

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

«Өндірістік қондырғылардың электр жетегі және автоматтандырылуы»  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

Салимов Т.И. т.ғ.д. профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        20        ж.  
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: ЭКГ-5И карьер экскаваторының автоматтандырылған электр жетегі  
58071800 Электротехника мамандығы бойынша

Орындаған Халимов Мурат Қадіржанұлы ЭАТк-12-2  
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Хидайда Еркін т.ғ.к. доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Ғ.Ғ.К. профессор Жасұлов А.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«03» 06 2016 ж.  
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

аға оқытушы Байзақова С.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«31» 05 2016 ж.  
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

аға оқытушы Бестерекова А.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«04» 06 2016 ж.  
(колы)

Пікір жазушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«        »        20        ж.  
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрэнергетика факультеті  
Электрэнергетикасы мамандығы  
«Өндірістік қондырғылардың электр жетегі және автоматтандырылуы» кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Ташитов Мурат Қадіржанұлы  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы ЭКГ-5И карьер экскаваторының  
автоматтандырылған электр жетегі  
ректордың « \_\_\_ » № \_\_\_ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « \_\_\_ » 20\_\_ ж.

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

Электр жетегіне Г-Б орнама ТТҚ таңдалды  
10 Тас-құм техникалық мақсатынан алынған  
Ватерлин жетегінің механикалық қозғалтқышы  
 $P_n = 400 \text{ кВт}$ ;  $U_n = 375 \text{ В}$ ;  $I_n = 1150 \text{ А}$ ;  $n_n = 1000 \text{ айн/мин}$   $\eta_n = 95\%$   
Таспа қозғалтқышы:  
 $P_n = 190 \text{ кВт}$ ;  $U_n = 270 \text{ В}$ ;  $I_n = 700 \text{ А}$ ;  $n_n = 740 \text{ айн/мин}$   
Құрау механикалық қозғалтқышы:  
 $P_n = 100 \text{ кВт}$ ;  $U_n = 305 \text{ В}$ ;  $I_n = 300 \text{ А}$ ;  $n_n = 750 \text{ айн/мин}$

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

ЭКГ-5И карьер экскаваторына бастапқы мәліметтердің  
электр жетегіне өңдеу және жобалау тириіздігі  
Ватерлин жетегінің механикалық қозғалтқышы  
жобалау тириіздігі. Электрлік сұлбаны өңдеу  
Тиристорлық тириіздігіне есептеу тириіздігі  
Екі қалыптасқан тиристорлық тириіздігінің  
тиристорларды басқару тириіздігі таңдалды. Кернеу  
күресіне өңдеу және есептеу тириіздігі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Технологиялық үдерістің суреті; Осава тордың күрделі кавдаты; Көгеру қатпарының кинематикалық суреті; Қоса.идея механизмнің кинематикалық суреті; Бурағын тетіктің кинематикалық суреті; Р-В күйісі бойынша Электр жетектің кинематика суреті; Р-В күйісі бойынша тетіктің механикалық сипаттамалары; ТТБ ЭКГ-5 күйісі бойынша ЭКГ-5 шоттарындағы суреті; Трансформатордың төңірегіндегі кавдаты тураторлардың кавдаты есептелді.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

А.Б. Демский, Г.Е. Трушкина, М.В. Коричкин Кинематика обрешивание мукомольного завода Агроинишдат, М.85; Таспар бақыцевого станка А-1-БЗМ; Сервисное электроприводе и аппаратах управления, Н.Р. Конар Москва "Энергия" 1968 г.; Тураторное электроприводе зователе напряжения для асинхронного электроприводе Г.Б. Омищенко, Москва "Электротехнишдат" 1986 г.; Автоматический электроприводе П.Ф. Ишмского Москва "Электротехнишдат" 1990 г.; Электрический приводе Г.П. Ханзоб Москва "Ваша школа" 1984 г.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

| бөлімшелер            | кеңесші        | мерзімі        | қолы               |
|-----------------------|----------------|----------------|--------------------|
| ТЭЖ және ОК           | Байжанова С.И. | 31.05.16       | <i>[Signature]</i> |
| Электротехника бөлімі | Клепуров А.А.  | 0208 - 0306/16 | <i>[Signature]</i> |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |
|                       |                |                |                    |

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

| № р/с | Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі   | Жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
|-------|--|----------------------------|---------|
| 1.    | ЭКТ-5И шымшектің экскаватордың электр жетекі және гидравликасы туралы материал іздеу     | 25.01.2016                 |         |
| 2.    | Экскаватордың электр жетектерінің басқару жүйелеріне шолу және салыстырмалы талдау жасау | 18.02.2016                 |         |
| 3.    | ЭКТ-5И карьер экскаваторының баспа механизмдерінің электр жетекін өздеу және жобалау     | 14.03.2016                 |         |
| 4.    | Турбинаны турбинадіңін есептеу   | 02.04.2016                 |         |
| 5.    | Раппей жүйесін өздеу және есептеу  | 28.04.2016                 |         |
| 6.    | Коперу механизмінің электр жетекінің өздеу және есептеу                                  | 06.05.2016                 |         |
| 7.    | Қасал механизміндегі электр жетек жүйесін өздеу және жобалау                             | 12.05.2016                 |         |
| 8.    | Өмір турбиніне қауіпсіздігі бөліміне мезгілге табу және есептеу                          | 19.05.2016                 |         |
| 9.    | Экономикалық тиімділікті есептеу   | 25.05.2016                 |         |

Тапсырманың берілген уақыты « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.

Кафедра меңгерушісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

(колы)

(аты -жөні)

## **Аннотация**

Целью дипломного проекта является сравнительный анализ систем управления главными электроприводами ковшового экскаватора ЭКГ-5И. В дипломном проекте было спроектировано автоматизированный электропривод карьерного экскаватора ЭКГ-5И. Проект состоит из следующих основных разделов: основная часть, безопасность жизнедеятельности, экономическая часть.

В основной части были проведены основные расчетные и проектировочные работы. Были выбраны тиристорно-преобразовательные двигатели напора, подъема и поворота которые используются в электроприводе карьерного экскаватора и проведены сравнительные расчеты.

В разделе безопасность жизнедеятельности были проведены меры обеспечения безопасности рабочих. Были проведены расчеты по электробезопасности и пожаробезопасности.

В экономической части рассчитана заработная плата рабочих, амортизационные, материальные и расходы на электроэнергию. Было рассчитано эффективность использования тиристорно-преобразовательного двигателя в электроприводе карьерного экскаватора ЭКГ-5И.

## **Annotation**

The purpose of the degree project is the comparative analysis of control systems of the main electric drives of the ladle EKG-5I excavator. In the degree project it has been designed the automated electric drive of the career EKG-5I excavator. The project consists of the following main sections: main part, health and safety, economic part.

In the main part the main settlement and design works have been carried out. Thyristor and converting engines of a pressure, rise and turn which are used in the electric drive of the career excavator have been chosen and comparative calculations are carried out.

In the section health and safety measures safety of workers have been carried out. Calculations for electrical safety and fire safety have been carried out.

In economic part the salary of workers, depreciation, material and expenses on the electric power is calculated. It has been calculated efficiency of use of the thyristor and converting engine in the electric drive of the career EKG-5I excavator.

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жобаның мақсаты ЭКГ-5И шөмішті экскаваторының негізгі электр жетектерін басқару жүйесін салыстырмалы талдау және таңдау болып табылады. Дипломдық жобада ЭКГ-5И шөмішті карьер экскаваторының автоматтандырылған электр жетегі жобаланды. Жоба келесідей негізгі үш бөлімнен тұрады: негізгі бөлім, өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және экономикалық бөлім.

Негізгі бөлімде басты есептеу және жобалау жұмыстары жүргізілген. Карьер экскаваторының электр жетегінде қолданылатын қысым, көтеру және бұрылу механизмдерінің тиристорлы түрлендіргішті қозғалтқыштары таңдалды және салыстырмалы есептеулер жүргізілді.

Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімінде жұмысшылардың өмірінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары жүргізілді. Соның ішінде электр қауіпсіздігі және өрт қауіпсіздігі туралы есептеулер жүргізілген.

Экономикалық бөлімде ЭКГ-5И карьер экскаваторының жұмысшыларына төленетін еңбекақы көлемі, амортизациялық, материалдық және электр энергиясының шығындары есептелінді. Тиристорлі түрлендіргішті қозғалтқышты ЭКГ-5И карьер экскаваторының электр жетегінде қолданудың тиімділігі есептелінді.

## Мазмұны

|  |    |
|--|----|
| Кіріспе  | 14 |
| 1 Жалпы бөлім  | 17 |
| 1.1 ЭКГ-5А шөмішті экскаваторының электр жетегі және автоматикасы  | 17 |
| 1.2 Карьердің (ашық кеніш) технологиялық жабдығының сипаттамасы  | 20 |
| 1.3 Экскаватордың жұмыс жабдығы  | 21 |
| 1.4 Экскаватордың электр жабдығы. Электр жабдықтың құрамы мен міндеті  | 24 |
| 1.5 Негізгі электр жетегіне қойылатын талап  | 24 |
| 1.6 Негізгі жетектердің сипаттамасы  | 25 |
| 1.7 Экскаватордардың электр жетектерінің басқару жүйелеріне шолу және салыстырмалы талдау жасау. Электр жетекті таңдаудың негіздемесі. Электр жетектерінің жалпы сипаттамасы | 31 |
| 1.8 Генератор-қозғалтқыш жүйесіндегі электр жетек  | 33 |
| 1.9 Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек   | 37 |
| 2 ЭКГ-5И карьер экскаваторының басты механизмдерінің электржетегін өңдеу және жобалау  | 44 |
| 2.1 Бастапқы мәліметтер  | 44 |
| 2.2 Көтеру механизмінің электржетегін өңдеу және жобалау. Электрлік сұлбаны өңдеу  | 45 |
| 2.3 Тиристорлі түрлендіргішті есептеу  | 47 |
| 2.4 Екі комплектілі тиристорлі түрлендіргіштегі тиристорлерді басқару түрін таңдау   | 50 |
| 2.5 Реттеу жүйесін өңдеу және есептеу  | 51 |
| 2.6 Көтеру механизмінің электржетегінің қоздыру жүйесін құрастыру және есептеу   | 57 |
| 2.7 Қысым механизміндегі электржетек жүйесінің өңдеу және жобалау Есептеу және тиристорлы түрлендіргіштегі элементтерді таңдау   | 61 |
| 3. Өмір тіршілік қауіпсіздігі  | 69 |
| 3.1 Шөмішті экскаваторды пайдалануда зиянды және қауіпті факторларына талдау жасау   | 69 |
| 3.2 Электр қауіпсіздігі  | 72 |
| 3.3 Жарылыс және өрт пайда болу қауіпсіздігін азайту бойынша шараларды өңдеу   | 74 |
| 4 Техника-экономикалық бөлім   | 78 |
| 4.1 Еңбек ақы төлеу  | 78 |
| 4.2 Материалдық шығындар   | 80 |
| 4.3 Электр энергиясы   | 81 |
| 4.4 Амортизация  | 83 |
| 4.5 Экономикалық тиімділік   | 85 |
| 4.6 Жобаның ұйымдастыру шараларының экономикалық тиімділігі  | 86 |

## Кіріспе

Тау-кен өнеркәсібінің техникалық ілгерілеуі әлеуетті, үлкен дара қуатты жоғары өнімді және жаңасапалы энергетикалық сипаттамалары бар жабдықты әзірлеумен, жасаумен жәнеенгізумен байланысты. Мұндай жабдықты енгізу еңбек өнімділігі мен шығарылатын өнім сапасының артуына мүмкіндік береді, әйтсе де бір мезетте электр қуатын тұтынудың өсуінесебепші 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 екен.

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

Тау-кен машиналарында өтпелі режимдерде (тәртіп) жоғары тезәрекеттілікті және басқарудың қажеттісапасын 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 бойыншаорташа, ал кейдеірі 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 басқасұлбасының басқарылатын түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі бойынша жеке электр жетегімен жабдықталады. Экскаватордың негізгі механизмдерінің маневрлілігі, олардың жұмыссенімділігі мен машина өнімділігі негізінен электр жетегі жүйесінің техникалық мүмкіндіктеріне, жөндеу сапасы мен пайдалану шарттарынаайтарлықтай 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 ЭКГ-5А шөмішті экскавторының негізгі электр жетектерін басқару жүйесін салыстырмалы талдау 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.

## **1 Жалпы бөлім**

### **1.1 ЭКГ-5А шөмішті экскаваторының электр жетегі және автоматикасы**

Карьерлерде механикалы күрек түрлі экскаваторлар ең көп таралған қазу-тиеу машиналары болып есептелінеді екен. Конструкциялық жасалынуы, тау-кен техникалық жағдайы бойынша үздіксіз қимылды қазу-тиеу машиналарын пайдалану тиімсіз кезде, оларды қолдануға мүмкіндік туғызатыны анық. Механикалы күректер тығыз тау жыныстарын негізінен алдын ала қопсытпай - ақ қазуға, ал қатып қалған, жартылай тасты және тасты тау жыныстарын алдын ала қопсытып қазуға арналып жасалған. Арнайы солтүстік аймақтарға ыңғайланып жасалынған механикалы күректер ауаның температурасы төмен, климаты қатты жағдайлы жерлерде қазу-тиеу жұмыстарын қамтамасыз етеді. Механикалық күректердің жұмыс құралдары ретінде шөміш, сап және жебе болып саналады. Қазіргі кездегі карьерлік экскаваторлар шынжыр табанды, электрикалық немесе дизелдік жетекті болып бөлінеді. Кенжардан тау жынысын экскавациялау процесі шөміштің кескіш жиегімен қабатты кесіп алып, экскаватордың төгетін жеріне айналуынан, шөмішті төгуден немесе жұмыс құралын кенжарға қайтып әкелуден тұрады екен.

Аумақ алаңының тікелей топырақ қабатындасыз балшықты тақтатастар байқалады. Соңғылары жеке телімдердесозылып жатуы арқылы құм сазды және құмды тақтатастарға өтеді. Құм тастың жалпы қуаты 23 м-ден 32 м-ге дейін өзгереді, ортаесеппен 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 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 сынықтарынан 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 ортаесеппен 42 м құрайды. Топырақ-өсімдіктік қабат 0,2-ден 0,5 м-ге дейінгі қуатқа ие, ортаесеппен 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 шегіндеаумақта барлық жерде таралуға ие пайдалы қабаттың құм тасымен ұштасқан бір сулы деңгейжiek 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 жерінесалынған.

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.

БАЖ (Бұрғылап ату жұмыстары) көмегімен қопсытылған құм тас ЭКГ-5А экскаваторымен Белаз 7522 автосамосвалына артылып және одан әрі жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін ДСЗ-ға тасымалданады. Аршыма тау жыныстары, қопсытылған БАЖ ЭКГ-5А экскаваторымен Белаз 7522 автосамосвалына артылып және одан кейіншікі үйінділерге тасымалданады.

Өндіру, аршу және бульдозерлік тау-кен жұмыстары шаруашылық тәсілмен жүргізіледі. «Богураевнеруд» ААҚ бұл үшін барлық қажетті тау-көліктік жабдығына ие.

Қопарылыс жұмыстары «Волгоградвзрывпром» МБК мамандандырылған ұйымымен жасалады.

Технологиялық үдерістің сұлбасы 1.1-суретте келтірілген.



1.1 сурет - Технологиялық үдерістің сұлбасы

## 1.2 Карьердің (ашық кеніш) технологиялық жабдығының сипаттамасы

Карьердің технологиялық жабдығына бұрғылау станоктары, экскаваторлар, сүтөкпесорғылары жатады.

Карьердегі негізгі машина экскаватор болып табылады.

### 1.1 кесте – ЭКГ-5А 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 <sup>3</sup> | 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 (қосымшаауырлық салмағынсыз)                             | т              | 156     |
| Қосымшаауырлық 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 платформаастындағы саңылау  | м              | 1,85    |
| Шынжыр табан жүрісінің ұзындығы   | м              | 5,83    |
| Электр жетегінің түрі   | Г-Қ            |         |

ЭКГ-5А экскаваторы шынжыр табанды жүрісте толық бұрылатын электрлік тік күрекке ие екендігі анық. Ол алдын ала жарылыспен қопсытылған ауыр таулы жыныстарды қазып алуға немесе көлікке артуға арналып жасалған. ЭКГ-5А экскаваторы өнеркәсіптік, гидротехникалық немесе басқа ғимараттар құрылысы кезінде ашық тау-кен жұмыстарында пайдаланылады.

1970 жылдардың соңынан бері Оралдық ауыр машина жасау зауытымен шығарылады. Осы бүкіл уақыт ішінде бұл машиналардың 5 мыңнан астамы шығарылды. Негізгі мәліметтері 1.1 кестеде келтірілген.

ЭКГ экскаваторы әртүрлі нұсқаларда шығарылады.

ЭКГ-5В. Қазу кезінде кедергінің артуына орай автоматты түрде іске қосылатын кіріктірілме қысымды тістері бар экскаватор шөміші көсіп алу үдерісі кезінде тау шоғырын қиратуды қамтамасыз етеді. Жарықшақты жыныстарды және алды ала жарылыспен қопсытусыз аз және орташа қаттылықтағы көмірлерді өңдеуге мүмкіндік береді. Экологиялық және басқа дасебептерге 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 өтуге арналғын, жүк көтерімділігі 75-110 тонна болатын ауыр жүкті автосамосвалдарға тау жыныстарын арту мүмкіндігіне ие.

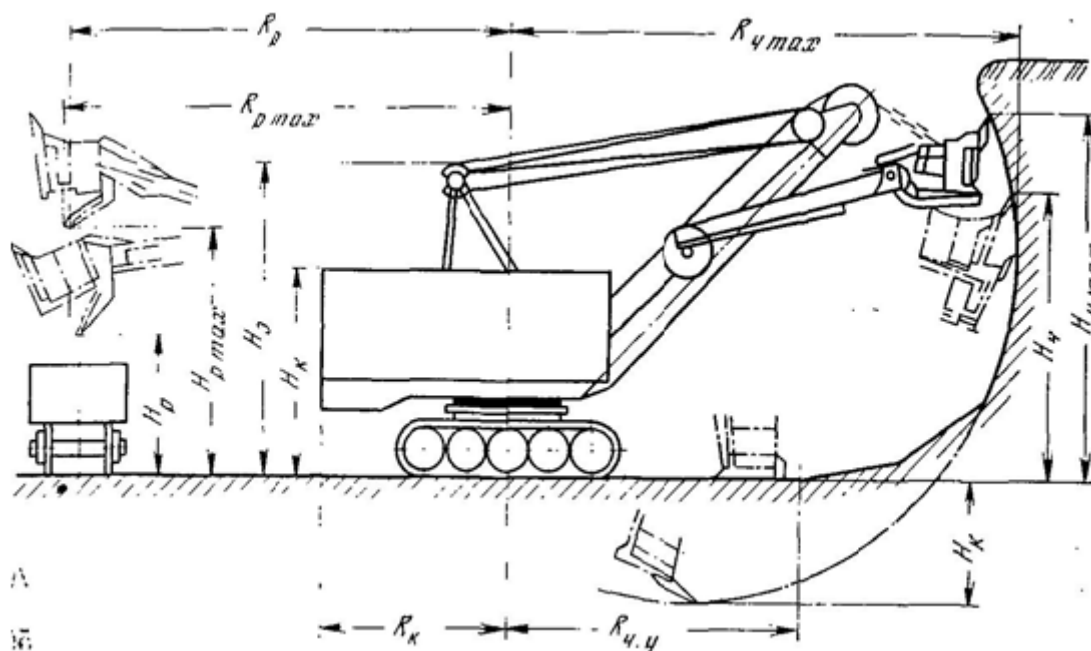
Карьер жұмысында барлығы төрт ЭКГ-5А экскаваторы іске кірістірілді.

### **1.3 Экскаватордың жұмыс жабдығы**

«Тік күрек» түріндегі экскаватордың механикалық жабдығы құрамына кіреді (1.2-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 қозғалтқыш арбада орналасқан.

Экскавациялау процесі тау сілемін өңдеуге негізделеді, яғни забойдағы қазудың циклдық режимімен оны қирату, және шөмішті жүк түсіру орнына тасу. Шөміш көлемі  $2,5...5 \text{ м}^3$  болатын машиналар үшін циклдың ұзақтығы  $5...32 \text{ с}$  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.



1.2 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 шөміштіосындай 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 іскеасырады. Бұл ретте шөміш тістерінде қажетті күштер мен кесу жылдамдықтары жасалады. Қысымды (тегеурін) механизммен дамытылған күштер мен жылдамдықтар қазу шөміштің қалыпты жылдамдығында іскеасырылуы үшін жердің қаттылығына байланысты жоңқаның (жаңқа) қалыңдығын реттеуді қамтамасыз етеді. Тұтқаның жазықтық тұрысарқылы 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 тегісалаңды қамтамасыз етуі керек. Егер қазудан кейін шұңқырлар мен төбешіктер қалатын болса, ондасоңындаалаңды тегістеу бойынша қосымшаарнайы 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 қажеттіорынға жылжытылуы тиіс. Түсіру арнайы электр қозғалтқышпен ашылатын шөміш түбіарқылы жасалады.



Түсіру орнына жақындап келу кезінде бұрылысты тура түсіру орнының үстіндеаяқтау 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 бастауғасәйкес жағдайға қайтару үшін шөмішті түсірумен ілесетін забойға кері бұрылыс басталады. Забойға бұрылыс тұтқаны тартумен қоса қабаттаса жүреді. Жоғарыдасипатталған барлық операциялардың үздіксіз ауысымы экскаватордың негізгі жұмыс процесін – жұмыс циклын құрайды.

