

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр Энергетика факультеті
58071800 - электр энергетика мамандығы
Ақпараттық құрылымдардағы электр желісі және автоматтар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Елеш Нурбек Қазбекұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Шәйітті экскаватордағы электр желісі

ректордың « ___ » _____ № ___ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « ___ » _____ 20__ ж.

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

Шәйітті сыйымдылығы
Стреланың ұзындығы
Шәйітті көтеру қолдамадағы
Машина массасы
Шыңар табан жұртының ұзындығы
Тұтқаның ұзындығы
Қиың қолдамадағы
Электр желісінің түрі
Тораның қозғалыс қуаты

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

Бұл дипломдағы жобаның мақсаты шәйітті экскаватордың келісі электр желістерін бағдару жүйесін салыстырғыш талдау және таңдау болып табылады. Құрылымға айтарлықтай өзгерісті енгізугіз қолданыстағы машинаны жаңартудың алдына таңдауға жасау.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобаның (немесе жұмыстың) мақсаты ЭКГ-4А шөмішті экскаваторының негізгі электр жетектерін басқару жүйесін салыстырмалы талдау және таңдау болып табылады. Құрылымына айтарлықтай өзгерісті енгізусіз қолданыстағы машинаны жаңғыртудың алдағы таңдауын жасау.

Жаңа енгізілімнің нәтижесі электр қуатын тұтынудың төмендетілуіне, өнімнің өзіндік қуатының алдағы уақыттағы төмендеуіне алып келуі тиіс.

Аннотация

Целью дипломного проекта является сравнительный анализ систем управления главными электроприводами ковшового экскаватора ЭКГ-4А. С последующим выбором для модернизации действующей машины без внесения значительных изменений в конструкцию.

Результатом нововведения должно стать снижение потребления электроэнергии. С последующим снижением себестоимости выпускаемой продукции.

Annotation

The aim of the diploma project is a comparative analysis of the main electrical control systems EKG-4A excavator bucket . With the subsequent choice for upgrading existing machines without making significant changes in the design.

The result of innovation should be the reduction of energy consumption . With the subsequent decline in the cost of production .

Мазмұны

	Қысқартулар мен белгіленулер тізімі	9
	Кіріспе	10
1	ААҚ Аққала	
	карьері туралы жалпы мәлімет	12
1.1	Карьердің технологиялық жабдығының сипаттамасы	13
1.2	Экскаватордың жұмыс жабдығы	15
2	Экскаватордың электр жабдығы	18
2.1	Электр жабдықтың құрамы мен міндеті	18
2.2	Негізгі электр жетегіне қойылатын талап	19
2.3	Негізгі жетектердің сипаттамасы	20
3	Экскаватордардың электр жетектерінің басқару жүйелеріне шолу және салыстырмалы талдау жасау. Электр жетекті таңдаудың негіздемесі	25
3.1	Электр жетектерінің жалпы сипаттамасы	25
3.2	Генератор-қозғалтқыш жүйесіндегі электр жетек	27
3.3	Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек	35
3.4	Жиіліктің статикалық түрлендіргіші – қысқа тұйықталған роторлы асинхрондық электр қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек	42
3.5	Электр жетек нұсқасын таңдаудың негіздемесі	47
4	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	48
4.1	Еңбек қорғау бойынша ұйымдастыру және техникалық шаралар	48
4.2	Электр тогының адамға әсері. Статикалық электрленуден қорғану шараларын таңдау	51
4.2.1	Электр тогының адамға әсері	51
4.2.2	Статикалық электрленуден қорғану шараларын таңдау	53
4.3	Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Өрт сөндіру жүйесін есептеу	54
4.3.1	Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету	54
4.3.2	Өрт сөндіру жүйесін есептеу	56
5	Техника-экономикалық бөлім	59
5.1	Еңбек ақы төлеу	59
5.2	Материалдық шығындар	62
5.2.1	Электр энергиясы	62
5.2.2	Амортизация	63
5.3	Экономикалық тиімділік	66
5.4	Жобаның ұйымдастыру-техникалық шараларының экономикалық тиімділігі	67
	Қорытынды	69
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	70

Қысқартулар мен белгіленулер тізімі

- БАЖ - бұрғылап ату жұмыстары
- ААҚ - “Ашық акционерлік қоғам”
- МБК - “Мемлекеттік біртұтас кәсіпорын”
- БТ-Қ - басқарылатын түрлендіргіш-қозғалтқыш
- Г-Қ - генератор-қозғалтқыш
- ТТ-Қ - тиристорлы түрлендіргіш-қозғалтқыш
- ТЖҚ - төменгі вольтті комплекті құрылғылар
- АҚ - асинхронды қозғалтқыш
- ҚҚО - қозғалтқыштың қозу орамдары
- ГҚО - генератордың қозу орамдары
- ТОБ - ток отсечка блогы
- ҚТТБ- қоздыру токтарын тұрақтандыру блогы
- СҚҚ - сүзгілік қалпына келтіруші құрылғы
- ТЕМТ- Тиристорлық эскаваторлық моноблоқты түрлендіргіштер
- ТДИ - токтың дербес инверторы
- ТЖТ - тікелей жиілікті түрлендіргіш
- КДИ - кернеудің дербес инверторы

Кіріспе

Тау-кен өнеркәсібінің техникалық ілгерілеуі әлеуетті, үлкен дара қуатты жоғары өнімді және жаңа сапалы энергетикалық сипаттамалары бар жабдықты әзірлеумен, жасаумен және енгізумен байланысты. Мұндай жабдықты енгізу еңбек өнімділігі мен шығарылатын өнім сапасының артуына мүмкіндік береді, әйтсе де бір мезетте электр қуатын тұтынудың өсуіне себепші болады, автоматтандырылған электр жетегі мен электр жабдықтаудың жетілдірілген сұлбасын қолдануды талап етеді. Бұл аршу және өндіру тау-кен жұмыстары көлемдерінің арттырумен, карьер тереңдігін арттырумен, кенеусіз кендерді өңдеуге тартумен тікелей байланысты болады. Электр жабдық жүйелерін тұрақты жетілдіру, қолданылатын электр жабдығы жұмысының тиімділігі мен сенімділігін арттыру, жартылай өткізгішті және микроэлектронды техника негізіндегі жаңа электр жабдығын қолдану талап етіледі.

Қазіргі уақытта тау-кен өнеркәсіптерінің электр жабдықтау жүйелерінің сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыратын электр жабдығы мен аппаратурасын әзірлеу мен меңгеруге айрықша көңіл бөлінуде.

Тау-кен машиналарында өтпелі режимдерде (тәртіп) жоғары тезәрекеттілікті және басқарудың қажетті сапасын қамтамасыз ететін автоматтандырылған электр жетегінің жаңа жүйелерін қолдану аясы кеңейтілуде. Бұл экскаватордың синхронды қозғалтқыштарының тиристорлық қозғаушылары, шарошечті бұрғылау станоктарының айналдырғышының тиристорлық электр жетегі, карьер экскаваторларының тиристорлық электр жетегі.

Экскаватордың негізгі механизмдерінің бірі тиристорлық электр жетегі генераторлар мен Г-Қ жүйесіндегі тұрақты ток қозғалтқыштарын қоздыру үшін және электромашиналық агрегаттың орнына жиынтықты түрлендіргіш ретінде қолданылады.

Ашық тау-кен жұмыстарында қолданылатын негізгі машина экскаватор болып табылады.

Қазіргі заманғы қуатты экскаватор электр жабдығының толыққандығы бойынша, электр машиналарының жалпы орнатылған қуаты бойынша орташа, ал кейде ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарымен теңесетін күрделі жоғары өнімді жер қазатын машина болып табылады. Мұндай экскаваторлардың барлық негізгі механизмдері әдетте, автоматтық реттеудің тұйық жүйесін сипаттайтын басқарудың сол не басқа сұлбасының басқарылатын түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі бойынша жеке электр жетегімен жабдықталады. Экскаватордың негізгі механизмдерінің маневрлілігі, олардың жұмыс сенімділігі мен машина өнімділігі негізінен электр жетегі жүйесінің техникалық мүмкіндіктеріне, жөндеу сапасы мен пайдалану шарттарына айтарлықтай тәуелді болады.

Жөндеудің жоғары сапасы мен сауатты пайдалану, бір жағынан, экскаваторлардың негізгі механизмдері электр жетектеріне қойылатын

талаптар жайлы, және де басқа жағынан, электр жетегінің жеке элементтері, сондай-ақ, электр жетегінің барлық жүйесі туралы жалпы айқын түсінігі болуы тиіс жөндеушілер мен техникалық қызметкерлердің электр жабдығын пайдалануға байланысты жақсы дайындықтарын талап етеді.

Дипломдық жобаның мақсаты шөмішті экскаватордың негізгі электр жетектерін басқару жүйесін салыстырмалы талдау болып табылады. Құрылымына айтарлықтай өзгерісті енгізусіз қолданыстағы машинаны жаңғыртудың алдағы тандауын жасау.

Жаңа енгізілімнің нәтижесі электр қуатын тұтынудың төмендетілуіне, өнімнің өзіндік қуатының алдағы уақыттағы төмендеуіне алып келуі тиіс.

1 ААҚ Аққала карьері туралы жалпы мәлімет

Аққала карьер кен орны ашық жолмен құм тасын шығарады, кен орны 1996 жылдан бері пайдаланылып келеді. Карьер Атырау облысының Махамбет ауданында орналасқан.

Қыртыс қарапайым құрылысқа ие. Аумақ алаңының тікелей топырақ қабатында саз балшықты тақтатастар байқалады. Соңғылары жеке телімдерде созылып жатуы арқылы құм сазды және құмды тақтатастарға өтеді. Құм тастың жалпы қуаты 23 м-ден 32 м-ге дейін өзгереді, орта есеппен 30 м құрайды. Ұлғаю шығыс бағытқа қыртыстың құлау жағына қарай байқалады.

Тас-көмір шөгінділерінің астына батқан құм тастың жабынында разрезінде құм тастың аз қуатты қабаттары мен мен әктастардан (ізбестас) тұратын тақтатастармен алмасатын саз балшықты тақтатастар байқалады.

Төрттік шөгінділер (қабаттану) саз сияқты балшықтар және топырақ қабатымен берілген. Балшықтар тығыз, жабысқақ, сарғыш-қоңыр түсті, ізбесті қосылулардан және тас-көмір жыныстарының сынықатрынан тұрады.

Балшықты топырақтар барлық жерде таралмаған және карбон жыныстары, соның ішінде, құм тастардың қабаты топырақ қабатымен тікелей жабылған жеке бытыраңқы телімдерде байқалады. Аршыма жыныстарының жалпы қуаты 25,0 м-ден 57,5 м-ге дейін өзгереді және де орта есеппен 42 м құрайды. Топырақ-өсімдіктік қабат 0,2-ден 0,5 м-ге дейінгі қуатқа ие, орта есеппен 0,4 м құрайды және ішінара тас-көмір жыныстарының сынықтарынан тұрады.

Кен орны жеткіліксіз ылғалды ауданда орналасқан. Жазда ең көп дегенде жерасты суларының қорегін қамтамасыз ететін нөсер түрінде өткінші жауын жауады.

Зерттелген тереңдік шегінде аумақта барлық жерде таралуға ие пайдалы қабаттың құм тасымен ұштасқан бір сулы деңгейжик ерекшеленеді.

Карьердегі күтілетін ең жоғарғы деңгейдегі су ағыны 3 л/с құрайды. Минералдау дәрежесі бойынша аумақтың суы тұщы нашар минералдалған түрге жатады.

Карбонның суы сульфат-гидрокарбонатты кальцийлі су түріне жатады, шамалы кермек (тұзы көп). Су технологиялық жолдарды суару үшін пайдаланылады.

Карьерді (ашық кен) судан құрғату шалағай сутөкпемен жүзеге асырылады. Тоған карьердің өндірілген кеңістігінің ең төменгі жеріне салынған.

Құм тас ГОСТ-8267-93 талаптарына жауап беретін құрылыстық қиыршық тасты жасауда типтік шикізат болып табылады. Қиыршықтастың ДСЗ-дағы маркасы ГОСТ-тан ауытқуларға ие болмайды және де «600»-ден «1200»-ге дейін аралықты құрайды.

Кен шығаруды пайдалану жүйесі – көліктік, кен орнының тау-техникалық шарттарына сай келеді және жобаға сәйкес жүргізіледі.

БАЖ(Бұрғылап ату жұмыстары) көмегімен қопсытылған құм тас ЭКГ-4А экскаваторымен Белаз 7522 автосамосвалына артылады және одан әрі өңдеу үшін ДСЗ-ға тасымалданады. Аршыма тау жыныстары, қопсытылған БАЖ ЭКГ-4А экскаваторымен Белаз 7522 автосамосвалына артылады және ішкі үйінділерге тасымалданады.

Өндіру, аршу және бульдозерлік тау-кен жұмыстары шаруашылық тәсілмен жүргізіледі.

Технологиялық үдерістің сұлбасы 1-суретте келтірілген.



1 сурет - Технологиялық үдерістің сұлбасы

1.1 Карьердің (ашық кеніш) технологиялық жабдығының сипаттамасы

Карьердің технологиялық жабдығына бұрғылау станоктары, экскаваторлар, сутөкпе сорғылары жатады.

Карьердегі негізгі машина экскаватор болып табылады.

ЭКГ-4А экскаваторы шынжыр табанды жүрісте толық бұрылатын электрлік тік күрекке ие. Ол алдын ала жарылыспен қопсытылған ауыр таулы жыныстарды қазып алуға және көлікке артуға арналған. ЭКГ-4А экскаваторы өнеркәсіптік, гидротехникалық және басқа да ғимараттар құрылысы кезінде ашық тау-кен жұмыстарында пайдаланылады.

1 кесте – ЭКГ-4А экскаваторының техникалық сипаттамалары

Атауы	Өлшем бірлігі	Шамасы
1	2	3
900-ге бұрылу және қайырмадағы жұмыс кезіндегі циклдың есептік ұзақтығы	с	23
Шөміштің сыйымдылығы	м ³	5,2
Стреланың ұзындығы	м	10,5
Тұтқаның ұзындығы	М	7,8
Күштің жылдамдығы	м/с	0,45
Орнатылған қозғалыс кезіндегі платформаның айналу жылдамдығы	айн/мин	3,0-3,5
Көтергіш күш кемінде	кН	490,33
Шөмішті көтеру жылдамдығы	м/с	0,87
Ең жоғарғы қысым күші	кН	201
Экскаватордың жазық алаң бойымен орын ауыстыру жылдамдығы	км/сағ	0,55
Машина массасы (қосымша ауырлық салмағынсыз)	Т	156
Қосымша ауырлық салмағы (зауытпен қамтамасыз етілмейді)	Т	40
Көсіп алудың ең үлкен радиусы	М	14,5
Өре тұру деңгейіндегі көсіп алу радиусы	М	9,04
Көсіп алудың ең жоғары биіктігі	М	10,3
Түсірудің ең үлкен радиусы	М	12,65
Сағалық бөлігінің радиусы	М	5,25
Бұрма платформа астындағы саңылау	М	1,85
Шынжыр табан жүрісінің ұзындығы	М	5,83
Электр жетегінің түрі	Г-Қ	
50 Гц тұжырымдалатын ток кернеуі	В	6000
Тораптық қозғалтқыш қуаты	кВт	250

1970 жылдардың соңынан бері Оралдық ауыр машина жасау зауытымен шығарылады. Осы бүкіл уақыт ішінде бұл машиналардың 5 мыңнан астамы шығарылды. Негізгі мәліметтері 1-кестеде келтірілген.

ЭКГ экскаваторы әртүрлі нұсқаларда шығарылады.

ЭКГ-5В. Қазу кезінде кедергінің артуына орай автоматты түрде іске қосылатын кіріктіріме қысымды тістері бар экскаватор шөміші көсіп алу

үдерісі кезінде тау шоғырын қиратуды қамтамасыз етеді. Жарықшақты жыныстарды және алдын ала жарылыспен қопсытусыз аз және орташа қаттылықтағы көмірлерді өңдеуге мүмкіндік береді. Экологиялық және басқа да себептерге байланысты бұрғылап ату жұмыстарын жүргізу мүмкін емес болған жағдайда бұл машинаны қолдану перспективалы болып келеді.

ЭКГ-5Д. Экскаватордың ерекшелігі электр берілісі жүйелері жоқ болған жағдайда пайдалы қазбаларды немесе аршу жыныстарын қазып шығару мен көліктік жабдықтарға артуға мүмкіндік беретін негізгі механизмдердің электр қозғалтқыштарын қоректендіретін тұрақты ток генераторын айналдырушы дизельдері болып табылады. Қашықтықтан бақылау жүйесі машинистің кабинасында отырып дизельдердің жұмысын қадағалауға мүмкіндік береді.

ЭКГ-5УС. Жұмыс жабдығының ұзартылған сызықтық параметрлері бар экскаватор биігірек забойларды өтеуге арналғын, жүк көтерімділігі 75-110 тонна блатын ауыр жүкті автосамосвалдарға тау жыныстарын арту мүмкіндігіне ие.

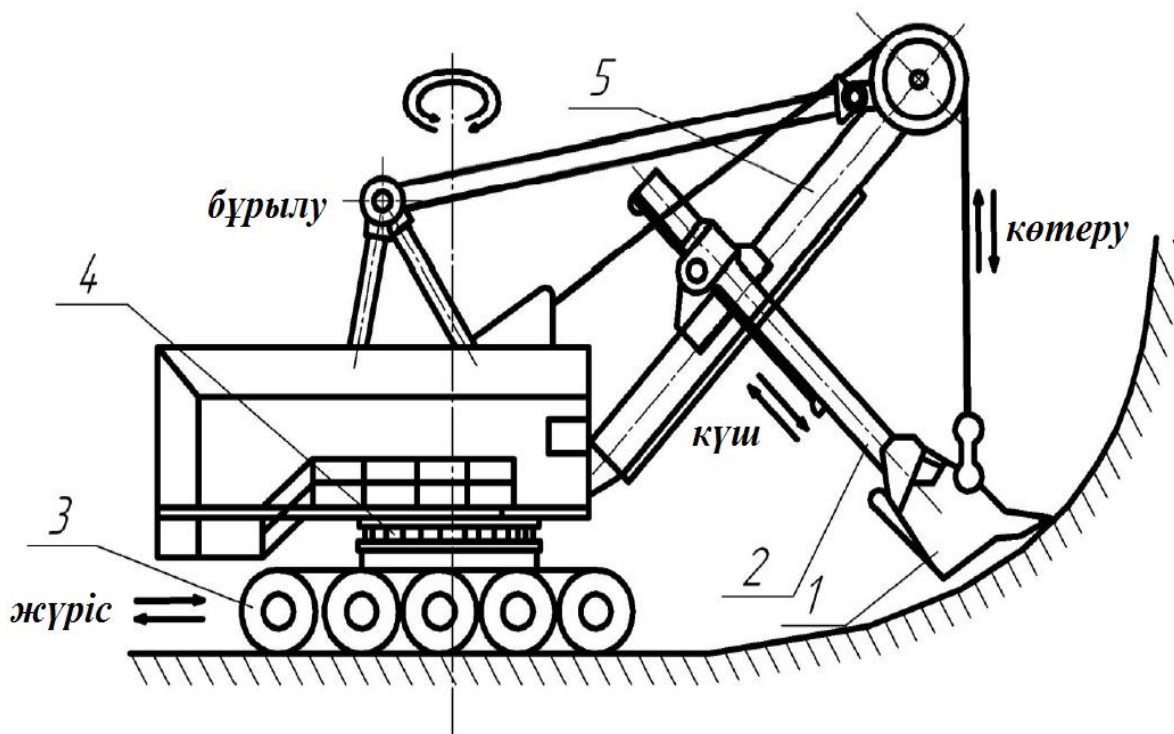
Карьер жұмысында барлығы төрт ЭКГ-5А экскаваторы іске кірістірілді.

1.2 Экскаватордың жұмыс жабдығы

«Тік күрек» түріндегі экскаватордың механикалық жабдығы құрамына кіреді (2-сурет): жұмыс жабдығы, бұрылатын платформа 4 және қозғалтқыш арбасы 3. Жұмыс жабдығы стреладан 5, шөмішті 1 тұтқадан 2 және шөміштің түбін ашатын тетіктен тұрады. Экскаваторды қозғалту тетігі қозғалқыш арбада орналасқан.

Экскавациялау процесі тау сілемін өңдеуге негізделеді, яғни забойдағы қазудың циклдық режимімен оны қирату, және шөмішті жүк түсіру орнына тасу. Шөміш көлемі 2,5...5 м³ болатын машиналар үшін циклдың ұзақтығы 5...32 с құрайды және шөміш пен жұмыс жабдығының геометриялық өлшемдерінің артуымен бір мезетте өсіп отырады.

Цикл келесі технологиялық операциялардан тұрады: қазу, тиелген шөмішті бір уақыттағы платформа бұрылысымен түсіру орнына көтеру, жүкті түсіру және бос шөмішті забойға қайтару.



2 сурет - Эскаватордың жұмыс жабдығы

Эскаватордың негізгі механизмдерінің жұмысын қысқаша қарастырайын. Қазу кезінде бастапқыда шөміш төменгі жағдайда болады; күнқағар мен шөміштің тістері забой түбімен шөмішті топыраққа ойып орнатуға жеткілікті бұрыш жасауы үшін жұмыстың ыңғайлылығы шөмішті осындай жағдайға түсіру мүмкіншілігін талап етеді.

Көтергіш арқанның керілісі және тұтқаны қатар алға шығарудың әсерінен, барысында шөміш өзінің тау массасы қиратылып және шөміш толтырылатын жұмыс қимылын іске асырады. Бұл ретте шөміш тістерінде қажетті күштер мен кесу жылдамдықтары жасалады. Қысымды (тегеурін) механизммен дамытылған күштер мен жылдамдықтар қазу шөміштің қалыпты жылдамдығында іске асырылуы үшін жердің қаттылығына байланысты жоңқаның (жаңқа) қалыңдығын реттеуді қамтамасыз етеді. Тұтқаның жазықтық тұрыс арқылы өтуі кезінде тұтқаны қысатын көтергіш арқан күшін жасаушысы күрт артады және тұтқаның үдемелі қозғалысы тоқтатылады.

