқын кернеулер, желілік коммутациялық жабдықтың немесе атмосфералық құбылыстардың ықпалына байланысты.

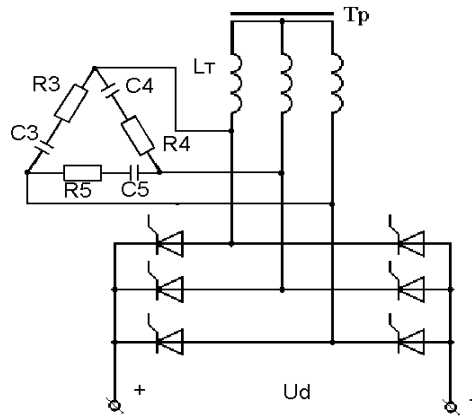
б) Сұлбалық асқын кернеу қайталанбас сипаттамасымен, вентилді түрлендіргіштің коммутациялық жабдықтың әсеріне байланысты. Бұл асқын кернеу, қоректенген трансформатордың қосылуына байланысты, айнымалы кернеу көзіне вентилді түрлендіргіштің қосылуы, қоректенген трансформаторды өшірумен, және де автоматты өшіргіштің көмегімен ток жүктемесін өшіру.

с) Қайталанатын асқын сұлбалық кернеу олар электр тізбегінде вентил жұмысымен ескеріледі және резонансты болады, немесе коммутационды.

Резонансты асқын кернеу түрлендіргіштің үздік жұмысының тәртібімен және тізбектегі синусоидалды емес тоқтан тұтынумен байланысты.

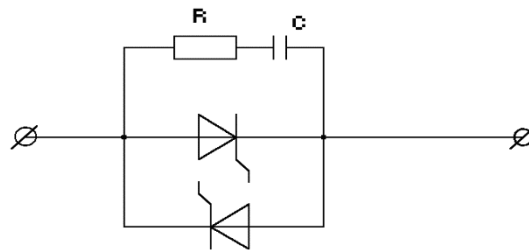
Коммутационды сұлбалық асқын кернеу вентилдің периодты ауысуымен жабық жағдайдан ашыққа және керсінше шақырылады. Олар (шектеулі жабдықтардың болмаған кезінде) өткір бағытпен (1000 В/мкс дейін) және мәнді амплитудасымен (жұмыс кернеуіне 10 есе мәнге дейін).

Асқын кернеуді шектеу үшін энергия сақтаушылар кеңінен қолданылады – конденсаторлар, RC тізбегінің құрамына кіреді. Қоретенетін тізбектен келетін коммутационды асқын кернеуден сақтану мақсатында, трансформатор коммутациясында және жүктеме тізбегінде RC тізбегі сұлба бойынша екінші жағына қосады, 4.1 суретте көрсетілген.



4.1 сурет - RC-тізбектерінің қосылу сұлбасы

Коммутационды асқын кернеуден қорғану үшін RC-тізбектері (снаберлар) қолданылады, тиристорларға параллел қосылған (4.2 сурет).



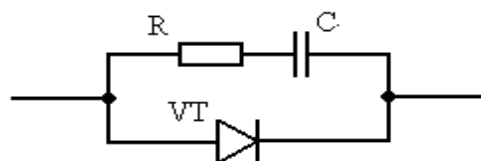
4.2 сурет - RC-тізбектерінің қосылу сұлбасы

Түзеткіштердің тізбегіндегі өтпелі процесстер жиі асқын кернеумен бірге жүреді, негізгілері болып:

- коммутациялық тоқ кезінде жартылай өткізгіш аспаптарында ішкі процесстермен байланысты асқын кернеу;
- коммутациялық асқын кернеу, сыртқы тізбектерде индуктивтілермен бірге өшіру моменті кезінде пайда болады;
- тізбектен келетін сыртқы асқын кернеу.

Асқын кернеу тиристорлардың электр бұзылуына әкелуі мүмкін, ол қысқа тұйықталуды шақырады.

Қайталанбайтын коммутационды асқын кернеудің шектеуі венти́лдің тізбегінде қорғаныс RC-тізбегімен қамтамасыз етілген (4.3 сурет).



4.3 сурет - RC-тізбегінің қосылу сұлбасы

Жүктемеде қысқа тұйықталу және жүктеме пайдалану кезінде жылу және тоқтың электронды қорғаныс құрылғысымен бақыланады, биополярлы транзисторлы инвертордың бекітілетін сигналдарды беріледі. Бірақта олар түзеткіш көпірдің бүтін аспаптарын бір вентиленді көпірдің құрылыстан шығу кезінде авариялық тоқтардан қорғай алмайды.

Авариялық тәртіп кезінде аспаптарды берік қорғау түзеткіш көпірінде орналасқан балқығыш сақтандырғыш көмегімен қамтамасыз етіледі.

Түрлендіргіште орналасқан сақтандырғыштардың бірі ақаулар туындаған жағдайда түзеткіш сұлбасы төменделген түзу кернеудің $2,34E_{\phi}$ дейін $1,56E_{\phi}$ үш фазалық көпір тәртібінен бір фазалыққа ауысады. Тұрақты тоқ шығу деңгейде орнатылған бұл кернеу құрылғысында жазылып қояды, және микропроцессорға сигнал келеді.

Сондай-ақ, көтеру механизмінде қорғаныс аспабы орнатылған, ол 4.1 кестеде орнатылған.

4.1 кесте - Қорғаныс аспаптары

Түрі	Номиналды мәндер		Элементтің атауы
	Напр., В	Ток, А	
Siemens 3VT8216-1AA03-0BA0	400	160	ЖТ автоматы
Siemens 5SJ64 MCB	400	10	вентилятор автоматы –M81
Siemens 5SJ64 MCB D10	400	10	вентилятор автоматы –M82
Siemens 5SJ64 MCB D10	400	10	Тежеуіш автоматы
Siemens 3TF40 22E	400	20	Контактор вентилятора –M81
Siemens 3TF40 22E	400	20	Контактор вентилятора –M82
Siemens 3TF40 22E	400	20	Тежегіштің түйістіргіші
Siemens 3VT8208-1CA03-0BA0	400	80	Қозғалтқыштың автоматы – M10
Siemens 3VT8208-1CA03-0BA0	400	80	Қозғалтқыштың автоматы – M20

4.1 кестенің жалғасы

Siemens 3TH80 22E	400	16	Центрден тепкіш сөндіргіштің түйістіргіші
Siemens 3TH80 40E	400	16	Авариялық шеткі сөндіргіштің түйістіргіші
Siemens 3TH80 40E	400	16	Түйістіргіш ОГП
Siemens 3TH80 40E	400	16	ЖТ жұмысына рұқсат етілген түйістіргіш
Siemens 5SJ62 MCB	400	10	Жылдам тізбектің автоматы
NGTC2	660	280	Жиілікті түрлендіргіштің сақтандырғышы
LX36-84	380	10	Жолдық сөндіргіш
LX33-31	380	10	Авариялық шеткі сөндіргіш
LY1G-2/750	380	6	Центрлік сөндіргіш

5 Өміртіршілік қауіпсіздігі

5.1 Өрт қауіпсіздігі

Жағдайлардың көбінде бұзылулар, электротехникалық қондырғыларды және құрылғыларды дұрыс пайдаланбаудан болатын электр желілеріндегі қысқаша тұйықталу, жанатын заттардың және материалдардың ысып кетуі және тұтануы өртті тудырады. Өлшеуіш кешен орналасқан орында бақылау және радиотехникалық өлшеулер орындалатындықтан, өндіріс категориясы Д – болады. Бұл суық жанбайтын заттардың болуымен сипатталынатын өрттік қауіпті өндірістер.