Карьер экскаваторының жұмысы жекеоперациялардың 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 дәрежедеосы 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 тысартық жүк аздау болады.

Қысымды механизмдерде шөміштің тұтқамен тығыз байланысуынан электр жетегімен жүзегеасырылатын шамадан тысартық 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 ерекшелігіюлардың 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 жетегісаңылаулардың бірқалыпты таңдауын қамтамасыз етпеген жағдайдағы соққы жүктеменің әсерінен саңылаулар болады. Бұрылыс бәсеңдеткіштеріндегіірі модульдік тістііліністер 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 сәйкесіне 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.

#### **1.4 Экскаватордың электр жабдығы. 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 төлқұжат 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 жабдықтаудың 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.

#### **1.5 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 жәнсенімді құралдармен жүзеге асырылуы керек.

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

- сұлбаоңай және барыншасенімді 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 м<sup>3</sup> 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.

## **1.6 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.

Қозғалтқыштың жұмыс режимі – қарқынды, қайталама-қысқа мерзімді. Қозғалтқыштардың құрылымдық орындауы жалғастырғышты (муфта) бәсеңдеткішпен (редуктор) жалғау және тежеуіш тегершікті (шків) 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 командоаппаратымен жабдықталған.

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

Күректің қысым механизмінің электр жетегі жылдамдығы шөмішті тұтқаның көлденең жазықтықтаілгері жылжуының жылдамдығы мен бағытын басқаруды қамтамасыз етеді. Забойдағы қазу, забойдан шығару, көлік жабдығынаауыстыру немесе қайырма және забойға қайтару кезінде шөміш жағдайын басқаруғаарналған.

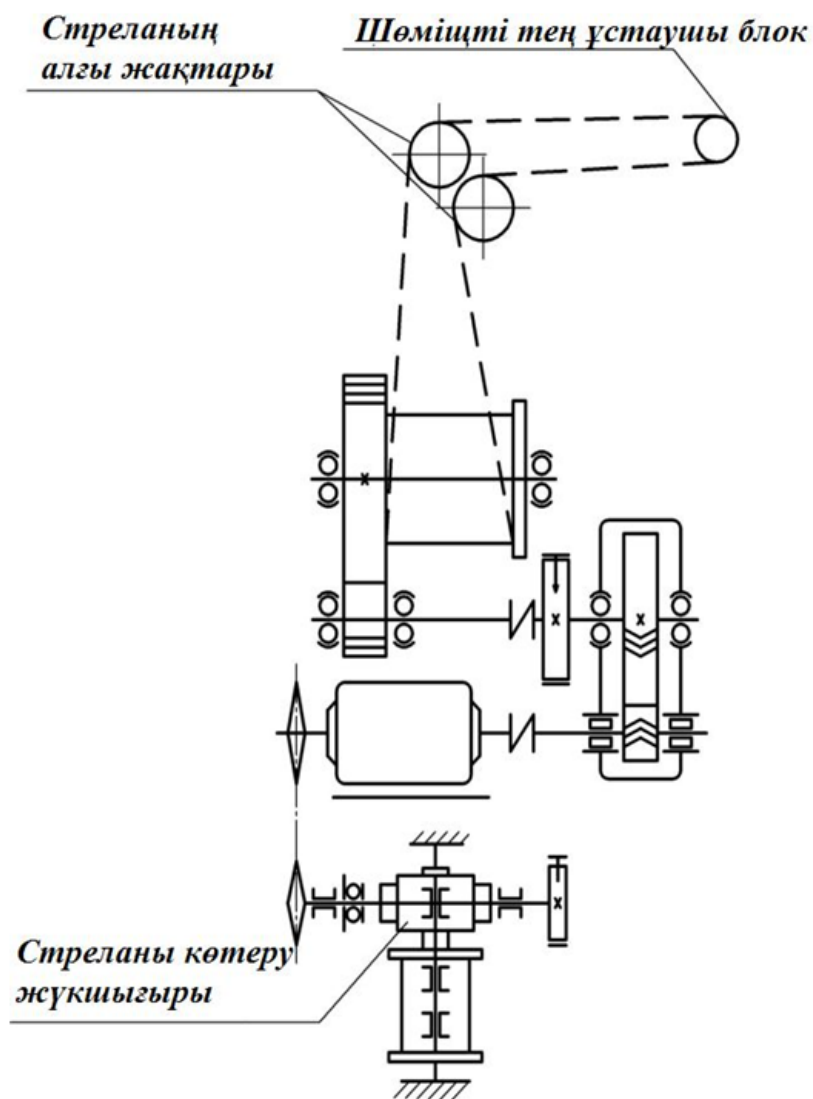
Электр жетегінің көмегімен оператор забойға қажетті қысым күшін береді, шөміштің тереңдетілу дәрежесі мен қазу трассасын таңдайды.

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.

Қозғалтқыштың жұмыс режимі – қарқынды, қайталама-қысқа мерзімді. Қозғалтқыштардың құрылымдық орындауы жалғастырғышты (муфта) бәсеңдеткішпен жалғау және тежеуіш тегершікті (шків) орнату үшін біліктің екі шеті бойынша көлденең.

Тұрақты ток қозғалтқыштарын қолдану кезінде қозғалтқыштар жылдамдықтарын реттеу жеке түрлендіргіштерді қоректендіру кезінде зәкірлер кернеуінің өзгерісімен жүргізіледі.



1.3 сурет - Көтеру жетегінің кинематикалық сұлбасы

Тетік қысым жүкшығырынан және тісті берілістен (жылжу) тұрады.

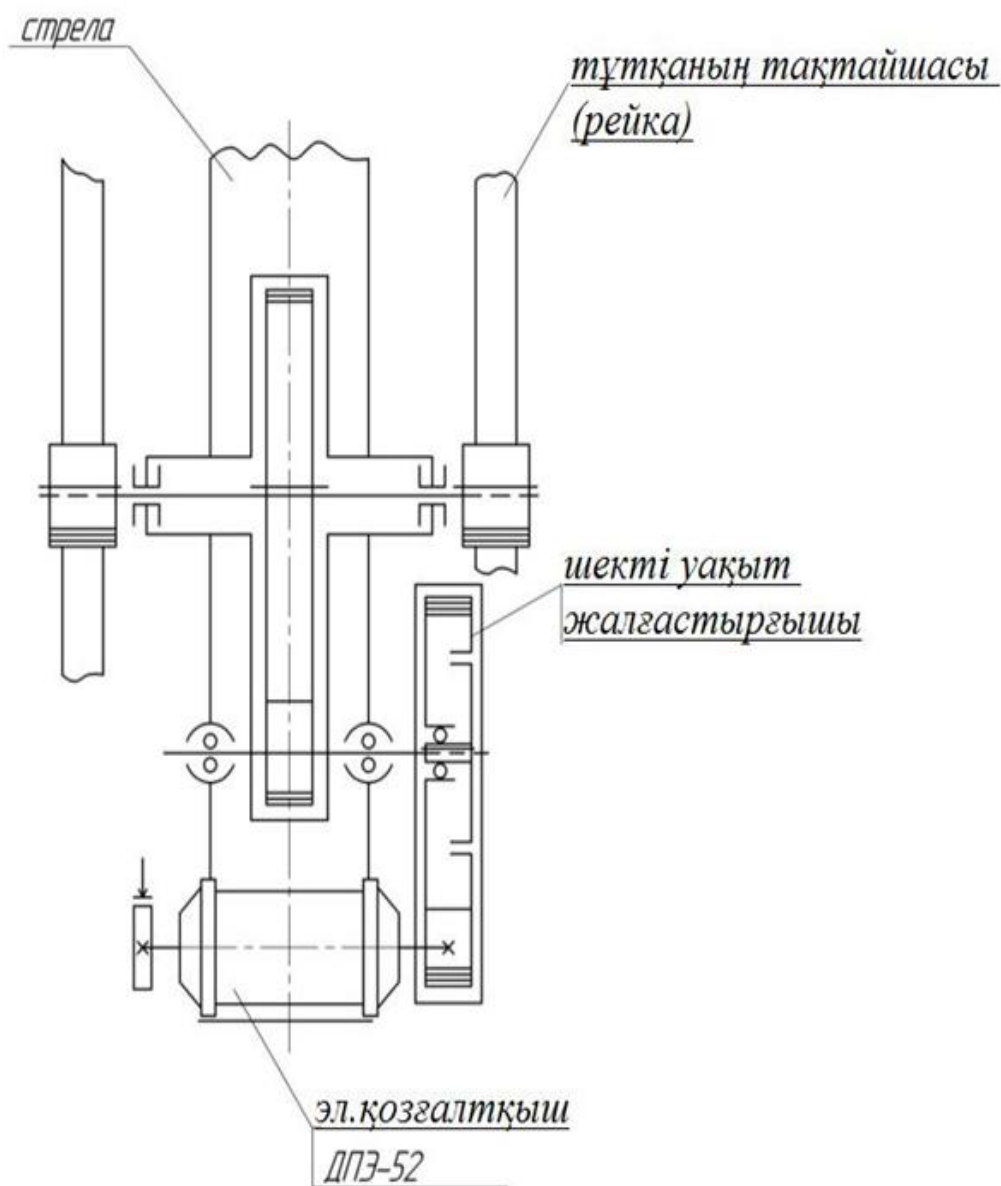
Рейкалы беріліс бәсеңдеткіш (редуктор) арқылы жеке қозғалтқыштармен қозғалысқа келтіріледі. Қозғалтқыштың жұмыс режимі мен конструктивтік (құрылымдық) орындау көтеру электр жетектеріне ұқсас.

Тетікті шамадан тыс динамикалық жүктемелерден қорғау үшін жетек икемді және фрикциялық (үйкелме) түйіндерден тұратын шекті уақыт жалғастырғышымен жабдықталуы мүмкін.

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 командааппараттар сигналы бойынша қарқынды тежеу қолданылады.

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



1.4 сурет - Қысымдық механизмнің кинематикалық сұлбасы

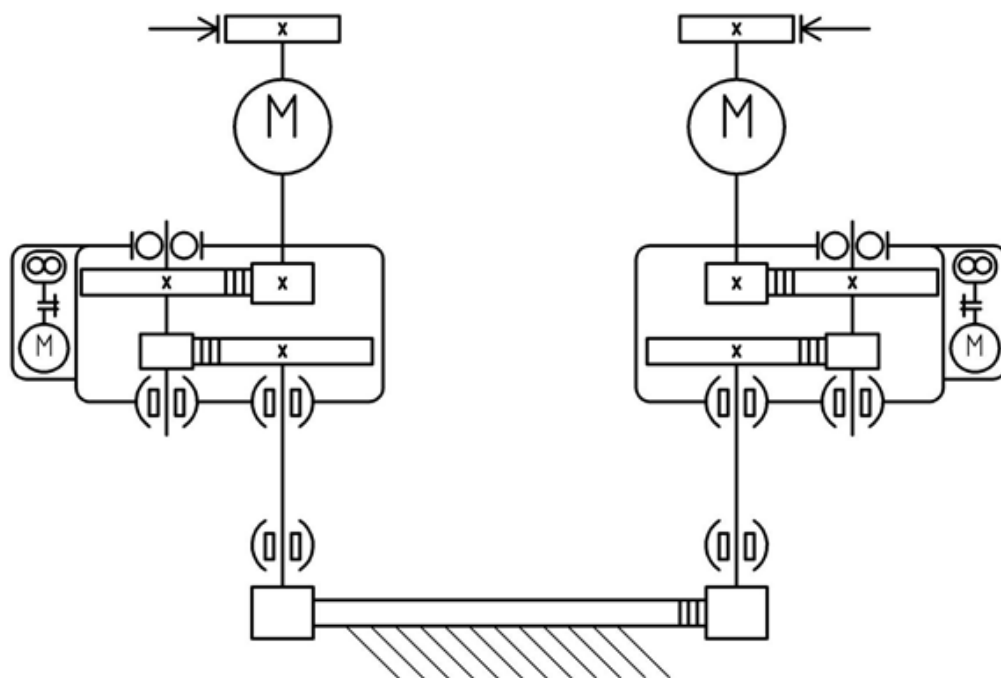
Электр жетек платформаны айналдыру жолымен забойдан шөмішті шығаруға, жүк түсіру орнына және кері жылжытып ауыстыруға арналған.

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 беріліссаны бар бәсендеткіштен (редуктор) және шығатын жүрісарбасында орналасқан қозғалмайтын тісті шір (венец) бойымен айналатын тегершік-біліктерден тұрады (1.5-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.



1.5 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 тістілінісінің күйі мен тістіберіліс 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 өтеалмай қалған кезіндесоққылар 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. Эскаватор электр жабдығының бір бөлігіашық аспан астында пайдаланылады (жүріс, қысым механизмінің электр қозғалтқыштары, қосылатын пункттер және т.б.). Сонымен бірге, ұзақ мерзімді тоқтаудан кейін пайда болуы мүмкін ылғал конденсациясымен десанасқан 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 жағдайдаоқшаулау 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 жәнеауытқу. Шөміш сыйымдылығы 10 м<sup>3</sup> 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 құрылымдарын да ескеруі міндетті қосымша күш салуларды жасайды.

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

Эскаваторлық 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 ішіндіорнатылған электр жабдықтары үшін УХЛЗ жәнесырттаорнатылған электр жабдықтары үшін УХЛ1 орындауымен қанағаттандырылады.

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

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

### **1.7 Экскаватордардың электр жетектерінің басқару жүйелеріне шолу және салыстырмалы талдау жасау. Электр жетекті таңдаудың негіздемесі. 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 болып табылады. Бұдан бөлек, НПЧ-АД жүйесі бойынша жиіліктің статикалық түрлендіргіштері бар айнымалы ток электр жетегі де пайдалануда.

1.2-кестеде әртүрлі электр жетектерінің артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Көп санды жарияландырымдар мен әртүрлі электр жетектерінесалыстырмалы талдау жасау қазіргі уақытта және жақын болашақта бұл жүйелердің өндіріс пен пайдаланудасалыстырмалы мүмкіндіктерге ие болады, ал олардың нақты қолданысы пайдалану қызметінің құны мен дайындығына тәуелді болады деген қортынды жасауғаалып келеді екен.

Тұрақты ток жетекті экскаваторлар бәсекеге қабілетті, өйткеніолар 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.

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

1.2 кесте - Электр жетектерінің негізгі түрлерінің басты артықшылықтары мен кемшіліктері

| Электр жетегінің түрі   | Артықшылығы   | Кемшілігі   |
|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| 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 электрмашиналық түрлендіргіштік агрегаттың бар болуы; жоғарылатылған электрмагниттік инерция. |
| Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқышы                                 | 1-мен салыстырғанда электрмашиналық агрегаттың жоқтығы; кемітілген электрмагниттік инерция.   | 1-мен салыстырғанда қоректендіру желісімен нашар үйлесімділігі ( $\cos\varphi$ және гармониялық құрам). ФКУ талап етіледі.  |
| Жиіліктің статикалық түрлендіргіші – қысқа тұйықтаулы роторлы асинхронды қозғалтқыш | 1 және 2 салыстырғанда қарапайым қысқа тұйықты роторлы аз инерциялы асинхронды электр қозғалтқыштың қолданылуы. 1-мен салыстырғанда – электрмашиналық 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.   |

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

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

Тұрақты ток жетектерінде:

- Г-К жүйесі бойынша:

- қозу мен басқарудың жартылай өткізгішті жүйелеріндегі магниттік күшейткіштерді аяуыстыру. 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 болып табылады;

- 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-5 орнатуға арналған ТЖҚ КЭР тәжірибелік үлгісін шығарды, бұл түрлендіргішті орнату кезінде машина құрылымына айтарлықтай өзгерістерді енгізу талап етілмейді екен.

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 екен.

## **1.8 Генератор-қозғалтқыш жүйесіндегі электр жетек**

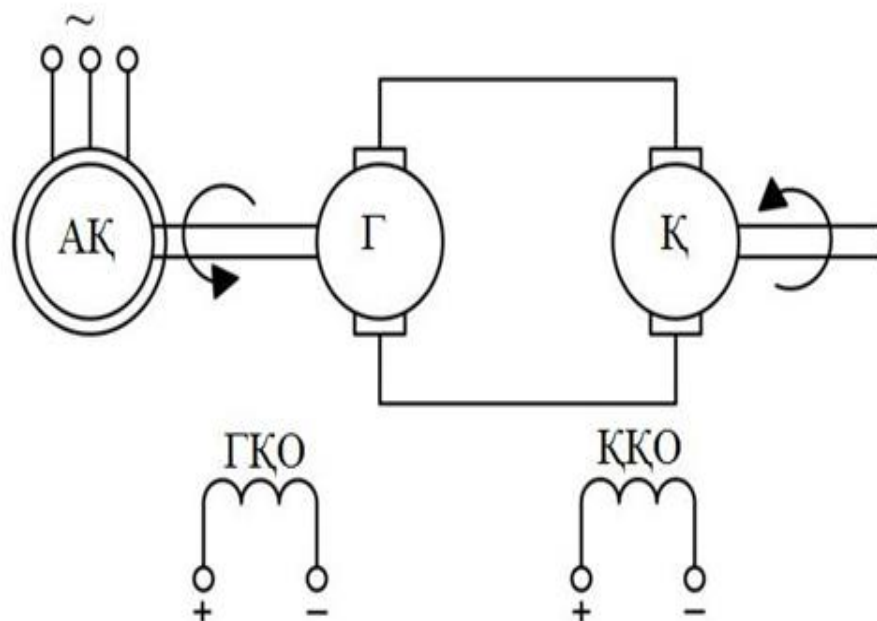
Генератор-қозғалтқыш жүйесі – реттелетін электр жетегі; мұндағы тұрақты ток қозғалтқышы жеке генератордан қоректенеді. Ал бұл генератор (тәуелсіз қоздыруы бар) бірінші реттік қозғалтқыш көмегімен айналысқа түседі. Қозғалтқыш-генератор генератор кернеуінің өзгеріс арқылы электр жетегінің бұрыштық жылдамдығының реттелуін қамтамасыз етеді. Электр жетегі параметрлерін реттеу үшін қоздыру орамдарын қоректендіретін магниттік күшейткіштер және тиристорлық түрлендіргіштері бар автоматты реттеу жүйесі қолданылады екен. 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 жәнә 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 тогын реттеуді қамтамасыз етеді.

Тұрақты ток қозғалтқышын (К) қоректендіретін тұрақты ток асинхронды қозғалтқыш (АҚ) білігімен жалғанған қозғалтқыштың қозу орамдары (ҚҚО)

қоректенетін қоздырғыш генераторынан келіп түседі. Генератордың қозу орамдары (ГҚО) қоректіалаалады: тиристорлардағы түрлендіргішпен басқарылатын қоздырғыштан, күштік магниттік күшейткіштен.

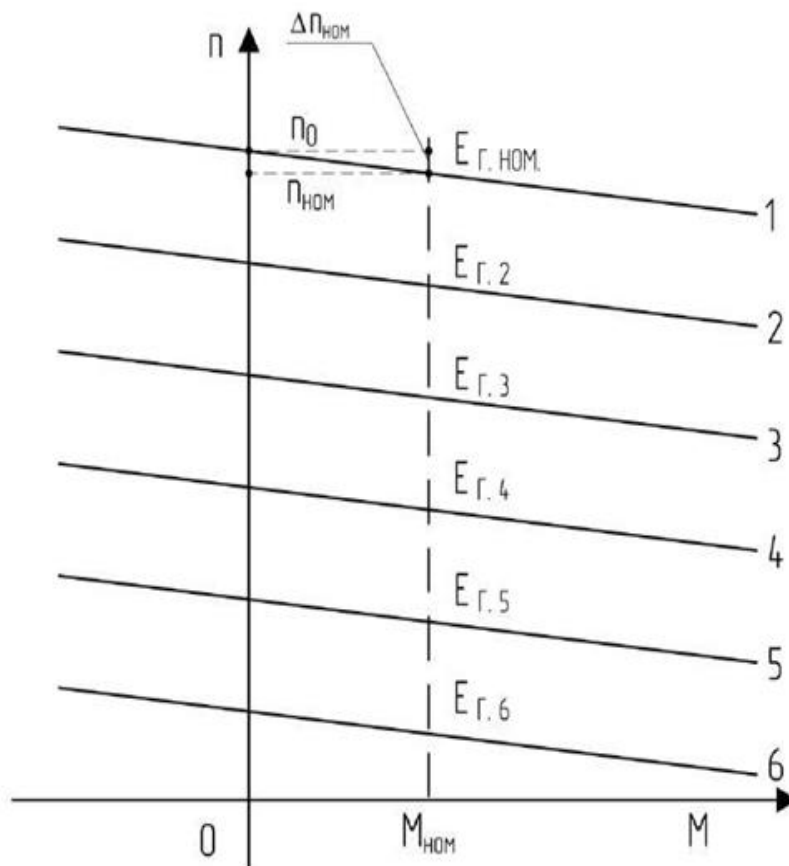


1.6 сурет - Г-К жүйесі бойынша электр жетектің жалпылама сұлбасы

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

Сонымен, Г-К жүйесінің механикалық сипаттамалары – бұл тұрақты беріктіктіабсциссаосіне әлсіз қисайған параллель түзулердің жанұясы.

Генераторлар тәуелсіз және шунтты қоздырғыш орамдарына ие. Генераторлар қоздыраты токты басқару үшін көпірлік сұлбамен қосылған балластық кедергілері бар үш фазалық магниттік күшейткіштер негізіндестатикалық реверсивтік қоздырғыштар қолданылған.