Қазу процесі кезінде шөміштің топыраққа дұрыс тереңдетілуі ерекше маңызға ие, өйткені, машинист алдағы жылжыту үшін тегіс алаңды қамтамасыз етуі керек. Егер қазудан кейін шұңқырлар мен төбешіктер қалатын болса, онда соңында алаңды тегістеу бойынша қосымша арнайы жұмыс талап етілетін болады.

Сондай-ақ, шөмішті максималды толтыруға жеткеннен кейін қазуды дер кезінде тоқтату да маңызды болып табылады.

Қазу аяқталғаннан соң эскаватордың айналмалы бөлігін түсіруге қарай бұру басталады. Түсіруге қарай бұру уақытында шөміш биіктігі мен радиусы

бойынша түсіруге қажетті орынға жылжытылуы тиіс. Түсіру арнайы электр қозғалтқышпен ашылатын шөміш түбі арқылы жасалады.

Түсіру орнына жақындап келу кезінде бұрылысты тура түсіру орнының үстінде аяқтау үшін шөміш қысым білігінің айналасында тұтқаның айналмалы қозғалысымен сәйкес бір мезетте көтеріледі немесе төмендетіледі.

Түсіруге тасымалдау уақытында құлайтын топырақ соққысын мүмкіндігінше бәсеңдету үшін шөміш шанақтың үстіне барынша төмен түсуі керек. Түсіру соңында дәл сол мезетте қазуды бастауға сәйкес жағдайға қайтару үшін шөмішті түсірумен ілесетін забойға кері бұрылыс басталады. Забойға бұрылыс тұтқаны тартумен қоса қабаттаса жүреді. Жоғарыда сипатталған барлық операциялардың үздіксіз ауысымы экскаватордың негізгі жұмыс процесін – жұмыс циклын құрайды.

Карьер экскаваторының жұмысы жеке операциялардың жылдам ауысымымен, жылдамдатылған және баяулатылған жұмыс режимдеріне бірқалыпты, бірақ қарқынды ауысудың нақты шарттарына байланысты талап етілетін маневр жасаудың қажеттілігімен сипатталады. Сондай-ақ, бір уақытта жұмыс жасайтын жеке механизмдер жылдамдықтарының үйлесімділігі де қажет. Көтеру және қысымды механизмдердегі қазу процесі кезінде кездейсоқ сипатқа ие және топырақтың түріне, забойдың күйі мен жарылыс (қопарылыс) жұмыстарының жүргізу сапасына тәуелді болатын елеулі шамадан тыс жүктер туындайды.

Жеке механизмдердің кинематикалық сұлбасы айтарлықтай дәрежеде осы механизмдердің электр жетектеріне техникалық талаптарды анықтайды. Кинематикалық сұлбалардың кейбір ерекшеліктеріне тоқталайын.

Қысымды механизмде кинематикалық сұлбалардың екі түрі қолданылады: ЭКГ-10 және ЭКГ-15 экскаваторларындағы арқан сұлбасы және карьер экскаваторларының қалған барлық түрлеріндегі – тісті-рейкалы сұлба.

Арқан тегеурінді экскаваторларда тісті-рейкалы тегеурінді экскаваторларға қарағанда тоқтату кезінде пайда болатын шамадан тыс артық жүк аздау болады.

Қысымды механизмдерде шөміштің тұтқамен тығыз байланысуынан электр жетегімен жүзеге асырылатын шамадан тыс артық жүктен қорғану кенеттен болатын тоқтатуларда әрқашан да күштердің қажетті шектеуін қамтамасыз ете бермейді. Сондықтан да бұл механизмде шекті жағдай жалғастырғышының көмегімен қосымша қорғанысты пайдаланады.

Көтеру және бұру механизмдері кинематикасының ерекшелігі олардың құрамында элементтері үлкен қаттылықпен сипатталатын бәсеңдеткіштердің (редуктор) болуында. Мұның салдарынан артық жүкті жіберу кезінде пайда болатын серпімді уақыттар рауалы (мүмкін) мәндерден асып кетуі мүмкін.

Тісті берілістерде электр жетегі саңылаулардың бірқалыпты таңдауын қамтамасыз етпеген жағдайдағы соққы жүктеменің әсерінен саңылаулар болады. Бұрылыс бәсеңдеткіштеріндегі ірі модульдік тісті іліністер металл құрылымдары, ең алдымен – стрелалар үшін аса қауіпті резонанстық тербелістерді тудыруы мүмкін. Бұл режимнен қорғану электр жетегінің

ерекше «тербелгішке қарсы» сипаттамаларымен, бұрылыс электр қозғалтқыштарын жалғау сұлбалаларымен және жай жүретін қозғалтқыштарды қолданумен (беріліс қатынастарының сәйкес азаюы кезінде) қамтамасыз етілуі мүмкін. Шөміштің шапшаң ауысуы басты электр жетектері тарапынан үш координаталық әсер ету жүйесімен сипатталады.

Забойды жұмыспен өтеу өлшемі бойынша мерзімді түрде жүріс механизмін орындайтын экскаваторды жылжыту қажеттігі туындайды. Негізгілеріне шартты түрде жүк түсіруге қажетті шөміш түбін ашу механизмінің аз қуатты электр жетегі жатады.

2 Экскаватордың электр жабдығы

2.1 Электр жабдықтың құрамы мен міндеті

Экскаватордың электр жабдығы: негізгі және қосалқы механизмдерді қозғалту мен басқаруға, экскаваторды сырттай және іштей жарықтандыруға, экскаватордың қауіпсіз эксплуатациясы (пайдалану) үшін айнымалы ток тізбегіндегі, негізгі жетектердің зәкір шынжырларындағы және басқару тізбектеріндегі оқшаулауды бақылауға, экскаватордың төлқұжатт параметрлерін қамтамасыз етуге арналған.

Экскаваторлардың электр жабдығы өзгешелігімен, үлкен алуан түрлілігімен және қуаттардың елеулі шоғырлануымен ерекшеленеді. Сонымен, экскаватордың платформасында жұмылдырылған: қуатты электр машиналар тобы, күштік қайта жасаушы жабдық, электрмен жабдықтаудың жоғары вольтты жүйесі, әртүрлі қосалқы электр жетектері, автоматты және қашықтықтан басқару жүйелері, жарықтандыру электр жабдығы, ауаның вентиляциясы (желдету), жылыту және кондициялау.

Негізгі механизмдерге тікелей топырақ экскавациялау процесін іске асыратындарын жатқызады: көтергіш механизм, бұрамы тетік, қысымды механизм.

Экскаватор электрмен жабықтаудың карьер желісінен айнымалы үш фазалы токпен қоректенеді. Сақиналық ток қабылдағыш арқылы электр энергиясы бұрылу платформасында орналасқан жоғары вольтты тарату шкабына жіберіледі. Экскаваторлардың, бұрғылау станоктарының орнын ауыстырумен байланысты операциялар, олардың механикалық бөлігін жөндеу кезінде жұмыстың жетекшісі тарапынан жұмысты жүргізетін тұлғаның, экскаваторды басқарушы машинистің іс-қимылын көзбен бақылау болған жағдайда жүргізіледі.

2.2 Негізгі электр жетегіне қойылатын талап

Ең маңыздысы оның электрлік және механикалық жабдығының минималды жүктемелері кезіндегі машинаның ең жоғары өнімділігін қамтамасыз ету талабы болып табылады.

Бұл жалпы талапты орындау үшін электр жетек жүйесі келесі қасиеттерге ие болуы тиіс:

- электр жетек барлық жұмыс режимдерінде ықтимал тоқтатқыш мәндермен момент пен токтың сенімді шектеуін қамтамасыз ету керек, яғни экскаватор әрбір механизмінің (тетік) жұмыс жағдайына байланысты жобалау мен жөндеу кезіндегі толтыруды кең шамада өзгертуге болатындай экскаваторлық үлгінің механикалық сипаттамасына ие болуы тиіс;

- электр жетек 4-6 диапазонында жылдамдықты үнемді реттеуді және бұрамы тетігін тежеу немесе шөмішті түсіру кезіндегі шығарылатын энергия рекуперациясын қамтамасыз етеді;

- командоконтроллердің нөлдік жағдайына сәйкес механикалық сипаттаманың жұмыс телімінің қаттылығы электрлік тежеу жолымен шөмішті түсірудің айтарлықтай төмен жылдамдығын қамтамасыз етуі тиіс;

- уақыттың шекті мәндерінде қойылған шектеулердің минималды ұзақтығына ие өтпелі үрдістерді, экскаватордың механикалық жабдығының минималды динамикалық жүктемелерін қамтамасыз ететін оның өзгеру мен жеделдеу қарқынын қалыптастыру айтарлықтай қарапайым және сенімді құралдармен жүзеге асырылуы керек.

- күш тізбектерінің қосылу сұлбасы және электр жетегін басқару жүйесінің динамикалық қасиеттері сызықты механикалық сипаттамалы электр жетегінің электромеханикалық жүйедегі механикалық тербелістерге көрсететін мүмкін бәсеңдетуші әрекетін орындауға мүмкіндік туғызуы керек;

- сұлба оңай және барынша сенімді болуы тиіс.

Барлық аталған талаптарды барлық режимдерде негізгі координаталарды реттеудің дәлдігі мен сапасының жоғары көрсеткіштерімен тетік жылдамдығын үздіксіз басқаруды қамтамасыз ететін электр жетек жүйесі ғана қанағаттандырады.

Сондықтан да, қазіргі уақытта шөміш сыйымдылығы 2 м³ асатын біршөмішті экскаваторлардың негізгі механизмдерінің жеке электр жетектері үшін басқарылатын түрлендіргіш-қозғалтқыш (БТ-Қ) жүйесі бойынша зәкір шынжырында кернеуді өзгертумен басқарылатын тәуелсіз қозуы бар тұрақты токтың қозғалтқыштары қолданылуда. Басқарылатын түрлендіргіш ретінде тұрақты ток генераторы (Г-Қ) немесе тиристорлы түрлендіргіш (ТТ-Қ) пайдаланылуы мүмкін.

Бастапқы үш талаптарды қанағаттандыру үшін басқару жүйесі басқару сұлбасына сол не басқа түрдегі күшейткіштің генератор өрісін енгізуге мүмкіндік беретін айтарлықтай жоғары күшейту коэффициентіне ие болуы керек.

2.3 Негізгі жетектердің сипаттамасы

Көтеру механизмінің электр жетегі шөмішті вертикаль жазықтыққа ауыстырудың жылдамдығы мен бағытын басқаруға арналған.

Забойдағы қазу процесі кезінде шөмішті көтерудің технологиялық функцияларының негізгілері мыналар: көліктегі жүкті түсіру үшін шөмішті көтеру не түсіру немесе забойға қайтару кезінде шөмішті ысырып тастау не түсіру.

Тетік көтергіш жүкшығырдан және арқандардан тұрады. Реверсивтік жүкшығыр редуктор (бәсеңдеткіш) арқылы жеке қозғалтқыштармен қозғалысқа келтіріледі (3-сурет).

Қозғалтқыштың жұмыс режимі – қарқынды, қайталама-қысқа мерзімді. Қозғалтқыштардың құрылымдық орындауы жалғастырғышты (муфта) бәсеңдеткішпен (редуктор) жалғау және тежеуіш тегершікті (шкив) орнату үшін біліктің екі шеті бойынша көлденең. Тұрақты ток қозғалтқыштарын қолдану кезінде қозғалтқыштар жылдамдықтарын реттеу жеке түрлендіргіштерді қоректендіру кезінде зәкірлер кернеуінің өзгерісімен жүргізіледі.

Шөмішті жылдам түсіру үшін жүк түсіруден соң забой етегінде қозуды әлсірету қолданылады.

Жетектің жедел тоқтатылуы жүк тиелген шөмішті ұстап қалу режимін қоса есептегенде – электрлік. Жетек аялдамалық қалыптық тежегішпен және шөмішті «қайта көтеруді» шығару үшін жолды шектеудің шеткі командаапаратымен жабдықталған.

Көтеру электр жетектерінің негізгі электр жетектері тобында жүктеменің берілген мәніне сәйкес негізгілері шөмішті көтеру жылдамдығы мен экскаватор өнімділігі болып табылады.

Күректің қысым механизмінің электр жетегі жылдамдығы шөмішті тұтқаның көлденең жазықтықта ілгері жылжуының жылдамдығы мен бағытын басқаруды қамтамасыз етеді. Забойдағы қазу, забойдан шығару, көлік жабдығына ауыстыру немесе қайырма және забойға қайтару кезінде шөміш жағдайын басқаруға арналған.

Электр жетегінің көмегімен оператор забойға қажетті қысым күшін береді, шөміштің тереңдетілу дәрежесі мен қазу трассасын таңдайды.

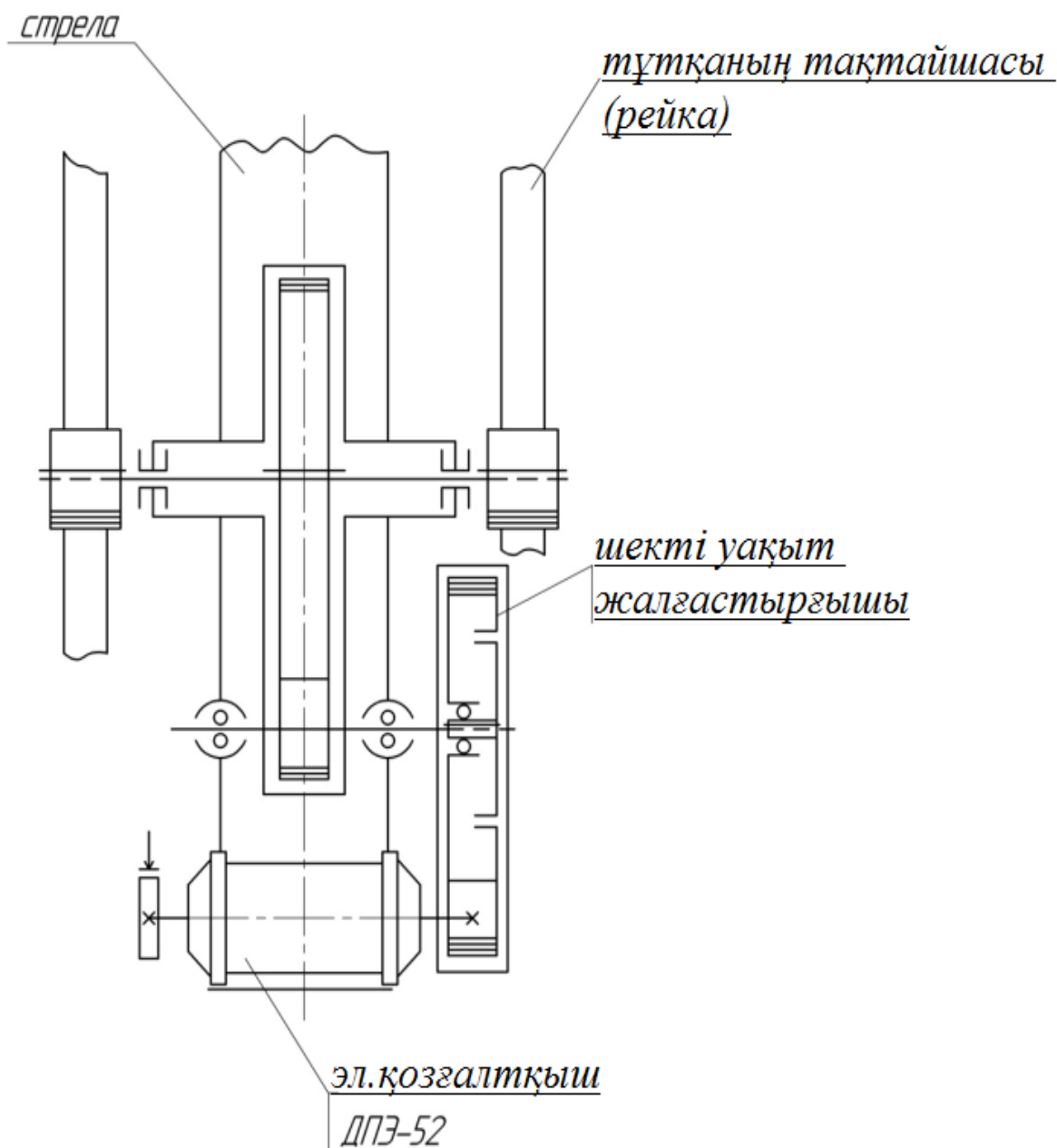
Көлік жабдығының қорабына жүк түсіру және дәл басқаруды талап ететін басқа да маневрлер кезінде шөміштің орналасу жағдайын түзету кезінде электр жетектің рөлі маңызды.

Электрлендірілген машиналардың (кешендердің) электр жетегін іске қосу, тартылыс күші шынжырларындағы және басқару шынжырларындағы ақаулықтарды анықтау және қалпына келтіру өкім бойынша немесе жедел журналда жазып, пайдалану тәртібінде жүргізіледі.

Шапшаң тежеу –қалыптық түрдегі аялдамалық тежеуішті қолданумен электрлік.

Тұтқаның жұмыс жүрісі механикалық күшпен қамтамасыз етіледі, ал шөмішпен қате маневр жасау кезінде болатын соққыны жеңілдету үшін қосымша ретінде шеткі командоаппараттар сигналы бойынша қарқынды тежеу қолданылады.

Бұрамы тетіктің электр жетегі жұмыс жабдығы орнатылған экскаватордың толық бұрылатын платформасының айналма қозғалысының жылдамдығы мен бағытын басқарады.



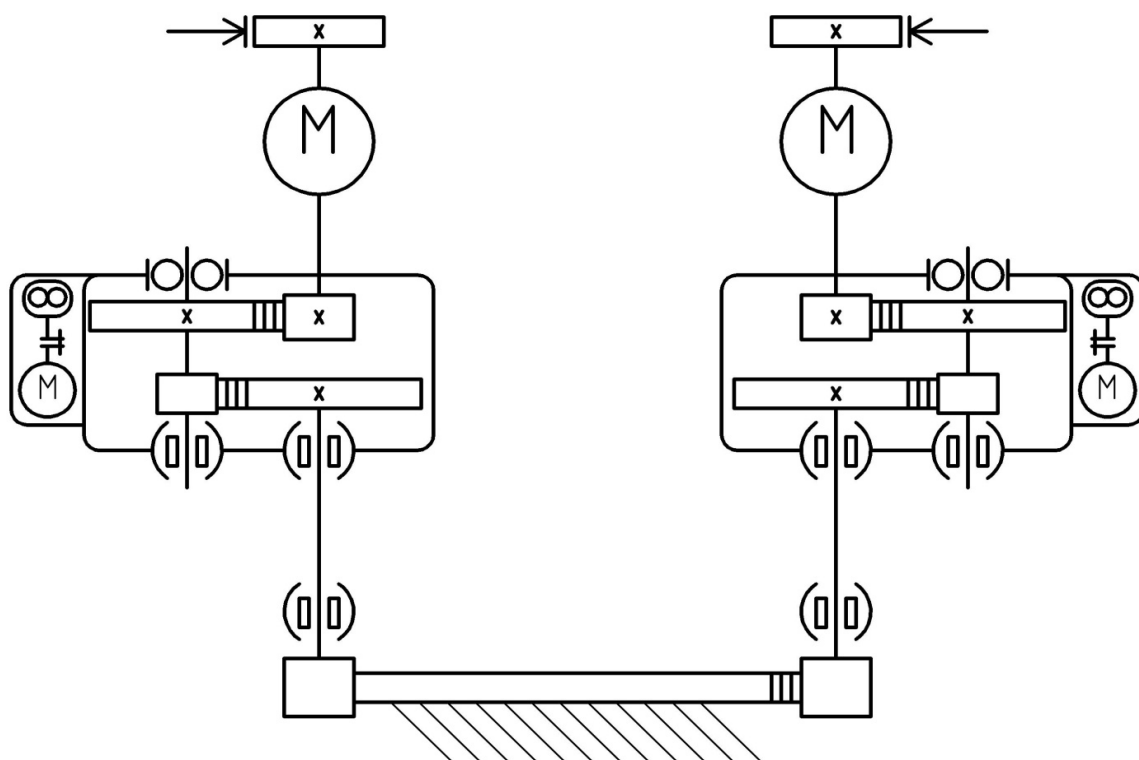
4 сурет - Қысымдық механизмнің кинематикалық сұлбасы

Электр жетек платформаны айналдыру жолымен забойдан шөмішті шығаруға, жүк түсіру орнына және кері жылжытып ауыстыруға арналған.

Шөмішті көлік жабдығына дәл түсіру кезінде платформаның толық тоқтауы қажет, қайырмаға жүк түсіру жүріп келе жатқанда, яғни платформаның реверс процесінде орындалады. Тетіктің ерекшелігі елеулі шамалардағы инерция моментінің өзгерісінде.

Тетік үлкен беріліс саны бар бәсеңдеткіштен (редуктор) және шығатын жүріс арбасында орналасқан қозғалмайтын тісті шір (венец) бойымен айналатын тегершік-біліктерден тұрады (5-сурет). Жетек әдеттегіше көп қозғалтқышты. Шапшаңдаудың бірқалыпты үдей түсуі мен басқарылатын жылдамдыққа ие жұмыстың реверсивтік режимі жеке қозғалтқыштармен қамтамасыз етіледі.

Бұрамы тетіктің электр қозғалтқыштарының біліктерінде (вал) электрпневматикалық және электромагниттік қашықтықтан басқаруға ие аялдамалық қалыптық тежегіштер орнатылған. Қозғалтқыштардың конструктивтік орындауы біліктің екі шетімен вертикальды.



5 сурет - Бұрамы тетіктің кинематикалық сұлбасы

Экскаваторлардың жұмыс жабдығының жұмыс істеу жағдайын сипаттайтын негізгі факторлар.

Тербелістер (діріл). Экскаватордың негізгі тербелісі экскаватор шөмішін забойдың түбіне қарай жылжыту кезінде болады. Әдетте бірқалыпты емес сипатқа ие бұл жылжыту жердің түрі мен оны қиратудың дәрежесіне тәуелді болады. Тербелістердің басқа бір түрі платформаның айналуы кезінде орын алады және тәуелді болады. дөңгелекті шеңбердің тісті ілінісінің күйі мен тісті беріліс модулінің бағыттаушы шамаларына, тетіктің жылдамдығы мен шапшаңдығына тәуелді болады.