Бұл жағдайда мүмкін болатын өрт себептері электрлік сипатта болады, оларға электрлік құралдардағы, сұлбалардағы, сымдардағы ұшқындалуды, электростатикалық разрядтарды; қысқа тұйықталу тоқтарын және жоғарғы температураға дейін қыздырылуын туғызатын сымдардың, трансформатор орамаларының елеулі артық жүктелуді, қосылу орындарындағы нашар түйіспені және көп жыл бөлінеті өтпелі кедергінің өсуіне әкелетін сымдар дәнекерлеуін жатқызады.

Өртпен күресу үшін жану процесін түсіну керек. Егер жанатын заттардың температурасын жану температурасынан төмендетсек немесе жанатын заттарға оттегі баруын тоқтатсақ жану процесін тоқтатуға болады.

Өрт пайда болған жағдайда персонал өрт сөндірушілерге хабарлайды немесе бірінші ретті өртті сөндіруші құралдар көмегімен өртті сөндіруді бастайды. Өрт сигналын беру құралы ретінде телефондық және радиобайланысты қолданамыз және де өрт сигналын беру қондырғысының бір элементі ретінде хабарлағыштарды аламыз, оларда өрт туралы ақпараттар өндіріледі, осы қондырғыларға қосымша элементтер – станция, ол хабарлағыштан сигналды қабылдайды, байланыстырғыш жолдар және қорек көздері болып табылады.

Бейне бақылау өлшеулер аппараттығында өрт сөндіру құралдар негізінде аздаған өрт ошақтарын сөндіру үшін ОУ – 5 тәрізді қолдық өрт сөндіргіштер пайдаланылады. Олар жабық ғимараттарда қолданылады және көмірқышқылдың электр - өткізгіштігі төмен болғандықтан кернеуде болатын электр қондырғыларында пайдаланылады.

Өртке қарсы хабарлаушы ретінде екі даналы КН – 1 тәрізді қиыстырылған хабарлаушыны қолдануға болады, онда түтіндік және отындық хабарлаушылардың үйлестірілуі қолданылады. Ионизацияланған камераға қосымша резистор қосылады. Қиыстырылған хабарлаушылар түтіннің пайда болуын, сондай – ақ температураның жоғарылауын сезінеді.

Вагон аударғыштың электржетегінің өрт қауіпсіздігі қолданылатын электр жабдығында жанғыш оқшаулағыш материалдардың болуына байланысты. Жанғыш болып электр машиналардың, трансформаторлардың, әр түрлі электр магниттердің (түйіспелер, реле, бақылау-өлшеуіш аспаптар), сымдардың және кабельдердің ораушы оқшаулауыштары саналады. Қағазды-майлы конденсаторлардың оқшауламалары да жанғыш болып саналады. Өртке қатысты сымдардың оқшауламалары (резіңке, қағаз, полиэтилен және т.б.) да қауіпті болады.

Өртүрлі лактар, компаундтар, оқшаулағыш, майлар, битум, канифоль, күкірт және басқа электроқшаулағыш және құралымдық материалдар қатары жанғыш және өрт қауіпті болып табылады.

Ең үлкен өрт қауіпін май толтырылған аппараттар, трансформаторлар, жоғары кернеулі бак ажыратқыштары, май-канифольді құраммен сіңірілген қағаз оқшауламасы бар кабельдер келтіреді.

Май салқындатқышы бар вагонаударғыштарда айналым аралық, қысқа тұйықталу болуы мүмкін, соның нәтижесінде орама бөлігінде үлкен ток пайда болады да жанғыш газдардың бөлінуіне байланысты оқшаулама тез ыдырайды. Бұзылған вагонаударғышты ажырататын сенімді қорғаныс болмаған жағдайда қаптама қабырғалары бұзылып, бөлмеге жанған май шашатын газ қоспасының жарылуы мүмкін.

Сондай-ақ, әлі де қолданыстағы қосалқы электр станцияларындағы үлкен май көлемі бар жоғары кернеулі бак ажыратқыштарында жарылыс болу, жанған май шашылу қаупі бар. Қазірде онша қауіптілігі жоқ аз көлемді майлы ажыратқыштар қолданыла бастады.

Асқын жүктемеде немесе екі фазалық режимде ұзақ уақыт жұмыс істеген электр қозғалтқыштарының орамаларының оқшауламасы да жануға ұшырауы мүмкін. Әсіресе бұл жағдайда аз қуатты электр қозғалтқыштары ұшырайды, себебі көбіне бұларда асқын жүктемеден қорғаныс қолданылмайды.

Ашық типті жалғауыш аппараттар және ашық балқығыш сақтандырғыштар елеулі өрт қауіпті болады, өйткені бұларда токты ажыратқанда, сондай-ақ балқымалы қыстырғыш жанып кеткенде қауіпті от ұшқыны пайда болады. Сондықтан, әлбетте, үзгіштер, қайтақосқыштар, балқымалы ажыратқыштар жабық түрде жасалғаны дұрыс.

Электр-доғалық пісіру өрт жасауға аса қауіпті, себебі электр доғасының жануында өте жоғары температура пайда болады, сонымен бірге пісіру жүргізілген жерде балқыған металдың ірі ұшқындары шашылады.

Тіптен қыздыру шамыда, егер оның қуаты шырағдан типіне сай келмесе, өрт қауіпті болады. Бұл ретте түйістірілген қосулар орындары қызуынан оқшауламаның жануы мүмкін. Сондай-ақ, өндірістік және тұрмыстық әртүрлі электр аспаптары дұрыс қолданылмаған жағдайда өртке себепші болуы мүмкін. Әсіресе электр үтіктер, электр плиталар қауіпті.

ПУЭ электр қондырғыларының өрт қауіптілігін ескере отырып, оларды жобалауда және құрастыруда бірқатар сақтандыру талаптарын қойды.

Сондай-ақ, вагонаударғыштарды пайдалану процесінде өрт қауіпсіздігін ескере отырып, ПТЭ-де қарастырылған бірқатар шараларды сақтау қажет.

5.2 Өрт қауіпсіздігі шаралары және апатты алдын ала ескерту

Кәсіпорынның үлкен басты жоспарын жасағанда арақашықтығы тез ерігіш сұлықтарды сақтау орындары мен өртке қарсы, ажырау ұзындығы арасындағы қашықтыққа сай 15м қабылданады. Өртті болдырмауды жеке сақтау орындарында бірінші типті жарылысты алдын-ала ескерту үшін келесі негізгі талаптарды орындау қажет:

- ыдысты 95% сиымдылықта толтыру;
- тек қана жөнделген ыдысты пайдалану және оны жапқышпен жоғары сақтау қажет;
- бос ыдысты тек қана жеке және жабық жапқыштармен сақтау қажет;
- қойманың жеке секцияларында тез ерігіш және жанғыш заттарды сақтау қажет;
- 28° қысымнан жоғары және төмен ұзындық бойынша бір қатарға ие болатын бөлшектерді тез ерігіш сұйықтыққа жатқызу керек;
- әрбір секундта 100м² ауданмен 2 шығарыммен орнықтыру қажет.

5.3 Өртке қарсы су жабдығын есептеу

$V=2\text{м/с}$ су ағысы жылдамдығында құбырдың ішкі диаметрі келесі теңдеумен есептелінеді:

$$d = 0,0188 \cdot \frac{Q}{V} = 0,0188 \cdot \frac{58}{2} = 0,545, \text{ м},$$

мұндағы Q – дөңгелек құбырға кеткен су шығыны, м/с.