1 – табиғи; 2-6 – жасанды

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

ЭКГ-5А экскаваторының көтеру механизмінің электр жетегі мысалы негізінде Г-Қ жүйесінің жұмысын қарастырайын.

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

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 екен.

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 болады екен:

- беріліс орамы (УМС-2);
- кернеу бойынша қатты және иілгіш теріс кері байланыспен біріктірілген орам (УМС-6);

- негізгі тізбек тогы бойынша қатты теріс кері байланыстың екіорамы (УМС-4 және УМС-5);
- негізгі тізбек тогы бойынша иілгіш теріс кері байланыстың орамы (УМС-1);
- ығысу орамы (УМС-3).

Әрбір күшейткіштің аттасорамдары, ығысу орамдарын қоспағанда, өзара бірізді-қарсы байланысқан. Сонымен, белгілі полярлықтың басқару сигналы жүктеме тогын арттыраотырып, күшейткіштердің бірі үшін оң болса, ал басқасы үшін күшейткіш шығысында жүктеме тогын кемітеотырып. теріс болатыны анық.

УК-УМС токтары балластық кедергілерде қалыптасады және генератордың тәуелсіз орамдарында шегеріледі екен. Басқару сигналының жоқ кезінде тәуелсіз козу 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 3BC, 4BC түзеткіштерінің тұрақты тогымен қоректендірілетін бір күшейткіштің 3Н1-3К1 және екінші күшейткіштің 3Н2-3К2 ығысу орамдары қолданылады.

УМС-2 берілісорамы генератор кернеуінің мәні мен полярлығын және десәйкесінше, қозғалтқыш айналуының жиілігі мен бағытын анықтайтын шама немесе бағытты УК-УМС магниттік күшейткішінің негізгімагниттейтін ағынын жасайды. Берілісорамындағы токтың шамасы мен бағыты командоконтроллермен өзгертіледі.

Қатты және иілгіш теріс кері байланыспен біріктірілген УМС-борамы берілісағынына қарсы әрекет ететін генератор зәкіріндегі (якорь) кернеуге пропорциялы магниттейтін ағынды жасайды.

Аталған орам қолданысы іскеасыруға мүмкіндік береді екен:

- 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 сипаттамларды жасау үшін, сондай-ақ, тежеуіштер салу кезінде негізгі тізбектің қалдық тогын азайту үшін қызмет етеді.

Ток орамының әрекетіекі кернеулердісалыстыру 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 даартады. Кернеудің бұл құлауы стабилитрон Ст1 мен диодтардың Д7-Д10 салыстыру кернеуінен аз болған жағдайда УМС-4 және 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 екен.

УМС-4 немесе УМС-5 орамдары арқылы УМС-2 берілісорамына 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 жиілігіазайып, жетек тежеледі екен.

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

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 өзгерісінде;
- жүктеменің күрт өзгеруі кезінде ток жүгірісін азайтуға;
- 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 іскеа сырылады екен.

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

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

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

### **1.9 Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесі бойынша электр жетек**

Реттемелі шығыс кернеуіайнымалы 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 және жылдамдығын шектеуді, электр жетек сипаттамаларының қоршаған температура өзгерісіне бейімделуін, технологиялық процестердің автоматтандырылуын қамтамасыз етеді екен.

Электр машиналық түрлендіргіштермен салыстырғанда тиристорлық түрлендіргіштер ең жақсы үлкен габаритті көрсеткіштерге, жоғары ПӘК, тез әрекеттілік пен сенімділікке, механикалық немесе климаттық әсерлерге жақсы бейімделушілікке ие екендігі анық.

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

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

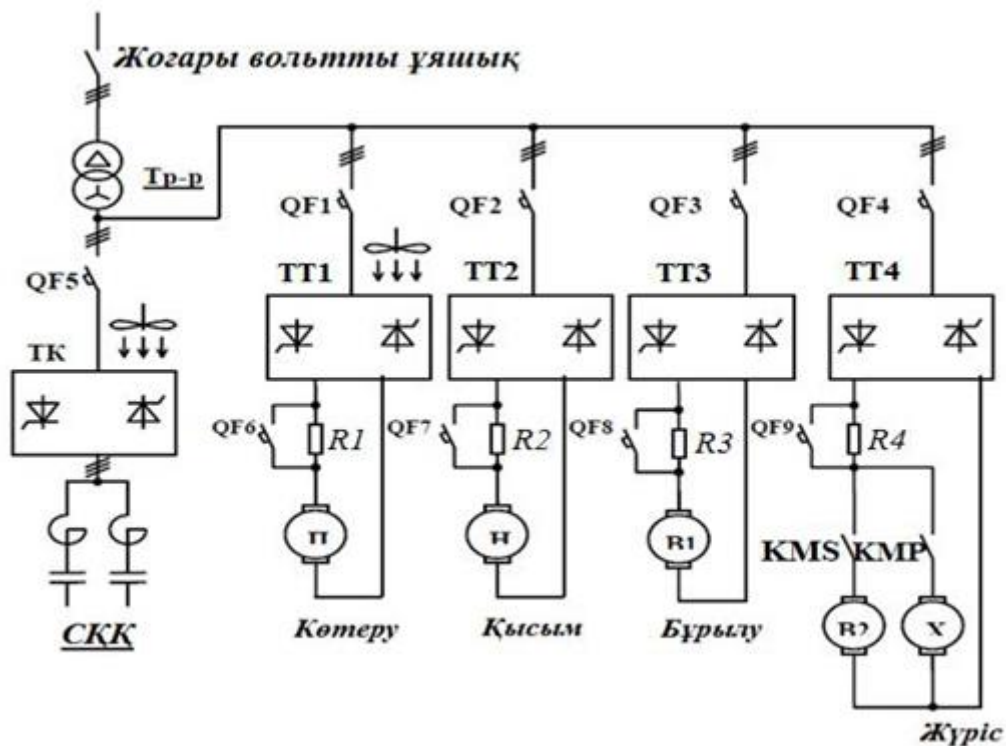
Эскаваторларда электр жетектерін қоректендіру үшін, әдетте, тиристордағы кері немесе тікелей кернеу және қоректендіруші кернеу мәндері арасындағы оңтайлы арақатынасқа жетуге мүмкіндік беретін үш фазалық көпірлік сұлбасы бойынша жиналған реверсивтік және реверсивтік емес түрлендіргіштерді қолданады; бұл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

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-Қ, бұдан әрі жай ғана ТТ-Қ) бойынша орындалған тәжірибелі ТЖҚ (төмен вольтті жиынтықты құрылғы) жаңғыртуға қойылған.

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

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



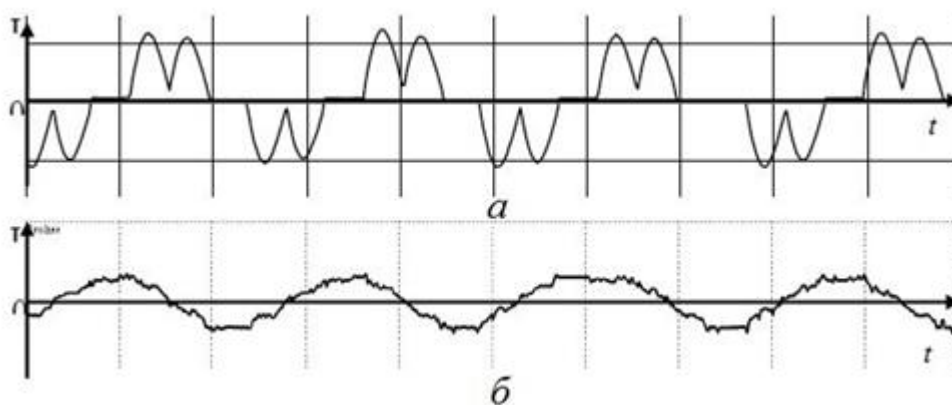


1.8 сурет - ТТ-Қ ЭКГ-5 жүйесі бойынша зәкір шынжырлардың сұлбасы

Тиристорларды басқару кезінде бөгеуілгеорнықтылығын жақсарту үшін снабберлік тиристорлармен және желілік RC-тізбектерімен үйлесімді қолданысы пайдаланудың түгел режимдерінде тиристорлық түрлендіргіштердің сенімділігін айтарлықтай арттырған арнайы драйверлер жасалған. Инверторларды аудару немесе сыртқы қысқа тұйықталулар режимдерінде қозғалтқыштар мен түрлендіргіштердіасқын токтардан қорғау үшін зәкір тізбекке қорғаныстық резисторлар енгізіледі екен.

Негізгі жетектер қарқындылықтың тәуелді задат чигімен бағынышты реттеудің екі контурлы жүйесі бойынша жасалынған. қозғалтқыштың ең жақсы қолданысы жәнеайналу мен момент жиілігін реттеу диапазонын кеңейту үшін көтеру жетегіндеекі зоналық реттеу қолданылады. Өрістің әлсіреуі шөмішті түсіру кезінде ғанаемес, көтеру кезінде де байқалады, сонымен қатар, қазу кезінде қоздыруды жылдамдату жүзегеасырылады. Бұл цикл ұзақтығын азайтуға және өнімділіктіарттыруға мүмкіндік береді.

СКҚ байланыссыз ТК көмегімен қосылған сүзгінің екі шиеленісіп тұрғызылған 5-ші және 7-ші гармоникалары бар реактивті қуаттың тура компенсациясының бір сатысынан тұрады. СКҚ-ның қолданысы электр жетектерімен тұтынылатын токтың сапасын арттырады. Бұрмалану коэффициенті  $K_{и.т}=0,95$ -тен  $K_{и.т}=0,99$ -ке дейін өзгереді (1.9-сурет).



*a – СҚҚ-лы жетектің; б – СҚҚ-сыз жетектің*

1.9 сурет - Трансформатордың төменгі жағындағы тұтынылатын токтар осциллограммасы

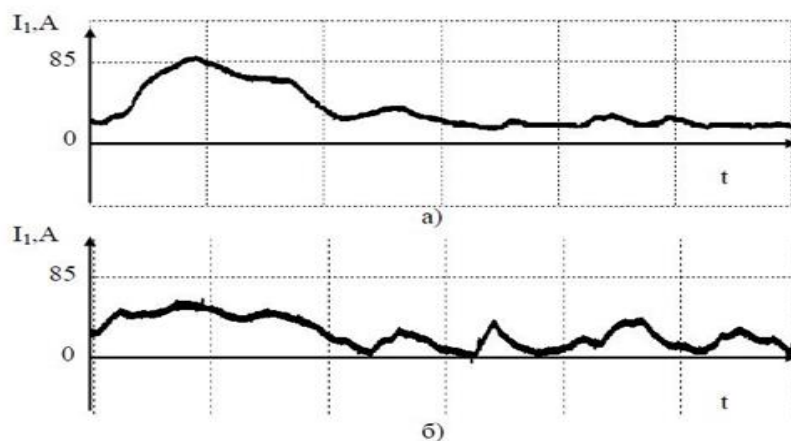
СҚҚ қосылуы негізгі электр жетектерімен тұтынылатын жиынтық токтың функциясында жүзеге асырылады. Циклдың параметрлеріне байланысты қосылу деңгейінің шамасы цикл ішіндеозық, әріартта қалған бірге жуық  $K_m \approx 1$  қуат коэффициентінің орташа өлшемді шамасына дейін жетуі мүмкін.

Негізгі жетектердің түрлендіргіштері құрылымдық түрдесәйкесавтоматтық ажыратқыштармен бірге үш шкафтар түрінде жасалынған. Бұл шкафтар экскаватор платформасының артқы алаңындағы желісіне орналастырылған (электр машиналық агрегатпен бірге). Дәл сол жерде күштік трансформатор даорналасқан. агрегат массалары мен қайтаорнатылған жабдық арасындағы айырмашылықтың орнын толтыру үшін соңғысының астынасалмағы шамамен 5 тонна болатын қосымша контржүк орналастырылып жасалған.

Қосымша электр жетектердің панелі тура машинист кабинасындағы экскаватор шкафының оң жағындаорналасқан. 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 шығарылғандығы анық.

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

Үлгілік детерминделген циклдағы (1.10-сурет) алдын аласалыстырмалы өлшемдер ТТ-Қ жүйелік экскаваторында қолданыстағы токты (толық қуатты) тұтыну АҚ-Г-Қ дәстүрлі жүйелік экскаваторға қарағанда 1,5 есеаз екендігін көрсетті. Тәулік бойындағы жұмыстың ТБК-ның эксплуатациялық қызметкерімен жүргізілген ұзақ уақыттық зерттеуі болып табылады.

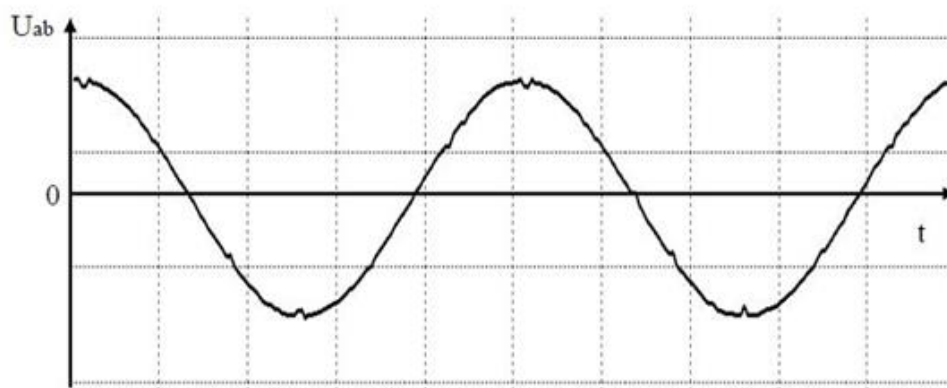


*a – МУ-Г-Қ жүйесінде; б – СҚҚ-лы ТТ-Қ жүйесінде*

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

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.



1.11 сурет - Көрші экскаватор желісіндегі сызықтық кернеу осциллограммалары

ТЖҚ ТЭМТ (Тиристорлық экскаваторлық моноблоктық түрлендіргіштер) біртұтас сұлба техникалық 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 бұлардың қолданушылығын анықтайтын бірқатар габариттерден тұрады. ТЭМТ түрлендіргішін басқарудың жеңілдетілген функционалдық сұлбасы 15-суретте келтірілген. Сұлбада:

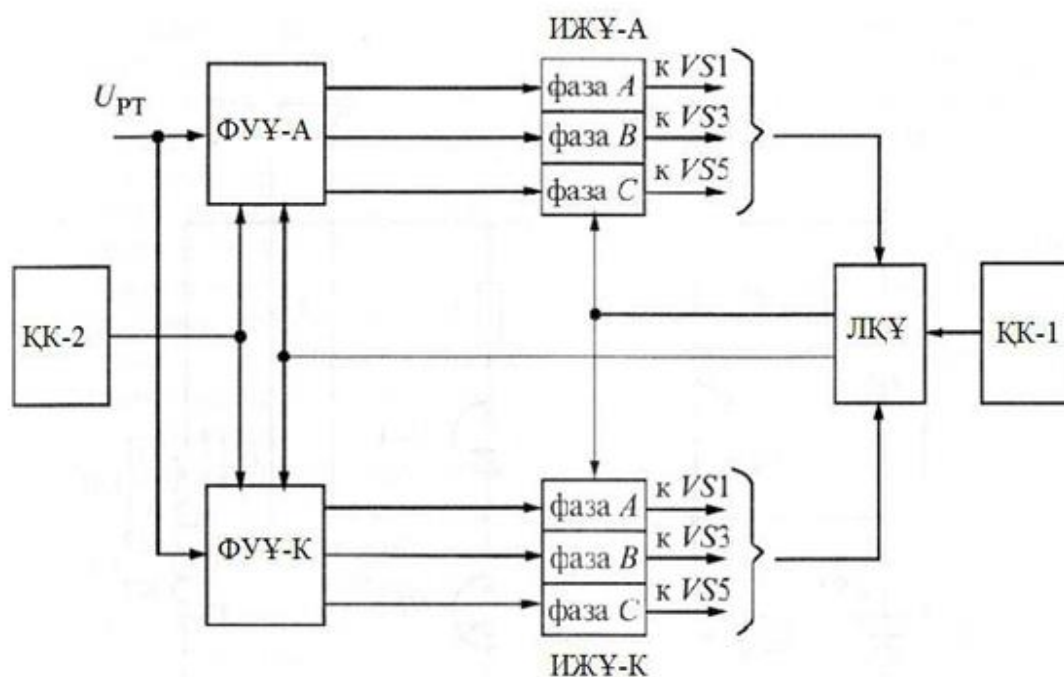
ФУҰ-А, ФУҰ-К – анодтық және катодтық тиристорлар топтарының ИФБЖ (Импульстік-фазалық басқару жүйесі) ұяшықтары;

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.



1.12 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 екен. Әрбір моноблокта өтпелі процестер қарқындылығының кіріктірме екісатылы тәуелді задатчик болады, қысқа тұйықталулардан, шамадан артық жүк тиелуден, сымның үзілуінен, АҚҚ-дан (автоматты түрде қайта қосылу) қорғаныс кіріктірілген, ақаулы жағдайдың диагностикасы бар. Ең басты артықшылығы ақаулы жағдай сигналы бойынша моноблоқтың резервке ауысуы біліктілігі жоқ жұмысшымен жасалынады екен.

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 қордасақтау) қамтамасыз етеді.

Ақаулы моноблоктарды жөндеу мен қызмет көрсету жөндеу кәсіпорнының немесе тіпті шығарушы зауыттың тұрақты шарттарында маманданған қызметшілермен жүзеге асырылады. Қызмет көрсетудің осы 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 ие және қысымдық жетектің жұмысын қамтамасыз етуі мүмкін. Көтеру немесе 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 де 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, осы қорғаныстың тиімділігін көрсетті.

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

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.

## 2 ЭКГ-5И карьер экскаваторының басты механизмдерінің электржетегін өңдеу және жобалау

### 2.1 Бастапқы мәліметтер

Бастапқы мәліметтер АО Тас – Құм техникалық тапсырмасынан алынған.  
Көтергіш жетегінің механизмінің қозғалтқышы

$$P_n = 400 \text{ кВт}; \quad U_n = 375 \text{ В}; \quad I_n = 1150 \text{ А}; \quad n_n = 1000 \text{ об/мин}; \quad \eta_n = 93\%.$$

Тәуелсіз қоздыру -  $U_e = 110 \text{ В}$  и  $GP^2 = 578 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

Ораманың мәліметтері:

Полюстердегі орамдар саны: негізгі полюс 190, қосымша саны 5, ораматар саны 4, орамалар кедергісі:  $R_{я} = 0.00198 \text{ Ом}; R_{ДП} = 0.000705 \text{ Ом};$

$$R_{КО} = 0.00131 \text{ Ом};$$

Полюстер саны  $2p=8$ . Бір полюс орамасының кедергісі  $R = 2.04 \text{ Ом}$

$$R_B = 19.2 \text{ Ом}.$$

Катушкадағы орамдар саны  $w = 190$ .

Қысым қозғалтқышы:

Түрі ТКЭ – 82А  $P_n = 190 \text{ кВт}; \quad U_n = 270 \text{ В}; \quad I_n = 760 \text{ А}; \quad \text{ҚҰ\%} = 75;$

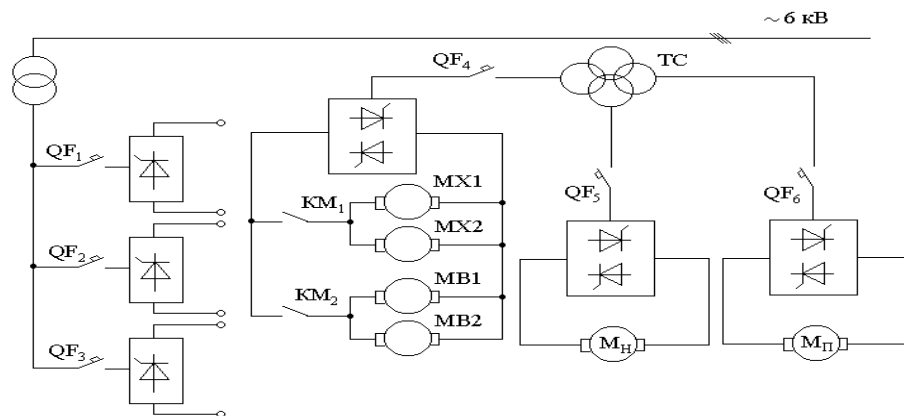
$$\eta_n = 740 \text{ айн/мин}; \quad U_{ВН} = 85 \text{ В}; \quad I_{ВН} = 19.5 \text{ А}; \quad GD^2 = 230 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad R_{я} = 0.011 \text{ Ом},$$

$$R_{ДП} = 0.08 \text{ Ом};$$

Бұрылу механизмінің қозғалтқышы:

Түрі ТКГ – 72;  $P_n = 100 \text{ кВт}; \quad U_n = 305 \text{ В}; \quad I_n = 360 \text{ А}; \quad \text{ҚҰ\%} = 80;$

$$\eta_n = 750 \text{ об/мин}; \quad GP^2 = 95 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad R_3 = 0.019 \text{ Ом}; \quad R_{кб} = 0.0092 \text{ Ом}; \quad U_k = 85 \text{ В}; \quad I_{кп} = 6.3 \text{ А};$$



2.1 сурет - Экскаватордың электржетектерінің жеңілдетілген сұлбасы

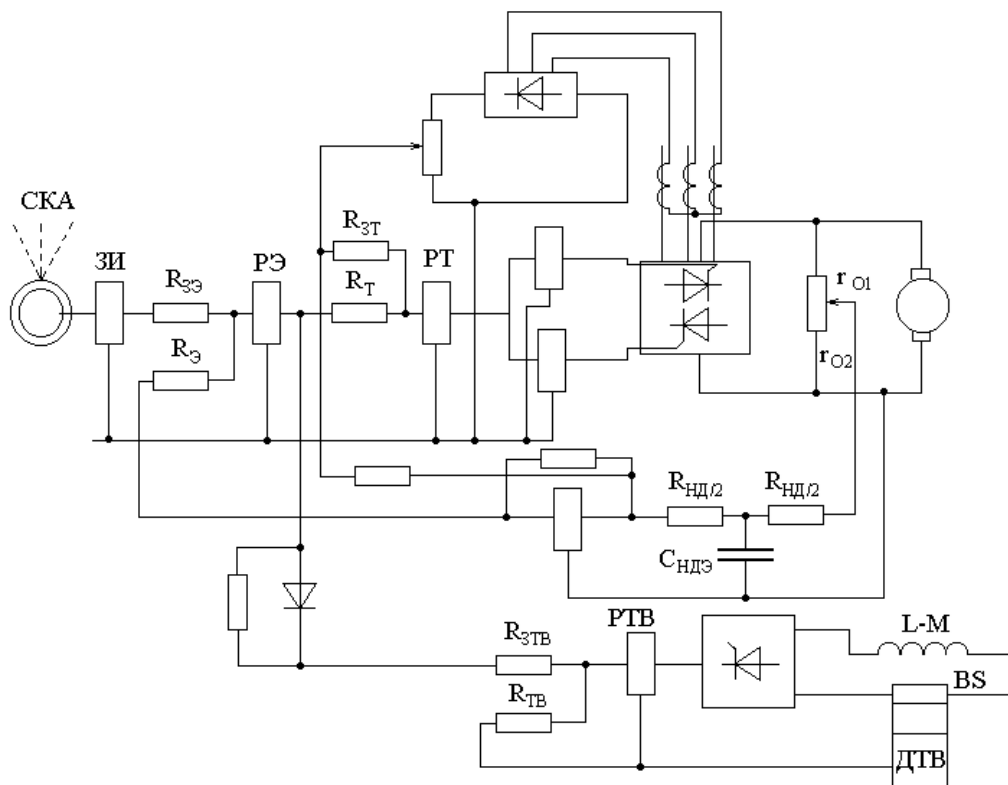
Электржетектердің басты механизмдерінің қосылу сұбасы 1 суретте көрсетілген. Қозғалтқыштың қосылуы төрт орамалы трансформатор арқылы жүзеге асады. Сұлбада көтеру, бұрылу және қысым механизмдерінің қозғалтқыштарын басқаруды жүзеге асыратын түрлендіргіштер көрсетілген. Қозғалтқышты қоздыру бөлек үш фазалы трансформатордан қоректенетін жеке түрлендіргіштерден жүзеге асады.