Елеулі тербелістер экскаваторды жылжыту кезінде пайда болады; тербелістердің сипаттамасы трассаның (жоларна) жағдайына, сондай-ақ, тетіктің құрылымына тәуелді болады. Одан кейін, электр машинасы мен жүкшығырдың айналуымен байланысты тербелістер де орын алады.

Нашар қопсытылған тасты жерлермен жұмыс жасау мен машинистердің жеткіліксіз біліктілігінде қозғалыстағы шөміш кедергіден өте алмай қалған кезінде соққылар болуы мүмкін.

Климаттық жағдайлар. Экскваторлар әртүрлі климаттық жағдайларда – арктикалықтан тропикалыққа дейінгі, сондай-ақ, жалпы +50°C-тан -50°C-ге дейін құлайтын қоршаған орта температурасының тәуліктік және маусымдық өзгерістері кезінде пайдаланылады. Экскаватор электр жабдығының бір бөлігі ашық аспан астында пайдаланылады (жүріс, қысым механизмінің электр қозғалтқыштары, қосылатын пункттер және т.б.). Сонымен бірге, ұзақ мерзімді тоқтаудан кейін пайда болуы мүмкін ылғал конденсациясымен де санасқан жөн.

Қоршаған ауаның ластануы. Көмір және кен карьерлерінің ауасы электр жабдық жұмысына ықпал етуі мүмкін болатын шаң-тозаңның үлкен мөлшерінен тұрады. Электр жабдығын қоршаған ортаның тозаңдылығы кен шығарылатын жыныстың, көлік жабдықтарының, электр жабдықтың орнатылған орнының, жыл мезгілінің сипаттамасына байланысты айтарлықтай кең көлемде теңселеді.

Зерттеулер тозаңдылықтың электр жабдығының жылуөткізгіштігі мен оқшаулану күйіне шамалы әсері бар екендігін көрсетті. Дегенмен, шөкпе тозаңның жұқа тығыздалған қабаттары бар болған жағдайда оқшаулау деңгейін төмендеуі және ток өткізгіш элементтерінің құрылуы мүмкін.

Электр машиналары мен жиынтықты құрылғылардың құрылымы шаң-тозаңның басылып қалуы мен ток өткізгіш қабаттардың құрылуынан қорғанысты қамтамасыз етуі тиіс.

Дифферент және ауытқу. Шөміш сыйымдылығы 10 м³ болатын экскаваторлар жұмыс жасайтын алаңдар электр жабдықтың жеке түйіндерінде (тіректер, мойынтіректер және т.б.) қосымша механикалық жүктемелерді шарттайтын дифферент пен ауытқудың орын алуына байланысты деңгейлендірілмейді. Бұрылыс платформасының айналуы да электр машиналардың құрылымдарында ескеруі міндетті қосымша күш салуларды жасайды.

Экскаваторды пайдаланудың қарастырылған шарттарынан, сондай-ақ, қызмет атқарушылардың жұмыс шарттарынан электр жабдығының құрылымына келесідей талаптар келіп шығады:

- тербелу, шайқалу және басқа да динамикалық жүктемелерге есептелген, сондай-ақ, экскаватордың ауытқуы мен дифферентін ескерген жоғарыланған механикалық беріктік;
- қоршаған орта әсерлерінен қорғаныс (ластанған ауадан, температураның төмендеуі мен ауытқуынан және ылғалдылықтан);

- Тікелей экскаватордағы электр жабдықтың орналасу, монтаж (құрастыру), жөндеу және техникалық қызмет көрсетудің қолайлылығы;
- өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Экскаваторлық электр жабдығын әзірлеу мен пайдалану тәжірибесі карьер экскаваторлары үшін тербелу мен шайқалуға қатысты талаптар М18 орындалуымен қанағаттандырылатынын көрсетеді. Салқын климатты аудандардағы климаттық жағдайларға байланысты талаптар шанақтың ішінді орнатылған электр жабдықтары үшін УХЛ3 және сыртта орнатылған электр жабдықтары үшін УХЛ1 орындалуымен қанағаттандырылады.

Сәйкесінше қоңыржай климаттық аудандар үшін У3 мен У1 орындауын қолдануға болады. Алайда, электр жабдық номенклатурасын қысқарту тиімділігін назарға ала отырып, әртүрлі климаттық аймақтарда экскаваторды пайдалануды қамтамасыз ету үшін УХЛ орындауымен шектелген жөн.

Аталған талаптарды экскаваторлық электр жабдығының құрылымындарында суыққа төзімді материалдарды, орналастырылған желдеткіштерден жабық мәжбүрлік салқындатуды, ылғалға төзімді оқшаулауды, ірі машиналардың алмалы-салмалы табандарын (станина), микроклимат пен блоктар амортизациясын қамтамасыз ететін жиынтықты құрылғылардың блоктық орындалуын қолданады.

3 Экскаватордардың электр жетектерінің басқару жүйелеріне шолу және салыстырмалы талдау жасау. Электр жетекті таңдаудың негіздемесі

3.1 Электр жетектерінің жалпы сипаттамасы

Қазіргі уақытта өндіріс пен пайдалануда электр жетектің үш түрі бар: 1927 жылдан осы уақытқа дейін тұрақты токтың генератор-электрқозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетегі; 1980 жылдан осы уақытқа дейін тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіші ТТ-Қ жүйесі бойынша электр жетегі. Бұдан бөлек, НПЧ-АД жүйесі бойынша жиіліктің статикалық түрлендіргіштері бар айнаымалы ток электр жетегі де пайдалануда.

2-кестеде әртүрлі электр жетектерінің артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Көп санды жарияландырымдар мен әртүрлі электр жетектеріне салыстырмалы талдау жасау қазіргі уақытта және жақын болашақта бұл жүйелердің өндіріс пен пайдалануда салыстырмалы мүмкіндіктерге ие болады, ал олардың нақты қолданысы пайдалану қызметінің құны мен дайындығына тәуелді болады деген қортынды жасауға алып келеді.

Тұрақты ток жетекті экскаваторлар бәсекеге қабілетті, өйткені олар пайдаланудың технологиялық талаптары мен шарттарын қанағаттандырады, әрекет етуі қарапайым және баршаға түсінікті.

Бұл жетектер жоғары жүктемелер мен аз жылдамдықтармен жұмыс жасауға бейімделген, рекуперацияның жақсы сипаттамаларына ие, ал қазіргі

заманғы электроникасы электр жетектің «ескірген» жүйесі ие барлық ең жақсыларын алуға мүмкіндік береді.

2 к е с т е – Электр жетектерінің негізгі түрлерінің басты артықшылық-тары мен кемшіліктері

	Электр жетегінің түрі	Артықшылығы	Кемшілігі
1	2	3	4
	Тұрақты токтың генератор-қозғалтқышы (Г-К)	2 және 3-пен салыстырғанда электрмен жабдықтаудың қоректендіру жүйесінің ең жақсы үйлесімділігі. Көп жылдық өндіріс пен пайдаланудың тәжірибесі. Электр жабдық жиынтығының құны айтарлықтай төмен, 2-ге қарағанда -20-25 %-ға, ал 3-ке қарағанда – 30-40 % төмен.	3-пен салыстырғанда щёткалы-коллекторлық аппараттың бар болуы. 2 және 3 салыстырғанда электр машиналық түрлендіргіштік агрегаттың бар болуы; жоғарылатылған электр магниттік инерция.
2	Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқышы	1-мен салыстырғанда электр машиналық агрегаттың жоқтығы; кемітілген электр магниттік инерция.	1-мен салыстырғанда қоректендіру желісімен нашар үйлесімділігі ($\cos\varphi$ және гармониялық құрам). ФКУ талап етіледі.
3	Жиіліктің статикалық түрлендіргіші – қысқа тұйықтаулы роторлы асинхронды қозғалтқыш	1 және 2 салыстырғанда аса қарапайым қысқа тұйықты роторлы аз инерциялы асинхронды электр қозғалтқыштың қолданылуы. 1-мен салыстырғанда – электр машиналық түрлендіргіштік агрегаттың жоқтығы. 1 және 2 салыстырғанда щёткалы-коллекторлық аппараттың жоқтығы.	1 және 2 салыстырғанда тежегіш режимін жүзеге асырудың қиындығы және басқару жүйесінің күрделілігі; жоғарырақ құны.

Г-К электр жетекті экскаваторларды тұрақты ток жетекті машиналарды пайдаланып, бірегейлендіруге талпынып жатқан тау-кен өнеркәсіптерінде пайдалануды жалғастыруда.

Қазіргі уақытта статикалық түрлендіргіштері бар экскаваторлар ықтималды пайдалану сапасы күрделірек сервис қолдауымен қамтамасыз етілуі мүмкін жерлерде сұранысқа ие.

Ғылым мен техниканың қазіргі даму кезеңінде экскаваторлық электр жетегінің бірқатар даму бағыттарын ерекшелеуге болады.

Тұрақты ток жетектерінде:

- Г-Қ жүйесі бойынша:

- қозу мен басқарудың жартылай өткізгішті жүйелеріндегі магниттік күшейткіштерді ауыстыру. Қазірде УЗТМ осындай жиынтықтағы ЭКГ-5 шығарады;

- әлсіз карьер желілері үшін маңызды екпінді қозғалтқыш ретінде түрлендіргіш агрегаттардың бір генераторы қолданылатын кезде бірқалыпты іске қосу құрылғысын пайдалану;

- Г-Қ жүйесінің өзін статикалық тиристорлық түрлендіргішке ауыстыру:

- бұл жоспарда экскаватордың нақты үлгісінде отандық кәсіпорындардың әзірлеулері бар, атап айтқанда, «Рудоавтоматика» ААҚ 2009 жылдың басында ЭКГ-4 орнатуға арналған ТЖҚ КЭР тәжірибелік үлгісін шығарды, бұл түрлендіргішті орнату кезінде машина құрылымына айтарлықтай өзгерістерді енгізу талап етілмейді.

Айнымалы ток жетектерінде:

- экскаватордың негізгі электр жетегі ретінде асинхронды қысқа тұйықты қозғалтқыштарды қолдану;

- бұл бағыт экскаваторлық орындаудың электрлік машиналарының жоқтығымен баяулайды, алайда американдық «Бьюсайрус» фирмасы алғашқылардың бірі болып 80-жылдардан айнымалы токтағы негізгі жетектері бар экскаваторлар өндірісін бастады.

Бұдан әрі қолданыстағы машинаны жаңғыртудың оңтайлы нұсқасын таңдау мақсатында электр жетектерінің барлық жүйелері қарастырылады.

3.2 Генератор-қозғалтқыш жүйесіндегі электр жетек

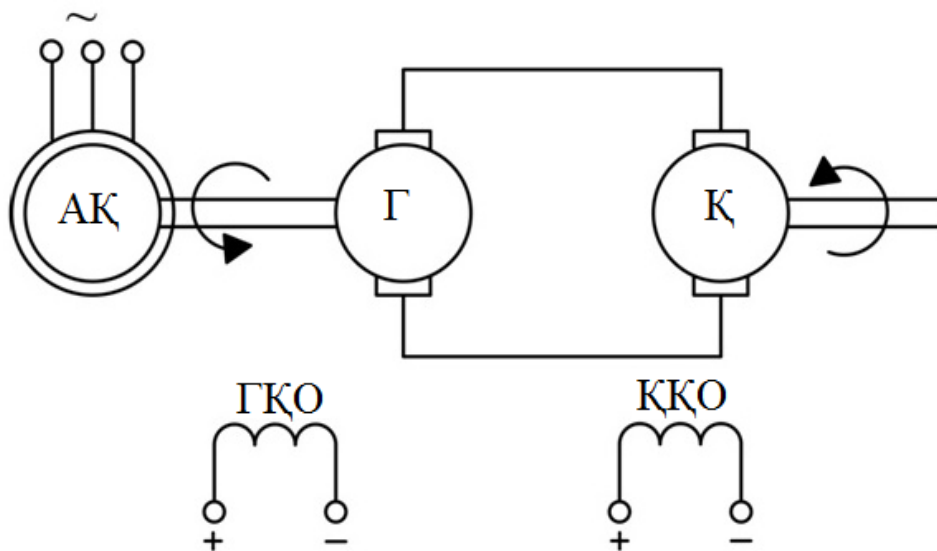
Генератор-қозғалтқыш жүйесі – реттелетін электр жетегі; мұндағы тұрақты ток қозғалтқышы жеке генератордан қоректенеді. Ал бұл генератор (тәуелсіз қоздыруы бар) бірінші реттік қозғалтқыш көмегімен айналысқа түседі. Қозғалтқыш-генератор генератор кернеуінің өзгерісі арқылы электр жетегінің бұрыштық жылдамдығының реттелуін қамтамасыз етеді. Электр жетегі параметрлерін реттеу үшін қоздыру орамдарын қоректендіретін магниттік күшейткіштер немесе тиристорлық түрлендіргіштері бар автоматты реттеу жүйесі қолданылады. Қозғалтқыш-генератор қуаты ондаған МВт-қа жететін аса күрделі жетектерде (қақтау стандарты, шахталық көтеру қондырғылары, қағаз жасау машиналары), металлургия өндірісінде (электролиттік ванналарды қоректендіруде), тағыда басқа қолданылады. Бөліктерінің айналмалылығына байланысты қозғалтқыш-генератор, қазір

тиімді және сенімді шала өткізгіштік түрлендіргіштерімен алмастырыла бастады.

Түрлендіргіш (қайта жасаушы) электр машиналық агрегат асинхронды электр қозғалтқыш пен үш тұрақты ток генераторына ие. Әрбір генератордан негізгі механизмдердің бірі электр қозғалтқыштар тобының қуат көзін алады. Тиісті негізгі тетік әрекетсіз болған жағдайда жүріс электр қозғалтқышы негізгі генераторлардың бірінен қоректенеді.

Қозғалтқыштардың бұрыштық жылдамдықтарының қажетті өзгерісі генератор мен электр қозғалтқышқа берілетін сәйкес кернеудің қоздыру тоғын реттеуді қамтамасыз етеді.

Тұрақты ток қозғалтқышын (Қ) қоректендіретін тұрақты ток асинхронды қозғалтқыш (АҚ) білігімен жалғанған қозғалтқыштың қозу орамдары (ҚҚО) қоректенетін қоздырғыш генераторынан келіп түседі (6-сурет). Генератордың қозу орамдары (ГҚО) қоректі ала алады: тиристорлардағы түрлендіргішпен басқарылатын қоздырғыштан, күштік магниттік күшейткіштен.



6 сурет - Г-Қ жүйесі бойынша электр жетектің жалпылама сұлбасы

Г-Қ жүйесі бойынша электр жетектің механикалық сипаттамаларының (7-сурет) теңдеуі келесідей түрде болады:

$$n = \frac{E_r}{C_K \cdot \Phi_K} - \frac{MR_3}{C_K^2 \cdot \Phi_K^2}, \quad (3.2.1)$$

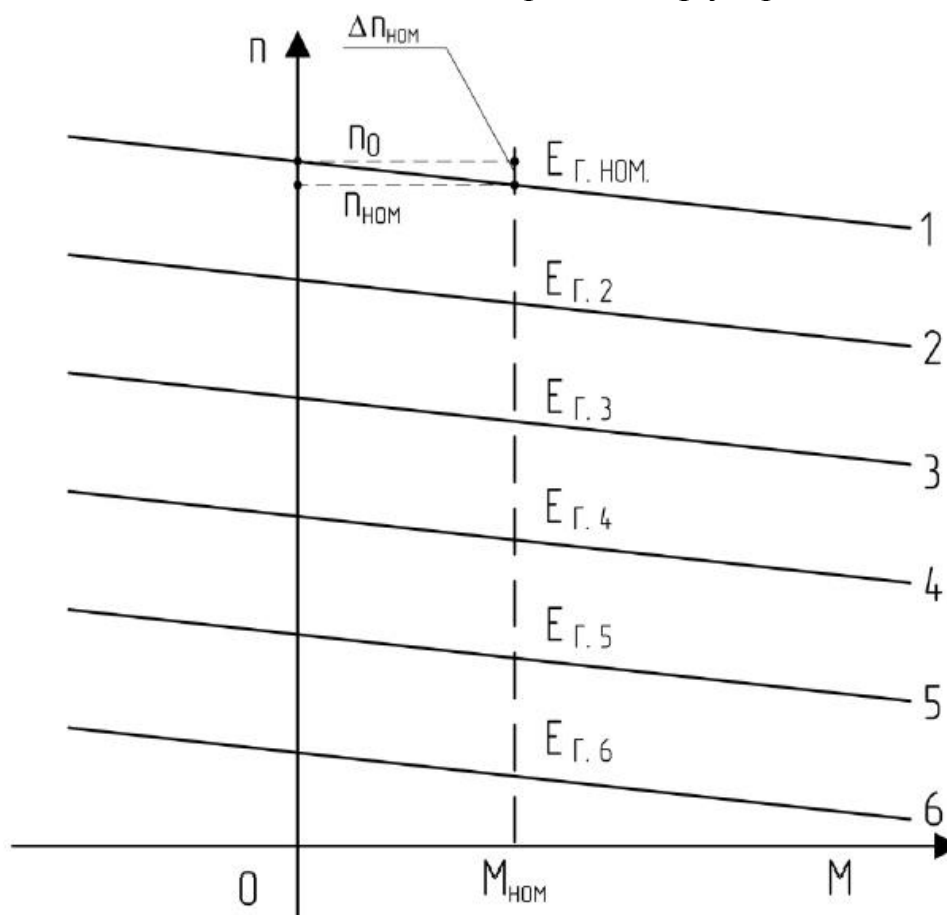
мұндағы: n – қозғалтқыш білігінің айналу жиілігі, айн/мин;
 E_r – генератордың Э.Қ.К, В;

R_3 – генератор мен қозғалтқыш орамының кедергілерінен және жалғағыш өткізгіштер кедергісінен тұратын зәкір шынжырдың кедергісі (Ом)

$$(R_3 = R_{3,Г} + R_{3,К} + R_{\text{өтк}}). \quad (3.2.2)$$

Механикалық сипаттамалар теңдеуінен генератордың әрбір E_r мәніне бос жүрістің белгілі жылдамдығы мен өзінің сипаттамасы тән.

Сонымен, Г-Қ жүйесінің механикалық сипаттамалары – бұл тұрақты беріктікті абсцисса осіне әлсіз қисайған параллель түзулері



7 сурет - Г-Қ жүйесі бойынша электр жетектің механикалық сипаттамалары

- 1 – табиғи;
- 2-6 – жасанды.

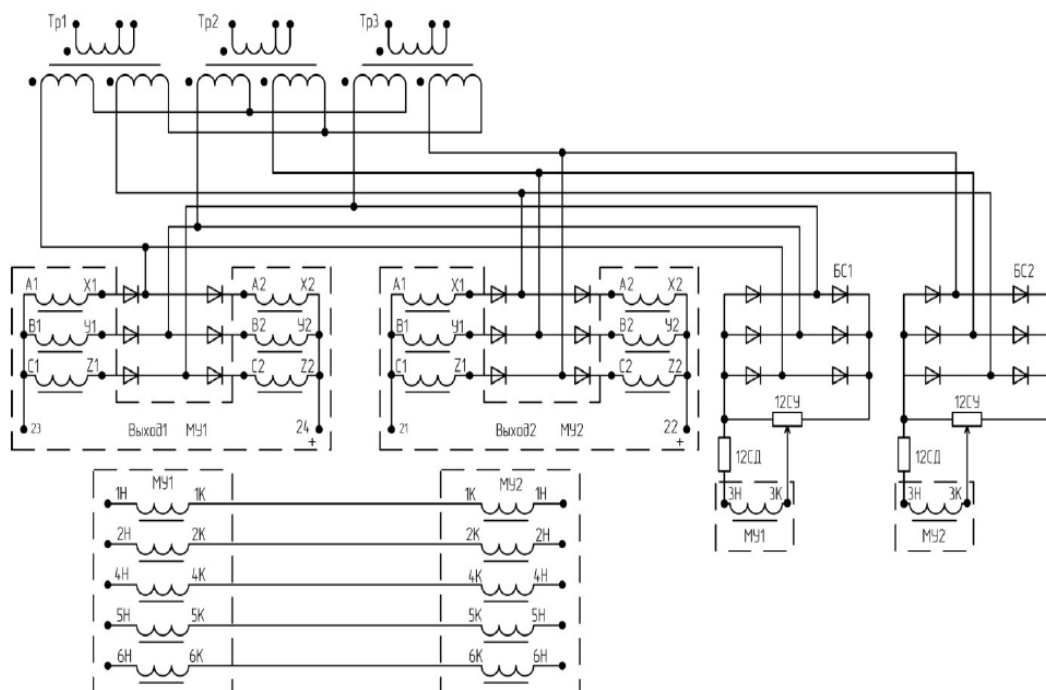
$$E_{r.НОМ} > E_{r.2} > E_{r.3} > \dots > E_{r.σ}, \quad (3.2.3)$$

ЭКГ-4А экскаваторының көтеру механизмінің электр жетегі мысалы негізінде Г-Қ жүйесінің жұмысын қарастырайын.

Генераторлар тәуелсіз және шунтты қоздырғыш орамдарына ие. Генераторлар қоздыраты токты басқару үшін көпірлік сұлбамен қосылған

балластық кедергілері бар үш фазалық магниттік күшейткіштер негізінде статикалық реверсивтік қоздырғыштар қолданылған (8-сурет).

Жүктеменің көпірлік сұлбасы генератордың тәуелсіз қоздырғыштарының жарты орамынан және екі балластық кедергілерден тұрады (9-сурет). Екі үш фазалық магниттік күшейткіштер ПДД-1.5В түріндегі УК-УМСП блоктарында құрастырылған.



8 сурет - Магниттік күшейткіштердің электрлік принципіалды сұлбасы

Күшейткіштер арасындағы гальваникалық байланысты жою үшін олардың әрқайсысы УК-УМСП блоктарында құрылған үш бір фазалық үш орамды трансформаторлардың жекеленген екінші реттік орамдарынан қуат көзін алады.