8731-74,100мм ішкі диаметрінен 108мм сыртқы диаметрімен, мемлекеттік стандарт бойынша құбырдың стандартты диаметрі қабылданады 10м ұзындықпен ғимаратты өрттен сөндіру үшін пайда болатын қажетті су күші келесі теңдеумен анықталады:

$$H_{\kappa} = 1,05 \cdot L \cdot A \cdot Q^2 + h + H_{op} = 1,05 \cdot 250 \cdot 0,000208 \cdot 58^2 + 10 + 60 = 254, Pa ,$$

мұндағы L – құбыр тереңдігі , м;

A – 100мм құбырдың диаметрінле судың үдеулік кедергісі;

h – ғимараттар тереңдігі,м;

H_{op} – крандағы су күш.

5.1 кесте – Апатты жою жоспары

Апат түрі	Апатты жою шаралары және оны хабарлау тәртібі
Экскаватордағы өрт	Көлік жүргізушісі ауысым шеберіне алдын ала жариялап айтып қояды. Рация бойынша кенорынның диспечеріне хабарлайды, ал өзі өрт сөндіру бойынша шаралар қабылдайды. Диспечер өрт машиналарын шақырады.
АЗ қойшасында өрт	АЗ қоймасындағы күзетші өрт туралы кенорынның диспечеріне хабарлайды және өрт сөндіру туралы шаралар қабылдайды. Егер өрт мекеменің ішінде болған жағдайда қойманы тастап шығып кетеді. Бірақ жабық орындарды таңдап кіру жолдарын күзетеді. Диспечер кен орнының бас инженеріне хабарлап өрт сөндіру туралы шаралар қабылдайды.
Забой мен кен шығаратын орынның жағдаулары құлауы және қирауы	Шебер диспечерге хабарлап келесі шараларды қабылдайды: қираған забойлардан адамдармен жабдықтарды алып шығады.

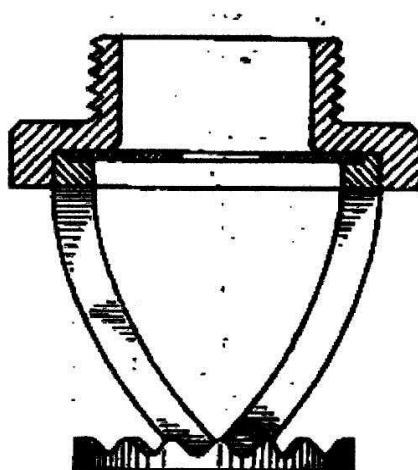
1. Электр аппараттарындағы ұшқындану, қысқа тұйықталу кезіндегі ұшқындалу, электірлік разрядтар және найзағайдың түсуі.

2. Қызмет етуші қызметкерлердің салғырттығы.

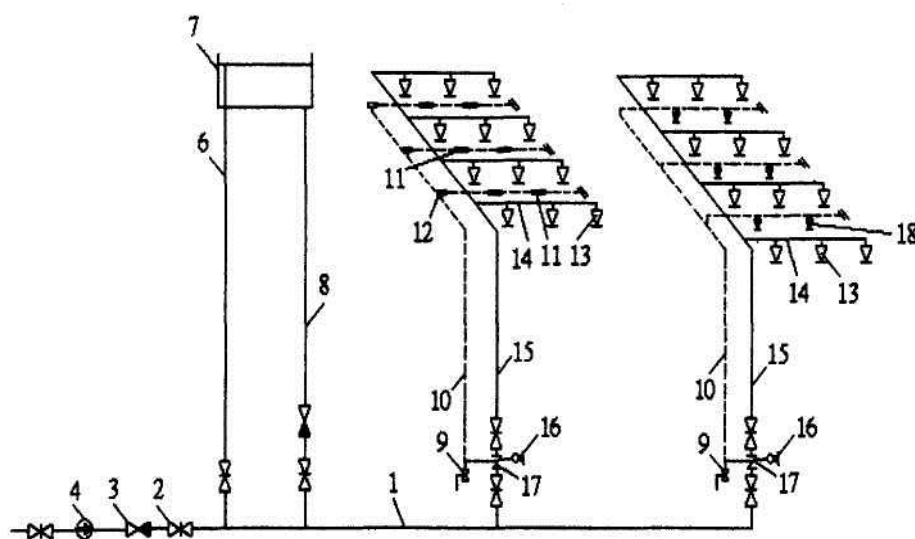
3. Мұнай айдағыш стансаның территориясындағы бірінші ғимараттан екінші ғимаратқа өрттің жайылуын ескерту, сонымен қатар өрт сөндіргіш машиналардың жүруіне ыңғайлы болатындай етіп қатты негіздегі жүру жолдарын және өрттің алдын алу үзіктерін жасау қажет. Өртті жойу үшін ғимарат ішіне автоматты өрт сөндіргіш жүйесін және сигналдық құрылғылар орнату қажет. Мұнай айдағыш станция панажайының ішінде кем дегенде екі құтқару шығыстары және ол жұмыс орнынан 30-100 м жоғары

болмауы тиіс. Мұнай айдағыш станцияның қызметкерлері ақаулықтар мен қондырғылардың техникалық жағдайын, панажай ішін таза ұстауды және т.б. бақылаулары тиіс. Қызмет көрсетуші қызметкерлері өртті ескерту бағытында жоспарлы алдын алу жөндеулер, профилактикалық жұмыстар жүргізіп отырулары керек.

Дренчерлік құрылғылар барлық есептік ауданға сулы бүркеніш және өрт қоңырауын құруға арналған.



5.1 сурет - Дренчерлік қондырғы



5.2 урет - Дренчерлік қондырғының принциптік сұлбасы

Дренчерлік құрылғыларды төмендегілердің бірі өятушы (іске қосқыш) жүйені қозғалысқа келтіреді: тростық, пневматикалық, электірлік. Автоматты сумен қоректенушінің 7 көмегімен оятушы жүйе дайындық жағдайындағы 10 дренчерлік құрылғы жоғарғы қысымен тұрады, ал

таратушы 14 және қоректенуші 15 құбырлар атмосфераның көмегімен жеткізіледі.

Өрт болған жағдайда спринклерлі суландырғыштар ашылады (18) (немесе тез еритін бекіткіш (11) тросты қоздырғыш жүйе арқылы ыдырайды), қысым арқылы құбырға жіберіледі (10), қоздырғыш құбырдағы қысым 10 төмендейді және құрылғыны қолмен қосылып (9) су ағызғыш топса бұралады. Қоздырғыш жүйедегі қысым төмендегенде топтық қимылдың қақпағы ашылады (17) және автоматты су қоректендіргіштегі (7) су келтіруші (1), қоректендіруші (15), және таратушы (14) құбырлар арқылы дренчерлік суландырғышқа (13) түседі. Осы кезде сигналдық құрылғы іске қосылады (16). автоматты су қоректендіргіштегі (7) судың деңгейі төмендегенде негізгі су қоректендіргіш (4) іске қосылады, екіншісі сырттағы су құбырынан (5) суды алады және жапқыш (2) ашылып жиналған су дренчерлі желіге беріледі, кері клапанның жұмыс істеуі арқылы сорғышқа (4) автоматты су қоректендіргіш (7) құбырдан (6) суды жібереді. Су қоректендіргіш (7) су құбыры арқылы толтырылады.

Бірінші суландырғыштың су шығыны төмендегідей анықталады:

$$Q_1 = I \cdot f = 0.5 \cdot 32 = 16 \text{ л/с}$$

мұндағы I - суландыру қарқындылығы, л/(с м²); бір ғана суландырғыштың қорғайтын ауданы, м².