## 2.2 Көтеру механизмінің электржетегін өңдеу және жобалау. Электрлік сұлбаны өңдеу

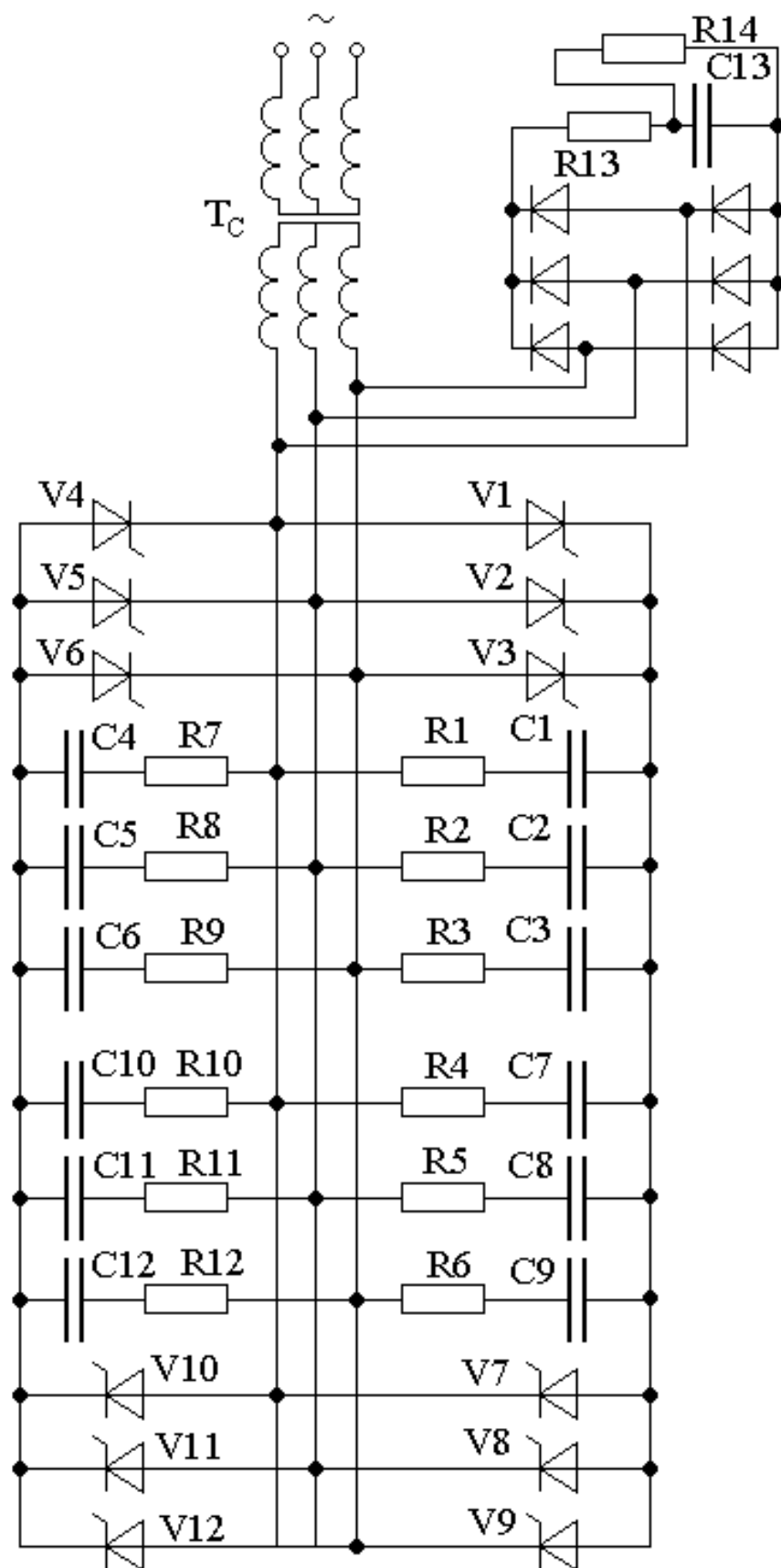
Электржетектің принципалды сұлбасы 2.2 суретте көрсетілген.

Сұлбада басқарылып реттелудің принципі іске асырылған. Зәкір тізбегіндегі қозғалтқыштың басқарылуы реверсивті тиристорлы түрлендіргіш арқылы іске асады. Экскаваторлық форманың сипаттамасының қалыптасуы екі контурлы реттелу жүйесімен іске асады. Тоқ контуры мен жылдамдық контурларында тоқты реттеуіш және э.қ.к. реттеуіштері болады. Тапсырманың сигналының қалыптасуы трансформаторлық режимде жұмыс істейтін сельсинлік командоаппарат арқылы жүзеге асады. Берілетін кернеудің керекті қарқынмен удей өсуі интенсивтілік задатчигі ИЗ арқылы іске асады.

Тиристорлы түрлендіргіштің қозу тізбегі және бір контурлы жүйенің реттелуі арқылы берілген қоздыру тоғының тұрақтануы және бос шөмішті төмен түсіргендегі магнит ағынының босауы жүзеге асырылады.



2.2 сурет - Көтеру механизмінің принципалды сұлбасы



2.3 сурет - Есептеу сұлбасы



### 2.3 Тиристорлі түрлендіргішті есептеу

Есептеу сұлбасы 2.3 суретте берілген.

Бастапқы мәліметтер болып көтеру қозғалтқышының техникалық мәліметтері есептелінеді  $U_n = 375 \text{ В}; I_n = 1150 \text{ А}; I_{\max} = 2.5 \cdot I_n = 2875 \text{ А}$ . Барлық түрлендіргіштер үш фазалы көпірлік сұлбасы арқылы орындалған. Сұлбаның негізгі параметрлері  $K_u = 0.427 \cdot (E_{do} / E_{2\phi}) = 2.34; K_s = 1.045; K_t = 0.817$ .

Күштік трансформаторды таңдау және есептеу:

Қозғалтқыштағы керекті кернеуді қамтамасыз ететін трансформатордың екінші орамасындағы кернеудің көлемі

$$E_{2\phi} = K_u \cdot K_c \cdot K_R \cdot K_\alpha \cdot U_n, \quad (2.1)$$

мұнда  $K_c$  - қоректендіруші желідегі кернеудің төмендеп кету мүмкіндігін ескеретін коэффициент ( $K_c = 1.05 - 1.1, K_c = 1.1$  қабылдаймыз);  $K_\alpha$  - тиристордың толық емес ашылуын ескеретін коэффициент ( $K_\alpha = 1 - 1.15, K_\alpha = 1.1$  қабылдаймыз).  $K_R$  - түрлендіргіштің ішіндегі кернеудің құлауын ескеретін коэффициент ( $K_R = 1.05 - 1.1, K_R = 1.1$  қабылдаймыз).

$$E_{2\phi} = 0.427 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 375 = 213 \text{ А}. \quad (2.2)$$

трансформатордың екінші орамасындағы фазалық тоқтың әрекеттегі мәні

$$I_{2\phi} = K_i \cdot K_{I2} \cdot I_n, \quad (2.3)$$

мұнда  $K_i$  - тоқтың тік бұрыштыдан ауытқып кетуін ескеретін коэффициент, ( $K_i = 1.05 - 1.1, K_i = 1.1$  қабылдаймыз).

$$I_{2\phi} = 1.1 \cdot 0.817 \cdot 1150 = 1033 \text{ А}.$$

Керекті трансформация коэффициенті

$$K_{mp} = w_1 / w_2 = 0.95 U_{1\phi} / E_{2\phi}; \quad (2.4)$$

$$K_{mp} = 0.95 \cdot 6000 / \sqrt{3} \cdot 213 = 15.$$

Трансформатордың бірінші орамындағы фазалық тоқтың әрекеттегі мәні

$$I_{1\phi} = I_{2\phi} / K_{mp} = 1033 / 15 = 68 \text{ А}.$$

Түрлендіргішпен тұтынылатын есептеу қуаты

$$S_T = K_c \cdot K_\alpha \cdot K_R \cdot K_i \cdot K_s \cdot U_n \cdot I_k, \quad (2.5)$$

$$S_T = 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.045 \cdot 375 \cdot 1150 = 660 \text{ kVA} \quad (2.6)$$

Тегістеуші дроссельді таңдау.

Түрлендіргіштің шығыс кернеуі өту сипаттамасына ие. Өту кернеуі орамада қосымша шығындар тудырады және оның қызуын көбейтеді. Өту деңгейі негізгі тоқтың гармоникасы әрекеттегі мәні  $P(I)\%$  арқылы табылады. Тұрақты тоқты қозғалтқыш үшін бұл деңгей 2-12% аралығында болады,  $P(I)\% = 4$  қабылдаймыз.

Қабылданған өту тоғын қамтамасыз ететін зәкір тізбегінің индуктивтілігі келесідей болады

$$L_d = 100 \cdot U d_o n_o m_o / \sqrt{2} \cdot K \cdot P \cdot \omega \cdot P(I)\% \cdot I_n, \quad (2.7)$$

мұнда  $U d_o n_o m_o = K d \cdot E d_o = 0.18 \cdot 2.34 \cdot 213 = 89.7$ , (үш фазалы көпірлік сұлбада  $\alpha = 30^\circ$   $K_d = 0.18$ ;  $KP = 6$  болғанда)

$$L_d = 100 \cdot 89.7 / \sqrt{2} \cdot 6 \cdot 314 \cdot 4 \cdot 1150 = 7.3 \cdot 10^4 \text{ Г} \quad (2.8)$$

Зәкір орамасының индуктивтілігі

$$L_s = K \cdot 30 \cdot U_n / \pi \cdot I_n \cdot n_n \cdot P_d, \quad (2.9)$$

мұнда  $K$  - зәкір тоғының әрекетінің магнитсізденуін компенсациялаушы коэффициент,  $K = 0.1$  компенсацияланған қозғалтқыштар үшін.

$$L_s = 0.1 \cdot 30 \cdot 375 / \pi \cdot 1150 \cdot 1000 \cdot 8 = 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ Г} \quad (2.10)$$

Зәкір индуктивтілігі керектіге жақын. Дроссельдің габариті үлкен болғандықтан, оның бұрылыс платформасында қондырылуы қиындайды.

Вентиль таңдау.

Берілген салқындау шарттарындағы Ұзақ мүмкін болатын тоқ  $I_y$  және ұйғарылған қайтадан қайталанатын кернеу  $U_k$  арқылы тиристорларды таңдаймыз.

Ұзақ ұйғарылған тоқтың мөлшері келесідей анықталады:

$$I_y = K_{3f} \cdot K_{CX} \cdot K_{OX} \cdot I_{CP}, \quad (2.11)$$

мұнда  $I_{CP} = I_{\max} / 3 = 2875 / 3 = 958 \text{ А}$ ;

$K_{сал}$  - салқындау шараларын ұйғаратын коэффициент.  $K_{сал}=1$  – мәжбүрлі салқындатылғанда;  $K_{сал}=2,5$  – табиғи салқындатылғанда;

$K_{кор_i}$  - тоқтың қордағы коэффициенті  $K_{кор_i}=1.3-1.4$  мәжбүрлі салқындату шарасын қабылдаймыз;

$K_{сұлба}$  - сұлба коэффициенті,  $K_{сұлба}=1.1$ .

$$I_{II} = 1.4 \cdot 1.1 \cdot 958 = 1475 \text{ A.}$$

Бұндай тоқтарға тиристорлар шығарылмайды. Сондықтан оның қондырылуына әрқайсысы  $I_{\gamma}=800 \text{ A}$  болатын екі тиристор таңдаймыз.

Қайта қайталанатын кернеу амплитудасы

$$U_{\gamma} = K_{3U} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot E_{2\phi} \quad (2.12)$$

$$U_{\gamma} = 1.4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 213 = 730 \text{ В.}$$

Тиристорларды таңдау

ТБ 253 ÷ 800 ( $I_{\gamma}=800$ , кл. 8 ).

Вентильді қорғау үшін әр вентильге параллель қосылатын (коммутациялық асқын кернеуден)  $RC$  - тізбегін қабылдаймыз, түзеткіш көпір арқылы трансформатордың екінші орамасына қосылатын (трансформатор мен тораптан болатын асқын кернеуден)  $RC$  - тізбек. Тиристорларға параллель қосылатын  $RC$  - тізбектің көлемі мен кедергісінің мәндері келесідей анықталады

$$C = 10 \cdot I_a / U_{\gamma}, \quad (2.13)$$

$$R = 10 \cdot U_{\gamma} / I_{\gamma}, \quad (2.14)$$

мұндағы  $I_a - I_a = I_{\max}$  коммутациясының басындағы максимал мәні

$$C = 10 \cdot 2875 / 800 = 36 \text{ мкФ}$$

$$R = 10 \cdot U_{\gamma} / I_{\gamma} = 10 \cdot 800 / 1600 = 5 \text{ Ом}$$

Қорғаныс құралы (көпір арқылы қосылған  $RC$ ) жүктемесіз трансформатордың өшу моментінде болатын асқын кернеудің немесе тораптағы коммутациялық асқын кернеудің энергиясын жұтады. Трансформатор кернеудің қалыпты режимінде жұмыс істегенде  $RC$  - тізбегі мынаған тең

$$U_1 = 2.34 \cdot E_{2\phi} = 2.34 \cdot 2013 = 498 \text{ В}$$

Асқын кернеу кезінде  $RC$ -да кернеу көбейеді, екі есе көбейді деп алсақ.

$$U_2 = 2U_1 = 2 \cdot 498 = 996 \text{ В}.$$

Кернеудің өсуі мынаған тең

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 498 \text{ В}.$$

Диод ретінде келесілерді аламыз  $D 112-10$ , оларда  $I_{\mu} = 10 \text{ А}$   
 $I_{\text{тәж.}U.\text{max}} = 230 \text{ А}$ . Диодтардан ағатын заряд тоғы  $R_{13}$  резисторымен шектеледі.

Оның өлшемін келесіден алуған болады  $R_{13} \geq \Delta U / I_{\text{тәж.}U.\text{max}} = 498 / 230 = 2.16 \text{ Ом}$ ,

Зарядталу процессінде конденсаторда қосымша энергия жиналады

$$W_{\mu\text{-max}} = 0.5 \cdot B(U_2^2 - U_1^2) = 0.5 \cdot \sqrt{2} \cdot I \cdot \sqrt{2} \cdot E_{2\phi} / \omega, \quad (2.15)$$

(11) формуласынан келесіні табамыз

$$C = 2 \cdot I_{SU} \cdot E_{2\phi} / \omega \cdot (U_2^2 - U_1^2),$$

мұнда  $I_{\mu}$  - магниттелу тоғының әрекеттегі мәні.  $I_{\mu}$  мәнін  $(0.02-0.03)I_{1\phi}$  аралығында аламыз.  $I_{\mu} = 0.025 I_{1\phi}$  аламын, онда

$$I_{\mu} = 0.025 \cdot 68 = 1.7 \text{ А},$$

$$C = 2 \cdot 1.7 \cdot 213 / 314 \cdot (986^2 - 498^2) = 2.9 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 2.9 \text{ мкФ}.$$

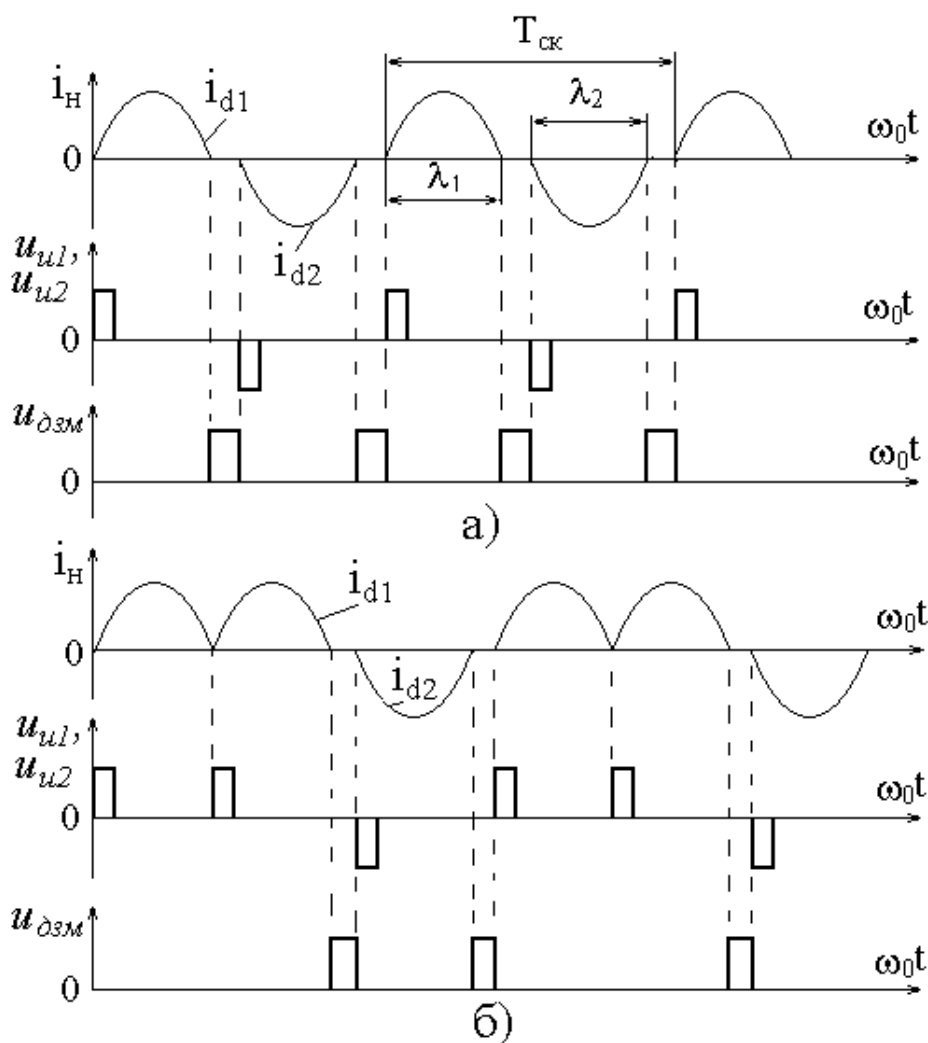
Трансформатордың кезекті өшуі үшін конденсатордың разрядталуы қажет. Өту шамасы 10 с мөлшерінен аз болмауы тиіс. Сол уақыт ішінде конденсатор  $5 \cdot T = 10 \text{ с} = 5 \cdot R_{14} \cdot C_{13}$  шарты үшін разрядтадалады.

$$R_{14} \leq 10 / 5 C_{13} = 10 / 5 \cdot 2.9 \cdot 10^{-6} = 69 \text{ К}.$$

## 2.4 Екі комплектілі тиристорлі түрлендіргіштегі тиристорлерді басқару түрін таңдау

Қазіргі уақытта тиристорларды басқаруға бірлесіп және жеке басқаруды қолданады. Бірлесіп басқару үлкен және ауыр теңестіруші реакторларды қондыруды қажет етеді. Одан бөлек орамаларды жасау үшін үлкен көлемде мыс қажет. Сондықтан жеке басқаруды таңдаймыз. Бұл басқару түрінде басқарушы импульстер бір топтағы тиристорларға ғана беріледі. Ауысу екі топтың да тиристорларын жабық қалпын фиксациялайтын датчиктер арқылы жүзеге асады.