Трансформаторлардың бірінші реттік орамдары 220 В кернеулік үш фазалық айнымалы ток желісінен қоректену кезінде үшбұрыш түрінде, ал екінші реттік орамдар жұлдыз түрінде байланысып жалғанған. Блоктың әрбір күшейткіші алты басқару орамына ие:

- беріліс орамы (УМС-2);
- кернеу бойынша қатты және иілгіш теріс кері байланыспен біріктірілген орам (УМС-6);
- негізгі тізбек тогы бойынша қатты теріс кері байланыстың екі орамы (УМС-4 және УМС-5);
- негізгі тізбек тогы бойынша иілгіш теріс кері байланыстың орамы (УМС-1);
- ығысу орамы (УМС-3).

Әрбір күшейткіштің аттас орамдары, ығысу орамдарын қоспағанда, өзара бірізді-қарсы байланысқан. Сонымен, белгілі полярлықтың басқару

сигналы жүктеме тогын арттыра отырып, күшейткіштердің бірі үшін оң болса, ал басқасы үшін күшейткіш шығысында жүктеме тогын кеміте отырып. теріс болады.

УК-УМС токтары балластық кедергілерде қалыптасады және генератордың тәуелсіз орамдарында шегеріледі. Басқару сигналының жоқ кезінде тәуелсіз қозу орамдарындағы кернеулер нөлге тең болуы үшін магниттік күшейткіштердің бастапқы токтары тең болуы шарт: $I_{01} = I_{02}$.

Күшейткіштердің магниттік сипаттамалары өзгешеленуі мүмкін болғандықтан, жүктеменің бастапқы токтарын теңестіру үшін 3ВС, 4ВС түзеткіштерінің тұрақты тогымен қоректендірілетін бір күшейткіштің 3Н1-3К1 және екінші күшейткіштің 3Н2-3К2 ығысу орамдары қолданылады.

УМС-2 беріліс орамы генератор кернеуінің мәні мен полярлылығын және де сәйкесінше, қозғалтқыш айналуының жиілігі мен бағытын анықтайтын шама мен бағытты *УК-УМС* магниттік күшейткішінің негізгі магниттейтін ағынын жасайды. Беріліс орамындағы токтың шамасы мен бағыты командоконтроллермен өзгертіледі.

Қатты және иілгіш теріс кері байланыспен біріктірілген *УМС-6* орамы беріліс ағынына қарсы әрекет ететін генератор зәкіріндегі (якорь) кернеуге пропорциялы магниттейтін ағынды жасайды.

Аталған орам қолданысы іске асыруға мүмкіндік береді:

- өтпелі процесті шапшаң реттеу;
- жүк артылған шөмішті ұстау кезінде жетекті электрлік тоқтату (тежеу);
- кернеуді қайта реттеуден жүйені тұрақтандыру.

Негізгі тізбек тогы бойынша қатты теріс кері байланыстың *УМС-4* және *УМС-5* орамдары генератор шығысында кернеудің әртүрлі полярлығында экскаваторлық сипаттамаларды жасау үшін, сондай-ақ, тежеуіштер салу кезінде негізгі тізбектің қалдық тогын азайту үшін қызмет етеді.

Ток орамының әрекеті екі кернеулерді салыстыру қағидатына негізделген: қозғалтқыштың, генератордың қосымша полюстарындағы кернеудің төмендеуі және транзистор Т1 мен термотәуелді бөлгіш арасында қосылған стабилитрон Ст1 мен диодтардың Д7-Д10 салыстыру кернеулері (10-сурет).

Негізгі тізбектегі токтың артуымен қозғалтқыш пен генератордың қосымша полюстарындағы кернеудің құлауы да артады. Кернеудің бұл құлауы стабилитрон Ст1 мен диодтардың Д7-Д10 салыстыру кернеуінен аз болған жағдайда *УМС-4* немесе *УМС-5* орамы арқылы ток өтпейді, өйткені Т1 транзистор жабық.

Негізгі тізбектегі токтың артуымен термотәуелді бөлгіштегі кернеудің құлауы да өседі. Кернеудің белгілі шамасына жеткеннен соң стабилитронды Ст1 тесіп өтеді және транзистор Т1 ашылады.

УМС-4 немесе *УМС-5* орамдары арқылы *УМС-2* беріліс орамына қарсы бағытталған ағынды жасайтын ток өте бастайды. Басқарудың нәтижелік ағыны күрт төмендеп, салдарынан магниттік күшейткіштер шығысындағы ток

та, сәйкесінше генератор кернеуі де күрт азаяды. Қозғалтқыштың айналу жиілігі азайып, жетек тежеледі.

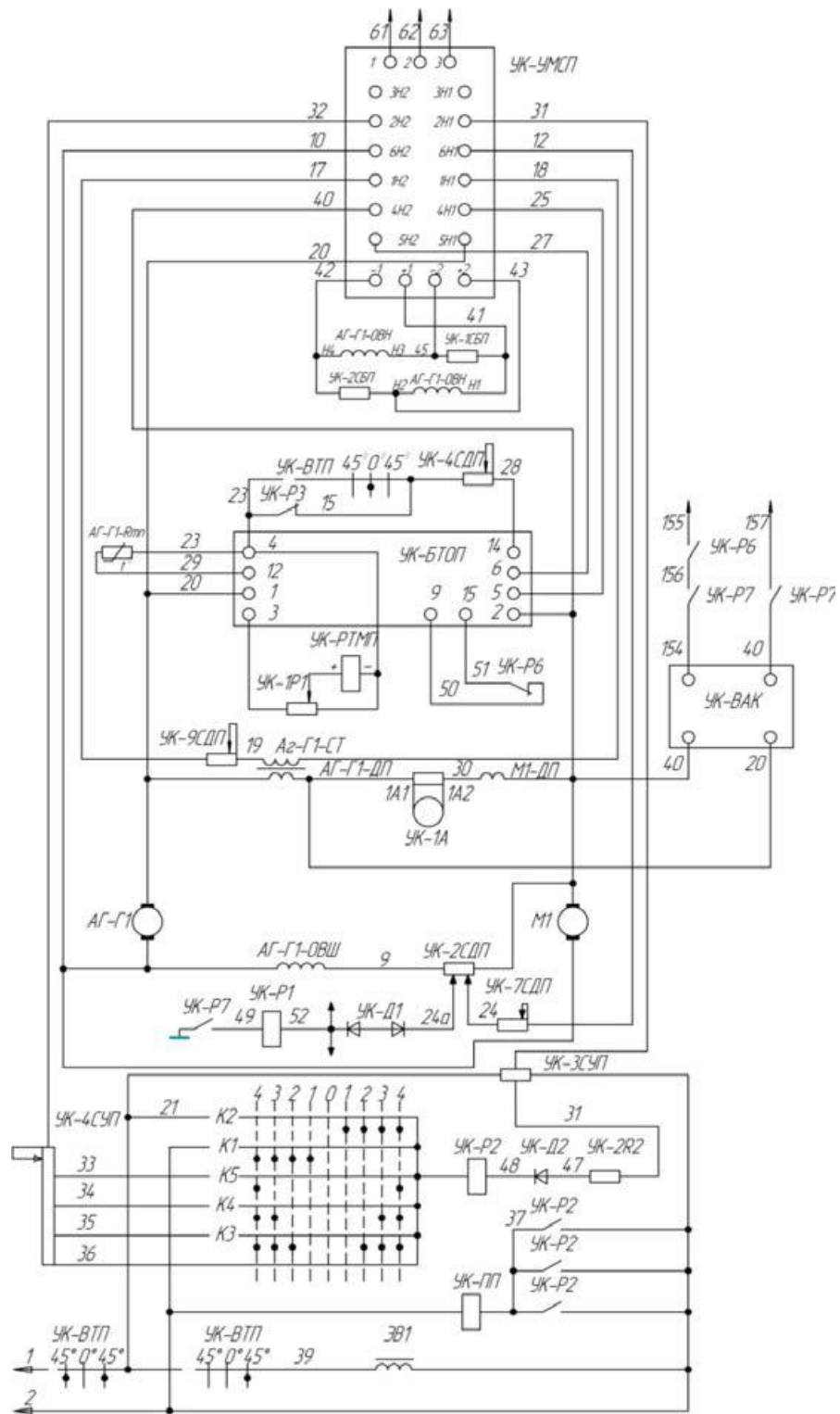
УК-ВТП ауыстырып-қосқыштарының (ток аударғыш) тұтқасын «ажырату» күйіне орнату немесе УК-Л контакторы мен УК-Р9 релесін ажырату кезінде тежегіштер көтеру, қысым және бұрылыс-жүрісінің жетектеріне қондырылады. Көтеру жетегінің УМС-4 немесе УМС-5 ток орамдары 11 транзистордан өтіп кете отырып, тікелей қозғалтқыш пен генератордың қосымша полюстарындағы кернеудің құлауымен УК-4СДП кедергісі және УК-ВТП ауыстырып-қосқыш түйісулері немесе УК-Р3 не УК-Р9 блок-түйісулері арқылы қосылады.

Бұл көтеру генераторы зәкіріндегі қалдық кернеуден токтың қарқынды кемуін қамтамасыз етеді.

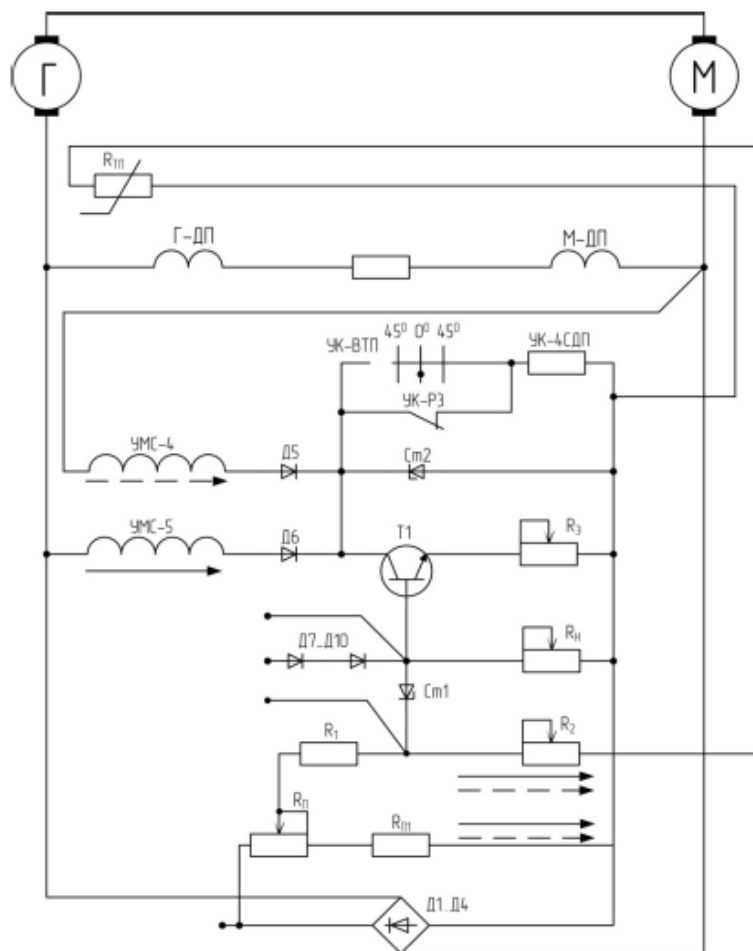
Негізгі тізбек тогы бойынша иілгіш теріс кері байланыстың орамы УМС-1 қызмет етеді:

- негізгі тізбек тогының (момент) бірқалыпты өзгерісін;
- жүктеменің күрт өзгеруі кезінде ток жүгірісін азайту;
- өтпелі процестерде басқару жүйесінің тұрақты жұмысына жету.

Негізгі жетек қозғалтқыштарының зәкір шынжырларындағы қоздыру токтары мен тоқтатқыш токтарын тұрақтандыру ток отсечка блоктарының (ТОБ) және қоздыру токтарын тұрақтандыру блогының (ҚТТБ) көмегімен іске асырылады.



9 сурет - Көтеру жетегінің принципіалды электрлік сұлбасы



10 сурет – Үзіліс тогының блогы

Экскаватордың негізгі электр жетектерімен басқару жүйесі электр машиналарын қыздыру процесінде электр жетектердің статикалық және динамикалық сипаттамаларының тұрақтануының жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.

Тұрақты ток шығысындағы қарастырылған екі тактілі магниттік күшейткіштер 30-35% шамасында нақты П.Ә.К ие және екі бір тактілі магниттік күшейткіштерден жинақталады. Бұл факторлар олардың біршама жоғары габариттерін анықтайды.

Күшейткіштің 2-3 кВт шамасындағы пайдалы шығыс қуатында оның кедергіштері мен түзеткіштерінің белгіленген қуаты 12-15 кВт құрайды.

3.3 Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек

Реттемелі шығыс кернеулі айнымалы токты тұрақты токқа тиристорлық түрлендіргіштер (ТТ) экскаваторлардың барлық түрінің электр жетектерінде қолданылады; олар тұрақты ток электр жетектерінің реттелетін қуат көздері, электр қозғалтқыш пен генераторлардың қоздырғыш орамдары ретінде

пайдаланылады. Басқару мен реттеудің электрондық жүйелерінің көмегімен тиристорлық түрлендіргіштер электр жетектердің қажетті статикалық және динамикалық сипаттамаларын, электр машиналарының коммутациясы мен механикалық жабдықтың беріктілік шарттары бойынша жүктеме тогы өсуінің шамасы мен жылдамдығын шектеуді, электр жетек сипаттамаларының қоршаған температура өзгерісіне бейімделуін, технологиялық процестердің автоматтандырылуын қамтамасыз етеді.

Электр машиналық түрлендіргіштермен салыстырғанда тиристорлық түрлендіргіштер ең жақсы үлкен габаритті көрсеткіштерге, жоғары ПӘК, тезәрекеттілік пен сенімділікке, механикалық және климаттық әсерлерге жақсы бейімделушілікке ие.

Тиристорлық түрлендіргіштердің кемшіліктеріне жатады: біршама аз жүктеу қабілеті, электрмен жабыдықтау жүйесімен нашар үйлесімділік (төмен қуат коэффициенті $\cos\varphi$ және жоғары гармоникалардың арттырылған құрамы); электр қозғалтқышындағы ұлғайтылған шығындар және түрлендіргіш шығысындағы ұлғайтылған ток жүрулер салдарынан оның коммутациялық қабілетінің төмендетілуі.

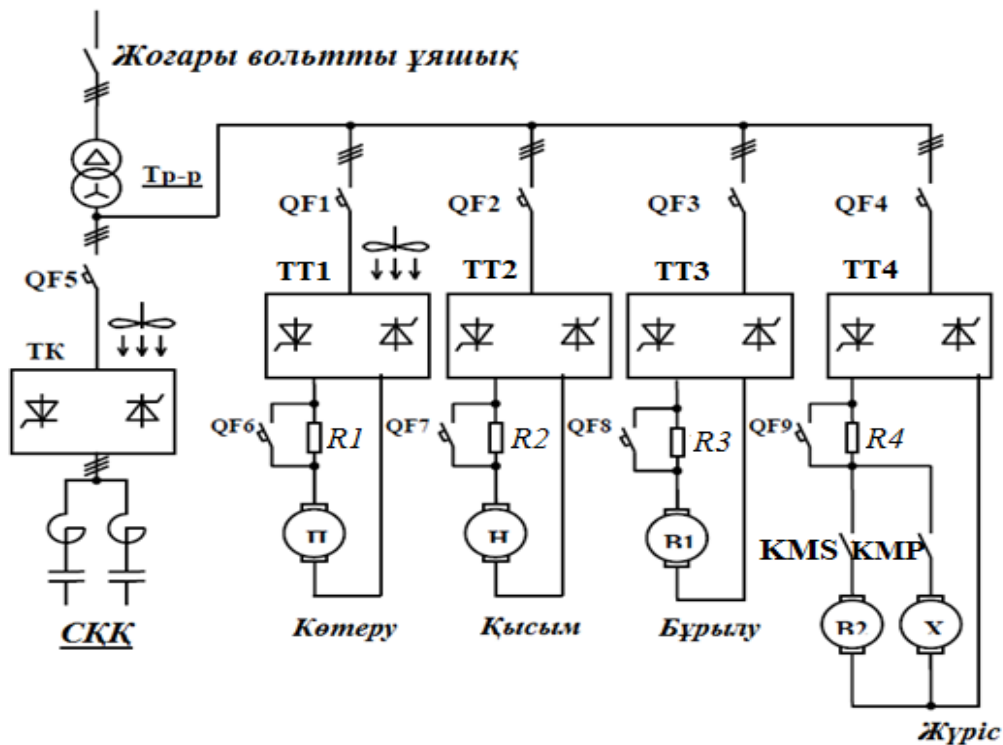
Тиристорлық түрлендіргіштің құрамы, тиристорлардың қосылу сұлбасы, түрлендіргіштің құрылымы мен салқындату жүйесі оның жұмыс тағайындалуы, шарттары мен режимдеріне тәуелді болады.

Эскаваторларда электр жетектерін қоректендіру үшін, әдетте, тиристордағы кері және тікелей кернеу мен қоректендіруші кернеу мәндері арасындағы оңтайлы арақатынасқа жетуге мүмкіндік беретін үш фазалық көпірлік сұлбасы бойынша жиналған реверсивтік және реверсивтік емес түрлендіргіштерді қолданады; бұл сұлбаларда трансформаторлардың қуаты ең толық қолданылады. Электр машиналарының қоздырушы орамдарын, сондай-ақ, аз қуатты электр қозғалтқыштарды қоректендіру үшін қарапайым қарапайым бір фазалық сұлбалар қолданылады.

Ғылыми зерттеу жұмыстары мен жаңа перспективалы зерттемелер шеңберінде «Рудоавтоматика» ААҚ 2008 жылдың үшінші тоқсанында «Стойленский ТБК» (Стойленский Тау Байыту Комбинаты) ТЖКЦ ААҚ-да ЭКГ-5 эскаваторы үшін арналған сүзгілік-қалпына келтіру құрылғысы бар тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі (СҚҚ-лы ТТ-К, бұдан әрі жай ғана ТТ-К) бойынша орындалған тәжірибелі ТЖҚ (төмен вольтті жиынтықты құрылғы) жаңғыртуға қойды.

Штаттық электр қозғалтқыштары бар ТЖҚ қаңқалық сұлбасы 11-суретте келтірілген, мұндағы: Тр-р – ТМЭ-400 эскаваторлық атқарудың күштік майлы трансформаторы; ТК – тиристорлық кілт; ТТ1...ТТ4 – реверсивтік тиристорлық түрлендіргіштер; QF1...QF5 – түрлендіргіштердегі ішкі қысқа тұйықталулардан қорғаныс үшін автоматтық ажыратқыштар; QF6...QF9 – электр қозғалтқыштарды асқын токтардан қорғаушы автоматтық ажыратқыштар, R1...R4 – қорғаныстық кедергілер; СҚҚ – сүзгілік-қалпына келтіруші құрылғы; К – ДПЭ-82 көтеру электр қозғалтқышы (номиналды қуаты $P_n = 175 \text{ кВт}$, айналу жиілігі $n_n = 740 \text{ об/мин}$, зәкірдің номиналды тогы I_n

= 410А, номиналды кернеу $U_H = 460\text{В}$); Қ, Ж - ДПЭ-52 қысымдық және жүріс электр қозғалтқыштары ($P_H = 54\text{кВт}$, $n_H = 1200\text{об/мин}$, $I_H = 150\text{А}$, $U_H = 395\text{В}$); В1, В2 – ДПВ-52 бұру электр қозғалтқышы ($P_H = 60\text{кВт}$, $n_H = 1230\text{об/мин}$, $I_H = 220\text{А}$, $U_H = 305\text{В}$); КМС, КМР – бұрылу-жүріс ауыстыруының түйістіргілері (контрактор).



11 сурет -ТТ-Қ ЭКГ-5 жүйесі бойынша зәкір шынжырлардың сұлбасы

Барлық зәкірлік тиристорлық түрлендіргіштер «Протон-Электротекс» (Орал қаласы) ЖАҚ өндірісі МТЗ-800-18 тиристорлық модульдері негізінде көпірлік қарсы-параллельдік сұлбасы бойынша орындалған.

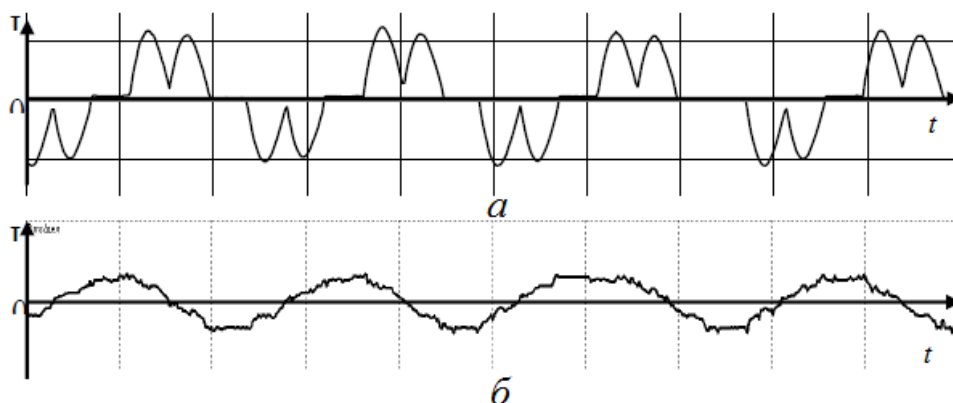
Құрылымы жеңілдетілуі үшін түрлендіргіштер реакторлармен бөлінбейді, керісінше күштік трансформатордың ортақ бір орамынан қуат көзін алады. Барлық тиристорлар қысқа тұйықталудың бір соққы тогында бірдей таңдалынған.

Тиристорларды басқару кезінде бөгеуілге орнықтылығын жақсарту үшін снабберлік тиристорлармен және желілік RC-тізбектерімен үйлесімді қолданысы пайдаланудың барлық режимдерінде тиристорлық түрлендіргіштердің сенімділігін айтарлықтай арттырған арнайы драйверлер жасалған. Инверторларды аудару және сыртқы қысқа тұйықталулар режимдерінде қозғалтқыштар мен түрлендіргіштерді асқын токтардан қорғау үшін зәкір тізбекке қорғаныстық резисторлар енгізіледі.