Бірінші суландырғыштың есептелуі:

$$H_1 = Q_1^2 / K^2 \geq H_{\text{мин}} = 6^2 / 1.48^2 = 16.44 \text{ м,}$$

мұндағы K - суландырғыштың шығындын коэффициенті;

$H_{\text{мин}} = 15$ -минималды еркін екпін, м. Екпіннің шығындары:

$$H = 1 \cdot Q^2 / k_r = (2 \cdot 6^2) / 28690 = 0.003 \text{ м,}$$

мұндағы l - саланық ұзындығы, м;

k_r - су құбырының меншікті мінездемесі.

Су құбырының диаметрі:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6}{3.14 \cdot 350}} = 0.148, \text{ мм}$$

Үлкен стандартты мәнге жақындатып үлкейтеміз, бұдан $d = 150$ мм.

Суландырғыштың екпіні:

$$H_2 = H_1 + h = 6 + 0.003 = 6.003, \text{ м}$$

Екінші суландырғыштың шығыны:

$$Q_2 = K \cdot \sqrt{H_2} = 1.48 \cdot \sqrt{6.003} = 3.626, \text{ м}$$

мұндағы K - суландырғыштың шығын коэффициенті.

Бізге белгілі шығындар арқылы екпіннің шығынын анықтаймыз:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 6 + 3.626 = 9.626, \text{ м}$$

Екпін мәні болады:

$$H = H_2 + h = 6.003 + 0.002 = 6.005, \text{ м}$$

Судың шығыны:

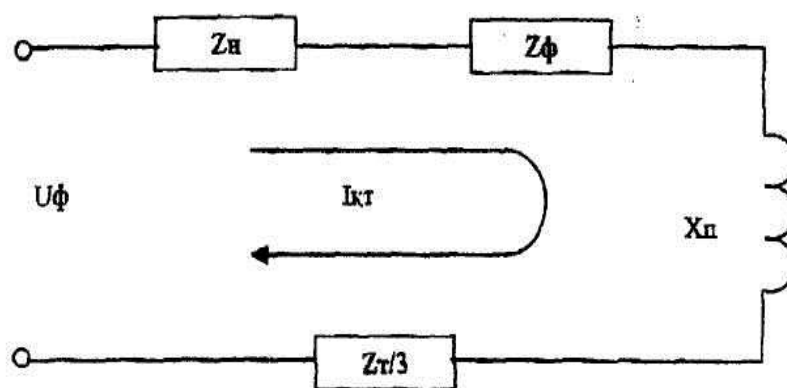
$$Q_1 = 2 \cdot Q = 2 \cdot 9.626 = 19.252, \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз етуде нөлдеуге есеп шығару

1 кВ-қа дейін адам денесін сақтау үшін элетр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін әдіс төменде келтірілген.

Нөлдеу – жабдықтың ток жүрмейтін бөліктеріне кездейсоқ кернеулердің әсеріне сақтандырғыш сымын орнату.

Нөлдеу ұзындығы $l = 50$ метр болатын алюминий сыммен жүргізіледі. Нөлдеудің қысқартылған сұлбасы 5.2 суретте корсетілген.



5.3 сурет – Нөлдеу сұлбасы

Сұлбада көрініп тұрғандай фазалық өткізгіштегі қысқа тұйықталу тоғы желідегі фазалық кернеуге байланысты болады және тізбектегі толық кедергіге, трансформатор орамының толық кедергісіне $2z_{тр}/3$, фазалық өткізгіштің $2z_{ф}$, сонымен қатар қорғаныстық нөлдеу сымның, ішкі индуктивті кедергінің фазалық – нөлдік өткізгішінің кедергісі X_n .

Қысқа тұйықталу тоғының анықталуы төмендегідей комплексті формуламен анықталады:

$$I_k = \frac{U_{\phi}}{\left(\frac{Z_{mp}}{3} + Z_{\phi} + Z_n + jX\right)}, A. \quad (5.1)$$

мұндағы U_{ϕ} - желідегі фазалық кернеу, В;
 $Z_{тр}$ - трансформатор орамының комплексті толық кедергісі, Ом;

Z_{ϕ} - фазалық сымның толық комплексті кедергісі, Ом;

Z_n - нөлдік қорғаныс сымның комплексті кедергісі, Ом;

X_n - ішкі контурлық фазалық сымның нөлдік қорғаныс сымның индуктивті кедергісі, Ом;

Z_n - нөлдік сымның толық комплексті кедергісі, Ом.

Жоғарыда келтірілген (5.1) формуласы төмендегідей болады:

$$I_k = \frac{U_{\phi}}{\left(\frac{Z_{mp}}{3} + X_n\right)}, A. \quad (5.2)$$

Фаза – нөл толық комплексті кедергісін төмендегідей формуламен анықтауға болады:

$$Z_n = (R_{\phi} + R_n) + j(X_{\phi} + X_n + X_n)^2, Ом. \quad (5.3)$$

Нөлдеу көп талсымның көмегімен жүргізілетінін ескерер болсақ, онда $X_{\phi} = X_n$ - $X_n = 0$. Бұдан шығатын қорытынды:

$$Z_n = (R_{\phi} + R_n)^2 + jX_n^2, Ом. \quad (5.4)$$

Қысқа тұйықталу кезіндегі қондырғыға қорғаныс ретінде электр қоректену тізбегін автоматы өшіріп-қосқыш қабылданады. Нәтижеде қысқа тұйықталу тоғы төмендегідей болып шығады:

$$I_{KT} = \frac{U_{\phi}}{\left(\frac{Z_{mm}}{3} + \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2}\right)}, A. \quad (5.5)$$

Алюминий сымның активті кедергісі (5.6) формуласымен анықталады:

$$R = \frac{g \cdot l}{S}; A. \quad (5.6)$$

мұндағы $S=50 \text{ мм}^2$ – өткізгіш қимасының ауданы;

$l=100 \text{ м}$ – өткізгіштің ұзындығы;

$g=0.641 \text{ Ом} \cdot \text{км/м}$ - алюминий сымның меншікті кедергісі.

Алюминий сымның активті кедергідерінің мәндерін анықтаймыз R_{ϕ} және R_H .

$$R_{\phi} = R_H = 0.641 \cdot 0.2 = 0.128, \text{ Ом.}$$

Қозғалтқыштық номиналды тоғын анықтаймыз:

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \alpha} = \frac{1250}{1.73 \cdot 6 \cdot 0.8} = 150.4, A.$$

мұндағы: P -қозғалтқыштың қуаты - 1250 кВт;

қуат коэффициенті - $\cos \alpha = 0.8$.

Қысқа тұйықталу тоғын төмендегідей анықталады:

$$I_{KT} = \frac{6000}{\frac{1.273}{3} + \sqrt{(0.128 + 0.128)^2}} = 881.9, A.$$

Жүктемеге қарап отырып, жұмыс тоғы 100 А болатын автомат таңдаймыз. Осыдан кейін тоқтың еселігін анықтаймыз:

$$\frac{I_{K3}}{I_{ном}} = K. \quad (5.7)$$

мұндағы $I_{ном}$ - автоматтың номиналды тоғы:

$$\hat{E} = \frac{881.9}{100} = 8.819.$$

Зақымдалған қондырғының корпусының потенциалын анықтаймыз:

$$\frac{I_{кз}}{I_{на}} = K > 3 \text{ шарт орындалады:}$$

$$U_{адам} = I_k \cdot Z_H = 881.9 \cdot \sqrt{(0.128 + 0.128)^2} = 225.77, B.$$

Адамның денесінен өтетін тоқтың мөлшерін анықтаймыз:

$$I_{адам} = \frac{U_{адам}}{R_{адам}} = \frac{225.77}{1000} = 0.22, A.$$

мұндағы: $R_{адам}$ -адам денесінің кедергісі-1000, Ом.

Мұндай мәндегі ток 0,04 с уақыт ішінде әсер ететін қажетті қауіпсіздік коэффициенті нөлдеуді қамтамасыз ететін өткізгіш дұрыс таңдалды.