Автотербелмелі типті ЛҚБ таңдаймыз. Оның жұмысын сипаттайтын диаграмма 6 суретте көрсетілген.



2.4 сурет - ЛҚБ жұмысын сипаттайтын диаграмма

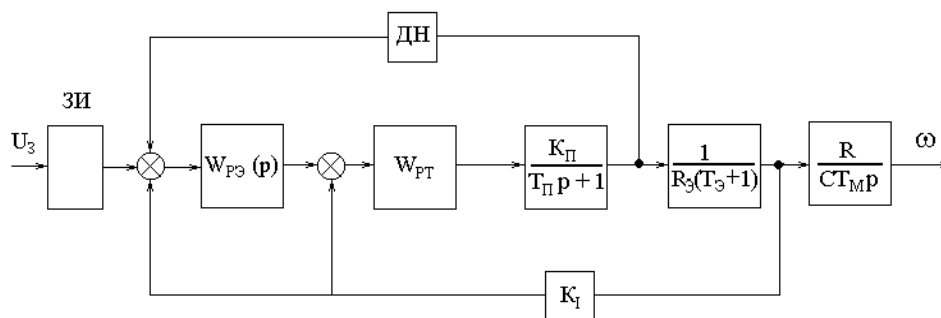
## 2.5 Реттеу жүйесін өңдеу және есептеу

Реттеу жүйесінің құрылымдық сұлбасы принципіалды сұлбасы негізінде (2 сурет) жасалған, 7 суретте көрсетілген.

Реттеу жүйесінде екі реттегіш орнатылған: тоқты реттегіш және э.қ.к. реттегіш. Экскаватордың басты механизмдеріне механикалық сипаттамалардың жоғары қатаңдығы керек болмағандықтан, өзіндік сипаттамасының деңгейіндегі керекті статизм э.қ.к.-нің кері байланысын қамтамасыз етеді.

Тиристорлі түрлендіргіштің беріліс функциясы

$$W_{TT}(p) = \frac{K_{II}}{T_{II}p + 1}, \quad (2.16)$$



2.5 сурет - Көтеру механизмі электржетегінің құрылымдық сұлбасы

Тұрақты уақытты  $T_{II}$  анықтауының үлкен қиындығын ескеріп, оның мәнін 0.01 с деп аламыз.

Зависимость  $U_d = K_{II} \cdot U_v$  тәуелділігі сызықты емес және  $K_{II}$  мәнін  $U_d = f(U_v)$  сипаттамасы арқылы  $\Delta U_d / \Delta U_v$  формуласымен немесе келесі қысқартылған формуламен табуға болады

$$K_{II} = E_{do} / U_{v.\max}, \quad (2.17)$$

мұнда  $E_{do} = 2.34 \cdot E_{2\phi} = 2.34 \cdot 213 = 448 \text{ В}$ ;

$U_{v.\max} = 10 \text{ В}$  - мәнін қабылдаймыз.

$$K_{II} = 448 / 10 = 44.8 \approx 45.$$

Динамикалық қатынаста электр қозғалтқышы екі элементпен қабылдана алады:

Электрлік бөлімнің беріліс функциясымен

$$W_{ЭБ} = \frac{1}{R_3(T_3p + 1)}, \quad (2.18)$$

Және механикалық бөлімнің беріліс функциясымен

$$W_{МБ}(p) = R_3 / CT_M p, \quad (2.19)$$

$$R_3 = R_3 + R_{ДН} = 0.019 + 0.0092 = 0.0282 \text{ Ом}.$$

$$L_3 = L_3 + L_T = 3.9 \cdot 10^{-5} + 2.7 \cdot 10^{-4} = 30.9 \cdot 10^{-4}.$$

$$T_3 = L_3 / R_3 = 3.09 \cdot 10^{-3} / 0.0282 = 0.109 \text{ с}.$$

$$C = (U_d - I_n R_{ЯУ}) / \eta_n = (375 - 1150 \cdot 0.0282) / 1000 = 0.342.$$

$$T_M = GP^2 \cdot R_{3V} \cdot \eta_n \cdot I_n / 375 E_n \cdot M_n, \quad (2.20)$$

$$E_n = U_n - I_n \cdot R_{3V} = 375 - 1150 \cdot 0.082 = 342 \text{ В}.$$

$$M_n = 975 P_n / \eta_n = 975 \cdot 400 / 1000 = 390 \text{ кВт}.$$

$$T_M = 578 \cdot 0.0282 \cdot 1000 \cdot 1150 / 375 \cdot 342 \cdot 390 = 0.38 \text{ с}.$$

Қазіргі уақытта басқару жүйесіреттеліп басқарылу принципімен құралады. Тоқтық контур модульді оптимумда орналастырылады. Реттегіштің беріліс функциясы келесі теңдеумен анықталады

$$W_{PT}(p) = \frac{1}{a_1 \cdot T_{II} \cdot p \cdot W_{ol}(p) \cdot K_I \cdot K_{II}}, \quad (2.21)$$

мұнда  $a_1$  - баптау коэффициенті ( $a_1=2$  бірінші ішкі контур үшін);

$K_{II}$  - кіші компенсацияланбаған тұрақты уақытының беріліс коэффициенті;

$T_{II}$  - осы түйін уақытының тұрақтысы.  $K_I$  - тоқтың кері байланысын күшейту коэффициенті;  $W_{ol}(p)$  - бірінші ішкі контурға кіретін реттелу объектісінің беріліс функциясы.

Алмастырып қойғаннан кейін келесіні аламыз

$$W_{PT}(p) = \frac{R_{\Delta}(T_{\Delta}p + 1)}{a_1 \cdot T_{II} \cdot p \cdot K_I \cdot K_{II}}, \quad (2.22)$$

Бұндай беріліс функциясы ПИ – реттеуіште бар. Бұндай реттеуіш оперативтік күшейткіште оның шешуші тізбектеріне резисторлер мен конденсатор қосылуы арқылы орындалады. Реттегіштің сұлбасы 2.6 суретте келтірілген.

(2.23) формулада келтірілген реттеуіштің параметрлерімен қосылуы қосылу және жүктемені өзгерту кезіндегі оптималды берілу процессін қамтамасыз етеді. Операциялық күшейткіштегі реттегіш берілу процессінің сапасын қамтамасыз етеді, егер шешуші тізбекке қосылған элементтер теңдеуде келтірілгендей мәндермен анықталатын болса. Қатынастан келесіні табамыз

$$T_{\Delta} = R_{OT} \cdot C_{OT}, \quad (2.23)$$

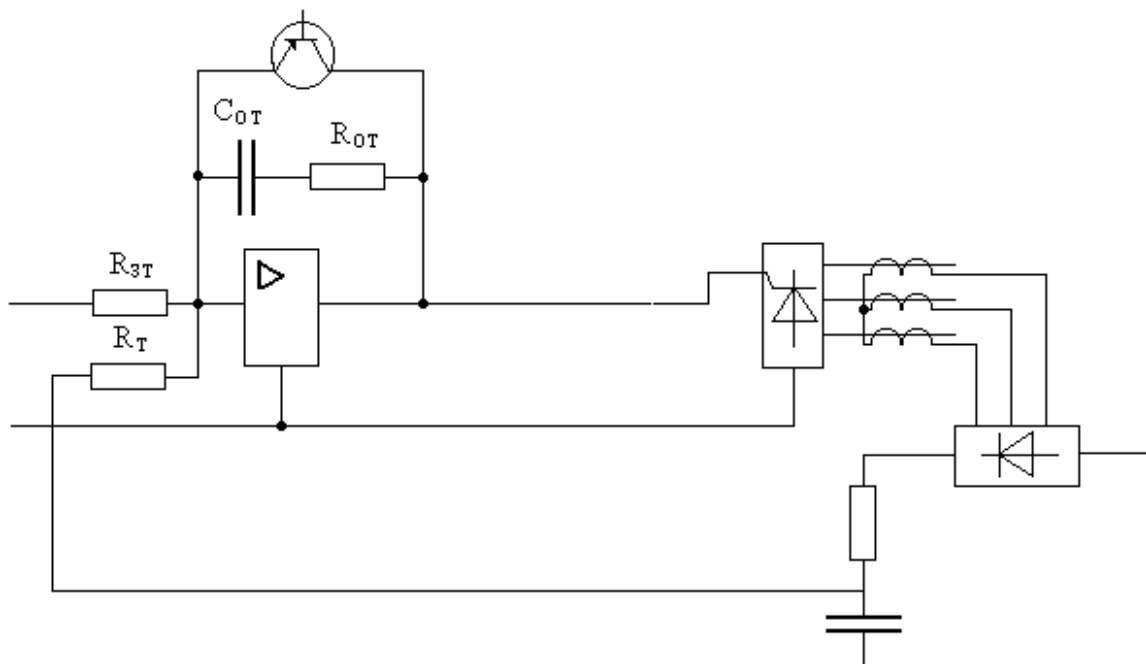
$$R_{3T} \cdot C_{OT} = a_1 T_{II} K_{II} \cdot K_I / R_{\Delta}, \quad (2.24)$$

$$K_I = U_{3T \cdot \max} / I_{\max}, \quad (2.25)$$

$$R_T = K_{DT} \cdot R_{3T} / K_I, \quad (2.26)$$

$C_{OT} = 1 \text{ мкФ}$ , мәнін береміз, сонда

$$R_{OT} = T_{\vartheta} / 10^{-6} = 0.109 / 10^{-6} = 109 \text{ К},$$



2.6 сурет - Тоқты реттеуіштің сұлбасы

$$K_I = 10 / 2850 = 3.5 \cdot 10^{-3},$$

$$R_{зт} = 2 \cdot 0.01 \cdot 50 \cdot 3.5 \cdot 10^{-3} / 0.0282 \cdot 10^{-6} = 124 \text{ К}.$$

Тоқ датчигі күштік бөлім мен реттеу жүйелері арасында гальваникалық үзіліс үшін қызмет етеді және күшейту коэффициентінің мәні рөл атқармайды. Тоқ датчигі ретінде алатын болсақ, тоқ трансформаторының мәні  $K_{дт}$  1-5 аралығында болады.  $K_V = 1$  аламыз.

$$R_T = 1 \cdot 124 / 3.5 \cdot 10^{-3} = 35 \cdot 10^3 \text{ Ом}.$$

Э.қ.к. реттеуішінің сұлбасы 2.7 суретте келтірілген.

Э.қ.к. кері байланысы жүйесінің сұлбасын құру үшін э.қ.к. өлшеуішін табу керек. Келтірілген сұлбасындағы э.қ.к. патенциометр арқылы өлшенеді, ал қозғалтқыш тоғына пропорционал кернеу шунт көмегімен өлшенеді. Келтірілген сұлба өтпелі процессте  $U_d$  және  $e_d$  арасында тәуелділікті қамтамасыз етеді. Ол келесі теңдеуде көрсетілген

$$\gamma U_d = \gamma \cdot e_d + (1 + T_a P) \cdot \gamma \cdot i \cdot R_{я}, \quad (2.27)$$

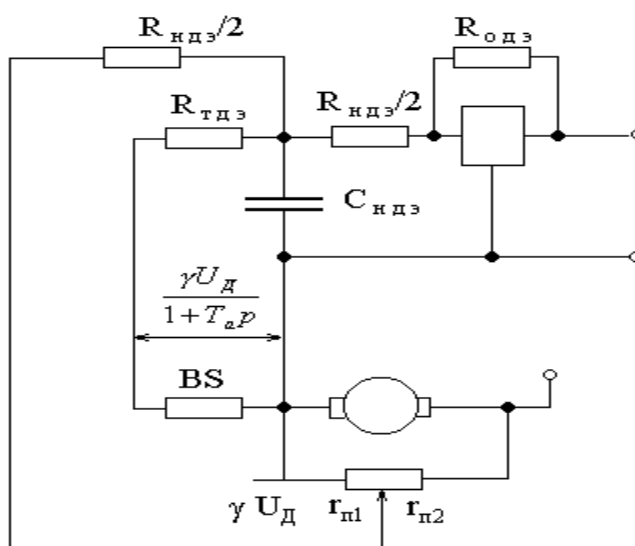
мұнда  $U_d$  – зәкірдегі кернеу;

$i$  – зәкір тоғы;

$T_a$  – электромеханикалық уақыт тұрақтысы ( $T_a = L_a / R_a$ );



$L_a$  және  $R_a$  – индуктивтілік және қозғалтқыштағы зәкір кедергісі;  
 $\gamma = r_{п1} / (r_{п1} + r_{п2})$  – потенциометр коэффициенті;  
 $r_u$  – зәкір шунтының кедергісі.



2.7 сурет - Э.К.К. реттеуішінің сұлбасы

Э.қ.к. датчигінің кірісіне екі сигнал беріледі: кернеу бойынша теріс және тоқ бойынша оң. Тұрақты уақыт  $T_a$  инерциялық функциясын орындайтын кернеу желісінде потенциометр қозғалтқышы ИҚЭ арасында  $R_{нкэ} - C_{нкэ}$  фильтрі қосылған.

Фильтр параметрлері келесі теңдеумен анықталады

$$C_{нкэ} \cdot R_{нкэ} / 4 = T_a . \quad (2.28)$$

$C_{ндэ} = 1 \text{ мкФ}$  деп алып,  $R_{нкэ}$  табамыз.

$$R_{нкэ} = 4T_a / C_{нкэ} = 4 \cdot 0.208 \cdot 10^{-3} / \cdot 10^{-6} = 832 \text{ кОм}$$

Датчиктің кірісінің сигналының фильтрін ескеретін болсақ, кернеу бойынша э.қ.к.

$$\gamma U_d \cdot \frac{1}{1+T_a p} = \frac{\gamma \cdot e_d}{1+T_a p} + \gamma \cdot i \cdot R_a , \quad (2.29)$$

Реттеуіштің кірісіне берілетін нәтижелеуші э.қ.к. датчигінің шығыс сигналындағы э.қ.к.

$$U_{кэ} = - \left( \frac{\gamma \cdot e_d}{1+T_a p} + \gamma \cdot i \cdot R_a \right) \cdot K_{нкэ} + i \cdot R_{ш} \cdot K_{ткэ} , \quad (2.30)$$

мұнда  $K_{HKЭ} = R_{OKЭ} / R_{HKЭ}$ ;  $K_{TKЭ} = R_{OKЭ} / R_{TKЭ}$  - кернеу тізбегіне және ток тізбегіне сәйкес э.қ.к. датчигінің күшейту коэффициенті;

$R_{HKЭ}$ ,  $R_{TKЭ}$  - э.қ.к. ҚЭ кернеу тізбегіне және ток тізбегіне сәйкес шығыс кедергілері.

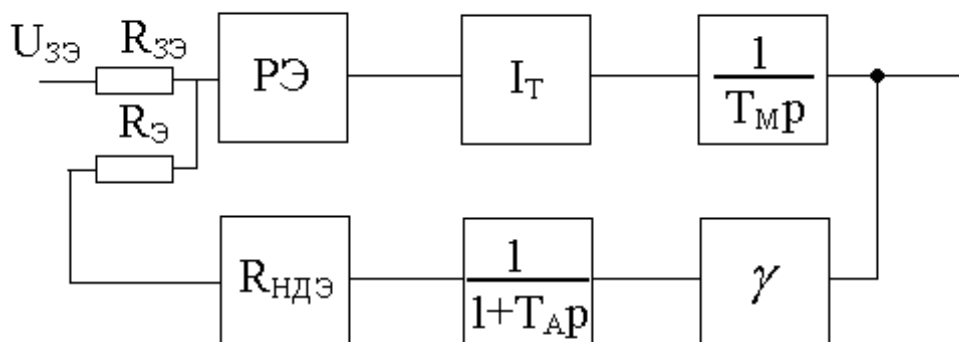
$\gamma \cdot i \cdot R_a \frac{R_{OKЭ}}{R_{HKЭ}} = i R_{ШЯ} \cdot \frac{R_{OKЭ}}{R_{TKЭ}}$  қабылдаймыз және келесі формуланы аламыз

$$U_{KЭ} = - \frac{\gamma \cdot e_D}{1 + T_a p} \cdot K_{HKЭ}, \quad (2.31)$$

Э.қ.к. датчигінің кіріс кедергісі

$$R_{TKЭ} = r_{Ш} \cdot R_{HKЭ} / (\gamma \cdot R_a), \quad (2.32)$$

Э.қ.к. кері байланысына қатысты реттеу жүйесінің есептік сұлбасы 10 суретте келтірілген.



2.8 сурет – Есептік сұлба

Есептік сұлба бойынша компенсациялаушы интегралды өзек  $1/T_{MP}$ . Сондықтан э.қ.к. реттеуіші пропорционалды типті болу керек.

Э.қ.к. реттеуішінің беріліс функциясының теңдеуі

$$W_{PЭ}(p) = \frac{R_{OЭ}}{R_{3Э}} = \frac{T_M}{2T_{II} + T_a} \cdot \frac{K_i}{K_H}, \quad (2.32)$$

Келесі мәнді беріп  $R_{OЭ} = 70 \text{ к}$  ( $R_{OЭ} = (50 \div 100 \text{ к})$ ) және оны (2.32) формуласына қойып, реттеуіштің кіріс кернеуін анықтаймыз

$$R_{3Э} = R_{OЭ} \cdot (2T_{II} + T_a) \cdot K_H / T_M \cdot K_I, \quad (2.33)$$

мұнда  $K_H = U_{Э \cdot MAX} \cdot / U_{Д \cdot MAX} = 10 / 375 = 2.6 \cdot 10^{-2}$ ;

$U_{Э \cdot MAX} = 10 \text{ В}$  - алынған мән.

$$2T_{II} + T_a = 2 \cdot 0.01 + 0.015 = 0.035 \text{ с}$$

$$R_{Э} = 70 \cdot 0.035 \cdot 2.6 \cdot 10^{-2} / 0.38 \cdot 3.5 \cdot 10^{-3} = 47 \text{ к}$$

Кері байланыс тізбегінің шығыс кедергісі

$$R_{Э} = \frac{\gamma}{K_H} \cdot \frac{R_{ОКЭ}}{R_{HKЭ}} \cdot R_{Э} = \frac{0.064 \cdot 50 \cdot 47}{2.6 \cdot 10^{-2} \cdot 832} = 6.9 \text{ к}$$

мұнда  $\gamma$  - қозғалтқыш патенциометрінің коэффициенті,

$$\gamma = 24 / 375 = 6.4 \cdot 10^{-2};$$

$R_{ОКЭ}$  - э.к.к. датчигінің ішкі шығыс кедергісі ( $R_{ОКЭ} = 50$  алынды).

## 2.6 Көтеру механизмінің электржетегінің қоздыру жүйесін құрастыру және есептеу

Карьер экскаваторының негізгі үш механизмінің көтеру механизмінің жетегінде айналу жиілігінің екі фазалы реттелуі керек. Бастапқыдан жоғарыға көтеру, тек шөміш бос болған кезде ғана жүзеге асады.

Трансформатордың екінші орамасындағы  $E_{2\phi}$  керекті мәні

$$E_{2\phi} = K_u \cdot K_c \cdot K_\alpha \cdot K_R \cdot U_B,$$

мұнда  $U_B = 2U_{BH} = 2 \cdot 85 = 170 \text{ В}$ ;

$$U_{BH} = 85 \text{ В и } I_{BH} = 19.5 \text{ А.}$$

$$E_{2\phi} = 0.855 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 170 = 193.$$

Трансформатордың екінші орамасындағы фазалық тоқтың әрекеттегі мәні

$$I_{2\phi} = K_i \cdot K_{I2} \cdot I_{dm} = 1.1 \cdot 0.577 \cdot 19.5 = 12.3 \text{ А.}$$

Трансформация коэффициенті

$$K_{TP} = 0.95 \cdot U_{1\phi} / E_{2\phi} = 0.95 \cdot 220 / 193 = 1.08,$$

$K_{TP}$  бірге жақын болғандықтан  $I_{2\phi} \approx I_{1\phi}$  алса болады.

Күштік трансформатордың есептелу қуаты

$$S_T = 3I_{1\phi} \cdot U_{1\phi} = 3 \cdot 12.3 \cdot 220 = 8.1 \text{ кВА}.$$

Түрлендіргіштің керекті шығыс кернеуі қоректендіретін кернеудің мәнін анықтайды. Трансформатор күштік блогы бар гальваникалық ажырату үшін қажет. Сол кезде қысқа тұйықталу тоғы азаяды. Каталог бойынша ТТ-11 трансформаторын таңдаймыз, онда екінші орамда 380 В-қа айналдыру керек. Трансформатордың техникалық параметрлері  $U_R=5\%$ ,  $\Delta p=330$  Вт.

Вентильдерді таңдау

Табиғи салқындату шартын таңдаймыз. Осыны ескеріп ұзақ рұқсат етілген тоқ

$$I_Y = K_{3i} \cdot K_{cyl} \cdot K_{cl} \cdot I_{opt} \quad (2.34)$$

мұнда  $K_{3i}=1.3$  – тоқтың қорын ескеретін коэффициент;

$$I_{opt} = I_{max} / 3 = 19.5 / 3 = 6.5 \text{ А}.$$

$K_{cal}$  – салқындату шартын ескеретін коэффициент,  $K_{cal}=1$  жасанды салқындатқанда;  $K_{cal}=2.5$  – табиғи салқындатылғанда.