Негізгі жетектер қарқындылықтың тәуелді задатчигімен бағынышты реттеудің екі контурлы жүйесі бойынша жасалынған. қозғалтқыштың ең жақсы қолданысы және айналу мен момент жиілігін реттеу диапазонын кеңейту үшін көтеру жетегінде екі зоналық реттеу қолданылады. Өрістің

әлсіреуі шөмішті түсіру кезінде ғана емес, көтеру кезінде де байқалады, сонымен бірге, қазу кезінде қоздыруды жылдамдату жүзеге асырылады. Бұл цикл ұзақтығын азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

СҚҚ байланыссыз ТК көмегімен қосылған сүзгінің екі шиеленісіп тұрғызылған 5-ші және 7-ші гармоникалары бар реактивті қуаттың тура компенсациясының бір сатысынан тұрады. СҚҚ-ның қолданысы электр жетектерімен тұтынылатын токтың сапасын арттырады. Бұрмалану коэффициенті $K_{и.т}=0,95$ -тен $K_{и.т}=0,99$ -ке дейін өзгереді (12-сурет).



а – СҚҚ-лы жетектің; б – СҚҚ-сыз жетектің

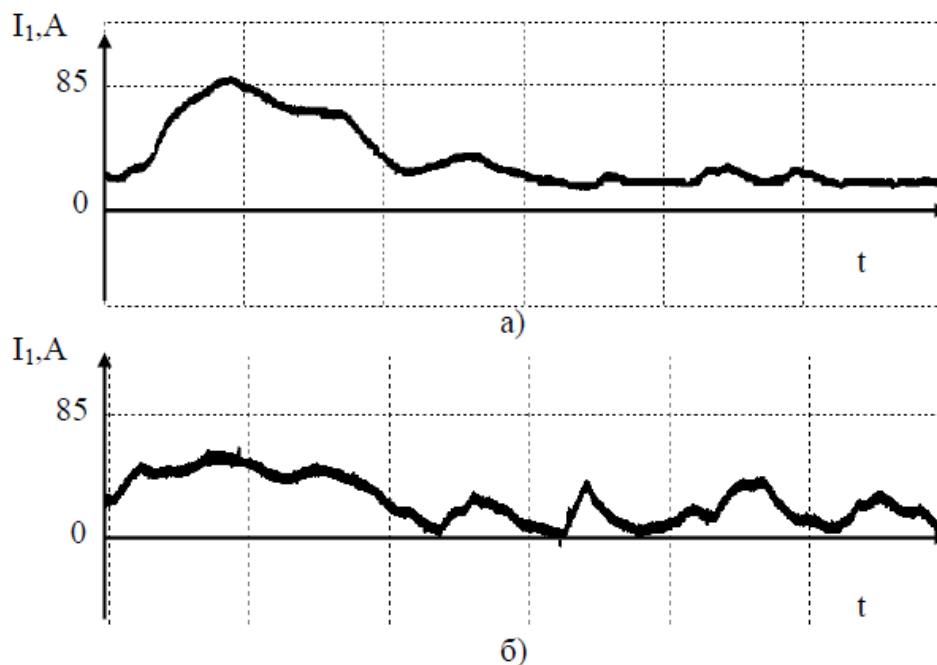
12 сурет - Трансформатордың төменгі жағындағы тұтынылатын токтар осциллограммасы

СҚҚ қосылуы негізгі электр жетектерімен тұтынылатын жиынтық токтың функциясында жүзеге асырылады. Циклдың параметрлеріне байланысты қосылу деңгейінің шамасы цикл ішінде озық, әрі артта қалған бірге жуық $K_{м} \approx 1$ қуат коэффициентінің орташа өлшемді шамасына дейін жетуі мүмкін.

Негізгі жетектердің түрлендіргіштері құрылымдық түрде сәйкес автоматтық ажыратқыштармен бірге үш шкафтар түрінде жасалынған. Бұл шкафтар экскаватор платформасының артқы алаңындағы желісіне орналастырылған (электр машиналық агрегатпен бірге). Дәл сол жерде күштік трансформатор да орналасқан. агрегат массалары мен қайта орнатылған жабдық арасындағы айырмашылықтың орнын толтыру үшін соңғысының астына салмағы шамамен 5 тонна болатын қосымша контржүк орналастырылған.

Қосымша электр жетектердің панелі тура машинист кабинасындағы экскаватор шкафының оң жағында орналасқан. Қосымша жетектер шкафының бөлігінде машина залының кіру есігінің жанында басқару мен СҚҚ реакторларының шкафы орналасқан. Температуралық режимді жақсарту үшін СҚҚ конденсаторлары машина залынан тыс баспалдақ алаңның астындағы жабық модульге шығарылған.

Тәжірибелі пайдалану барысындағы алғашқы аптада машина 120 мың тонна кенді жүктеп үзіліссіз екі ауысыммен (тәулігіне 24 сағат) жұмыс жасады. Графикпен жұмыс жасау арқылы екі ай ішінде экскаватормен автокөлік транспортына және темір жол құрылымына 300 мың тонна кен жүк артылды.



а – МУ-Г-Қ жүйесінде; б – СҚҚ-лы ТТ-Қ жүйесінде

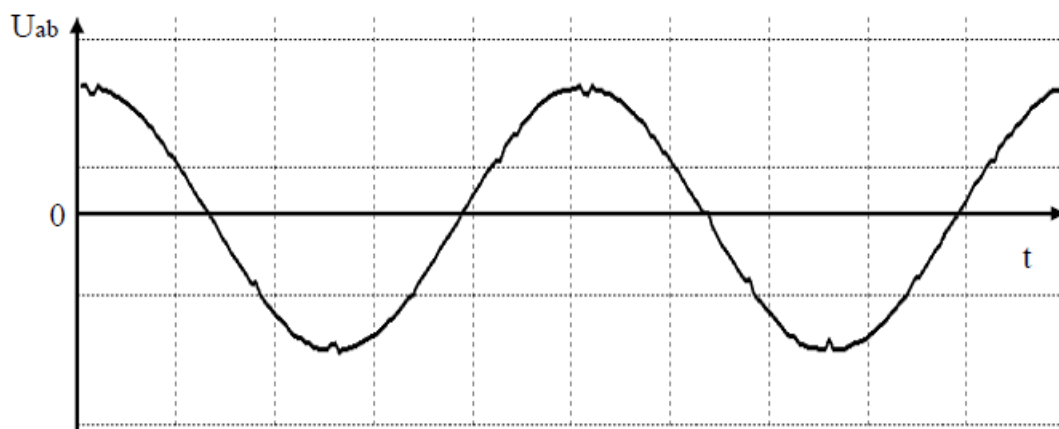
13 сурет - Трансформатордың жоғарғы жағы бойымен тұтынылатын токтың әсерлік мәндерінің осциллограммасы

Үлгілік детерминделген циклдағы (13-сурет) алдын ала салыстырмалы өлшемдер ТТ-Қ жүйелік экскаваторында қолданыстағы токты (толық қуатты) тұтыну АҚ-Г-Қ дәстүрлі жүйелік экскаваторға қарағанда 1,5 есе аз екендігін көрсетті.

Тәулік бойындағы жұмыстың ТБК-ның эксплуатациялық қызметкерімен жүргізілген ұзақ уақыттық зерттеуі.

Осы машина өнімінің тоннадағы активті қуатының меншікті энергия тұтынуы ($0.0706 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$) біркелкі жағдайда дәстүрлі АҚ-Г-Қ жүйесінің экскаваторымен ($0.1343 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$) салыстырғанда 1,9 есе аз екендігін орнатуға мүмкіндік берді.

ТТ-Қ жүйесіндегі экскаватордың желіге тигізетін әсерін бағлау мақсатында дәл сол фидерге 150 м (КГЭ-6; $3 \times 35 \text{ мм}^2 + 1 \times 10 \text{ мм}^2$ кабелі) қашықтықта жалғанған көрші экскаватордың судағы сызықтық кернеуінің осциллограммасы алынды (14-сурет). $< 5\%$ жоғары гармоникалардың бар екендігін және ГОСТ-13109 талаптарын қанағаттандыратынын бағамдайтын ТТ-Қ жүйесіндегі экскаватордың тоқтау кезіндегі кернеудің бұрмалану коэффициенті $K_{и.н.} = 0,99878$ тең.



14 сурет - Көрші экскаватор желісіндегі сызықтық кернеу осциллограммалары

ТЖҚ ТЭМТ (Тиристорлық экскаваторлық моноблоктық түрлендіргіштер) біртұтас сұлбатехникалық негізде моноблоктық орындауда тұрақты-айнымалы токтың жартылай өткізгішті түрлендіргіштер топтамасында жасалады. Топтама ақыр соңында бірде ТВ-Г-Қ жүйесі үшін қоздырғыш ретінде, бірде ТТ-Қ жүйесіндегі зәкір тізбекте тұрақты токтың күштік түрлендіргіші ретінде, енді бірде ТЖТ-АҚ жүйесіндегі айнымалы ток электр жетегінде фазалық түрлендіргіш ретінде олардың қолданушылығын анықтайтын бірқатар габариттерден тұрады. ТЭМТ түрлендіргішін басқарудың жеңілдетілген функционалдық сұлбасы 15-суретте келтірілген. Сұлбада:

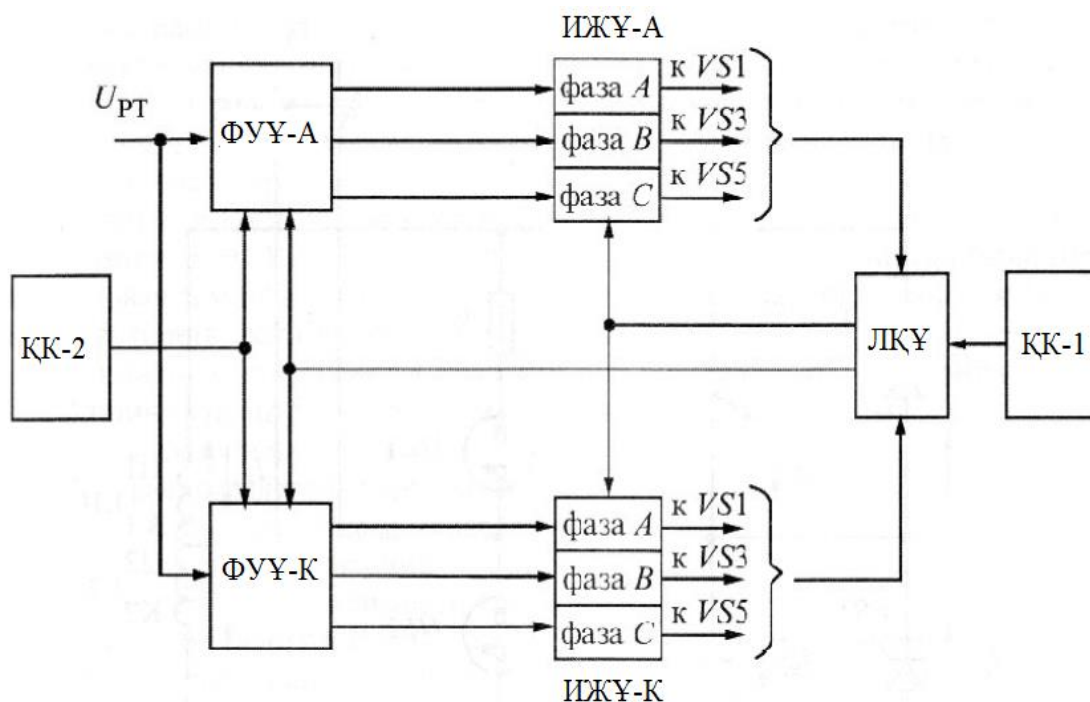
ФУҰ-А, ФУҰ-К – анодтық және катодтық тиристорлар топтарының ИФБЖ (Импульстік-фазалық басқару жүйесі) ұяшықтары;

ИЖҰ-А, ИЖҰ-К – анодтық және катодтық тиристорлар топтары үшін импульс жасаушы ұяшықтар;

ЛҚҰ – логика мен қорғаныс ұяшығы;

ҚК-1, ҚК-2 – қоректену (қуат) көздері.

Барлық габариттерде бір сұлбатехникаға, ұқсас сипаттамаларға ие моноблокта өзгертпелі элементтер болмайды.



15 сурет - ТЭМТ түрлендіргішін басқарудың функционалдық сұлбасы

Моноблок кернеуді реттейді, тежегіш режимдерде энергия рекуперациясын қамтамасыз етеді, ұқсас блоктармен тізбектей және параллельді байланыстың қуатын арттыруға мүмкіндік береді. Әрбір моноблокта өтпелі процестер қарқындылығының кіріктіріме екі сатылы тәуелді задатчик болады, қысқа тұйықталулардан, шамадан артық жүк тиелуден, сымның үзілуінен, АҚҚ-дан (автоматты түрде қайта қосылу) қорғаныс кірікітірілген, ақаулы жағдайдың диагностикасы бар. Ең басты артықшылығы ақаулы жағдай сигналы бойынша моноблоктың резервке ауысуы біліктілігі жоқ жұмысшымен жасалынады.

Бұл ретте экскаватордың жұмыс қабілеттігі 10-15 минутта қалпына келтіріледі. Бір қосалқы (запастағы) моноблок экскаватордың барлық негізгі электр жетектері үшін қажетті және жеткілікті резервтілікті (сақтық қорда сақтау) қамтамасыз етеді.

Ақаулы моноблоктарды жөндеу мен қызмет көрсету жөндеу кәсіпорнының немесе тіпті шығарушы зауыттың тұрақты шарттарында маманданған қызметшілермен жүзеге асырылады. Қызмет көрсетудің бұл құрамын жеңілдету үшін моноблоктарда оңай қолжетімді әрі ресейлік өндірістің бір элементтік базасы қолданылады. Тапсырыс берушінің тілегі бойынша күштік модульдер импорттық болуы да мүмкін.

Бір бірегейлендірілген модуль көпірлік реверсивтік түрлендіргіштен тұрады, 945x400x1800 мм өлшемдеріне, біржақты қызмет көрсетуге және қысымдық жетектің жұмысын қамтамасыз етуі мүмкін. Көтеру мен бұру жетектерінің шкафтары біртектес (ұқсас) және артқы қабырғалармен қосылған модульдер жұбымен құрылады. Соғудың ішкі шахталық екі жақты қызмет

көрсетудің шкафтары алынады. Алайда, желдеткіш көтеру шкафына ғана орнатылады.

Егер зәкір тізбектегі электрондық қорғаныс пен автоматтың шамасы келмесе, онда қоректендіру автоматтары коммутация функциясы мен қысқа тұйықталудың соққы токтарынан қорғаныстың соңғы деңгейін қамтамасыз етеді. Дегенмен, физикалық үлгідегі зерттеу кернеу бойынша үлкен қормен үйлесетін импульс түсіретін электрондық қорғаныстың тежеу кезіндегі желінің ажыратылуы салдарынан болатын инвертордың аударылудың да, ішкі қысқа тұйықталулардың сенімді түрде алдын алатынын, сондай-ақ, инверторлық режимде, түзеткіш режимдегі айтпастан-ақ, бұл қорғаныстың тиімділігін көрсетті.

Бір сұлбалық шешім топологиясын сақтаумен кең ауқымда қуаттар өнімін шығарудың технологиялық және эконмикалық мақсаттылығында өндіруші үшін түрлендіргіштер топтамасын құрудың артықшылығы байқалады.

Біреуі күштік модульдердің әртүрлі габариттерінде орналастырылатын басқару, немесе зияткерлік бөліктің құрылымы болып қалуы мүмкін. Бұл ретте тұтынушылар үшін өнімнің кең номенклатуралық қызмет көрсетуін жеңілдететін алдамшы дәл сол сұлбатехника мен бір жеткізуші ұсынылады.

Сонымен қатар, топтама біртұтас сұлбатехника негізінде тұрақты әрі айнымалы токтарда жүйе бойынша мүлдем әралуан электр жетектерін жасауға мүмкіндік береді. Мысалы, топтама нөлдік реверсивтік түрлендіргіштердің төрт габаритінен тұрсын делік: 1—15 кВт; 11—30 кВт; 111—140 кВт; 1У—320 кВт. Бастапқы екі габриттер Г-Қ жүйесінде жасалынған іс жүзінде барлық нақты экскаваторлық электрлік жетектердегі электр машинларының қоздырғыштары болуы мүмкін. Аталған габариттердің әрқайсысы да ТТ-Қ жүйесіндегі тұрақты ток электр жетегінің зәкір тізбегіндегі нөлдік реверсивтік түрлендіргіш ретінде қолданылуы мүмкін.

Түрлендіргіштер санының екі еселенген күйінде әрбір габарит ТТ-Қ жүйесіндегі тұрақты ток электр жетегі үшін дәл сол қуаттағы (анодтық және катодтық тиристорлар ортақ салқындатқышқа ие) – 15,30, 140 және 320 кВт – реверсивті көпірлі зәкірлік түрлендіргішті сипаттайды. Үш жоғарғы габариттердің төрт түрлендірігіштері кезінде ТТ-Қ жүйесі үшін екі еселенген қуатты, яғни 60, 280 және 640 кВт реверсивті қос көпірлі зәкірлік түрлендіргіштер жеңіл құрастырылады. Топтаманың аталған габариттерін ТЖТ-АҚ жүйесінде фазалық түрлендіргіштер ретінде қолдану кезінде айнымалы ток электр жетектерінің келесі қуаттары алынуы мүмкін: 35, 70, 320 және 750 кВт.

3.4 Жиіліктің статикалық түрлендіргіші – қысқа тұйықталған роторлы асинхрондық электр қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек

Техникалық сипаттамалардағы жетістік пен жартылай өткізгішті техника өндірісіндегі өрлеу (IGBT – транзисторлық модульдер мен толық басқарылатын тиристорлар) айнымалы токпен реттелетін электр жетектері үшін жиілік түрлендіргіштерінің техникалық мүмкіндігі мен экономикалық мақсаттылығын анықтады.

Эксаватордың негізгі механизмдерінің электр жетектеріне сәйкес «жиілік түрлендіргіші-асинхронды қозғалтқыш» (ЖТ-АҚ) жүйесіндегі айнымалы токтың реттемелі электр жетегі тұрақты токтың әртүрлі электр жетектерінің алдында келесі артықшылықтарға ие:

- айнымалы ток электр қозғалтқышы дәл сол қуаттағы тұрақты ток қозғалтқышымен салыстырғанда аз инерция моментіне және экскавациялаудың цикл ұзақтығын қысқартуды қамтамасыз ететін момент бойынша ықтималды асқын жүктеменің айтарлықтай жоғары коэффициентіне ие;

- коллекторлы-щеткалы аппараттың жоқтығының арқасында тоқтаусыз жұмыс уақыты ұзартылады және жөндеу мен техникалық қызмет көрсету уақыты қысқартылады;

- айнымалы токтың ендік-импульстік модуляциялы электр жетегі ТТ-Қ электр жетектерімен салыстырғанда электрмагнитік үйлесімділіктің ең жақсы көрсеткіштеріне, төмен гармоникалық бұрмалануға ие, қысқа мерзімді кернеу құлауларында жақсы жұмыс атқарады.

Айнымалы токтың реттелетін электр жетегінің негізгі ерекшеліктерін қарастырайын. Электр жетектің негізгі элементі қоректенетін желінің айнымалы кернеуін реттелетін жиілігі мен кернеуі бар айымалы кернеуге түрлендіретін жиілік түрлендіргіші болып табылады.

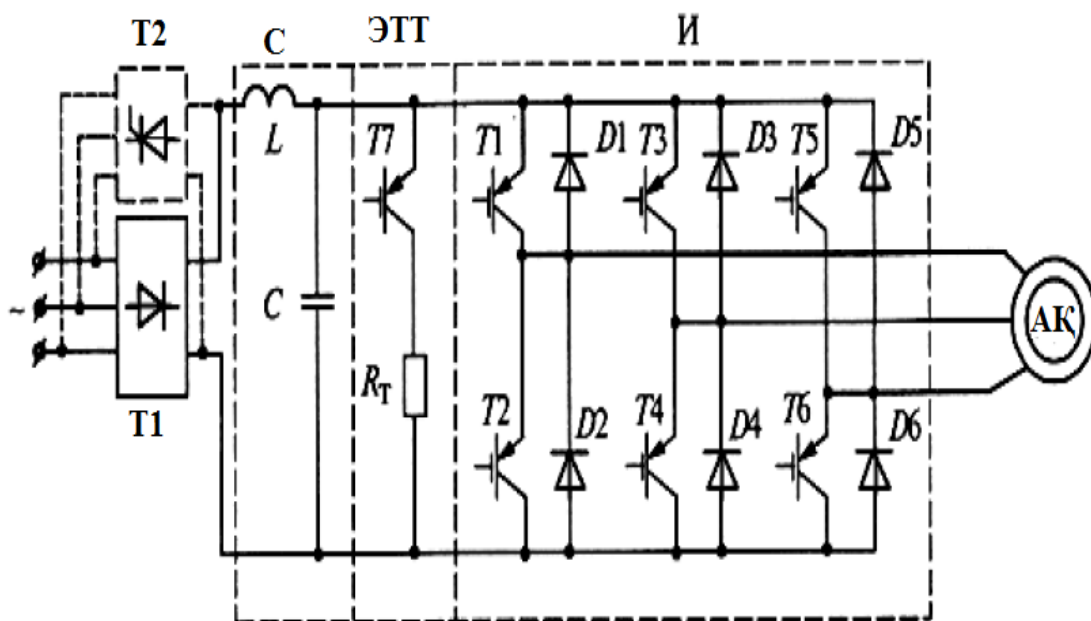
Жиілік түрлендіргішін келесі түрлерге бөлуге болады:

- тұрақты токтың аралық тізбегі мен кернеудің дербес инверторы (КДИ) бар жиіліктік түрлендіргіш;

- тұрақты токтың аралық тізбегі мен токтың дербес инверторы (ТДИ) бар жиіліктік түрлендіргіш;

- тікелей байланысты жиілік түрлендіргіші, немесе «тікелей жиілікті түрлендіргіш» (ТЖТ).