6 Экономикалық бөлім

6.1 Жалпы мәліметтер

Техникалық – экономикалық көрсеткіштерді есептеу электр жетегінің екі баламалы жүйелерінің салыстырмалы техникалық мәліметтерді талдау негізінде іске асырылады. Экономикалық бағасы келтірілген минимальды шығындардың қағидатында: бастапқы минимальды шығындарға, жөндеу мен қызмет көрсетуге эксплуатациялық шығындарға, электр қуатының шығындарына негізделеді. Техникалық есептеу бойынша ең мақсатты ЖТ-АҚ жүйесі қабылданған. Баламалы жүйеретінде тұрақты токтың қозғалтқышын таңдауға болады. 6.1 кестеде келтірілген.

Кесте 6.1 – Салыстырылатын жүйелердің қозғалтқыштарының техникалық мәліметтері

Қозғалтқыштардың параметрлері	Бірінші қозғалтқыш: ТТҚ	Екінші қозғалтқыш: ЖТ-АҚ
Қозғалтқыштың түрі	2ПН225LYXJ4	YZP2225M-8T
Қуаты, кВт	60	60
п.э.к., %	0,87	0,95
Түрлендіргіш	Тиристорлы түрлендіргіш	ABB

6.2 Бастапқы шығындарды есептеу

Бастапқы шығындар, электр жетегінің сметалық құнынан, іске қосуды реттейтін қондырғылардың құнынан, құрастыру жұмыстарының құнынан, көліктік -дайындаушы шығындардан және құрастырғыш ұйымның жоспарлық қорлануынан құралатын, күрделі қаржы жұмсалымдарды есептеу жолымен анықталады. Экономикалық есептеудің мақсаты баламалы нұсқауларды салыстыру болып табылатындықтан, есептеу кезінде, нәтижеге әсеретпейтін, сақтық электр жетегінің бар-жоқтығына мән бермеуге болды. Электр жетегінің ең қымбат құрамалары қозғалтқыш және өңдегіш болып табылады.

Сөйтіп, электр жетегінің сметалық құны: бірінші нұсқа үшін:

$$k_{3n1} = k_{\partial e1} + k_{n1} = 8778000 + 6200000 = 14988000 \text{ теңге.}$$

мұндағы $k_{\partial e1}$ - тұрақты ток қозғалтқышының құны;

k_{n1} - түрлендіргіш құны (тиристорлық түзеткіш).
екінші нұсқа үшін

$$k_{3n2} = k_{\partial e2} + k_{n2} = 1750000 + 1950000 = 3700000 \text{ теңге,}$$

мұндағы, $k_{\partial e2m}$ - асинхронды қозғалтқыштың құны;

k_{n2} - түрлендіргіш құны (ЖТ).

Іске қосуды реттейтін қондырғылардың құны өңдегіш құнының белгілі бөлігі (12%) ретінде анықталады. Онда:

бірінші нұсқа үшін:

$$k_{np1} = 0,12 \cdot k_{n1} = 0,12 \cdot 14988000 = 1798560 \text{ теңге,}$$

екінші нұсқа үшін

$$k_{np2} = 0,12 \cdot k_{n2} = 0,12 \cdot 3700000 = 444000 \text{ теңге,}$$

Құрастыру жұмыстарының құнын электр жетегі және жұмысшы механизм үшін бөлек есептейді. Электр жетегі үшін бұл құнды электр жетегінің құнының k_{3n} 6% - на, жұмысшы механизм үшін электр жетегінің құнының 5% - на тең деп қабылдауға болады. Сөйтіп, құрастыру жұмыстарының құны:

бірінші нұсқа үшін:

$$k_{mp1} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эн1} = (0,06 + 0,05) \cdot 14988000 = 1648680 \text{ теңге,}$$

екінші нұсқа үшін

$$k_{mp2} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эн2} = (0,06 + 0,05) \cdot 3700000 = 407000 \text{ теңге,}$$

Көліктік – дайындаушы шығындары электр жетегінің құны мен құрастыру жұмыстарының құны қосындысының 2% құрайды:

бірінші нұсқа үшін:

$$k_{тер1} = 0,02 \cdot (k_{эн1} + k_{mp1}) = 0,02 \cdot (14988000 + 1648680) = 332735 \text{ теңге,}$$

екінші нұсқа үшін

$$k_{тер2} = 0,02 \cdot (k_{эн2} + k_{mp2}) = 0,02 \cdot (3700000 + 407000) = 82140 \text{ теңге.}$$

Құрастырғыш ұйымның жоспарлық қорлануы, құрастыру жұмыстарының құнының 10% құрайды:

бірінші нұсқа үшін

$$k_{нн1} = 0,1 \cdot k_{mp1} = 0,1 \cdot 1648680 = 164868 \text{ теңге,}$$

екінші нұсқа үшін

$$k_{нн2} = 0,1 \cdot k_{mp2} = 0,1 \cdot 407000 = 40700 \text{ теңге,}$$

Барлық құрастырулардың қосынды құны: бірінші нұсқа үшін екінші нұсқа үшін:

$$K_1 = K_{пр1} + K_{mp1} + K_{тер1} + K_{нн1} = 1798560 + 1648680 + 332735 + 164868 = 3944843 \text{ теңге,}$$

$$K_2 = K_{пр1} + K_{mp1} + K_{тер1} + K_{нн2} = 444000 + 407000 + 82140 + 40700 = 973840 \text{ теңге.}$$

6.3 Пайдалану шығынын анықтау

Пайдалану шығынын есептеген кезде, есептеу жүргізілетін кезең ұзақтығының мағынасы маңызды болып табылады. Тұрақты және айнымалы ток жетектерін салыстырғанда 1 жылдық кезеңмен шектелеміз.

Жылдық пайдалану шығыны дегеніміз ол, жыл бойы механизмді пайдалану және жылдық өнімнің көлемін шығару үшін қажетті, яғни механизмді пайдаланудың өзіндік құны, электр жетегіне және жұмысшы механизмге жұмсалған қосынды шығындар болып табылады. Жылдық

пайдалану шығының құрамына жалпы жағдайда, қолданылатын электр қуатының құны, амортизациялық аударымдар және қондырғының электр бөлігін пайдалану бойынша жылдық шығындар кіреді.

Электр қуатына шығындары жыл бойы қолданылатын қуаттың мөлшерімен, қозғалтқыштың кесімді қуатымен, сонымен қатар, электр қуатына арналған тарифтік мөлшерлемен анықталады. Жыл бойы қолданылатын қуатты анықтау үшін, пайдалану коэффициентімен анықталатын, жыл бойы электр жетегінің жиынтық жұмысуақытын білу керек:

$$k_{исп} = (ПВ \cdot t_{ж.см}) / t_{см} = (1.0 \cdot 8) / 8 = 1,$$

мұндағы, $ПВ=100\%$ қондырғының қосылу ұзақтығы;

$t_{ж.см}$ – қондырғының бір ауысымда жұмыс істеу ұзақтығы, сағ.;

$t_{см}$ – бірауысымда жұмыс сағаттарының саны;

$k_{исп}$ коэффициенті берілген жағдайда қондырғының бір жылдағы жұмыс істеу сағаттарының санын анықтауға болады:

$$T_z = T_{ж.дн} \cdot n_{см} \cdot t_{см} \cdot k_{исп} = 253 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 1 = 6072 \text{ сағ.}$$

мұндағы, $T_{раб.дн}$ – бір жылдағы жұмыс күндерінің саны;

$n_{см}$ – бір тәуліктегі жұмысуысымдарының саны.