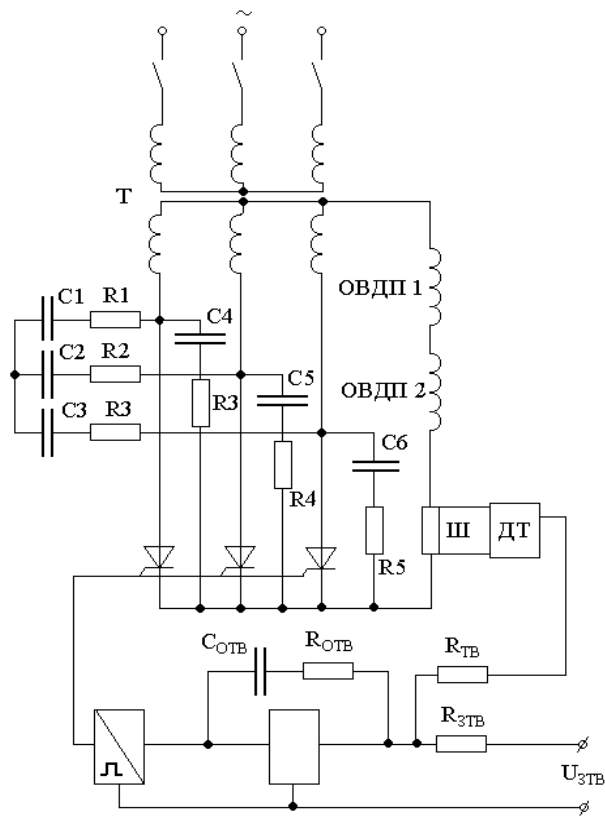
$$I_{II} = 1.3 \cdot 1.1 \cdot 2.5 \cdot 6.5 = 23.2 \text{ А} \quad (2.35)$$

Тура және кері бағытта тиристорларға қойылатын максималды кернеу

$$U_{II} = K_{3U} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot E_{2\phi}, \quad (2.36)$$

мұнда  $K_{3U}$  - кернеу бойынша қор коэффициенті ( $K_{3U}=1.3-1.5$ ,  $K_{3U}=1.4$  аламыз).

$$U_{II} = 1.4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 193 = 661 \text{ В}$$



2.9 сурет – тиристорлі түрлендіргіштің электрлік сұлбасы

Қондыруға тиристорлерді келесідей таңдаймыз Т-122-25, кл. 7 ( $I_{\Pi}=25\text{A}$ ;  $U_{\Pi}=700\text{V}$ )

Тиристорлар үшін келесі қоғау түрін қабылдаймыз:

- Коммутациялық асқын кернеулерден;
- Жүктемесіз трансформаторды өшірген кездегі асқын кернеулерден;
- Ішкі және сыртқы қысқа тұйықталудан.

Коммутациялық асқын кернеулерден тиристорлар RC – тізбектерімен қорғанады. C және R мәндері жақындатылған келесі формуламен есептелінеді

$$C = 10 \cdot I_a / U_{\Pi} = 10 \cdot 19.3 / 700 = 0.27 \text{ мкФ} \quad (2.37)$$

$$R = 10 \cdot U_{\Pi} / I_{\Pi} = 10 \cdot 700 / 25 = 280 \text{ Ом} \quad (2.38)$$

Қысқа тұйықталудан қорғану автоматты ажыратқышпен жүзеге асады. Жылулық расцепитель  $I_T \geq I_{y3} \geq 19.3 \text{ A}$ .

Электромагниттік расцепительдің номинал тоғы  $I_{эл} \geq I_{y3}$  ұзақтық есептеу тоғының желісімен анықталады. Өйткені қоздыру жүйесінде орналасқан автоматты ажыратқыш желідегі асқын жүктемеден қорғамайды. Сондықтан таңдауды жылулық расцепительмен жасаймыз.

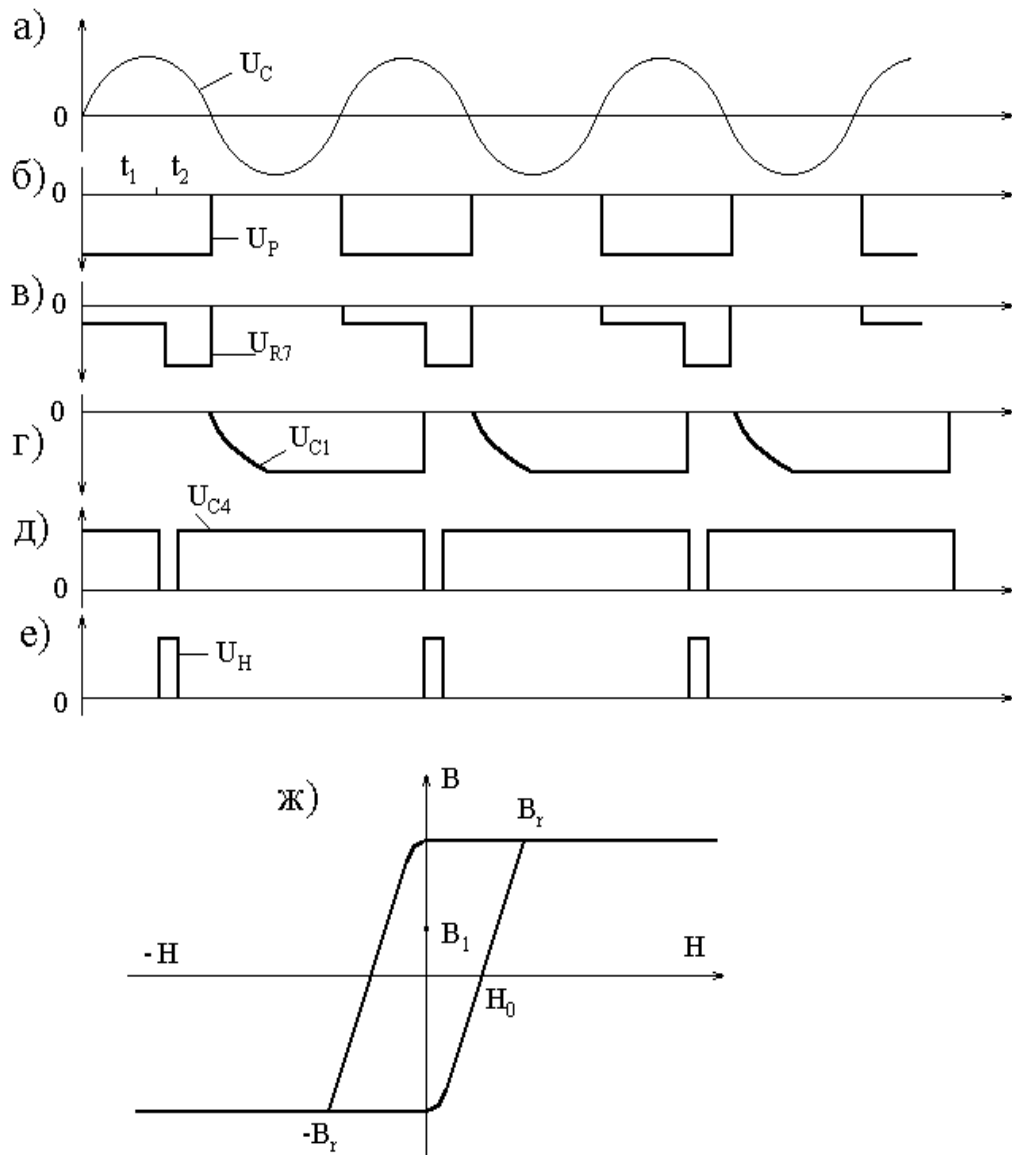
Қондыруға автоматты ажыратқышты таңдаймыз АСТ – 2/3,  $I_{\Pi}=25 \text{ A}$ ,  $U_{\Pi}=380 \text{ V}$ . шектік ток  $I_M=90 \text{ A}$ .

## Тиристорларды басқару сұлбасын таңдау

Тиристорларды басқару жүйесінің таптары: шығыс импульстері  $120^\circ$  жылжуы керек 3 канал; импульстердің ұзақтығы  $30-60^\circ$ ; басқарушы импульстердің реттелуінің диапазоны  $60-70^\circ$ ; қызмет көрсетілу мен жөнделудің қарапайымдылығы.

Сұлбаның жұмысы 2.9 суретте көрсетілген кернеу диаграммасымен түсіндіріледі. Бір каналдың жұмысы түсіндіріледі. Басқа каналдар аналогты жұмыс істейді. Сұлба негізі үш түйіннен тұрады: синхрондаушы түйіндер ( $R_1$ ,  $VT_1$ ,  $VD_1$ ); фазажылжытушы құрылғы (жұмыс істейтін және басқарушы орамалы магнитті модулятор); басқарушы импульстерді қалыптастыру ( $VT_4$ ,  $VT_7$ , импульсті трансформатор).

$VT_1$  транзисторының кірісіне синхрондаушы синусоидалы кернеу беріледі (2.10 сурет, а).  $VT_1$  транзисторы кілт режимінде жұмыс істейді және желі жиілігіне тең тұрақты тұрақтандырылған кернеудің тікбұрышты импульсінің жиілігін түрлендіреді. Магнитті модуляторда жұмысшы кернеуі жақындатылатын жұмыс орамасы  $P_01$  және  $R_7$  резисторы жұмысшы тізбегін тудырады. Бұл кернеуден токпен  $V_r$  бағытында кейбір  $V_1$ ден өзекше магниттеледі. Магниттелу процесі жүріп жатқанда  $P_01$  орамасының кедергісі үлкен және  $R_7$  резисторындағы тесу кернеуі  $VD_4$  стабилитронындағы кернеуден аз. В момент  $t_2$  моментінде өзекше қанығады және  $R_7$  резисторындағы кернеуінің құлауы тез арада өседі (2.10 сурет, в)  $VT_4$  транзисторы ашылады және  $C_1$  конденсаторының разряд тізбегін  $VT_7$  транзисторының базасы арқылы жабады.  $VT_7$  транзисторы импульсті трансформатордың бірінші орамасы арқылы  $C_4$  конденсаторының разряд тізбегін жабады. Екінші орамада басқарушы импульс болып табылатын э.к.к. болады.



2.10 сурет - а-е – кернеу диаграммасы;  
ж – магниттелу сипаттамасы

## 2.7 Қысым механизміндегі электржетек жүйесінің өңдеу және жобалау. Есептеу және тиристорлы түрлендіргіштегі элементтерді таңдау

Есептеу сұлбасы ретінде 3 сурет қарастырылады.

Қысым қозғалтқышының техникалық мәліметтері

$$U_H = 270 \text{ В}; I_H = 760 \text{ А}; I_{\max} = 2.5I_H = 2.5 \cdot 760 = 1900 \text{ А}.$$

Үш фазалы көпірлік сұлбаның негізгі параметрлері:  $K_U = 0.427$ ;

$$E_{do} = E_{2\phi} = 2.34; K_S = 1.045; K_I = 0.817; U_H / E_{do} = 1.045.$$

Трансформатордың екінші орамасындағы э.қ.к. есептік мәні  $E_2$

$$E_{2\phi} = K_u \cdot K_c \cdot K_\alpha \cdot K_R \cdot 2U_H, \quad (2.39)$$

мұнда  $K_{тө.м}$  - желідегі кернеудің төмендеу мүмкундігін ескеретін коэффициент ( $K_{тө.м} = 1.05 \div 1.1$ );

$K_\alpha$  - бұрыштың минималды реттелу кезіндегі тиристорлардың толық емес ашылуын ескеретін коэффициент ( $K_\alpha = 1 \div 1.15$ ,  $K_\alpha = 1.1$  алынды);

$K_R$  - түрлендіргіштегі кернеудің құлауын ескеретін коэффициент ( $K_R = 1.05 \div 1.1$ ,  $K_R = 1.1$  аламыз).

$$E_{2\phi} = 0.427 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 2 \cdot 270 = 307 \text{ В.}$$

Трансформатордың екінші орамасындағы фазалық тоқтың әрекеттегі мәні

$$I_{2\phi} = K_i \cdot K_{I2} \cdot I_H, \quad (2.40)$$

мұнда  $K_i$  - тоқтың тік бұрышты болуынан ауытқуын ескеретін коэффициент ( $K_i = 1.05 - 1.1$ ,  $K_i = 1.1$  аламыз).

$$I_{2\phi} = 1.1 \cdot 0.817 \cdot 760 = 683 \text{ А.}$$

Керекті трансформация коэффициенті

$$K_{TP} = \omega_1 / \omega_2 = 0.95 \cdot U_{1\phi} / E_{2\phi_0}, \quad (2.41)$$

$$K_{TP} = 0.95 \cdot 6000 / \sqrt{3} \cdot 307 = 10.7$$

Трансформатордың бірінші орамасындағы фазалық тоқтың әрекеттегі мәні

$$I_{1\phi} = I_{2\phi} / K_{TP} = 683 / 10.7 = 63.8 \text{ А.}$$

Түрлендіргіш тұтынатын есептеу қуаты

$$S_p = K_c \cdot K_\alpha \cdot K_R \cdot K_i \cdot K_s \cdot 2U_n \cdot I_n = 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.045 \cdot 2 \cdot 270 \cdot 760 = 628 \text{ кВА.}$$

Тегістеу дросселін таңдау

Пульсациялаушы ток қосымша шығындарға қызудың көбеюіне және п.э.к. төмендеуіне әкеліп соғады. Пульсациялану деңгейі қаншалықты төмен болса, энергетикалық көрсеткіш соншалықты жоғары болады. Пульсациялану деңгейі негізгі гармоника тоғының белгісімен  $P(I)\%$  анықталады. Тұрақты ток қозғалтқыштарына мүмкін болатын пульсациялану деңгейі 2-12% аралықта болады,  $P(I)=4\%$  аламыз.

Пульсациялану тоғының қабылданған деңгейін қамтамасыз ететін зәкір тізбегінің индуктивтілігі



$$L_d = 100 \cdot U_{do} \cdot n_o \cdot m_o / \sqrt{2} \cdot KP \cdot \omega \cdot P(I)\% \cdot I_n,$$

мұнда  $U_{do} \cdot n_o \cdot m_o = K_d \cdot U_{do} = 0.18 \cdot 2.34 \cdot U_{2\phi} = 0.18 \cdot 2.34 \cdot 307 = 129$ . (үш фазалы көпірлік сұлбада  $\alpha = 30^\circ$ ,  $K_d = 0.18$ ,  $KP = 6$ ).

$$L_d = 100 \cdot 129 / \sqrt{2} \cdot 6 \cdot 314 \cdot 4 \cdot 760 = 1.59 \cdot 10^{-3} \text{ Г.}$$

### Зәкір орамасының индуктивтілігі

$$2L_z = 2 \cdot \kappa \cdot 30 \cdot 270 / \pi \cdot I_n \cdot n_n \cdot P_k = 2 \cdot 0.1 \cdot 30 \cdot 270 / 314 \cdot 760 \cdot 740 \cdot 6 = 0.28 \cdot 10^{-3} \text{ Г.}$$

Осылайша,  $2L_z < L_d$  және пульсацияланудың керекті мәнге дейін төмендеуі үшін тегістеу дросселі қажет. Қондыруға ФРОС – 1000 дросселін таңдаймыз. Техникалық мәліметтері  $I_n = 1000$  А, индуктивтілікті нормалау индуктивтілігі  $I_{нор} = 200$  А,  $L = 2.5$  мГн,  $R = 0.0017$  Ом.

### Вентиль таңдау

Вентильдерді ұзақ мерзімді рұқсат етілген ток  $I_{II}$  мен рұқсат етілген кері кернеу бойынша таңдаймыз.

Ұзақ мерзімді рұқсат етілген ток  $I_{II}$  салқындату коэффициенті  $K_{сал}$  арқылы еспетелетін суыту жағдайларына байланысты болады.

$$I_{II} = K_{з} \cdot K_{сх} \cdot K_{сал} \cdot I_{орм}, \quad (2.42)$$

мұндағы  $K_{кор}$  – ток бойынша қор коэффициенті ( $K_{кор} = 1.4$ );

$K_{суыт} = 1$  – мәжбүрлі салқындату;

$K_{суыт} = 2.5$  – табиғи салқындату;

$K_{сұл} = K_{\phi 3} / K_{\phi к}$  – сұлба коэффициенті;

$K_{\phi к}$  – классификациялық сұлбадағы ток түрінің коэффициенті; үшфазалы көпірлік сұлбаға  $K_{\phi к} = 1.57$ ; бір жарты периодты сұлбаға  $K_{\phi к} = 1.57$ .

Берілгендер бойынша.

$$I_m = 1.3 \cdot 1.1 \cdot 633 = 905 \text{ А.}$$

Тиристорларға берілетін тура және кері бағыттағы қайталанатын кернеу амплитудасы:

$$U_m = K_{3U} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot E_{2\phi}, \quad (2.43)$$

мұндағы  $K_{3U}$  - кернеу бойынша қор коэффициенті ( $K_{3U}=1.4$ ).

$$U_m = 1.4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 307 = 1053 \text{ В}.$$

Орнату үшін ТБ253-1250 (  $I_K=1250 \text{ А}$ ,  $KЛ=11$  ) маркалы тиристорын таңдап аламыз.

Қорғаныс құрылғыларын есептеу және таңдау.

Электр жетекте қолданылатын тиристорларда келесідей қорғаныс түрлері қолданылады:

- Коммутациялық асқын кернеулерден;
- Жүктемесіз трансформаторларды ажыратқанда пайда болатын асқын кернеулерден;
- Ішкі қысқа тұйықталулардан;
- Сыртқы тұйықталулардан.

Тиристорларды коммутациялық асқын кернеулерден сақтандыру үшін RC тізбектерді қолданамыз.

$$C = 10 \cdot I_a / U_{II}, \quad (2.44)$$

мұндағы  $I_a$  - тиристорлардан коммутацияның басында ағып өтетін ток.

Бұл жағдайда

$$I_a = 2.5 \cdot I_n = 670 \cdot 2.5 = 1675 \text{ А},$$

$$C = 10 \cdot 1675 / 1100 = 15 \text{ мкФ}.$$

$$R = 10 \cdot U_{II} / I_{II}, \quad (2.45)$$

$$R = 10 \cdot 1100 / 1250 = 8.8 \text{ Ом}.$$

Тиристорларды жүктемесіз трансформаторларды ажыратқанда пайда болатын асқын кернеулерден сақтандыру үшін RC тізбекті үш фазалы көпірлік сұлбадан тұратын құрылғы қолданылады.

Трансформатордың қалыпты жұмыс жасауы кезіндегі түзеткіштің шығыс кернеуі.

$$U_1 = 2.34 \cdot E_{2\phi} = 2.34 \cdot 307 = 720 \text{ В}.$$

Жүктемесіз трансформаторды ажырату кезінде түзеткіштің шығысындағы кернеу шамамен екі есе артады.

$$U_2 = 2U_1 = 2 \cdot 720 = 1440 \text{ В.}$$

Кернеудің өзгерісі шамамен.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 720 \text{ В.}$$

Түзеткіш ретінде Д112-10 импульсті тоқты 230 А түзеткіш таңдаймыз.

Кернеу өзгерісі нәтижесінде пайда болған конденсатордың зарядтау тогын шектегіш ретінде  $R_1$  қолданылады. Оның шамасы келесі теңсіздік арқылы анықталады:

$$R_1 \geq \Delta U / I_{IP.u.\max} = 720 / 230 = 3.1 \text{ Ом,}$$

мұндағы  $R_1 = 3.5 \text{ Ом.}$

Разрядталу үрдісі кезінде конденсаторда энергия жиналады.

$$W_{\mu.\text{МАКС}} = 0.5 \cdot C(U_2^2 - U_1^2) = 0.5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\mu} \cdot \sqrt{2} \cdot E_{2\phi} / 10, \quad (2.46)$$

$$C = \sqrt{2} \cdot I_{\mu} \cdot E_{2\phi} / \omega \cdot (U_2^2 - U_1^2);$$

$$I_{\mu} = 0.025 \cdot I_{1\phi} = 0.025 \cdot 63.8 = 1.7;$$

$$C = 2 \cdot 1.7 \cdot 307 / 314 (1440^2 - 720^2) = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 2 \text{ мкФ};$$

$$R_{14} = 10 / 5c = 10 / 5 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 100 \text{ к.}$$

Тегеурінді механизм жетегінде жұмыс жасайтын тиристорлық түрлендіргіштерге қойылатын талаптар көтергіш механизм жетегінде жұмыс жасайтын түрлендіргіштермен бірдей.

Тегеурінді механизм электр жетегін реттеуші жүйені жобалау

Экскаватор электр жетегіне қойылатын талаптар экскаваторлық сипаттаманың түріне байланысты анықталады. Экскаваторлық сипаттаманың екі түрлі жұмыс бөлігі болады: қатаң (тік), және жұмсақ.

Тегеурінді және көтергіш механизмдердің бұл сипаттамалары айтарлықтай өзгеше емес. Сондықтанда реттеу жүйесі бірдей болып қабылдануы мүмкін. Өзгешеліктер тек беріліс функцияларының, түрлендіргіштердің беріліс коэффициенттерінің, датчик пен реттегіштердің шамаларында болады.