Кернеудің дербес инверторы (КДИ)(16-сурет) артынша инвертор И жалғанған тұрақты ток тізбегінде түзеткіштен Т1 және сүзгіден С (LC-сүзгі) тұрады. Кернеудің дербес инверторында тұрақты ток тізбегіндегі кернеу мен жүктемедегі кернеудің бірімәнді өзара байланысы орын алады, сол себепті де ол кернеудің қуат көзі болып табылады.



16 сурет - Жиілік түрлендіргішінің күштік бөлігінің сұлбасы

Инвертордың белсенді-индуктивтік жүктеме болып табылатын АҚ-та кернеудің қуат көзі ретіндегі жұмысы кезінде сыйымдылықтың C бар болуының арқасында АҚ мен тұрақты ток тізбегі арасында реактивті энергия алмасу қамтамасыз етіледі.

Конденсаторлардан бөлек негізгі кілтке (тиристорға немесе транзисторға Т1-Т6) параллель қосылған кері диодтар да бұл мақсатта қызмет етеді; реактивті энергияның қозғалтқыштан сыйымдылыққа C қайтарылу мезеттерінде осы диодтар арқылы ток өтеді. Инвертор шығысындағы кернеу пішіні кілттерді ауыстырып-қосу тәртібімен анықталады. LC сүзгісі түзеткіш шығысындағы кернеу соғуларын деңгейлестіруді қамтамасыз етеді. КДИ инвертор шығысындағы кернеу екі тәсілмен реттелуі мүмкін:

- тұрақты ток тізбегіндегі кернеудің өзгерісімен; бұл жағдайда басқарылатын түзеткіш қолданылады, ал инвертор қажетті жиілікті жасай отырып, фазалар коммутаторының функциясын атқарады. Мұндай ЖТ амплитуда-импульстік модуляциялы КДИ деп аталады (АИМ-лы КДИ);

- тасушы жиілік (яғни, кілттер коммутациясының жиілігі) кернеуін негізгі (шығыс) жиілік сигналына модуляциялаумен жүзеге асырылатын инвертордағы кернеуді ендік-импульстік реттеумен. Мұндай ЖТ ендік-импульстік модуляциялы КДИ деп аталады (ЕИМ-лы КДИ). Оларда, әдетте, түзеткіш Т1 басқарылмайтын болып табылады.

Басқарылмайтын түзеткішті КДИ нұсқасында (19-сурет) қоректендіруші желіге энергияны рекуперациялау мүмкіндігі болмайды. АҚ жұмыс режимінде оны генератормен қамтамасыз ету үшін басқарылатын болуы тиіс түзеткіштің екінші жинағы – Т2 орнатылады; АҚ генераторлық режимдерінде ол желімен жетектелетін инвертор ретінде жұмыс атқарады. Электр жетектің тежегіш редимдерінде рекуперацияның орнына динамикалық тежеу

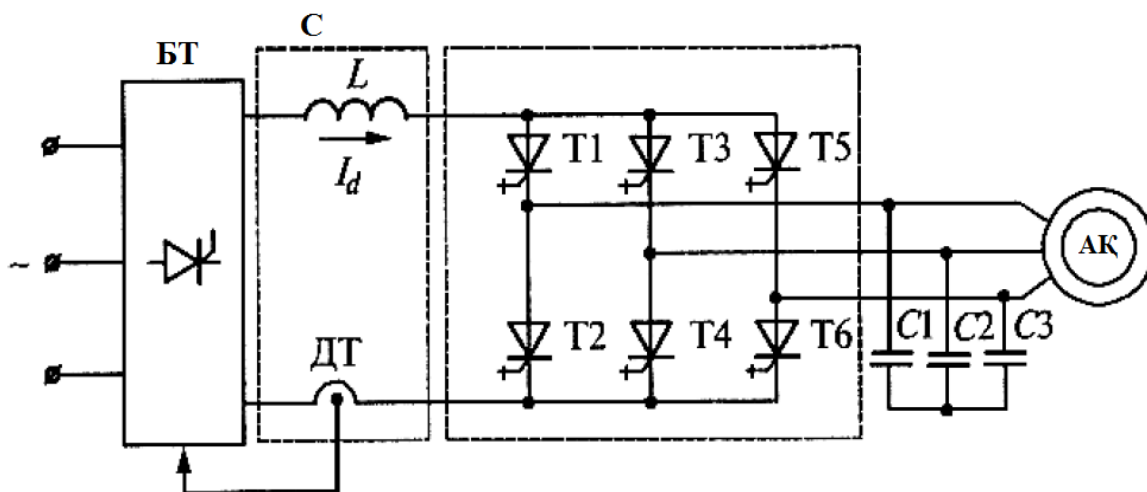
қолданылуы мүмкін; бұл жағдайда «энергияны түсіру түйіні» ЭТТ қарастырылады, атап айтқанда, сыйымдылықтағы кернеудің шекті ұйғарымды шамадан асқан кезде ашылатын Т7 тиристорлық кілтті кедергі Rт (резистор) орнатылады.

КДИ кемшіліктері:

- сүзгі сыйымдылығының жоғары талап етілетін мәні мен конденсатордың сәйкес габариттері;
- тежегіш режимдерді қамтамасыз етудің қиындығы.

Токтың дербес инверторында ТДИ (17-сурет) басқарылатын түзеткіш БТ ток көзі режимінде жұмыс істейді, ал инвертор И талап етілетін шығыс жиілігін жасай отырып, фазалар коммутаторының функциясын атқарады.

Сүзгі С реакторы түзетілген ток соғуларының деңгейлестірілуін қамтамасыз етеді. ТДИ-да тұрақты ток тізбегіндегі ток жүктеме тогымен бірмәнді тәуелділікте байланысқан, яғни КИД токтың қуат көзі болып табылады. Инвертор шығысы мен Т1-Т6 кілттеріндегі белсенді-индуктивтік жүктемеде коммутация кезінде жол берілмейтін асқын токтар, өздік индукцияның шартты ЭҚК пайда болуы мүмкін.



17 сурет - БИЖ күштік бөлігі

Олардың шектелуіне не кілттер коммутациясы сұлбаларында – жартылай басқарылатын құралдарды пайдалану жағдайында, немесе толық басқарылатын кілттерді (кілттенетін транзисторларды) қолдану жағдайында – жүктеме тізбегінде сыйымдылықтарды орнатумен қол жеткізіледі.

ТДИ-нан қуат алатын электр қозғалтқыштың генераторлық режимге ауысуы кезінде түзету режиміне өтетін инвертордың ЭҚК-қарсы бағыты өзгереді.

Бұл тұрақты ток тізбегіндегі түзетілген токтың I_d артуына себепші болады; алайда, түзеткіш қамтылған ток бойынша күшті теріс кері байланыстың есебінен ток дәл сол деңгейде сақталады, ал түзеткіш желімен

жетектелетін инвертор режиміне ауыстырылады, сол себепті қоректендіретін желіде энергияның рекуперациясы болады.

Сонымен, ТДИ тежегіш режимдер оңай жүзеге асырылады. ТДИ басқа артықшылығы тұрақты ток тізбегіндегі конденсатор батареясының жоқтығы болып табылады.

ТДИ кемшіліктері:

- инвертордың күштік сұлбасын күрделендіруге және қозғалтқыштарды оқшаулаудың жоғары талаптарын қоюға мәжбүрлейтін негізгі элементтердегі ток күшінің артып кетуі;

- сүзгі реакторының елеулі габариттері мен массасы;

- Басқарылмайтын түзеткіш кірісіндегі ЕИМ-КДИ-мен салыстырғанда қуаттың айтарлықтай төмен коэффициенті, және қуат коэффициентін арттыру үшін СҚҚ орнатудың қажеттілігі;

- токтың сатылы формасы, төменгі жылдамдықтардағы «қадамдық» режим.

Тікелей байланысты жиілікті түрлендіргіш ТЖТ (18-сурет) шығысында фазабойынша 120° ығысқан жиілігі ω бар және қоректендіруші желінің синусоидалар бөлігінен тұратын үш синусоидалық кернеуді жасайтын реверсивті басқарылатын түзеткіштің РБТ үш жинағынан тұрады. ТЖТ-ның артықшылығы энергияның бірінші реттік түрлендірімі болып табылады, өйткені тұрақты токтың аралық тізбегі жоқ, сондықтан да оның ПӘК КДИ мен ТДИ инверторларына қарағанда жоғары болады.

ТЖТ кемшіліктері:

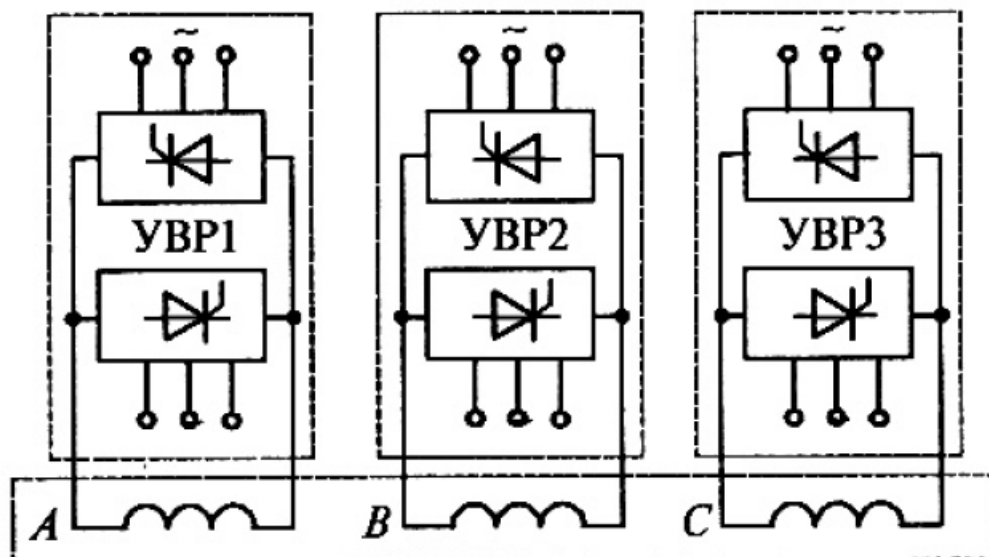
- кернеу мен токтардың жоғары гармоникаларының айтарлықтай жоғары құрамы;

- басқарылатын түзеткіштердің бар болуы салдарынан аз жиіліктер аумағындағы (ТДИ үшін де) қуаттың төмен коэффициенті;

- қоректендіруші желі жиілігіне жиілікті алудың іс жүзінде мүмкін еместігі; ТЖТ-ның қанағаттанарлық жұмыс сапасы қоректендіруші желі жиілігінен 0,5 төмен болатын жиіліктерде қамтамасыз етіледі;

- КДИ мен ТДИ салыстырғанда күштік вентильдердің көп саны.

Эскаваторлардың негізгі механизмдері үшін қажетті статикалық және динамикалық режимдердегі электр жетегін басқарудың жоғары сапасын алу үшін машинаның айналу моментін анықтайтын ток пен магнит ағынына тікелей әсер ету мүмкіндігіне ие болу керек. Тұрақты ток машиналарында – тұрақты ток машинасының құрылымын анықтайтын өзгеріссіз фазалық бағытқа ие болғандықтан, зәкір тогы мен магнит ағыны (қоздыру тогы) электр жетегін басқару жүйесіне тікелей енгізіле алады.



18 сурет - Тікелей байланысты түрлендіргіш

Қысқа тұйықтаулы роторлы асинхронды электр қозғалтқыштарында токтар және статор мен ротордың ағын іліністері әртүрлі бұрыштық жылдамдықтармен айналады, уақыт бойынша өзгертін әртүрлі фазалық параметрлерге ие болады және тікелей өлшеулер мен басқаруға көнбейді.

Асинхронды электр қозғалтқышта жұмыс кезінде амплитуда бойынша да, фаза бойынша да өзгертін тек статор тогы ғана оңай басқарылатын айнымалы болып табылады. Сондықтан да асинхронды электр қозғалтқыштарын басқару үшін статор тогының амплитудасына, әрі фазасына да ықпал ету қажет. Бұл векторлық басқару жүйесін қамтамасыз етеді.

Векторлық басқару қағидаты – басқару негізгі айнымалы күйлердің (статор тогының векторы, ротор тогының векторы, ротор ағынының векторы, машинаның негізгі ағынының векторы) векторлары бойынша орындалады.

Электр жетектің тағайындалуына байланысты бұл айнымалылардың біреуін айналмалы координаталар жүйесі үшін тірек ретінде таңдайды.

ЖТ-АҚ жүйесінде көп жағдайда негізгі ағын ілінісінің модулі тұрақтандырады, ал қозғалтқыш моментінің момент құрушы статор тогы жасаушысына әсерін басқарады. Бұл жасаушы статор тогының координаталардың айналушы жүйесінің негізгі ағын ілінісінің осінің перпендикуляр осіне кескіні (проекция) болып табылады.

Векторлық басқару жүйесін іске асыру әртүрлі функционалдық блоктарды пайдаланумен орындалады. Мұндай жүйенің базалық (негізді) элементі көрсетілген айнымалы күйлер сигналдарын статор және ротормен тығыз байланысқан координаталар жүйесінен айналмалы координаталар жүйесіне түрлендіретін координаталар түрлендіргіші – «векторлық түрлендіргіш» болып табылады.

Векторлық басқару жүйесі жоғары дәлдікті электр жетектің динамикалық жүйелері үшін ерекше маңызға ие ТТ-АҚ электр жетегінің ең

жақсы статикалық және динамикалық сипаттамаларын алуға мүмкіндік береді; бұл ретте экскаваторларда қолданылатын электр жетегін автоматты реттеу жүйесінің құрылымы мен элементтік базасы толығымен пайдаланылуы мүмкін. Векторлық басқару жүйесінің қызмет етілуі үшін айнымалы күйлердің ағымдағы мәндері туралы анық ақпарат талап етіледі.

Талап етілетін ақпаратты алу тура жолмен Холл элементтеріндегі магнит ағынының векторлық құрылғы көрсеткіштерінің (датчик) немесе электр қозғалтқыш статорындағы қосымша орамдар негізінде магнит ағынының векторлық құрылғы көрсеткіштерінің (датчик) көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Айнымалылар күйінің ағымдағы мәндері туралы ақпаратты жанама түрде, мысалы, күрделі математикалық құрылымға ие жағдай «бақылаушылары» мен идентификаторлары көмегімен де алуға болады. Осыған қарамастан, өңделген бағдарламалары мен есептеуіш құрылғылар интеграциясының жоғары дәрежесінің арқасында магнит ағыны ілінісі векторының дәл осы жанама идентификациясы кеңірек таралды.

Айнымалы токтағы экскаваторлық электр жетекті жасаудың ең үлкен қиындығы – экскаваторлық орындауда айнымалы токтың арнайы электрлік машиналарының жоқтығы.

3.5 Электр жетек нұсқасын таңдаудың негіздемесі

Жоғарыда баяндалғандардан қорытынды шығаруға болады.

ЭКГ-5 топтамасының қолданыстағы экскаваторын жаңғыртудың (жаңарту) ең тиімді нұсқасы «Рудоавтоматика» ААҚ өндірісіндегі ТЭМТ маркалы күштік түрлендіргіші бар тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесіндегі электр жетегі болып табылады деп қорытынды жасауға болады. Бұл келесі себептерге негізделген:

- экскаватордың құрылымына елеулі өзгерістер енгізу талап етілмейді;
- жөндеу мен машинаның тоқтап қалу уақытын қысқартуға мүмкіндік беретін түрлендіргіштің блоктық-модульдік құрылымы;
- электр энергиясы шығындарының азаюы.

4. Өмір тіршілік негіздері

4.1 Еңбек қорғау бойынша ұйымдастыру және техникалық шаралар

Еңбекті қоғамдық ұйымдастыру ұғымын терең түсіну үшін кейбір бастапқы ережелерді қарастыру қажет. Бұл, ең алдымен, материалдық және рухани игіліктерді жасауға бағытталған адамның мақсаты қызметі ретіндегі еңбектің сипаттамасы. Бұл жағдайда әңгіме еңбек процесінің өзі туралы, адам мен табиғат арасындағы қатынастар туралы болып отыр. Адамның мақсатты қызметі, еңбектің мәні (бұл қызметтің неге бағытталғаны) және өндірістің заттай элементтері, яғни еңбек құрал-жабдықтары ретінде еңбекті біріктіру еңбектің ұйымдық-техникалық сипаты туралы түсінік береді. Екінші жағынан, кез келген қоғамдық өндіріс адамдардың бірлескен, ұжымдық қызметін көздейді. Бұл ретте әңгіме өндіріс процесіндегі адамдар арасындағы қатынастар туралы болып отыр. Адамдардың бірлескен еңбек процесіндегі олардың еңбегін пайдалану жөніндегі адамдар арасында қалыптасқан барлық қатынастардың жиынтығы еңбекті қоғамдық ұйымдастыру (қоғамның немесе жеке кәсіпорын ауқымында) ұғымы туралы түсінік береді. Бұл орайда өндірістің техникалық жарақтануына адамдардың бірлескен қызметінің тиімділігі байланысты болады.

Еңбекті қоғамдық ұйымдастыру элементтері қатарына мыналар жатады: қоғамның еңбек ресурстарының болуы мен олардың жай-күйі, еңбекті бөлу мен кооперациялау, еңбек тәртібін қамтамасыз ету және бірлескен еңбек процесін басқару, еңбек шараларын және өндірістің басқа да жағдайларын белгілеу, өндірілген өнімді бөлу тәртібі мен осы процеске өндірушілердің өздерінің қатысу деңгейі, жұмыс күшін ұдайы ұлғайту.

Еңбекті қорғауды басқару жүйесі ұйымдастырушылық, техникалық, жылутехникалық, санитарлық-гигиеналық, биологиялық, физикалық және басқа да ережелер мен қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын қорғауға бағытталған шаралар мен критерийлерді белгілейді және міндетті түрде:

- кәсіпорын мен оның бөлімшелерінде еңбектің қорғалуын ұйымдастыруға жауапты тұлғаларды тағайындауды;
- түрлі жұмыс орындары үшін (кеңсе қызметкерлерін қоса алғанда) қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулықтардың әзірленуін;
- қауіпсіздік техникасы, қоршаған ортаны қорғау, өндірістік санитария мен өрт қауіпсіздігі бойынша нұсқама жүргізу тәртібін;
- қызметкерлердің кәсіби дайындығын, физикалық жай-күйін, денсаулық жағдайын ескере отырып, іріктеу бойынша жұмыстарды ұйымдастыруды;
- кәсіпорын қызметкерлерінің қауіпсіздік техникасы мен өндірістік нысандарды пайдалану ережелері бойынша барлық талаптар мен нұсқаулықтарды сақтауын бақылауды жүзеге асыруды қарастыруы тиіс.

Еңбекті қорғау жөніндегі жұмыстарды ұйымдастыру мыналарды көздейді:

а) жоғары буындағы басшылық пен ұйым мамандарының, бөлімшелер мен қызметкерлердің арасында еңбекті қорғау бойынша міндеттер мен жауапкершілікті бөлуді;

б) қызметкерлер мен олардың өкілдерінің еңбекті қорғауды басқаруға қатысуын;

в) қызметкерлерді оқыту мен даярлауды;

г) еңбекті қорғау қызметін ұйымдастыруды;

д) еңбекті қорғауды басқару жүйесінің құжаттамасын әзірлеу рәсімдерін жасауды;

е) еңбекті қорғау жөніндегі ақпаратты жинау және жөнелту процесін жүргізуді.

Қабылданған тұжырымдаманың негізінде еңбекті қорғауды қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстарды ұйымдастырудың аяқталуы:

а) ұйымның онда еңбекті қорғауды қамтамасыз ету жөніндегі мақсатын жасап айқындауға;

б) еңбекті қорғауды қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстарды жоспарлау;

в) қажетті ресурстарды бөле отырып, талап етілетін еңбекті қорғау және еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі жұмысты ұйымдастыруға, сондай-ақ персоналды тиесілі даярлауды жүзеге асыруға;

г) өндірісті басқару кезінде алған ақпаратты талдау мен еңбек жағдайын бақылауды жүзеге асыру;

д) алынған ақпаратты талдаудың нәтижесінде анықталған қауіпсіз еңбек жағдайлары талаптарынан ауытқушылықтарды жою жөніндегі тиісті іс-шараларды әзірлеуге және тиісті шешімдер қабылдауға;

е) анықталған талап етілетін қауіпсіз еңбек жағдайлары талаптарынан ауытқуларды жою жөніндегі іс-шараларды іске асыруға, сондай-ақ бұрын қабылданған жоспарларды түзетуді жүзеге асыруға, персоналды даярлауды жақсартуға және олардың деңгейін көтеруге, басқа, неғұрлым білікті жеткізушілер мен мердігерлерді таңдауға мүмкіндік береді.

Басшылық, еңбек қорғау жұмыс ұйым шаралары, және сонымен қатар олардың жағдайы директорға және зауыттың бас инженеріне жүктеледі, ал жобаланатын аумақта есептегіш орталығы бастығына жүктеледі. Еңбекті қорғау ұжымы үшін шихта дайындау аумағында еңбек қорғау кабинеті бар, бір штатты бірлік инженері техника қауіпсіздігі және еңбек қорғау, жобалау аумағында – еңбек қорғау бұрышы.

Оператор жұмысына келесілерге рұқсат етіледі, техника қауіпсіздігі нұсқауын өткендер. Жобаланатын аумақта келесі нұсқаулар түрі қарастырылады.

1) кіріспе нұсқаудың негізгі мақсаты жұмысшылардың жалпы зауыттың техника қауіпсіздігі (ТҚ) ережелерімен танысуы және өндірістік санитария ережелерімен танысуы, ішкі жұмыс уақыты ережелері және негізгі құқықтары ережелерімен танысуы. Бұл нұсқауларды еңбекті қорғау инженері жүргізеді және де жұмысшының мамандығына, біліктілігіне, қызмет етуіне, біліміне және қызмет орнына қарамайды, екі сағат уақыт көлемінде жүргізеді.