Электр энергиясын бір жылға қолданылуы келесі формуламен анықталады: бірінші нұсқа үшін

$$\mathcal{E}_{Г1} = P_{к.н1} \cdot T_{Г} / \eta = 16,02 \cdot 6072 / 0,87 = 111808,5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

мұндағы $P_{к.н1}$, $\eta_{н1}$ – тұрақты тоқ қозғалтқышының кесімді параметрлері

екінші нұсқа үшін

$$\mathcal{E}_{Г2} = P_{к.н2} \cdot T_{Г} / \eta = 16,02 \cdot 6072 / 0,95 = 102393,1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

Сөйтіп, бір жылдағы электр қуатына кеткен шығындар: бірінші нұсқа үшін

$$C_{Г1} = \mathcal{E}_{Г1} \cdot 16,02 \text{ теңге} = 111808,5 \cdot 16,02 = 1791172 \text{ теңге},$$

екінші нұсқа үшін

$$C_{Г2} = \mathcal{E}_{Г2} \cdot 16,02 \text{ теңге} = 102393,1 \cdot 16,02 = 1640337 \text{ теңге},$$

$$T_{\text{кoc}}=16,02\text{теңге/кВт.сағ.}$$

Амортизациялық аударым электр жетегінің сметалық құнының 9,5% құрайды. Онда:
бірінші нұсқа үшін

$$C_{a1} = 0,095 \cdot 14988000 = 1423860 \text{ теңге,}$$

мұндағы $k_{\text{эн}1}$ – ТТҚ жүйесінің электр жетегінің сметалық құны екінші нұсқа үшін

$$C_{a2} = 0,095 \cdot 3700000 = 351500 \text{ теңге}$$

мұндағы $k_{\text{эн}2}$ – асинхронды қозғалтқыштың сметалық құны;

$k_{\text{эн}1}$ – ТТҚ жүйесінің электр жетегінің сметалық құны.

Қондырғыларды пайдалануға ұсталатын шығындардың құрамына көптеген құмалар кіреді. Екі нұсқаудағы электр жетектерінің қондырғылары жөнделінетін болып келеді, онда, өткізу көлемі жоспарлы-алдын алу жөнделулердің сметасымен регламенттелетін, жоспарлы-алдын алу жөнделулер өткізіледі. Содан басқа, қондырғылар, белгілі бір шығындарды талап ететін, жүйелі техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Сөйтіп, қондырғылардың жөнделу-пайдалануға қызмет көрсетуге жұмсалған шығындарды жөнделуші жұмысшыларының еңбекақысына, жөнделу мен қызмет көрсетуге арналған материалдардың құнын, жалпы цехтық және жалпы зауыттық шығындарға жұмсалған шығынның жиынтығы ретінде қарастыруға болады.

Жөнделуші жұмысшыларының еңбекақысы, қондырғыны жөнделу және техникалық қызмет көрсетуге жұмсалған еңбектің нормаларына тәуелді болатын, қондырғының электр бөлігіне жөнделу-пайдалану қызмет көрсетуді өткізу үшін қажетті уақыттың санымен анықталады. Электр жетегінің барлық жүйесін 3 негізгі бөлікке бөлуге болады: қозғалтқыш, өндегіш және іске қосуды реттейтін аспаптар. Осы бөліктердің әрқайсысы үшін жөнделу және техникалық қызмет көрсетуге жұмсалған еңбегі табылады. Содан кейін, осы шамалар жинақталады. Жұмсалған еңбекті есептеу үшін жөнделу циклінің және жөнделуаралық кезеңінің жоспарлы ұзақтығын, бір жылдағы жөнделулердің саны және т.б. анықталады.

Жөнделу кезеңінің жоспарлық ұзақтығы (жөнделу кезеңі – екі күрделі жоспарлық жөнделулердің арасындағы күнтізбелік уақыттың жылында келтірілген, энергетикалық қондырғыдағы атқарымы):

Тұрақты тоқтың қозғалтқышы үшін:

$$T_{\text{пл.1қоз}} = T_{\text{табл.қоз}} \cdot \beta_k \cdot \beta_p \cdot \beta_o = 12 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,85 = 15,3 \text{ жыл,}$$

Тиристорлық түзеткіш үшін

$$T_{нл.вып} = T_{табл.вып} \cdot \beta_o = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ жыл,}$$

мұндағы $T_{нл.зр}$ – тиристорлық түзеткіш үшін жөндеу циклінің ұзақтығы жиілікті түрлендіргіш үшін

$$T_{нл.нр} = T_{табл.нр} \cdot \beta_o = 18 \cdot 0,7 = 12,6 \text{ ай,}$$

мұндағы, $T_{табл.нр}$ – жиілікті түрлендіргіш үшін аралық жөндеу кезеңнің ұзақтығы.

Алынған шамалар бойынша бір жылға есеппен күрделі және ағымдағы жөндеулердің санын есептеуге болады. Бір жылдағы күрделі жөндеулердің саны ұқсас анықталады

Тұрақты тоқ қозғалтқышы үшін:

$$M_{к.р.1қ} = 1/T_{нл.1қ} = 1/15,3 = 0,065,$$

Асинхронды электрқозғалтқыш үшін:

$$M_{к.р.2қ} = 1/T_{нл.2дв} = 1/20,4 = 0,049,$$

Тиристорлық түзеткіш үшін:

$$M_{к.р.вып} = 1/T_{нл.вып} = 1/8,5 = 0,117,$$

Жиілікті түрлендіргіш үшін:

$$M_{к.р.нр} = 1/T_{нл.нр} = 1/5,1 = 0,196.$$

Бір жылдағы мерзімдік жөндеулердің саны анықталады:

$$M_{т.р.1қ} = 0,079;$$

$$M_{т.р.2қ} = 0,059;$$

$$M_{т.р.вып} = 0,059;$$

$$M_{т.р.нр} = 0,079.$$

Бір жылда тапсырылған жөндеулердің саны бойынша, сонымен бірге жұмсалған еңбектің тапсырылған нормасы (кестелік шамасы) бойынша жөндеулердің жылдық жұмсалған еңбегі анықталады.

Электр машиналарының күрделі жөндеулерге жылдық жұмсалған еңбегі формулалар бойынша анықталады.

Тұрақты токтың қозғалтқышы үшін:

$$T_{к.р.1қ} = M_{к.р.1қ} \cdot H_{к.р.қ} \cdot k_w \cdot k_k = 0,065 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 8 = 1,4 \text{ адам-сағат,}$$

мұндағы, $H_{к.р.дв}$ тапсырылған қуатты электр қозғалтқыштары үшін күрделі жөндеулерге жұмсалған еңбектің нормасы;

k_w - электр қозғалтқыштың айналу жиілігін ескеретін түзету коэффициенті;

k_k - асинхронды қозғалтқыш үшін коллекторлық машиналардың пайдалануына жұмсалған еңбектің ұлғаюын ескеретін коэффициент.

$$T_{к.р.2қ} = M_{к.р.2қ} \cdot H_{к.р.қ} \cdot k_w = 0,049 \cdot 10 \cdot 1,1 = 0,539 \text{ адам сағат.}$$

Тиристорлық түзеткіш және жиілікті өндегіш үшін күрделі жөндеулерге жылдық жұмсалған еңбегі келесі тәсілдің көмегімен есептеледі:

$$T_{к.р.вып} = M_{к.р.вып} \cdot H_{к.р.вып} = 0,117 \cdot 70 = 8,19 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{к.р.нр} = M_{к.р.нр} \cdot H_{к.р.нр} = 0,196 \cdot 50 = 9,8 \text{ адам-сағат.}$$

мұндағы $H_{к.р.тр}$ трансформаторлар үшін күрделі жөндеулерге жұмсалған еңбектің нормасы;

$H_{к.р.вып}$ және $H_{к.р.нр}$ сәйкесінше, түзеткіштердің және жиілікті өндегіштердің күрделі жөндеулеріне жұмсалған еңбектің нормалары.