Түрлендіргіштердің беріліс функциясының беріліс коэффициенттері келесідей болады.

$$K_{бер} = \frac{E_{d0}}{U_{y \max}} = 2.34 \cdot 307 / 10 = 72 .$$

Түрлендіргіштің уақыт тұрақтысы оның қуатына тәуелді емес және 0.01с деп алынады.

$$R_{\mathcal{E}} = R_{\mathcal{Я}} + R_{KP} = 0.011 + 0.008 + 0.0017 = 0.0207 \text{ Ом};$$

$$L_{\mathcal{E}} = L_{\mathcal{З}} + L_{KP} = 0.28 \cdot 10^{-3} + 0.25 \cdot 10^{-2} = 2.78 \cdot 10^{-3} \text{ Г};$$

$$T_{\mathcal{E}} = L_{\mathcal{E}} / R_{\mathcal{E}} = 2.78 \cdot 10^{-3} / 0.0207 = 0.134 \text{ с};$$

$$C = (U_H - I_H \cdot R_{xy}) / n_H = (270 - 760 \cdot 0.019) / 740 = 0.345;$$

$$T_M = GP^2 \cdot R_{xy} \cdot n_H \cdot I_H / 375 \cdot E_H \cdot M_H;$$

$$E_H = U_H - I_H \cdot R_{xy} = 270 - 760 \cdot 0.019 = 255.$$

$$M_H = 975 P_H / n_H = 975 \cdot 190 / 740 = 250 \text{ кг} \cdot \text{м};$$

$$T_M = 230 \cdot 0.0207 \cdot 740 \cdot 760 / 375 \cdot 255 \cdot 250 = 0.12 \text{ с}.$$

$$W_{PT}(p) = \frac{R_{\mathcal{E}}(T_{\mathcal{E}} \cdot p + 1)}{a_1 T_{II} \cdot p \cdot K_I \cdot K_{II}}; \quad (2.47)$$

Реттегіштердің шамалары.

$$R_{OT} = T_{\mathcal{E}} / C_{OT} = 0.134 / 10^{-6} = 134 \text{ кОм},$$

мұндағы  $C_{OT} = 1 \text{ мкФ}$ .

$$R = a_1 \cdot T_{II} \cdot K_{II} \cdot K_I / R_{\mathcal{E}} \cdot C_{OT} \quad (2.48)$$

$K_I$  шамасын келесідей анықтаймыз:

$$U_{3T \max} = K_I \cdot I_{\max}, \quad (2.49)$$

$$K_I = U_{3T \max} / I_{\max} = 10 / 2,5 \cdot I_H = 10 / 2,5 \cdot 760 = 5,3 \cdot 10^{-3}.$$

$$R_{3T} = 2 \cdot 0,01 \cdot 72 \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} / 0,0207 \cdot 10^{-6} = 368 \text{ кОм}.$$

$$R_T = K_{дг} \cdot R_{3T} / K_I. \quad (2.50)$$

Ток датчигі гальваникалық шешімді орындайды.

$$K_{КТ} = U_{КТmax} / I_{\max} = 10 / 2,5 \cdot 760 = 5,3 \cdot 10^{-3}.$$

$$R_{3T} = R_T = 368 \text{ кОм}.$$

Тік бөлікті құру үшін Э.Қ.К. реттеушіні қолданады.

Э.Қ.К. реттеуші сүзгіштен, кернеу датчигінен және датчик тогынан тұрады. Сүзгі шамасын келесі теңдіктен анықталады.

$$C_{НКЭ} \cdot R_{НКЭ} / 4 = T_a. \quad (2.51)$$

$C_{ндэ} = 1 \text{ мкФ}$ . деп аламыз.

$$R_{НКЭ} = 4T_a / C_{НКЭ} = 4 \cdot 0,014 / 10^{-6} = 224 \text{ кОм},$$

$$T_a = L_3 / R_3 = 0,28 \cdot 10^{-3} / 0,019 = 0,014.$$

Э.Қ.К. реттеушінің беріліс функциясы

$$W_{PЭ}(p) = \frac{R_{OЭ}}{R_{3Э}} = \frac{T_M}{2T_{II} + T_a} \cdot \frac{K_i}{K_H}. \quad (2.52)$$

$R_{OЭ} = 50 \text{ кОм}$  деп алып, келесідей өрнек аламыз

$$R_{3Э} = R_{OЭ} (2T_{II} + T_a) \cdot K_H / T_M \cdot K_i, \quad (2.53)$$

мұндағы  $K_H = U_{3T \max} / U_{d. \max} = 10 / 270 = 0,037$ .

$$R_{3Э} = 50(2 \cdot 0,01 + 0,014) \cdot 0,037 / 0,12 \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} = 98 \text{ кОм}.$$

Кері байланыс бойынша шығыс кедергі.

$$R_{\text{Э}} = \frac{\gamma}{K_H} \cdot \frac{R_{\text{ОДЭ}}}{R_{\text{ИДЭ}}} \cdot R_{\text{ЭЭ}}, \quad (2.54)$$

мұндағы  $\gamma$  – қозғалтқыштың потенциометр коэффициенті,  
 $\gamma = 24/270 = 8.9 \cdot 10^{-2}$ ;

$R_{\text{ОДЭ}}$  - Э.Қ.К. датчигінің ішкі кіріс кедергісі ( $R_{\text{ОДЭ}} = 70$  кОм).

$$R_{\text{Э}} = \frac{8.9 \cdot 10^{-2} \cdot 70}{0.037 \cdot 224} \cdot 98 = 73 \text{ кОм.}$$

### **3. Өмір тіршілік қауіпсіздігі**

#### **3.1 Шөмішті экскаваторды пайдалануда зиянды және қауіпті факторларына талдау жасау**

Автокөліктердегі қауіпсіздік ережелерінің негізгі талаптарын айта кетсек. Автөліктер мұздақта немесе жауын-шашынды күндерде жұмыс жасағанда қарама-қарсы келе жатқан автокөліктермен түйісіп, сырғанау салдарынан кемерден құлап кетуі әбден мүмкін. Сондықтан, осындай жағдайларды болдырмау мақсатымен тиісті қызметкерлер жолды жақсы жағдайда ұстағаны дұрыс. Мұздақ күндері автокөлік сырғанамауы үшін жол бетіне күл, құм және басқа заттар төгілуі тиіс. Автосамосвалдардың кемердің жоғарғы жиегінен құлап кетуін болдырмау мақсатымен биіктігі 0,8-1,2 метр тау жыныстарынан қырқа төгіледі екен. Экскаватордың жұмыс жасап тұрған кезінде шөміштің қимыл аймағында адамдардың тұруы рұқсат етілмейді. Төменге түспестен бұрын алдында, экскаватор көлденең жолдарда жүргенде немесе көтерілгенде оның жетекті осі артқы жағында болуы тиіс. Осы кезде шөміш босатылып жерден 1 метрден аспай тұрғаны дұрыс, ал экскаватордың жебесі болса, жүру бағытында орналасуы қажет.

Қазу-тиеу жұмыстарында қолданылатын құралдар және машиналардың түзулігі уақытылы тексеріліп, ол жайында мәліметтер механизм құжатына жазылып отырылуы тиіс. Автожолдың барлық профилі жүргізушіге қажетті нормада көрінетін болуы тиіс. Ол үшін профилдің кенеттен қисықтығы болмауы тиіс. Жолға тек қана ақаусыз автосамосвалдар шығарылуы керек. Сондықтан да, барлық көлік құралдары тұрақтан шығар алдында маман механиктердің тексеруінен өтуі қажет.

Автосамосвал тиелуге экскаваторға бұрылған кезде, оның шөміші кабинанаң үстінен өтпейтіндей болып орналасуы тиіс. Егер де автосамосвалдардың сенімді күнкағары болмаса, онда оны тиеу кезінде кабинада адам отырмауы қажет. Автосамосвал шанағын көтеріп тиелетін жерге дейінгі қашықтық 30 метрден жоғары болса, артқа жүруге немесе кабинада бөтен адамдарды тасуға рұқсат берілмейді. Автосамосвалдан тау жыныстарының құлап түсуінен жарақаттанып қалу қауіпі болатындықтан, адамдарға жолда немесе жолдың шетінде жүруге рұқсат етілмейтіні анық.

Карьердің күрделі жағдайында жұмыс істеуге, автокөлік құралдарын жүргізуге тек ғана жақсы дайындалған, оқып, тиісті білім алған жүргізушілер жәнге өндірістік тәртіпті сақтайтын адамдар ғана жіберіледі екен.

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 екен.

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

– кәсіпорын немесе оның бөлімшелерінде еңбектің қорғалуын ұйымдастыруға жауапты тұлғаларды тағайындауды;

– түрлі жұмыс орындары үшін (кеңсе қызметкерлерін қоспағанда) 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 екен:

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 болады:

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

б) еңбекті қорғауды қамтамасыз ету жайындағы жұмыстарды жоспарлауды жүзеге асыруға болады;

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 жағдайларын бақылауды жүзеге асыруға;

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



е) анықталған талап етілетін қауіпсіз еңбек жағдайлары талаптарынан ауытқуларды жою жөніндегііс-шараларды іскеасыруға, сонымен қатар бұрын қабылданған жоспарларды түзетуді жүзегеасыруға, персоналды даярлауды жақсартуға жәнеолардың деңгейін көтеруге, басқа, неғұрлым білікті жеткізушілер мен мердігерлерді таңдауға мүмкіндік береді екен.

Басшылық, еңбек қорғау жұмыс ұйым шаралары, жәнесонымен қатар олардың жағдайы директорға және зауыттың бас инженеріне жүктеледі, ал жобаланатын аумақтаесептегіш орталығы бастығына жүктеледі екен. Еңбекті қорғау ұжымы үшін шихта дайындау аумағындаеңбек қорғау кабинеті бар, бір штатты бірлік инженері техника қауіпсіздігі жәнееңбек қорғау, жобалау аумағында – еңбек қорғау бұрышы болып табылады.

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 немесе негізгі құқықтары ережелерімен танысуы. Бұл нұсқауларды еңбекті қорғау инженері жүргізеді және де жұмысшының мамандығына, біліктілігіне, қызмет етуіне, біліміне және қызмет орнына қарамайды, екісағат уақыт көлемінде жүргізеді екен;

2) жұмысорнында нұсқауды шебер жүргізеді, әрр адаммен бөлек, нақты мамандыққаеңбек қорғаудың ағымдағы нұсқауларымен таныстыру мақсатында жасалған;

3) ағымдағы нұсқауды өте жоғары қауіптілік жұмыстарды өндіру алдында өткізеді, бұларға кезекті демалыс уақыты бөлінәп жасалынады;

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

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 екіайға дейін босатылған жағдайларда жүргізіледі екен.

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

Есептегіш орталықтаай сайын ТҚ бұзу туралы ақпараттық қағаздардың шығарылуы, дәрісоқытылуы, стенттерді рәсімдеу шараларын жүргізу қарастырылған жағдайда.

Техникалық шаралар

1. Оператор – технологтың жұмысорнын ұйымдастыру.

Оператордың жұмыс орны осылай 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 екен.

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

Қысқы уақытта бөлме жылытылады. 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 ғана болады;

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 екендігі анық.

### 3.2 Электр қауіпсіздігі

Қорғаныстық жерлендірудің толық кедергісі

$$R_3 = 125 / I_p, \text{ А} \quad (3.1)$$

мұнда  $I_p = \sqrt{3}U_\phi (L_B / K_B + L_K / K_K) = 1.73 \cdot 230 \cdot \left( \frac{0.7}{350} + \frac{1.3}{10} \right) = 5.2 \text{ А};$  - жерге

тұйықталу тоғы;

$L_B, K_K$  - әуе және кабель желісінің ұзындығы, км;

$K_B, K_K$  - есептеу коэффициенттері.

$$R_3 = \frac{125}{52.5} = 2.4 \text{ Ом};$$

Керекті кедергінің жерленуі

$$R_{3y} = R_3 - R_{3.np} - K_{3ж} = 2.4 - 0.625 - 0.3 = 1.475 \text{ Ом},$$

мұнда  $R_{з.нр} = \frac{\ell_{з.нр}}{\gamma \cdot S_{нр}} = \frac{700}{32 \cdot 35} = 0.625 \text{ Ом}$  – жерленетін тораптың ең алыс қабылдағышқа дейінгі желінің кедергісі;

$\gamma = 32$  алюминий өткізгіштігі, м/Ом·мм;

$S_{з.нр}$  - жерлендіргіш сымның қимасы, мм<sup>2</sup>;

$R_{з.жс} = \frac{\ell_{з.жс}}{\gamma \cdot S_{з.жс}} = \frac{250}{52 \cdot 16} = 0.3 \text{ Ом}$  - майысқақ сымның жерлендіргіш тарамының кедергісі.

Жергілікті жерлендіргіштің жерлендіргіш электродтардың саны

Жергілікті жерлендіргіштің жерлендіргіш электродтардың саны

$$n_{эз} = \frac{r_{эзт}}{R_3 \cdot \eta} = \frac{30}{1,475 \cdot 0,78} = 22,3 \text{ дана}, \quad (3.2)$$

мұнда  $\eta = 0.78$  - жерлендіргіш электродты тұтынушы коэффициенті;

$r_{эзт} = 0.3 \cdot \rho = 0.3 \cdot 100 = 300 \text{ м}$  - диаметрі 60 мм және ұзындығы 250 см, жату тереңдігі 250 см болатын тұрбалы жерлендіргіш электродтың кедергісі.

$\rho = 100 \text{ [Ом} \cdot \text{см]}$  - жердүң меншікті кедергісі. Жергілікті жерленудің 22 электродың аламыз. Корпустың тесілуіндкгі жанасу кернеуі

$$U_{кр} = K_{пр} \cdot I_3 \cdot R_{з\gamma} = 0,85 \cdot 52,5 \cdot 1,475 = 65,8 \text{ В}.$$

M416, M1103, MC-0.7/0.8 өлшеуіштерді пайдаланып айына 1 рет жерленуге бақылау жүргіземіз.

Атмосфералық ГПП, ПКТП асқын кернеулерін найзағай соғудан қорғау үшін өзекшелі жайратқыш қолданамыз, ал кірістегі 10 кВ жүгіруші асқын кернеу толқындарынан қорғау үшін РТ-10 тұрбалы разрядтаушыны қолданамыз. ВЛ-10 кВ тірегінде бір жинақты қосалқы стансадан 150 м қашықтықта орнатамыз, ал екіншісін біріншісінен 200 метр қашықтықта.

Қорғаныс объектісінің биіктігі  $h_x = 8 \text{ м}$ , ал жайратқыш биіктігі  $h = 17 \text{ м}$  болатын А аймағыдағы біртекті өзекше жайратқышының радиусы мынаған тең:

$$r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot \left( h - \frac{h_x}{0,85} \right) = (1,1 - 0,002 \cdot 17) \cdot \left( 17 - \frac{8}{0,85} \right) = 7,3 \text{ Ом}.$$

Бір өзекшенің қорғаныс ауданы:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 14,6^2}{4} = 166, \text{ м}^2. \quad (3.3)$$

ГПП ауданы шамамен  $300 \text{ м}^2$  тең. Жайратқыш саны  $300:166=2$  дана.

Защита ПКТП 6/0.4/0.23 қорғанысы РВП-6 типті қосалқы стансаның кірісінде вентильді разрядтаушыларды коммутациялық асқын кернеуді терең шектеу үшін ПКТП-ға орнатамыз.

### **3.3 Жарылыс және өрт пайда болу қауіпсіздігін азайту бойынша шараларды өңдеу**

Жарылыстар – бұл қысқа уақыт аралығында шектеулі көлемде энергияның үлкен санының босауы мүмкін. Ол қысымы өте жоғары қатты ысыған газдың пайда болуына алып келеді, сондықтан аяқ асты кеңейген жағдайда қоршаған денеге соққылық, механикалық әсер етеді. Жарылыс қатты ортада төңірегін бұзып, ұсақтайды, ауа мен судың жойқын әсердегі ауалық немесе гидравликалық соққы толқындардың пайда болуына сепепші болып табылады. Жарылу қауіпі бар объектілерге қорғаныс, мұнай өндіруші және ұқсатушы, мұнай – химия, газ, химия, тоқыма объектілер, нан өнімдері мен дәрі–дәрмек өнеркәсібі, жылдам тұтанатын және жанатын сұйықтықтарды жатқызамыз.

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

Өрт – бұл адам өміріне және денсаулығына, материалдық шығын әкелетін жалпы немесе мемлекеттік назардағы, ешқандай бақыланбайтын жану екен.

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  $-70^{\circ}\text{C}$

Жылулық сәулелену –  $500\text{ Вт/м}^2$  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 қажет екендігі анық;

2) Электр двигательдері, 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 немесе шамадан тыс токтан қорғанудың қорғану аппараты болуы тиіс;

3) Ток жүретін бөлімдердің барлығы, бөлу қондырғылары, аппараттар немесе өлшеуіш аспаптары, сонымен бірге ажыралу үлгісіндегі қорғағыш

қондырғылары, рубильниктер немесе барлық іске қосу құрылғылары жанбайтын негізге орнатылуы тиіс (мәрмер тасқа, текстолит, гетинакс т.т.);

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

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

б) Электр қондырғыларын пайдалану кезінде тиым салынады екен:

- 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 болмайды;

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

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

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

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

- жобаға сәйкес келмейтін, стандартты емес (қолдан жасалған) электр қыздырғыш аппараттарын, ерігіш калибрленбеген қондырғыларды немесе

қолдан жасалған аппараттарды айқас тұйықталу немесе шамадан тыс пайдалануға болмайды;

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

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

- қорғану плафондарынсыз электр шырақтарын пайдалануға болады.

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-қасәйкесорындалған "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 екендігі анық;

9) Жылжымалы электр шырақтары өте жұмсақ мыссымнан жасалынып, шыны қалпақ кигізілуі қажет, сонымен қатар қорғағыш торлармен және іліп қоятын ілгіштермен жабдықталынуы қажет болады;

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 уютюгерін пайдалануға болмайды.

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

Егер құрылыс ошағы жануға бейім болса, ал су көзі құрылысошағынан алыс қашықтықта орналасқан жағдайда, онда қол жетер желінің құрылысына көп уақыт кетеді, ал өрт аз уақыт ішінде күшейіп кетеді екен. Осындай жағдайда суды автоцистернамен жақын организациядан жеткізген жөн. Кез-келген нақты жағдайда мүмкіндігінше тактикалық шешім қабылдау керек, өрттің жану ұзақтығы және 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 екен

$$N_{\text{АЦ}} = \frac{2 \cdot \tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{кор}}}{\tau_{\text{шыг}}} + 1 \text{ дана}; \quad (3.4)$$

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

$$\tau_{\text{сл}} = \frac{L \cdot 60}{V_{\text{козг}}} \text{ мин}; \quad (3.5)$$

АЦ-ны сумен толтыру уақыты;

$$\tau_{\text{зап}} = \frac{W_{\text{цис}}}{Q_{\text{пр}} \cdot 60_{\text{козг}}} \text{ мин}; \quad (3.6)$$

АЦ-ның өртті сумен сөндіру кезінде кеткен уақыты:

$$\tau_{\text{шыг}} = \frac{W_{\text{цис}}}{Q_{\text{отк}} \cdot 60_{\text{козг}}} \text{ мин}; \quad (3.7)$$

$L$  – өрт болып жатқан жерден су көзіне дейінгі ара қашықтық (шақырым);  
 $1$  – АЦ-ның резервтегі минималды саны (көбейтілуі мүмкін);  $V_{\text{козг}}$  – АЦ-ның орташа жылжу жылдамдығы (км/сағ);

$Q_{\text{п}}$  – судың АЦ-мен насоспен орташа берілуі (л/с);

$N_{\text{өтк}}$  – өрт болып жатқан жерге су жібретін аспаптар саны (шт.);  $Q_{\text{өтк}}$  – АЦ-дан аспаптар арқылы өткізілген 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.

$$\tau_{\text{сл}} = \frac{L \cdot 60}{V_{\text{козг}}} = \frac{2 \cdot 60}{30} = 4 \text{ мин}; \quad (3.8)$$

2) Автоцистерналардың сумен толтырылу уақыты

$$\tau_{\text{кор}} = \frac{V_{\text{ц}}}{Q \cdot 60_{\text{козг}}} = \frac{2350}{40 \cdot 60} = 1 \text{ мин}; \quad (3.9)$$

3) Өрт орнындағы суды жұмсау уақыты.

$$\tau_{\text{шыг}} = \frac{V_{\text{ц}}}{N_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{ст}} \cdot 60} = \frac{2350}{3 \cdot 3,5 \cdot 60} = 4 \text{ мин}; \quad (3.10)$$

4) Өрт орнына суды жеткізетін автоцистерналардың саны.

$$N_{\text{АЦ}} = \frac{2\tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{кор}}}{\tau_{\text{шыг}}} + 1 = \frac{2 \cdot 4 + 1}{4} + 1 = 4 \text{ дана}; \quad (3.12)$$

## 4 Техничо-экономикалық бөлім

Техника-экономикалық есептеудің жалпы мақсаты күштік магниттік күшейткіштерден қоздырылатын электр машиналық түрлендіргішпен жабдықталған базалық жиынтықты ЭКГ-5А экскаватор маркасының «Рудоавтоматика» ААҚ өндіріп шығарған ТЭМТ (Тиристорлық экскаваторлық моноблоктық түрлендіргіштер) түріндегі тиристорлық түрлендіргішті пайдалану мүмкіндігі болып табылады. Экскаваторды жаңғыртудың нәтижесі электр қуатын тұтынуының азаюы мен шығарылатын өнімнің өзіндік құнының төмендеуі болуы керек. Есептеуде екі нұсқа қолданылады: базалық (негізді) – кәсіпорында қабылданған немесе жаңа – жобаның алдыңғы бөлімдеріндегі таңдау мен есептеулер нәтижесінде алынған. Базалық нұсқа – магниттік күшейткішті Г-Қ жүйесіндегі ЭКГ-5А экскаваторының электр жетегі. Жаңа нұсқа – тиристорлық түрлендіргішті ЭКГ-5А экскаваторының электр жетегі болып табылады. Тиімділікті шығынның үш элементі бойынша бағалаймыз: еңбек ақы төлеу, материалдық шығындар (материалдар мен электр энергиясы) және амортизация екен.