2) жұмыс орнында нұсқауды шебер жүргізеді, әрр адаммен бөлек, нақты мамандыққа еңбек қорғаудың ағымдағы нұсқауларымен таныстыру мақсатында.

3) ағымдағы нұсқауды өте жоғары қауіптілік жұмыстарды өндіру алдында өткізеді, бұларға кезекті демалыс уақыты бөлінеді.

4) кәсіптілігіне қарамастан барлық жұмысшыларға қайта нұсқау жүргізіледі. Бұл нұсқаулар кем дегенде жарты жылда бірден кем емес, және ол топтық немесе жеке болып, мақсатты аумақтағы ТҚ ережелерін бұзу сипаттамасына байланысты жүргізіледі.

5) жоспардан тыс нұсқаулар ТҚ нұсқауларына байланысты өткізіліп отырады, процесс немесе құрылғы ауыстырылған жағдайда, еңбек ұйымы және шарттары өзгерген жағдайда, жұмысшының ТҚ бұзған жағдайда, жұмыстан екі айға дейін босатылған жағдайларда жүргізіледі.

Еңбек қорғау заңдылықтарын техникалық мемлекет басқарушы инспекторы қарайды, мемлекеттік санитарлық инспектор және жергілікті кәсіподақ комитетінің инспекторы қарайды.

Есептегіш орталықта ай сайын ТҚ бұзу туралы ақпараттық қағаздардың шығарылуы, дәріс оқытылуы, стенттерді рәсімдеу шараларын жүргізу қарастырылған.

Техникалық шаралар

1. Оператор – технологтың жұмыс орнын ұйымдастыру

Оператордың жұмыс орны былай жобаланған, жұмыс жасаушының шаршауы минималды жинақталуы қажет. Оператор қалауына байланысты тұрып немесе отырып жұмыс жасауына болады. Оператор орындығының айналмалы және биіктелуі, арқаның шалқайуы қарастырылады.

Оператор пульты СН-245-41 шаршарына сәйкес жеткілікті жарықтануы қажет. Сым көрінбейтін, сонымен қатар жарықтандыру комбинациясының орнатылуы қарастырылады, өйткені жұмыс үзіліссіз жүргізіледі. Яғни күндізгі уақытта жарықтану табиғи жарықпен, ал түнгі уақытта жарық түсіру лампа жарығымен, қажет болған жағдайда үстелге қойылатын лампа орнатылады. Тікелей күн сәулесінен қорғау үшін терезелерге жалюзи орнатылуы қарастырылады.

Бөлме жалпы ауысу желдеткіштермен орнатылған, ал аппаратураның жұмыс істеу орнында тарту желдеткішімен орналастырылған.

Қысқы уақытта бөлме жылытылады.

2. Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Қызмет көрсетушілердің электр тогына түсу мүмкіндігі алдын-алу мақсатында, 1000 В-қа дейін құрылғылар электр қорғау талаптарына сай келесі ұйымдық және техникалық шаралар жүргізілуі қажет:

1) аппаратураны қызмет көрсететін және жөндейтін адамдар, 1000 В-қа дейін құрылғыларда электроқорғаныстың 3 тобына ие болуы қажет, жеке өзі қызмет көрсеткен жағдайда.

2) қызмет көрсетушілер (оператор) – 2 топын.

3) барлық бөлме контурында жерлену шиналары қойылуы қажет.

4) барлық металлургиялық қондырғылар жерлендірілуі қажет, ал электр құрылғы корпусы жерлендіру тростары жеріне қосылуы қажет, техника қауіпсіздігі ережесіне сай.

4.2 Электр тогының адамға әсері. Статикалық электрленуден қорғану шараларын таңдау

4.2.1 Электр тогының адамға әсері

Кез-келген кернеуде тұрған электр құрылғысы адам өмірі үшін қауіп тудырады. Оқшауланбаған сымдар мен электр қондырғысының ток жіберетін бөліктеріне жақындаған адам электр тізбегіне қосылған кернеуге түседі. Кернеу әсерімен оның денесінен адам ағзасының қалыпты жұмысын бұзатын электр тогы өтіп, соның салдарынан адамның денесі құрысып-тартылып, дем алуы тоқтап, жүрек қағысы тоқтайды. Адам денесінің бір бөліктері күйіп, ол ауыр күйік жарақаттарын алады. Адам өмірі тоқтайды, не болмаса ол мүгедек болып қалады.

Адам денесінен өтетін ток қаншалықты көп болса, ол соншалықты оның өміріне қауіпті!

Адам токқа түсіп қалған ток кернеудің жоғары болуына байланысты. Қауіпсіз деп 12 вольтті кернеу саналады. Ал өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығында, және тұрмыста біршама кеңінен таралған электр желілері 220 - 380 вольтті (220 вольт – жарықтандыру және тұрмыстық асапаптар үшін, 380 вольт – үш фазалы электр қозғалтқыштары үшін). Бұл кернеу экономикалық жағынан үнемді, бірақ адам үшін қауіпті. Көптеген өмірге қауіпті жазатайым оқиғалардың көбі 220-380 вольтті кернеуге түскен адамдардың оқиғаларына байланысты болған. Электр тогының қауіпті адам ағзасында электр тогын қашықтыққа сезетін арнайы мүшесі жоқ. Электр тогы түссіз, иіссіз және шусыз әсер етеді. Электр қондырғысы кернеуде немесе токта тұрғандығын арнайы приборлардың көмегінсіз сезу қиын. Бұл адамдардың қауіпті көбінесе сезінбей, қажетті қорғаныс шараларын қолданбауына әкеп соқтырады. Адам денесінен өткен электр тогы биологиялық, электролитті, механикалық және термикалық әсер етеді.

Тоқтың термиялық әсері дененің кейбір жердегі күйік қан тамырларының, нервтердің, қанның қызып кетуінен білінеді. Тоқтың электрлік әсері қанның және организмнің басқа да сұйықтықтардың ыдырауына байланысты. Олардың физикалық-химиялық құрамының біраз бұзылуын туғызады. Тоқтың биологиялық әсері-органикалық тірі жасушалардың қызуы нәтижесінде буындар тартылып қалады, сонымен қатар жүрек пен өкпе қысылады, нәтижесінде қан айналу мен тынысалу органдарының жұмысы нашарлайды, тіпті олар жұмысын тоқтату да мүмкін.

Электр токтың әсері 2 түрлі жарақатқа әкеледі:

1. Электрлік жарақат.
2. Электрлік тоқ соғу.

Электрлік жарақат тоқ әсерінен тірі жасушаларының тек кейбір жерлерін жарақаттайды. Оның түрлері:

1. Электрлік күйю.
2. Электрлік белгілер.
3. Терінің металдануы.
4. Электроофтальмия.
5. Механикалық жарақаттар.

1. Электрлік күйю ең көп таралған электржарақат. Оның екі түрі бар: тоқты, доғалы. Күйіктің 4 дәрежесі болды:

1. терінің қызаруы
2. көпіршіктің пайда болуы
3. терінің барлық қабаттарының жансыздануы
4. жасушалардың өліп жиналуы

2. Электрлік белгілер. Адам денесінде сұры және күлгін сары түсті дақтар пайда болады. Белгілері жырық, соғулар, дақ түрінде кездеседі. Электрлік белгілер ауырмайды және емдеуге жеңіл.

3. Терінің металдануы. Электрлік доға нәтижесінде ыдыраған металдың кішкентай бөліктері терінің жоғары бөліктерінде жиналады. Олар қысқа тұйықталу және рубильниктердің сөнуі нәтижесінде пайда болады.

4. Электроофтальмия - электрдоғаның интенсивті әсерінен көздің зақымдалуы.

5. Механикалық - адам денесі арқылы өткен тоқтың әсерінен буындардың тартылуы.

Электрлік тоқпен соғу нәтижесінде: жүрек жұмысы тоқталуы мүмкін; тыныс алу тоқталуы мүмкін; электрлік шок болуы мүмкін.

Электр тогының адамдарға әсер етуіненің салдары мен сипаты келесідей факторларға байланысты:

1. Адам денесінің тоққа қарсы кедергіге;
2. Тоқтың шамасы мен кернеуіне;
3. Электр тогының әсер ету ұзақтығына;
4. Тоқтың адам денесіндегі жолына;
5. Электр тогының жиілігі және оның тегіне;
6. Қоршаған орта жағдайына.

Адам денесі электр тогының өткізгіші болып табылады. Электр тогына кедергі қасиетін көрсететін тері, сондықтан адам денесінің кедергін ең басты тері кедергісімен анықталады.

Адам терісі құрғақ және жарақаттанбаған болса, қарсыласуы 3-100 дейін кОм шамасын береді. Ал терінің ішкі қабырғалары 300-500 Ом қарсылықты құрайды. Ол қоршаған орта күйіне және электр тізбегіне байланысты.

Тоқ ұзақ соқса ауыр жарақатқа, кейде өлімге алып келеді. Ұзақ тоқ соғу әсерін эмпирикалық формуламен есептеуге болады:

$$J_n = 50/t$$

мұнда, I_n - адам денесіне өткен ток, t – уақыт
Мұны есептеу қорғаныс құралдарын пайдалану үшін қажет.

4.2.2 Статикалық электрленуден қорғану шараларын таңдау

Статикалық электр тогынан қорғанудың осы статикалық электр тогынан қорғанудағы өнеркәсіптік қауіпсіздіктің жалпысалалық талаптары жобаланатын, қайта жабдықталатын және жұмыс істеп тұрған қауіпті өнеркәсіп нысандарына таралады.

Статикалық электр тогынан қорғану шаралары А, Б, В және Е дәрежелі жарылыс және өрт қауіпті өндіріс орындарының В-1а, В-1, В-1б, В-1г, В-11, В-11а, 11-11, 11-11а, 11-111 санатты сыртқы қондырғыларына жүргізіледі. Аталған санаттарға жатпайтын өндіріс орындарында статикалық электр тогынан қорғану шаралары, өндірісте қызметкерлердің статикалық электр тогынан зақым алу қаупі бар кезде жүргізіледі.

Жаңа технологиялық процестерді, техникалық құрылғыларды дайындау жұмыстары, өнеркәсіптік өндірістерде заттардың қауіпті электрлендірілуін болдырмауын есепке ала отырып жүргізіледі. Жобалауға арналған алғы шарттарда келесі мәліметтер көрсетіледі:

1) берілген өндірістегі қолданылатын және өндірілетін заттардың салыстырмалы көлемдік немесе беттік электрлік кедергісінің мөлшері;

2) қауіпті статикалық электрдің пайда болуын болдырмау талаптары, алынатын өнімнің, оның сапасын өзгертпейтіндей қалыпта, оның салыстырмалы көлемдік немесе беттік электрлік кедергісін төмендету үшін статикалық электрге қарсы заттарды пайдалану мүмкіндігі.

Статикалық электр зарядтары, заттардың сығылуы, майдалануы (шашырауы), денелердің, сұйық қабаттардың немесе түйіршік материалдардың өзара түйісуі, салыстырмалы қозғалысы, олардың кристалдануы және булануы кезінде пайда болады. Статикалық электрдің қауіпті мөлшерінің қордалану мүмкіндігі, оның пайда болу жиілігімен, сонымен қатар, зарядтар қозғалысының шарттарымен анықталады. Технологиялық жабдықтарда зарядтардың пайда болуы, ондағы өңделетін заттардың, жабдықтардың бөлшектерінің материалдарының, технологиялық процестің физикалық-химиялық қасиеттерімен анықталады. Зарядтардың ағынының пайда болу процесі, негізінен өңделетін заттардың, қоршаған ортаның және жабдықтардың материалдарының электрлік қасиеттерімен анықталады. Меншікті көлемдік кедергісі 10^5 Ом/м мөлшерінен төмен болатын заттар мен материалдар, егер олар шашырамаса немесе себеленбесе электрмен зарядталмайды.

Өндірістегі жабдықтарда, өңделетін заттарда, адамдардың үстінде электр разрядының қауіпті ұшқындарының пайда болуының алдын алу үшін, өндіріс ерекшеліктерін ескере отырып, пайда болған статикалық электр

зарядтарының қауіпсіз ыдырауын қамтамасыз ететін келесі шаралар қарастырылады:

1) жабдықтар мен коммуникацияларды жерлендіру арқылы зарядты ауытқыту, адам денесін тұрақты түрде жерлендіргішпен электр арқылы түйістіруді қамтамасыз ету;

2) меншікті сыйымдылықты және беттік электрлік кедергіні азайту арқылы зарядтарды ауытқыту;

3) радиоизотопты, индукциялы және басқа да бейтараптандыруларды қолдана отырып зарядтарды ыдырату.

Статикалық электр зарядының пайда болу жиілігін азайту үшін:

1) барлық, технологиялық мүмкін жерлерде, жанғыш газдарды түйіршікті сұйық және қатты бөлшектерден, ал сұйықтықтарды – ерімейтін қатты және сұйық қоспалардан тазалау;

2) өндіріс технологиясы қажет етпейтін жерлерде шашырау, майдалау, бүркіп шашуды болдырмау;

3) аппараттар мен тасымалдау магистралдарындағы материалдардың қозғалу жылдамдығын, жобада көрсетілген мөлшерлерден аспайтындай етіп таңдау керек.

Статикалық электр заряды пайда болуы мүмкін жарылыс қауіпті өндірістерде технологиялық және тасымалдау жабдықтары (аппараттар, ыдыстар, машиналар, коммуникациялар және тағы басқалары) электр кедергісінің меншікті сыйымдылығы 10^5 Ом/м мөлшерінен артық емес материалдардан жасалады. Егер заттарды шашпай және бүркіп сеппей өңдеу және тасымалдау кезінде, электр кедергісінің меншікті сыйымдылығы 10^5 Ом/м мөлшерінен кем болатын материалдардан жасалған электрлі өткізгіш жабдықтар қолданылған болса, онда бұл жағдайда статикалық электрден қорғану шараларын қарастырмауға болады.

4.3 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу

4.3.1 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Өрт қауіпсіздігі - бұл еңбекті қорғаудың бір бөлімі, мұнда өрттің пайда болуының алдын-ала жою шарттарын үйретеді, бір сөзбен айтқанда адамдардың жалпы және мемлекеттік мүліктердің және жеке заттарының, өрттен қорғайтын мүмкіндігі.

Өрт – бұл адам өміріне және денсаулығына, материалдық шығын әкелетін жалпы және мемлекеттік назардағы, ешқандай бақыланбайтын жану. Өрт қауіпсіздігінің белгілі көрсеткіштері бар, әрбір объектідегі факторларға байланысты. Өрттің қауіпті факторлары, бұл адамдардың қаза болуына немесе шығынға және жарақатқа, материалдық құндылықтарға әсер ететін фактор. Қауіпті факторларға мыналарды жатқызуға болады.

Төменде өрттің қауіпті факторларының шекті мәні келтірілген:
Ортаның температурасы -70°C
Жылулық сәулелену – 500 Вт/м^2
Көмір тотығының құрамы – $0,1\%$
Екі тотықты көміртегінің құрамы – 6%
Оттегінің құрамы – $< 17\%$

Электр қондырғыларына қойылатын өрт қауіпсіздігінің талаптары

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

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

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

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

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

6) Электр қондырғыларын пайдалану кезінде тиым салынады:

- шығарған-кәсіпорындардың кепілдемелеріне (нұсқамаларға) сәйкес келмейтін немесе өртке әкеп соқтыратын ақауы бар электр аппараттары мен аспаптарын пайдалануға, сонымен бірге бүлінген немесе қорғану қасиетін жоғалтқан кабельдер мен сымдарды пайдалануға;

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

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

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

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

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

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

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

- қорғану плафондарынсыз электр шырақтарын пайдалануға.

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

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

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

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

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

4.3.2 Өрт сөндіру жүйесін есептеу

Өрт сөндіру орынына суды жеткізу үшін өрт сөндіру автокөліктерінің керекті санын есептеу әдістемесі.

Егер құрылыс ошағы жануға бейім болса, ал су көзі құрылыс ошағынаналыс қашықтықта орналасқан жағдайда, онда қолжетер желінің құрылысына көп уақыт кетеді, ал өрт аз уақыт ішінде күшейіп кетеді. Бұл жағдайда суды автоцистернамен жақын организациядан жеткізген жөн. Кез-келген нақты жағдайда мүмкіндігінше тактикалық шешім қабылдау керек, өрттің жану ұзақтығы мен алған көлемін назарға алып, су көздеріне дейінгі ара қашықтықты және өрт сөндіретін көліктердің жылдамдығын, гарнизонның ерекшеліктерін білу қажет.

Егер суды алудың қиындығы және суды нашар шарттарда жеткізудің техникалық жағдайларының жоқтығы туындайтын болса және су көздері екі шақырымнан қашық орналасса су жеткізу қарастырылады

$$N_{АЦ} = \frac{2 \cdot \tau_{сл} + \tau_{зан}}{\tau_{шығ}} + 1 \text{ (шт.)}, \quad (4.3.1)$$

АЦ-ның су көзін дейінгі немесе одан кері қайту уақыты.

$$\tau_{сл} = \frac{L \cdot 60}{V_{козг}} \text{ (мин.)} \quad (4.3.2)$$

АЦ-ны сумен толтыру уақыты.

$$\tau_{кор} = \frac{W_{цис}}{Q_n \cdot 60} \text{ (мин.)} \quad (4.3.3)$$

АЦ-ның өртті сумен сөндіру кезінде кеткен уақыты.

$$\tau_{шығ} = \frac{W_{цис}}{Q_{пр} \cdot 60} \text{ (мин.)} \quad (4.3.4)$$

L – өрт болып жатқан жерден су көзіне дейінгі ара қашықтық (шақырым);

1 – АЦ-ның резервтегі минималды саны (көбейтілуі мүмкін);

$V_{движ}$ – АЦ-ның орташа жылжу жылдамдығы (км/ч);

$W_{цис}$ – АЦ-ы су көлемі (л);

Q_n – судың АЦ-мен насоспен орташа берілуі (л/с);

$N_{пр}$ – өрт болып жатқан жерге су жібретін аспаптар саны (шт.);

$Q_{пр}$ – АЦ-дан аспаптар арқылы берілген барлық су көлемі (л/с).

Суды жеткізу үздіксіз болуы тиіс. Су көздерінің маңайында автоцистерналарды толтыратын бекеттер болуы қажет.

Есеп. АЦ–40(130)63б-мен өртті сөндіру үшін диаметрі 13 мм үш стволды Б типті насадка арқылы өрт орнынан 2 км қашықтықта орналасқан көлшіктен су жеткізу үшін керекті автоцистерналардың санын анықтау қажет. Автоцистернаның сумен толтырылуын АЦ-40(130)63б жүзеге асырады,оның орташа жылжу жылдамдығы 30 км/сағ.

1) АЦ-ның өрт орнына немесе одан кері қайту уақыты.

$$\tau_{\text{СЛ}} = L \cdot 60 / V_{\text{КОЗФ}} = 2 \cdot 60 / 30 = 4 \text{ мин.} \quad (4.3.5)$$

2) Автоцистерналардың сумен толтырылу уақыты.

$$\tau_{\text{КОР}} = V_{\text{Ц}} / Q_{\text{Н}} \cdot 60 = 2350 / 40 \cdot 60 = 1 \text{ мин.} \quad (4.3.6)$$

3)Өрт орнындағы суды жұмсау уақыты.

$$\tau_{\text{ШЫҒ}} = V_{\text{Ц}} / N_{\text{СТ}} \cdot Q_{\text{СТ}} \cdot 60 = 2350 / 3 \cdot 3,5 \cdot 60 = 4 \text{ мин.} \quad (4.3.7)$$

4) Өрт орнына суды жеткізетін автоцистерналардың саны.

$$N_{\text{АЦ}} = [(2\tau_{\text{СЛ}} + \tau_{\text{КОР}}) / \tau_{\text{ШЫҒ}}] + 1 = [(2 \cdot 4 + 1) / 4] + 1 = 4 \text{ автоцистерна} \quad (4.3.8)$$

5 Техника-экономикалық бөлім

Техника-экономикалық есептеудің мақсаты күштік магниттік күшейткіштерден қоздырылатын электр машиналық түрлендіргішпен жабдықталған базалық жиынтықты ЭКГ-4А экскаватор маркасының түріндегі тиристорлық түрлендіргішті пайдалану мүмкіндігі болып табылады.

Экскаваторды жаңғыртудың нәтижесі электр қуатын тұтынуының азаюы мен шығарылатын өнімнің өзіндік құнының төмендеуі болуы тиіс.

Есептеуде екі нұсқа қолданылады: базалық (негізді) – кәсіпорында қабылданған және жаңа – жобаның алдыңғы бөлімдеріндегі таңдау мен есептеулер нәтижесінде алынған.

Базалық нұсқа – магниттік күшейткішті Г-Қ жүйесіндегі ЭКГ-4А экскаваторының электр жетегі.

Жаңа нұсқа – тиристорлық түрлендіргішті ЭКГ-4А экскаваторының электр жетегі.

Тиімділікті шығынның үш элементі бойынша бағалаймыз: еңбек ақы төлеу, материалдық шығындар (материалдар мен электр энергиясы) және амортизация.

5.1 Еңбек ақы төлеу

Қондырғылар саны мен жабдықтың жөндеу күрделілігі бойынша қызмет атқарушылар санын анықтаймын. Мәліметтерді 4 және 5-кесте түрінде көрсетемін. «Мерзімді ақы төленетін жұмысшылар санының біртұтас нормалары» негізіндегі ұпайлар (балл) саны бойынша жұмысшылардың келу құрамын анықтаймын.

Үш сменалы жұмыс режимінде бір экскаваторға қызмет көрсетілу үшін базалық нұсқада және жаңа нұсқада да жұмысшылардың бірдей санын қабылдаймын: 6-шы разрядты (дәрежелі) машинист – 3 адам, 5-ші разрядты машинист көмекшісі – 3 адам.