Қондырғылардың сәйкес түрлері үшін ағымдағы жөндеулерге жылдық жұмсалған еңбегі күрделі жөндеулерге жұмсалған еңбекке ұқсасанықталады:

$$T_{т.р.1қоз} = M_{т.р.1қ} \cdot H_{т.р.қ} \cdot k_w \cdot k_k = 0,079 \cdot 4 \cdot 1,1 \cdot 1,8 = 0,63 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{т.р.2қоз} = M_{т.р.2қ} \cdot H_{т.р.қ} \cdot k_w = 0,059 \cdot 4 \cdot 1,1 = 0,26 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{т.р.вып} = M_{т.р.вып} \cdot H_{т.р.вып} = 0,059 \cdot 21 = 1,24 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{т.р.нр} = M_{т.р.нр} \cdot H_{т.р.нр} = 0,079 \cdot 15 = 1,19 \text{ адам-сағат.}$$

мұндағы $H_{т.р.тр}$, $H_{т.р.дв}$, $H_{т.р.вып}$ және $H_{т.р.нр}$ қондырғылардың сәйкес түрлері үшін ағымдағы жөндеулерге жылдық жұмсалған еңбектің нормалары (күрделі жөндеулерге арналған кестелерде келтірілген)

Іске қосуды реттейтін аспаптар үшін күрделі (ағымдағы) жөндеулерге жылдық жұмсалған еңбегі, электр жетегін күрделі (ағымдағы) жөндеулерге

жұмсалған еңбектің 25 % тең деп қабылданады. Ол өз кезегінде қозғалтқыш пен өндегішті жөндеулерге жұмсалған еңбектен құралады:

Тұрақты тоқты электр жетегі үшін:

$$T_{n.p.k.p.1} = 0,25 \cdot (T_{к.р.1қ} + T_{к.р.ғын}) = 0,25 \cdot (1,4 + 8,19) = 2,4 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{n.p.m.p.1} = 0,25 \cdot (T_{m.p.1қ} + T_{m.p.ғын}) = 0,25 \cdot (0,63 + 1,24) = 0,47 \text{ адам-сағат.}$$

Айнымалы тоқты электр жетегі үшін:

$$T_{n.p.k.p.2} = 0,25 \cdot (T_{к.р.2қ} + T_{к.р.нр}) = 0,25 \cdot (0,7 + 9,8) = 2,6 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{n.p.m.p.2} = 0,25 \cdot (T_{m.p.2қ} + T_{m.p.нр}) = 0,25 \cdot (0,26 + 1,19) = 0,36 \text{ адам-сағат.}$$

Қондырғыларды техникалық қызмет көрсетуге жұмсалған еңбегі, түзету коэффициенттерін ескермей, қондырғылардың ағымды жөндеуге жұмсалған еңбек нормасының 10 % тең деп қабылданады. Сөйтіп, қондырғыларға қызмет көрсетудің жылдық жұмсалған еңбегін формулалар бойыншаанықтауға болады:

Тұрақты тоқты электр жетегі үшін

$$T_{m.o.1қ} = 0,1 \cdot 12 \cdot H_{m.p.қ} = 0,1 \cdot 12 \cdot 4 = 4,8 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{m.o.ғын} = 0,1 \cdot 12 \cdot H_{m.p.ғын} = 0,1 \cdot 12 \cdot 21 = 25,2 \text{ адам-сағат.}$$

Айнымалы тоқты электр жетегі үшін

$$T_{m.o.2дв} = 0,1 \cdot 12 \cdot H_{m.p.дв} = 0,1 \cdot 12 \cdot 4 = 4,8 \text{ адам-сағат,}$$

$$T_{m.o.2нр} = 0,1 \cdot 12 \cdot H_{m.p.нр} = 0,1 \cdot 12 \cdot 15 = 18 \text{ адам-сағат.}$$

Бір жылдағы электр жетегіне техникалық қызмет көрсетуге жұмсалған еңбегі:

тұрақты тоқтың электр жетегі үшін:

$$T_{n.p.m.o.1} = 0,1 \cdot (T_{m.o.1қ} + T_{m.o.ғын}) = 0,1 \cdot (4,8 + 25,2) = 3 \text{ адам-сағат,}$$

айнымалы тоқтың электр жетегі үшін:

$$T_{n.p.m.o.2} = 0,1 \cdot (T_{m.o.2дв} + T_{m.o.нр}) = 0,1 \cdot (4,8 + 18) = 2,28 \text{ адам-сағат.}$$

Қондырғының пайдаланудың белгілі жылдық жұмсалған еңбегі бойынша, жөндеуші жұмысшының тарифтік мөлшерлемесін, сонымен бірге, сәйкессалықтарды есептеп, бір жылдағы жөндеуші жұмысшылардың еңбекақыға кететін шығындарды анықтауға болады:

Бірінші нұсқа үшін

$$C_{зп1} = C_{тар} \cdot C_{нал} \cdot T_{\Sigma 1}, \quad (6.1)$$

мұндағы, $C_{тар}$ – жөндеуші жұмысшының сағаттық тарифтік мөлшерлемесі (4 дәриже бойынша), $C_{тар}=400$ теңге/сағ;

$C_{нал}$ – еңбекақыны есептеуге байланысты салықтарды төлеуге шығындарды анықтайтын коэффициент:

- а) 11% - зейнетақы қорын есептеу 10% - әлеуметтік есептеу;
- б) 20% - сыйлықақыны есептеу;
- в) 10% - қосымша еңбекақыны есептеу;
- г) $T_{\Sigma 1}$ қондырғыны пайдаланудың жиынтық жұмсалған еңбегі.

$$C_{зп1} = C_{тар} \cdot 0.8 \cdot T_{\Sigma 1} = 400 \cdot 0.8 \cdot 168.37 \cdot 20 = 1077568 \text{ теңге,}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{зп1} = C_{тар} \cdot 0.8 \cdot T_{\Sigma 2} = 400 \cdot 0.8 \cdot 155.5 \cdot 20 = 995200 \text{ теңге.}$$

Жөндеу және қызмет көрсетуге арналған материалдардың құны, салықтың төлеуін есептемей, жөндеуші жұмысшылардың негізгі еңбекақының 100 % тең болып қабылданады:

Негізгі нұсқа үшін:

$$C_{мат1} = C_{тар} \cdot T_{\Sigma 1} = 400 \cdot 168.37 \cdot 20 = 1346960 \text{ теңге,}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{мат1} = C_{тар} \cdot T_{\Sigma 2} = 400 \cdot 155.4 \cdot 20 = 1244000 \text{ теңге.}$$

Жалпы цехтық шығындар, салықтың есептемей, негізгі еңбек ақының 100 % тең болып қабылданады, яғни:

$$C_{ц1} = C_{мат1} = 1346960 \text{ теңге,}$$

$$C_{ц2} = C_{мат2} = 1244000 \text{ теңге.}$$

Жалпы зауыттық шығындар, салықтың есептемей, негізгі еңбек ақының 50 % тең болып қабылданады:

$$C_{31} = 0.5 \cdot T_{ц1} = 0.5 \cdot 1346960 = 673480 \text{ теңге,}$$

$$C_{32} = 0.5 \cdot T_{ц2} = 0.5 \cdot 1244000 = 622000 \text{ теңге.}$$

Сөйтіп, қондырғының электр бөлігін пайдалану бойынша жылдық шығындарды есептеу үшін қажетті барлық шамалар табылған:

$$C_{экс.эп} = C_{3.n} + C_{mat} + C_{ц} + C_{з}. \quad (6.2)$$

бірінші нұсқа үшін

$$C_{экс.эп1} = 1077568 + 1346960 + 134960 + 673480 = 4444968 \text{ теңге,}$$

екінші нұсқа үшін

$$C_{экс.эп2} = 995200 + 1244000 + 1244000 + 622000 = 4105200 \text{ теңге.}$$

Келтірілген шығындары бойынша екі нұсқауды мына формула бойынша есептейміз:

$$Z_i = C_i + E_H \cdot k_i. \quad (6.3)$$

мұндағы C_i - жылдық шығындардың өзіндік құны, $C_1 = 4444968$ теңге, $C_2 = 4105200$ теңге;