### 4.1 Еңбек ақы төлеу

Қондырғылар саны мен жабдықтың жөндеу күрделілігі бойынша қызмет атқарушылар санын анықтаймын. Мәліметтерді 4.1 және 4.2-кесте түрінде көрсетемін. «Мерзімді ақы төленетін жұмысшылар санының біртұтас нормалары» негізіндегі ұпайлар (балл) саны бойынша жұмысшылардың келу құрамын анықтап шештім. Үш сменалы жұмыс режимінде бір экскаваторға қызмет көрсетілу үшін базалық нұсқада немесе жаңа нұсқада да жұмысшылардың бірдей санын қабылдаймын: 6-шы разрядты (дәрежелі) машинист – 3 адам, 5-ші разрядты машинист көмекшісі – 3 адам.

Біртұтас нормасаны бойынша тізімдік құрам:

$$N_{\text{тк}} = K_{\text{тк}} \cdot N_{\text{кел}}; \quad (4.1)$$

$$N_{\text{тк}} = 1,2 \cdot 6 = 7,2;$$

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

$$K_{\text{тк}} = \frac{365 - 8 - 104}{(365 - n_{\text{мер}} - n_{\text{дем}} - n_{\text{омн}}) \cdot k_{\text{себ}}} = \frac{365 - 8 - 104}{(365 - 8 - 104 - 38) \cdot 0,96} = 1,2. \quad (4.2)$$

мұндағы:  $n_{\text{мер}}$  – жыл ішіндегі мерекелік күндер саны,  $n_{\text{мер}} = 8$ ;  
 $n_{\text{дем}}$  – демалыс күндер саны,  $n_{\text{дем}} = 104$ ;



$n_{отп}$  – еңбек демалысы күндер саны,  $n_{отп} = 38$ ;

$K_{себ} = 0,96$  – дәлелдісебептермен жоқ болудың коэффициенті.

Мерзімдік жұмысшылардың негізгі еңбекақысы:

$$E_M = N_{TK} \cdot T, \quad (4.3)$$

мұндағы:  $T$  – жұмысшылардың тарифтік мөлшерлемелері екен.

Барлық төлем ақыны өндірістің мәліметтері бойынша орындаймын. 2200-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 орындалатыны анық (4.1-кесте).

4.1 кесте - Базалық (негізді) немесе жаңа нұсқа бойынша еңбекақы төлеуге кеткен шығындар саны.

| Жұмысшылардың мамандығы, дәрежесі, лауазымы | Тізім б-ша саны, адам | Сағаттық тарифтік мөлшерлемесі, 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               | 126192          | 50477             | 18929 | 18929 | 214526         |
| 5-ші разрядты машинист көмекшісі            | 3                     | 215                                   | 176               | 113520          | 45429             | 17036 | 17036 | 193074         |
| Ай бойынша жиынтығы                         | 6                     |                                       |                   |                 |                   |       |       | 407600         |
| БӘС-пен барлығы                             |                       | 26%                                   |                   |                 |                   |       |       | 513576,2       |
| Жыл бойынша жиынтығы                        |                       |                                       |                   |                 |                   |       |       | 58360932       |

4.2 кесте - Базалық нұсқа бойынша жабдықты жөндеу күрделілігі

| №             | Жабдықтың атауы  | Жабдықтың маркасы | Саны | Жабдықты жөндеу күрделілігі, балл |                 |
|---------------|--|-------------------|------|-----------------------------------|-----------------|
|               |  |                   |      | Біреуіне                          | Барлық жабдыққа |
| 1             | 2  | 3                 | 4    | 5                                 | 6               |
| Базалық нұсқа |  |                   |      |                                   |                 |
| 1             | Асинхронды қозғалтқыш  | АЭ-113-4У2        | 1    | 2,7                               | 2,7             |
| 2             | Қысым генераторы   | 2ПЭМ-400М-1У2     | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 3             | Көтеру генераторы  | 2ПЭМ-2000М-1У2    | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 4             | Бұрылу/жүріс генераторы  | 2ГПЭ13-14/2-У2    | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 5             | қозғалтқыштарды басқару, қоздыру тізбектерінің коректендіруші генераторы және түптіашудың жетегі | 2МП542-1/2М-У2    | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 6             | Қысым электр қозғалтқышы   | ДПЭ-52У1          | 1    | 2                                 | 2               |
| 7             | Көтерудің электр қозғалтқышы   | ДЭ-816У2          | 1    | 2                                 | 2               |
| 8             | Бұрылудың электр қозғалтқышы   | ДПВ-52У1          | 2    | 2                                 | 4               |
| 9             | Жүрістің электр қозғалтқышы  | ДПЭ-52У           | 1    | 2                                 | 2               |
| 10            | Күштік магниттік күшейткіш   | ПДД-1,5           | 3    | 2                                 | 6               |
| 11            | Жоғары вольтті үлестіруші қондырғы   | 2КВЭ-6У2          | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 12            | Күштік трансформатор   | ТМЭ63/6-69У1      |      | 2,5                               | 2,5             |
| 13            |  |                   |      |                                   | 31,2            |

4.2 Материалдық шығындар

Бұл элемент бойынша материалдар мен электр энергиясының шығындары есептелінеді. Қабылданған әдістемегесәйкес барлық тұтынылатын материалдар жөндеуге кеткен құнын есептен шығару бойынша үш топқа бөлінеді: бір жолғы пайдаланатын материалдар, ұзақ пайдаланылатын материалдар және тез тозатын заттар болып табылады.

Кесте 4.3 - Жаңа нұсқа бойынша жабдықты жөндеу күрделілігі

| № | Жабдықтың атауы               | Жабдықтың маркасы | Саны | Жабдықты жөндеу күрделілігі, балл |                 |
|---|-------------------------------|-------------------|------|-----------------------------------|-----------------|
|   |                               |                   |      | Біреуіне                          | Барлық жабдыққа |
|   | 1                             | 2                 | 3    | 4                                 | 5               |
|   | Жаңа нұсқа                    |                   |      |                                   |                 |
| 1 | Күштік трансформатор          | ҮМТ               | 1    | 2,5                               | 2,5             |
| 2 | Көтеру жетегі                 | ТЖҚ ТЭМТ          | 1    | 2                                 | 2               |
| 3 | Қысым жетегі                  | ТЖҚ ТЭМТ          | 1    | 2                                 | 2               |
| 4 | Бұрылу жетегі                 | ТЖҚ ТЭМТ          | 1    | 2                                 | 2               |
| 5 | Жүріс жетегі                  | ТЖҚ ТЭМТ          | 1    | 2                                 | 2               |
| 6 | Түптіашу және басқару тізбегі | ТЖҚ ТЭМТ          | 1    | 2                                 | 2               |
| 7 | Коменсациялық құрылғы         | СКҚ               | 1    | 2                                 | 2               |
| 8 | Жиынтығы                      |                   |      |                                   | 14,5            |

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

### 4.3 Электр энергиясы

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

$$C_3 = (P_{м.з} \cdot A + W \cdot B_a + W_p \cdot 0.08 \cdot B) \cdot (1 + R + K) \text{ теңге.} \quad (4.4)$$

мұндағы:  $C_3$  – электр энергиясының құны, теңге;

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

$$P_{мз} = (0,35 \div 0,45) \cdot P_{бел} \text{ кВА,} \quad (4.5)$$

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

А – максималды жүктеменің 1 кВА үшін тариф;  
 В – тұтынылатын электр энергиясының 1 кВт·сағ немесе кВар·сағ үшін тариф (сәйкесінше,  $B_a$  және  $B_p$ ), 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.

$$W = \frac{P_{бел} \cdot N \cdot K_{жум} \cdot K_{ж} \cdot K_m \cdot T_{ж} \cdot D}{\eta}, \quad (4.6)$$

мұндағы  $K_{ж}$  – желі ПӘК-ін есепкеалу коэффиценті,  $K_{ж} = 1,1$ ;  
 $K_{жум}$  – қозғ-ң жұмыс бастылық коэффиценті,  $K_{жум} = 0,7$ ;  
 $K_m$  – машиналық уақыттың тазалық коэффиценті;  
 $T_{ж}$  – тәулік ішіндегі жұмыс сағатының жалпы саны;  
 $\eta$  - қозғалтқыш ПӘК-і;  
 $D$  – бір жылдағы жұмыс күндерінің саны;  
 $W_p$  – реактивті электр энергиясы, кВар;  
 Бұл алынған есептеулерді 4.4 кестеге енгіземін.

4.4 кесте - Базалық және жаңа нұсқа үшін электр энергиясының шығындары

| Ток қабылдағыш            | $P_{бел}$ , кВт | N | $K_{жум}$ | $K_{ж}$ | $K_m$ | $N_{см}$ | $R_{см}$ | D   | $\eta$ | 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:

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

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

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

Базалық нұсқа үшін тұтынылатын реактивті энергиясы:

$$W_{pб} = 0,08 \cdot W_{б}, \text{ кВар.} \quad (4.7)$$

Жаңа нұсқа үшін өтемдіескергендегі тұтынылатын реактивті энергиясы:

$$W_{pб} = 0,02 \cdot W_{ж}, \text{ кВар.} \quad (4.8)$$

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

$$\begin{aligned} C_{эб} &= 12 \cdot P_{эм.б} \cdot A + W_{б} \cdot B + W_{p.б} \cdot 0,08 \cdot B = \\ &= 12 \cdot 125 \cdot 1170 + 1,08 \cdot 2760660 \cdot 13 = 40514666,4, \text{ теңге.} \end{aligned} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} C_{эж} &= 12 \cdot P_{эм.ж} \cdot A + W_{н} \cdot B + W_{p.ж} \cdot 0,02 \cdot B = \\ &= 12 \cdot 160 \cdot 1170 + 1,02 \cdot 1372000 \cdot 13 = 20439120, \text{ теңге.} \end{aligned} \quad (4.10)$$

#### 4.4 Амортизация

Амортизациялық аударымдар негізгі қорлардың әрбір нысаны бойынша келесі формуламен анықталады екен:

$$C_a = C_T \cdot N_a \cdot K_a, \quad (4.11)$$

мұндағы  $N_a$  – амортизация нормасы, %;  
 $K_a$  – бұл негізгі қор нысандарының ерекше жұмыс шарттарының коэффициенті;  
 $C_T$  – негізгі қор нысандарының теңгерімдік құны, келесі формула бойынша анықталады екен:

$$C_T = N \cdot N_p \cdot C_p \cdot K_{кк} \cdot K_m, \text{ теңге.} \quad (4.12)$$

мұндағы  $N$  – жабдықтар саны;  
 $N_p$  – жабық резервінің нормативі;  
 $C_p$  – негізгі қор нысандарының нарықтық құны, тг;  
 $K_{кк}$  – көлік-қоймаоперацияларының коэффициенті,  $K_{кк} = 1,12$ ;  
 $K_m$  – монтаж-бөлшектеу шығындарының коэффициенті.  
Есептеулер нәтижесі 4.6-кестеде базалық нұсқа бойынша және 4.7-кестеде жаңа нұсқа бойынша келтірілген.

4.5 кесте - Базалық нұсқа бойынша амортизациялық аударымдар

| НҚ атауы                               | N  | N <sub>p</sub> | C <sub>p</sub> , мың теңге | K <sub>мд</sub> | K <sub>кк</sub> | C <sub>т</sub> , мың теңге | K <sub>a</sub> | H <sub>a</sub> | C <sub>a</sub> мың теңге. |
|--|----|----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| 1. Асинхронды қозғалтқыш               | 1  | 1,0            | 1051,6                     | 1,15            | 1,12            | 1354,46                    | 1,25           | 0,125          | 211,754                   |
| 2. Көтеру генераторы                   | 1  | 1,0            | 2485,6                     | 1,12            | 1,12            | 3117,99                    | 1,25           | 0,125          | 487,08                    |
| 3. Қысым генераторы                    | 1  | 1,0            | 956                        | 1,12            | 1,12            | 1199,2                     | 1,25           | 0,125          | 187,34                    |
| 4. Қоздырғыш                           | 1  | 1,0            | 812,6                      | 1,12            | 1,12            | 1019,33                    | 1,25           | 0,125          | 127,39                    |
| 5. Көтерудің электр қозғалтқышы        | 1  | 1,0            | 3728,4                     | 1,05            | 1,12            | 4384,6                     | 1,25           | 0,1            | 548,07                    |
| 6. Қысым электр қозғалтқышы            | 1  | 1,0            | 1204,56                    | 1,05            | 1,12            | 1416,55                    | 1,25           | 0,1            | 176,86                    |
| 7. Бұрылудың электр қозғалтқышы        | 2  | 1,1            | 1204,56                    | 1,05            | 1,12            | 1416,55                    | 1,25           | 0,1            | 176,86                    |
| 8. Жүрістің электр қозғалтқышы         | 1  | 1,0            | 1204,56                    | 1,05            | 1,12            | 1416,55                    | 1,25           | 0,1            | 176,86                    |
| 9. Түпті ашу электр қозғалтқышы        | 1  | 1,0            | 466,05                     | 1,05            | 1,12            | 548,07                     | 1,25           | 0,1            | 68,5                      |
| 10. Күштік магниттік күшейткіш         | 3  | 1,1            | 15,48                      | 1,07            | 1,12            | 1134,2                     | 1,0            | 0,1            | 113,86                    |
| 11. Жоғары вольтті үлестіруші қондырғы |    | 2              | 1195                       | 1,05            | 1,12            | 1405,32                    | 1,25           | 0,1            | 175,665                   |
| 12. Күштік трансформатор               | 1  | 1,2            | 491,38                     | 1,05            | 1,12            | 577,9                      | 1,25           | 0,066          | 47,65                     |
| 13. Бұрылу/ жүріс генераторы           | 1  | 1,0            | 2007,5                     | 1,12            | 1,12            | 2518,34                    | 1,25           | 0,125          | 393,4                     |
| Жиынтығы:                              | 15 |                |                            |                 |                 | 22925                      | жылына         |                | 3070,7                    |
|  |    |                |                            |                 |                 |                            | айына          |                | 255,87                    |

4.6 кесте - Жаңа нұсқа бойынша амортизациялық аударымдар

| НҚ атауы                         | N <sub>p</sub> | C <sub>p</sub> ,<br>мың<br>тг | K <sub>м</sub> | K <sub>кк</sub> | C <sub>г</sub> , мың<br>тг | K <sub>а</sub> | H <sub>а</sub> | C <sub>а</sub> мың<br>тг. |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| 1.Күштік трансформатор           | 1,0            | 1912                          | 1,05           | 1,12            | 2248,5                     | 1,0            | 0,06<br>6      | 148,18                    |
| 2. Көтеру жетегі                 | 1,0            | 1171                          | 1,15           | 1,12            | 1508,4                     | 1,25           | 0,25           | 471,3                     |
| 3. Қысым жетегі                  | 1,0            | 1171                          | 1,15           | 1,12            | 1508,4                     | 1,25           | 0,25           | 471,3                     |
| 4.Бұрылу жетегі                  | 1,0            | 1171                          | 1,15           | 1,12            | 1508,4                     | 1,25           | 0,25           | 471,3                     |
| 5. Жүріс жетегі                  | 1,0            | 1171                          | 1,15           | 1,12            | 1508,4                     | 1,25           | 0,25           | 471,3                     |
| 6. Түптіашу және басқару тізбегі | 1,0            | 1171                          | 1,15           | 1,12            | 1508,4                     | 1,25           | 0,25           | 471,3                     |
| 7. Коменсациялық құрылғы         | 1,0            | 2151                          | 1,15           | 1,12            | 2770,5                     | 1,25           | 0,25           | 865,75                    |
| Жиынтығы:                        |                |                               |                |                 | 12560,9                    | жылына         |                | 3377,6                    |
|                                  |                |                               |                |                 |                            | айына          |                | 281,06                    |

4.7 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                            | 64494041,7<br>33     | 33871125,88 | 30622915,85         |
| Өнім көлемі, м <sup>3</sup> /жылына | 700000               | 700000      |                     |
| Өзіндік құн, м <sup>3</sup>         |                      | 92,16       | 47,8                |
|                                     |                      |             | 44,36               |

#### 4.5 Экономикалық тиімділік

Дәстүрлі техниканың орнына пайдаланудың тап сол өзгеріссіз шарттарында жаңа техниканы енгізуден туындайды. Оның анықталуы келесі формула көмегімен жүзеге асады екен:

$$\mathcal{E}_ж = [(C1 - C2) - E(K2 - K1)] V_ж , \quad (4.13)$$

мұндағы  $\mathcal{E}_ж$  – жылдық экономикалық тиімділік, теңге;

$E_n$  – капиталдық салымдар тиімділігінің нормативтік коэффициенті;

$$E=0,15;$$

$$V_{ж} – \text{өнімнің жылдық көлемі} - 700000 \text{ м}^3.$$

$K1$  және  $K2$  – нұсқалар бойынша өнімнің жылдық көлем бірлігіндегі меншікті капиталдық шығындар төмендегідей есептелінеді:

$$K1 = 22925650 / 700000 = 32,75 \text{ теңге./м}^3,$$

$$K2 = 12560900 / 700000 = 17,94 \text{ теңге./ м}^3.$$

$C1$  және  $C2$  – базалық және жаңа техника болғандағы өнім бірлігінің өзіндік құны, теңге;

$$\mathcal{E}_{ж} = 41419000 \text{ теңге.}$$

Экономикалық тиімділікке электр энергиясы төлемдерінің шығындарын азайту жолымен қол жеткізіледі екен.

#### **4.6 Жобаның ұйымдастыру-техникалық шараларының экономикалық тиімділігі**

Көрсеткіштер негізіндегі шаралар инвестицияларының тиімділігін бағалау әдістемесін қарастыратын болсақ:

- 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:

$$PV = \frac{R}{(1+E)} + \frac{R}{(1+E^2)} + \frac{R}{(1+E^3)} + \frac{R}{(1+E^4)} + \frac{R}{(1+E^5)} = 2019882170, \text{ теңге.} \quad (4.14)$$

мұндағы  $R1, R2, R3, R4, R5$  – өзіндік құнның базалықтан жаңа нұсқада үнемділігі осындай.

$$E = 0,12 – \text{дисконт нормасы.}$$

$$R = (Z_{ж} - Z_{б}) \cdot 12. \quad (4.15)$$

мұндағы  $Z_{ж}, Z_{б}$  – базалық және жаңа нұсқадағы жиынтық шығындар, теңге.

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



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

$$NPV = PV - 3t, \quad (4.16)$$

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

$$NPV = 2009517420, \text{ теңге.}$$

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 бұл компанияның ауқымы ұлғаяды;

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

Есептеулер нәтижесінде  $NPV > 0$ .

$$PP = 3t / \Delta r. \quad (4.17)$$

$$PP = 10364750 / 41419000 = 0,25 \text{ ж.}$$

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

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-5А экскаваторын жаңғырту жобасы іске асыру шарттарында қолайлы болып табылады деп қорытынды шығаруға болатыны анық.

## Қорытынды

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

Қолданыстағы ЭКГ-5А маркалы экскаваторды жаңғыртудың ең оңтайлы нұсқасы ретінде «Рудоавтоматика» ААҚ жасап шығарған ТЭМТ (Тиристорлық экскаваторлық моноблоктық түрлендіргіш) маркасындағы түрлендіргіш таңдалынды.

Бұл нұсқаның жобادا қарастырылған басқаларына қарағандағы артықшылықтары мыналар:

- машина құрылымында елеулі өзгерістерді талап етпейтін экскаватордың нақты үлгісінде әзірлеу деп алуға болады;
- 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 есептегенде екісеге дерлік азаяды деп сендіруде, немесе бұл техника-экономикалық есептеуде дәлелденді.

Жоғарыда айтылғандардың бәрінен «Рудоавтоматика» ААҚ жасап шығарған ТЭМТ маркасының түрлендіргіші ЭКГ-5А экскаваторын жаңғырту үшін әбден жарамды деп қорытынды шығаруға болады.

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде ЭКГ-5И экскаваторымен жұмыс істегенде адам өміріне деген ең басты зиянды факторларды қарастырдым. Ол факторларға мыналар жатады: электр қауіпсіздігі және жарылыс және өрт пайда болу қауіпсіздігін азайту бойынша шараларды өңдеу. Және тек факторларын ғана жазып қоймай, оған талдау да жасадым. Өрт пайда болу ең негізгі фактор болғандықтан АЦ-40(130)63Б автоцистернасымен өрт сөндіру туралы есеп шығардым. Бұл есепте өрттің болғанына байланысты қанша техника керек екендігі және қанша уақыт керек екендігі туралы жазылды.

## Пайдаланылган әдебиеттер

- 1 А.Б.Демский, Г.Е. Птушкина, М.А. Борискин.Комплектное оборудование мукомольных заводов 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 «электроатомиздат» 1990ж.
- 6 Электрический привод. Г.П Холизов.Москва «высшая школа 1981ж.
- 7 Алиев А. А. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. - М.: Высшая школа, 2000. С. 255-300.
- 8 Перельмутир М. М. и др. Системы управления автоматизированными электроприводами. – М.: Энергоатомиздат, 1993. С. 115-184.
- 9 Охрана труда. С.Т Папаев. Москва ИПК издательство станов. 2003ж.
- 10 Охрана труда. В.А.Девиселов. Москва форум-инфра. 2004 ж.
- 11 Т.Е. Хакимжанов. Охрана труда. Алматы 2006ж.
- 12 В.С Самсонов. Экономика предприятия энергетического комплекса. Москва «высшая школа 2003ж.