Біртұтас норма саны бойынша тізімдік құрам:

$$N_{ТҚ} = K_{ТҚ} \cdot N_{кел}; \quad (5.1.1)$$

$$N_{ТҚ} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 ; \quad (5.1.2)$$

мұндағы: $K_{ТҚ}$ – тізімдік құрам коэффициенті;
 $N_{кел}$ – жұмысқа келетін қызметкерлер саны.

$$K_{тк} = \frac{365 - 8 - 104}{(365 - n_{мер} - n_{дем} - n_{отн}) \cdot K_{себ}} = \frac{365 - 8 - 104}{(365 - 8 - 104 - 38) \cdot 0,96} = 1,2 \quad (5.1.3)$$

мұндағы: $n_{\text{мер}}$ – жыл ішіндегі мерекелік күндер саны, $n_{\text{мер}}=8$;
 $n_{\text{дем}}$ – демалыс күндер саны, $n_{\text{дем}} = 104$;
 $n_{\text{отп}}$ – еңбек демалысы күндер саны, $n_{\text{отп}} = 38$;
 $K_{\text{себ}} = 0,96$ – дәлелді себептермен жоқ болудың коэффициенті.
 Мерзімдік жұмысшылардың негізгі еңбекақысы:

$$E_m = N_{\text{тк}} \cdot T, \quad (5.1.4)$$

мұндағы: T – жұмысшылардың тарифтік мөлшерлемелері.

Барлық төлем ақыны өндірістің мәліметтері бойынша орындаймын. 22-00-ден 6-00-ге дейінгі түнгі уақыт үшін төлем ақы – тарифтік мөлшерлемелердің 40%, сондай-ақ, жұмыс орнына барғаны үшін төлем ақы 15%, апатсыз жұмыс үшін сыйақы – 15%. Өзіндік құнның осы элементі бойынша есептеулерді кесте түрінде орындаймын (4-кесте).

3 кесте - Базалық (негізді) және жаңа нұсқа бойынша еңбек ақы төлеуге кеткен шығындар

Жұмысшылардың мамандығы, дәрежесі, лауазымы	Тізім б-ша саны, адам	Сағаттық тарифтік мөлшерлеме, теңге	Айлық көлем, сағ.	Тура Е/А, теңге	Қосымша төлем, тг			Барлығы, теңге
					6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-шы разрядты машинист	3	239	176	1261 92	50477	1892 9	1892 9	214526
5-ші разрядты машинист көмекшісі	3	215	176	1135 20	45429	1703 6	1703 6	193074
Ай бойынша жиынтығы	6							407600
БЭС-пен барлығы		26%						513576, 2

3 кесте жалғасы

Жыл бойынша жиынтығы								5836093,2
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----------

4 кесте - Базалық нұсқа бойынша жабдықты жөндеу күрделілігі

Жабдықтың атауы	Жабдықтың маркасы	Са-ны	Жабдықты жөндеу күрделілігі, балл	
			Біреуіне	Барлық жабдыққа
1	2	3	4	5
Базалық нұсқа				
Асинхронды қозғалтқыш	АЭ-113-4У2	1	2,7	2,7
Қысым генераторы	2ПЭМ-400М-1У2	1	2,5	2,5
Көтеру генераторы	2ПЭМ-2000М-1У2	1	2,5	2,5
Бұрылу/жүріс генераторы	2ГПЭ13-14/2-У2	1	2,5	2,5
Қозғалтқыштарды басқару, қоздыру тізбектерінің коректендіруші генераторы және түпті ашудың жетегі	2МП542-1/2М-У2	1	2,5	2,5
Қысым электр қозғалтқышы	ДПЭ-52У1	1	2	2
Көтерудің электр қозғалтқышы	ДЭ-816У2	1	2	2
Бұрылудың электр қозғалтқышы	ДПВ-52У1	2	2	4
Жүрістің электр қозғалтқышы	ДПЭ-52У	1	2	2
Күштік магниттік күшейткіш	ПДД-1,5	3	2	6
Жоғары вольтті үлестіріуші қондырғы	2КВЭ-6У2	1	2,5	2,5
Күштік трансформатор	ТМЭ63/6-69У1	1	2,5	2,5
Жиынтығы				31,2

5.2 Материалдық шығындар

Бұл элемент бойынша материалдар мен электр энергиясының шығындары есептелінеді. Қабылданған әдістемеге сәйкес барлық тұтынылатын материалдар өндіруге кеткен құнын есептен шығару бойынша үш топқа жіктеледі: бір жолғы пайдаланатын материалдар, ұзақ пайдаланылатын материалдар және тез тозатын заттар.

5кесте - Жаңа нұсқа бойынша жабдықты жөндеу күрделілігі

Жабдықтың атауы	Жабдықтың маркасы	Са-ны	Жабдықты жөндеу күрделілігі, балл	
			Біреуіне	Барлық жабдыққа
1	2	3	4	5
Жаңа нұсқа				
Күштік трансформатор	ҮМТ	1	2,5	2,5
Көтеру жетегі	ТЖҚ ТЭМТ	1	2	2
Қысым жетегі	ТЖҚ ТЭМТ	1	2	2
Бұрылу жетегі	ТЖҚ ТЭМТ	1	2	2
Жүріс жетегі	ТЖҚ ТЭМТ	1	2	2
Түпті ашу және басқару тізбегі	ТЖҚ ТЭМТ	1	2	2
Коменсациялық құрылғы	СКҚ	1	2	2
Жиынтығы				14,5

Бір жолғы және ұзақ пайдаланатын материалдарға кеткен шығындар екі нұсқа үшін де шамалы ғана, ал тез тозатын материалдар шығыны жұмысшылардың бірдей санының салдарынан біркелкі болып келеді. Сондықтан да экономикалық тиімділікті есептеу кезінде бұл шығындарды ескермейміз.

5.2.1 Электр энергиясы

Электр энергиясының шығындары жалпы жағдайда үш мөлшерлемелі тарифпен келесі формула бойынша анықталады:

$$C_э = (P_{м.з.} \cdot A + W \cdot B_a + W_p \cdot 0.08 \cdot B) \cdot (1 + R + K), \text{ теңге. (5.2.1)}$$

мұндағы: $C_э$ – электр энергиясының құны, теңге;

$P_{мз}$ – подстанса (аралық/қосалқы станса) шиналарындағы жарты сағаттық жүктеме максимумы (мәлімделген қуаттың келісімді шамасы), ол келесі формуламен анықталады:

$$P_{мз} = (0,35 \div 0,45) \cdot P_{белкВА}, \quad (5.2.2)$$

мұндағы: $P_{бел}$ – ток қабылдағыштардың белгіленген қуаты, кВт;

A – максималды жүктеменің 1 кВА үшін тариф;

B – тұтынылатын электр энергиясының 1 кВт·сағ немесе кВар·сағ үшін тариф(сәйкесінше, B_a және B_r), теңге.;

Алматы облысының тұтынушылары үшін тарифтер бойынша электр энергиясының бағасы:

1 кВт·сағ – 13 тг және 1 кВА- 1170 тг/кВт айына W – тұтынылатын активті қуаттың саны, кВт·сағ

$$W = \frac{P_{бел} \cdot N \cdot K_{жум} \cdot K_{ж} \cdot K_{м} \cdot T_{ж} \cdot D}{\eta}, \quad (5.2.3)$$

мұндағы: $K_{ж}$ – желі ПӘК-ін есепке алу коэффиценті, $K_{ж} = 1,1$

$K_{жум}$ – қозғалтқыштың жұмысбастылық коэффиценті, $K_{жум} = 0,7$;

$K_{м}$ – машиналық уақыттың тазалық коэффиценті;

$T_{ж}$ – тәулік ішіндегі жұмыс сағатының жалпы саны;

η – қозғалтқыш ПӘК-і;

D – бір жылдағы жұмыс күндерінің саны;

W_p – реактивті электр энергиясы, кВар..

Бұл алынған есептеулерді 7-кестеге енгіземін.

6 кесте - Базалық және жаңа нұсқа үшін электр энергиясының шығындары.

Ток қабылдағыш	$P_{бел}$, кВт	N	$K_{жум}$	$K_{ж}$	$K_{м}$	$N_{см}$	$R_{см}$	D	η	W , кВт·сағ жылына
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Г-Қ жүйесіндегі ЭКГ-5А	313	2	0,7	1,05	0,7	2	8	250	0,7	2760660
ТТ-ТТЖ жүйесіндегі ЭКГ-5А	400	1	0,7	1,05	0,7	2	8	250	0,9	1372000

R , K – тұтынылатын электр энергиясы сапасы тарифтеріне жеңілдіктер үстемелер. Реактивті қуаттың нақты мәндері болмағандықтан, электр энергиясы құнына жеңілдіктер мен үстемелер ескерілмейді.

Базалық және жаңа нұсқалардағы ең жоғары мәлімделген қуат:

$$P_{e.m.б} = 0,4 * 313 = 125 \text{ кВА.} \quad (5.2.4)$$

$$P_{e.m.ж} = 0,4 * 400 = 160 \text{ кВА.} \quad (5.2.5)$$

Есептеуге трансформатордың ең жақын қуаты үшін мәндер қабыладнады, яғни 160 кВА.

Базалық нұсқа үшін тұтынылатын реактивті энергия:

$$W_{рб} = 0,08 * W_{б} \text{ кВар.} \quad (5.2.6)$$

Жаңа нұсқа үшін өтемді ескергендегі тұтынылатын реактивті энергия:

$$W_{рб} = 0,02 * W_{жк} \text{Вар.} \quad (5.2.7)$$

Мәліметтердің жоқтығынан электр энергиясы сапасын түзетулер есепке алынбайды. Яғни, электр энергиясының құнын екі мөлшерлемелі (ставка) тариф бойынша анықтаймын:

$$\begin{aligned} C_{эб} &= 12 \cdot P_{e.m.б} \cdot A + W_{б} \cdot B + W_{р.б} \cdot 0,08 \cdot B = \\ &= 12 \cdot 125 \cdot 1170 + 1,08 \cdot 2760660 \cdot 13 = 40514666,4 \text{ теңге.} \end{aligned} \quad (5.2.8)$$

$$\begin{aligned} C_{эж} &= 12 \cdot P_{e.m.ж} \cdot A + W_{н} \cdot B + W_{р.ж} \cdot 0,02 \cdot B = \\ &= 12 \cdot 160 \cdot 1170 + 1,02 \cdot 1372000 \cdot 13 = 20439120 \text{ теңге.} \end{aligned} \quad (5.2.9)$$

5.2.2 Амортизация

Амортизациялық аударымдар негізгі қорлардың әрбір нысаны бойынша келесі формуламен анықталады:

$$C_a = C_T \cdot N_a \cdot K_a, \quad (5.2.10)$$

мұндағы: N_a – амортизация нормасы, %;

K_a – негізгі қор нысандарының ерекше жұмыс шарртарының коэффициенті;

C_T – негізгі қор нысандарының теңгерімдік құны, келесі формула бойынша анықталады:

$$C_T = N \cdot N_p \cdot C_p \cdot K_{кк} \cdot K_m, \text{ теңге} \quad (5.2.11)$$

мұндағы: N – жабдықтар саны;

N_p – жабық резервінің нормативі;

C_p – негізгі қор нысандарының нарықтық құны, тг;

Ккқ – көлік-қойма операцияларының коэффициенті, Ккқ= 1,12;
 Км – монтаж-бөлшектеу шығындарының коэффициенті.

Есептеулер нәтижесі 8-кестеде базалық нұсқа бойынша және 9-кестеде жаңа нұсқа бойынша келтірілген.

К е с т е 7 - Базалық нұсқа бойынша амортизациялық аударымдар

НҚ атауы	N	№р	С _р , мың теңг е	К _{мд}	К _{кк}	С _т , мың теңге	Ка	На	С _а мың теңге.
Асинхронды қозғалтқыш	1	1,0	1051,6	1,15	1,12	1354,46	1,25	0,125	211,754
Көтеру генераторы	1	1,0	2485,6	1,12	1,12	3117,99	1,25	0,125	487,08
Қысым генераторы	1	1,0	956	1,12	1,12	1199,2	1,25	0,125	187,34
Қоздырғыш	1	1,0	812,6	1,12	1,12	1019,33	1,25	0,125	127,39
Көтерудің электр қозғалтқышы	1	1,0	3728,4	1,05	1,12	4384,6	1,25	0,1	548,07
Қысым электр қозғалтқышы	1	1,0	1204,56	1,05	1,12	1416,55	1,25	0,1	176,86
Бұрылудың электр қозғалтқышы	2	1,1	1204,56	1,05	1,12	1416,55	1,25	0,1	176,86
Жүрістің электр қозғалтқышы	1	1,0	1204,56	1,05	1,12	1416,55	1,25	0,1	176,86
Түпті ашу электр қозғалтқышы	1	1,0	466,05	1,05	1,12	548,07	1,25	0,1	68,5
Күштік магниттік күшейткіш	3	1,1	315,48	1,07	1,12	1134,2	1,0	0,1	113,86
Жоғары вольтті үлестіруші қондырғы	1	1,2	1195	1,05	1,12	1405,32	1,25	0,1	175,665
Күштік трансформатор	1	1,2	491,38	1,05	1,12	577,9	1,25	0,066	47,65
Бұрылу/жүріс генераторы	1	1,0	2007,6	1,12	1,12	2518,34	1,25	0,125	393,4
Жиынтығы:						22925,65	жылына		3070,7
							айына		

8 кесте - Жаңа нұсқа бойынша амортизациялық аударымдар

НҚ атауы	N	№р	С _р , мың тг	К _{мд}	К _{кк}	С _т , мың тг	Ка	На	С _а мың тг.
Күштік трансформатор	1	1,0	1912	1,05	1,12	2248,5	1,0	0,066	148,18
Көтеру жетегі	1	1,0	1171	1,15	1,12	1508,4	1,25	0,25	471,3
Қысым жетегі	1	1,0	1171	1,15	1,12	1508,4	1,25	0,25	471,3
Бұрылу жетегі	1	1,0	1171	1,15	1,12	1508,4	1,25	0,25	471,3
Жүріс жетегі	1	1,0	1171	1,15	1,12	1508,4	1,25	0,25	471,3
Түпті ашу және басқару тізбегі	1	1,0	1171	1,15	1,12	1508,4	1,25	0,25	471,3
Коменсациялық құрылғы	1	1,0	2151	1,15	1,12	2770,5	1,25	0,25	865,75
Жиынтығы:						12560,9	жылына		3377,6
							айына		281,06

9 кесте - Өзіндік құнның негізгі элементтері және технологиялардың қарастырылып жатқан нұсқалары бойынша құрама кесте

Өзіндік құн элементтерінің атауы	Шығындар сомасы, тг.		± базалықтан жаңаға
	Базалық нұсқа	Жаңа нұсқа	
Еңбек ақы төлеу шығындары	5836093,2	5836093,2	0
Капиталдық шығындар	22925650	12560900	10364750
Материалдық шығындар:			
Электр энергиясы	40514666,4	20439120	20075546,4
Амортизация	3070700	3377600	-306900
Жиынтығы	64494041,733	33871125,88	30622915,85
Өнім көлемі, м3/жылына	700000	700000	
Өзіндік құн, м3	92,16	47,8	44,36

5.3 Экономикалық тиімділік

Ол дәстүрлі техниканың орнына пайдаланудың дәл сол өзгеріссіз шарттарында жаңа техниканы енгізуден туындайды. Оның анықталуы келесі формула көмегімен жүзеге асады:

$$\Delta_{ж} = [(C_1 - C_2) - E (K_2 - K_1)] V_{ж}, \quad (5.3.1)$$

мұндағы: $\mathcal{E}_ж$ – жылдық экономикалық тиімділік, теңге,;
 E_n – капиталдық салымдар тиімділігінің нормативтік коэффициенті
 $E=0,15$;

$V_ж$ – өнімнің жылдық көлемі - 700000 м³.

K_1 және K_2 – нұсқалар бойынша өнімнің жылдық көлем бірлігіндегі меншікті капиталдық шығындар:

$$K_1 = 22925650 / 700000 = 32,75 \text{ теңге./м}^3; \quad (5.3.2)$$

$$K_2 = 12560900 / 700000 = 17,94 \text{ теңге./ м}^3, \quad (5.3.3)$$

C_1 және C_2 – базалық және жаңа техника кезіндегі өнім бірлігінің өзіндік құны, теңге:

$$\mathcal{E}_ж = 41419000 \text{ теңге.} \quad (5.3.4)$$

Экономикалық тиімділікке электр энергиясы төлемдерінің шығындарын азайту жолымен қол жеткізіледі.

5.4 Жобаның ұйымдастыру-техникалық шараларының экономикалық тиімділігі

Көрсеткіштер негізінде іс-шаралар инвестицияларының тиімділігін бағалау әдістемесін қарастырамын:

- ағымдағы таза келтірілген құн (PV);
- таза дисконтталған табыс немесе интегралдық әсер (NPV);
- өтелу мерзімі (PP).

Есептеудің 5 жылдық кезеңінде бұл көрсеткіштер мынаған тең:

Ағымдағы құнды анықтаймын:

$$PV = \frac{R}{(1+E)} + \frac{R}{(1+E^2)} + \frac{R}{(1+E^3)} + \frac{R}{(1+E^4)} + \frac{R}{(1+E^5)} = 2019882170 \text{ теңге,} \quad (5.4.1)$$

мұндағы: R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 – өзіндік құнның базалықтан жаңа нұсқада үнемділігі.

$E = 0,12$ – дисконт нормасы.

$$R = (3ж - 3б) \cdot 12, \quad (5.4.2)$$

мұндағы $3ж, 3б$ – базалық және жаңа нұсқадағы жиынтық шығындар, теңге.

Таза дисконтталған табыс (NPV) инвестициялау нәтижесінің барынша жалпыланған сипаттамаларын яғни абсолют сомадағы оның тиімділігін алуға мүмкіндік береді.

Бұл көрсеткіш нағыз құнға келтірілген (дисконттау жолымен) инвестициялық жобаны пайдалану кезеңіндегі ақша ағыны сомасы мен оны іске асырудағы инвестицияланатын қаржы сомасы арасындағы айырмашылық ретінде анықталады.

$$NPV = PV - 3t \quad (5.4.3)$$

мұндағы $3t$ – жаңа жабдыққа кеткен шығындар, $3t = 10364750$;

$$NPV = 2009517420 \text{ теңге.} \quad (5.4.4)$$

NPV белгілерінің логикасы мынадай:

- егер $NPV < 0$ болса, онда жобаны қабылдаған жағдайда компания залал шегеді;

- егер $NPV = 0$ болса, онда жобаны қабылдаған жағдайда компанияның әл-ауқаты өзгермейді, дегенмен өндірістің көлемі артады, яғни компанияның ауқымы ұлғаяды.

- егер $NPV > 0$ болса, онда жобаны қабылдаған жағдайда компанияның әл-ауқаты артады.

Есептеулер нәтижесінде $NPV > 0$.

$$PP = \frac{3t}{Эг} \quad (5.4.5)$$

$$PP = 10364750 / 41419000 = 0,25 \text{ ж.} \quad (5.4.6)$$

PP белгісінің логикасы мынада: ол бастапқы инвестиция ақша ағындары түсімдерінің жобасымен толығымен өтелетін негізгі кезеңдердің санын көрсетеді.

Сонымен: өтелу мерзімі 0,4 жылды, дисконт мөлшерлемесі 0,12 болғандағы бес жыл үшін таза дисконтталған табыс – 2009517420 теңгені, жылдық экономикалық тиімділік – 41419000 теңгені құрады.

Жоғарыда айтылғандар бойынша, ЭКГ-4А экскаваторын жаңғырту жобасы іске асыру шарттарында қолайлы болып табылады деп қорытынды шығаруға болады.

Қорытынды

Дипломдық жобаның мақсаты экскаватор электр жетектерін басқару жүйелерін қарастыру болып табылады. Таңдалған нұсқа бойынша талдау мен техника-экономикалық негіздеме жүргізілді.

Қолданыстағы ЭКГ-4А маркалы экскаваторды жаңғыртудың ең оңтайлы нұсқасы ретінде «Рудоавтоматика» ААҚ жасап шығарған ТЭМТ (Тиристорлық экскаваторлық моноблоктық түрлендіргіш) маркасындағы түрлендіргіш таңдалынды.

Бұл нұсқаның жобада қарастырылған басқаларына қарағандағы артықшылықтары:

- машина құрылымында елеулі өзгерістерді талап етпейтін экскаватордың нақты үлгісінде әзірлеу;

- ақаулы блокты 10-15 минут ішінде жұмыстық күйіне ауыстыруға мүмкіндік беретін түрлендіргіштің ақаулық индикациялы моноблоктың құрылымы, сонымен қоса жөндеу кезіндегі экскаватордың бос тұру уақыты да қысқарылады;

- электр энергиясын тұтынудың айтарлықтай азаюы, әзірлеушілер тұтыну шамамен екі есеге дерлік азаяды деп сендіруде, және де бұл техника-экономикалық есептеуде дәлелденді.

Жоғарыда айтылғандардың бәрінен «Рудоавтоматика» ААҚ жасап шығарған ТЭМТ маркасының түрлендіргіші ЭКГ-4А экскаваторын жаңғырту үшін әбден жарамды деп қорытынды шығаруға боалды.

Пайданылған әдебиеттер

- 1 Комплектное оборудование мукомольных заводов. А.Б. Демский, Г.Е. Птушкина, М.А. Борискин. Агропромиздат, М.85.
- 2 Паспорт вальцевого станка А1-БЗН.
- 3 Основные электропривода и аппараты управления. М.А Комар. Москва «энергия» 1968ж
- 4 Тристорные электропреобразователь напряжения для асинхронного электропривода. Г.Б. Онищенко. Москва «электроатомиздат» 1986 ж
- 5 Автоматический электропривод. Н.Ф Ильинского Москва «электро-томиздат» 1990ж
- 6 Электрический привод. Г.П Холизов.Москва «высшая школа 1981 ж.
- 7 Охрана труда. С.Т Папаев. Москва ИПК издательство станов. 2003 ж.
- 8 Охрана труда. В.А.Девиселов. Москва форум-инфра. 2004 ж
- 9 Охрана труда. Т.Е. Хакимжанов. Алматы 2006ж
- 10 Экономика предприятия энергетического комплекса. В.С Самсонов. Москва «высшая школа 2003ж.
- 11 Экономика и управления в энергетике. Москва «высшая школа 2003ж.
- 12 Экономика предприятия. Москва 2004 ж.