E_H - дамып жатқан елдер үшін $E_H = 0,15$ БҰҰӨДҰ ұсынымдарына сәйкес пайдалылықтың нормативті коэффициенті;

k_i – қаржы жұмсалымының саны бірінші нұсқа үшін:

$$Z_1 = 4444968 + 0,15 \cdot 3944843 = 5036694,4 \text{ теңге.}$$

6.4 Экономикалық көрсеткіштерді талдау

Салыстырылатын жүйелерден алынған техникалық экономикалық көрсеткіштер 6.2 кестеде келтірілген. Күрделі қаржы жұмсалымын, пайдалану шығындарын және электр қуатына жұмсалған шығындарды талдау және салыстыру, тұрақты токтың электр жетегінің кемшілігі электрқозғалтқышының жоғары құны және жөндеу күрделілігі болып

табылатындығын, ал асинхронды қозғалтқыштардың қарапайымдау және арзан екендігін көрсетеді. Бірақ, айнымалы токтың электр жетегі жүйесінде, басқару жүйесі бар өндегіш ұқсас кемшіліктерге ие болады. Есептеу, осы жағдайда, тұрақты токтың қозғалтқышын пайдалануға жұмсалған шығындар және жоғары бағасы жиілікті өндегішті орнату кезінде күрделі қаржы жұмсалымының жоғары құнымен теңестірілетін көрсеткен еді. Бірақ, осы кезде, біз, нысандандырылғанда есептеуге мүмкіндік етпейтін, тиімділіктің барлық көрсеткіштерін қарастырмағанымызды ескеру керек. Мысалы, біздің жағдайда, ұсынылатын жетектің қызмет ету уақыты, негізгімен салыстырғанда әлдеқайда көп болатындықтан, нұсқауларды тең құнды деп тануға болады. Жиілікті өндегіштің көмегімен өнімділікті реттеу – ол, талап етілетін өнімділікті реттеу диапазонын қамтамасыз ете алатын, жаңа енгізілім екендігі, маңызды фактор болып табылады

Ыңғайлы болу үшін барлық алынған мәліметтерді 6.2 кестеге енгіземіз.

Кесте 6.2 – Салыстырылатын қондырғылардың техникалық – экономикалық көрсеткіштері

Аталуы	Белгіленуі	Бірінші нұсқа: ТТҚ	Бірінші нұсқа: ЖТ-АҚ
Қозғалтқыштардың номиналды қуаттары, кВт	$P_{НОМ}$	60	60
Қозғалтқыштардың номиналды п.э.к.	$\eta_{КОЗГ}$	0,87	0,95
Күрделі жұмсалымдар, теңге.	K	3944843	973840
Электр энергиясын тұтыну жылына, кВтч;	$\mathcal{E}_Г$	118808,5	102393,1
Электр энергиясын тұтыну жылына, кВтч;	$C_Г$	1791172	1640337
Қондырғының электр бөлігін пайдалану бойынша жылдық шығындарының құны, теңге	$C_{экс.эп.}$	4444968	4105200
Жылдық эксплуатациялық шығыны, теңге.	C	4444968	4105200
Келтірілген шығындар, теңге.	$З$	5036694.4	4251276

Қорытынды

Қазіргі уақытта көптеген реттелетін жетектер тиристорлық түрлендіргіштерден қоректенетін тұрақты тоқ қозғалтқыштары қолданады. Бірақ тұрақты тоқ қозғалтқыштары жұмыста және қызмет етуде қиындырақ, өйткені тозанды бөлмелерге және жарылыс қаупі жоқ ортаға коллектордың болуы оларды пайдалану ауыр түседі. Сондықтан кешенді асинхронды қозғалтқышпен жиілікті түрлендіргіш тұрақты тоқ жетектерін ауыстыру үшін пайдаланады.

Бұл дипломдық жобада жиілікті түрлендіргіш жобаланған, ол ендік - импульсты модуляциямен ЕИМ автономды инвертор кернеу негізінде құрылған, асинхронды қозғалтқыштар үшін қолданылады, және оның жүктеме кезіндегі жұмысы зерттелген. Жобаланған жиілік түрлендіргіш электр қозғалтқыш қосындысымен жоғары динамикалық көрсеткіштермен электр жетегін білдіреді және әмбебап және тиімді реттеу әдісі бар.

Экономикалық бөлімде екі электр қозғалтқышы салыстырылды. Біреуі тұрақты токта жұмыс істейді, оның тиристорлік түрлендіргіші бар. Ал екіншісі асинхронды-жиілікті түрлендіргішпен жұмыс істейді. Бастапқы шығындар, техникалық – экономикалық көрсеткіштер, күрделі жұмсалымдар, электр энергиясын тұтыну және оған кететін құн есептелді. Қондырғының электрбөлігін пайдалану бойынша жылдық шығындар анықталды. Келтірілген шығындарды салыстырып, тиімділігін анықтаймыз. Нәтижесінде асинхронды-жиілікті түрлендіргіші бар қозғалтқыш баға жағынан да, энергетикалық жағынан да тиімді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі негіздері бөлімінде өрт қауіпсіздігі, өртке қарсы шаралар қарастырылды. Өрт сөндіру үшін сумен жабдықтау жүйесінің есептерін шығардым.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008ж.
- 2 Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода, Вестник АУЭС. – 2011, №2.
- 3 Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н.. Энергосберегающий асинхронный электропривод – М.: Academia, 2006ж.
- 4 М. К. Дюсебаев “Безопасность жизнедеятельности”.: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения специальностей направления 210000- Электроэнергетика . – Алматы.: АИЭС, 2005. – 27 с.
- 5 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (050718 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы: - АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
- 6 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008ж.
- 7 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (050718 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы: - АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
- 8 Б.И. Түзелбаев, А.А. Жақыпов Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). – Алматы: АЭЖБУ, 2008.
- 9 Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,-Алматы, 2009.- 178 бет.
- 10 Алексеев С.Б. Силовые преобразовательные устройства: учеб.пособие. –Алматы: АИЭС, 2006.- 90с.- 2 н.а., 2 ч.з.
- 11 Жумагулов К.К. Трансформаторы: учеб.посо-бие.- Алматы, 2007.- 66с.- 3 н.а., 2 ч.з.
- 12 Сагитов П.И., Мустафин М.А. Айнамалы ток электр жетегі (айнымалы токтары): оқу құралы. – Алматы, 2008.- 58б.- 3 н.а., 2 ч.з.
- 13 Ф.Р.Жандаулетова, А.С.Бегимбетова., Безопасность
- 14 жизнедеятельности «Защита от производственного шума». – Алматы: АУЭС, 2009
- 15 М.К.Дюсебаев., Ф.Р.Жандаулетова., «Управление промышленной и экологической безопасностью» - Алматы: АУЭС, 2008.
- 16 Арустамов Э.А. «Охрана труда». –М., 2007.
- 17 М.К.Дюсебаев., Ж.С.Абдимуратов., «Охрана труда и безопасность жизнедеятельности»- Алматы: АУЭС, 2011.
- 18 Правила устройства электроустановок. РК –А., 2007.