

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрлік машиналар және электр жетелеі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к, доцент Қамеева К.Ж.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 2018 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Көпірлі қранның автоматтандырылған
электр жетелеі.

Орындаған Әнесов Нұрсайын Ақарұлы мамандығы бойынша ЭАТК-14-1
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші д.т.н, профессор Мұстафин М.А
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

М.А. « 31 » мамыр 2018 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: т.ғ.к, доцент Ақарбаев Г.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

Г.К. « 31 » мамыр 2018 ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

к.ғ.к профессор Аққуров А.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

А.А. « 29 » мамыр 2018 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

доктор PhD, аға оқытушы Әбілшайықова А.С
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

А.С. « 30 » мамыр 2018 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: д.т.н, профессор Мұстафин М.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

М.А. « 31 » мамыр 2018 ж.
(қолы)

Алматы 2018 ж.

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Әнесов Нурсайын Асқарұлы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Көпірші қранның автоматтануындағы электр жетегі
ректордың «23» қазан 2017 ж. №155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» 05 2018 ж.

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

Жұмысқа бастапқы берілгендер:
 $G_n = 15000 \text{ кВ}$ - қаншадағы жүктің саны;
 $G_i = 450 \text{ кВ}$ - ішкінің саны;
 $D_{гв} = 0,5 \text{ м}$ - қаншадағы диаметр;
 $\eta_n = 0,88$ - көтеріліс механизмінің ПӘК-і;
 $\eta = 0,35$ - көтеріліс механизмінің ПӘК-і;
 $i_p = 15,6$ - редуктордың беріс қатары;
 $i_n = 3$ - қаншадағы; $\eta_f = 35\%$ - қаншадағы ұзақтық;

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

Көпірші, қранның технологиялық ерекшеліктерінің, ЭК-ға қаншадағы қанша талаптар. Көтеріліс механизмінің электр энергиясының таңдау және оның құнын есептеу. Тиристорлық түрлендірілісті таңдау және оның есептеу. Тиристорлық түрлендірілісті басқару жүйесін таңдау. Автоматтық басқару жүйесін таңдау. Статикалық аналитикаларда есептеу. Динамикалық есептеу. Экономикалық есептеу. Оперативтік қаншадағы есептеу.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Кранның қозғалыс механизмінде кинематикалық сызбасы.
Кранның көтерісін шарапның кинематикалық сызбасы.
Крандағы арбақтың кинематикалық сызбасы. Көтеру механизміндегі $F_{ж}$ -ің функционалды сызбасы. Кінетикалық диаграмма. Кинетикалық реверсивті көлдік схемасы.
Бұрыштық шектеу сызбасы. Екінші құрылыста АТГ-нің бір каналының кернеу графигі. Шиньульстерді кінетикалық - қозғалыстарының. Шиньульсті - фазалық басқару жүйесіндегі реттеуші сипаттамалары.
Реттеушілік сипаттамасы. Жалғандағы та пропорционалды реттеушінің сызбасы.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Жуктев В.И., Терехов В.М., "Электропривод и автоматизация общепромышленного механизма" 1977г.
2. Воронин А.А. "Теория автоматического управления" Москва, "Высшая школа" 1977г.
3. Бушман Г.М. "Справочная книга для расчета искусственного освещения" Москва, "Энергоатомиздат" 1989г.
4. Соколов М.М. "Автоматизированный электропривод общепромышленного механизма" Москва, "Энергия" 1964г.
5. Бачков В.П. "Электропривод и автоматизация металлургического производства" Москва, "Высшая школа" 1977г.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер


бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
ОТІК	Толмашева А.С.	30.05.18	
Экономика	Жакупов А.А.	29.05.18	
Арнайы бөлім	Мухомаров М.А.	31.05.18.	


ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

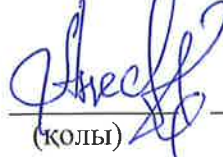
КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Крандардың технологиялық ерекшеліктерінің, ЭК-ға қойылатын жалпы талаптары	25.10.2017	✓
2.	Көтеру механизмдерінің электрқозғалтқышының таңдау және оның күшіне есептеу	5.11.2017	✓
3.	Шырықтардың түрлендірілетін таңдау және оның есептеу	17.01.2018	✓
4.	Шырықтардың түрлендірілетін басқару жүйесіне таңдау	7.02.2018	✓
5.	Автоматтық басқару жүйесінің таңдау	15.03.2018	✓
6.	Статикалық аспаптардың есептеу.	10.05.2018	✓
7.	Экономикалық бағалау	29.05.2018	✓
8.	Өміртіршілік қауіпсіздігі негізгі бағалау.	30.05.2018	✓

Тапсырманың берілген уақыты « 15 » 01 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі  м.ғ.к., доцент Камилева К.Ж.
(КОЛЫ) (АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Жұмыс жетекшісі  д.ғ.м., профессор Мұстағали М.Т.
(КОЛЫ) (АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент  Ахметов Н.А.
(КОЛЫ) (АТЫ-ЖӨНІ)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста кранның электр жетегінің технологиялық ерекшеліктері мен талаптары қарастырылады. Есептеу және қозғалыс және тиристорлық түрлендіргіш жүзеге асырылады. Стационарлық және өтпелі режимдердегі оның параметрлері мен сипаттамалары есептеледі,автоматты басқару жүйесі кранмен жасалды.

Еңбекті қорғау және экономикалық көрсеткіштері қарастырылады.

Аннотация

В дипломной работе рассмотрены технологические особенности и требования к электроприводом мастового крана. Проведен расчёт и движения и тиристорного преобразования. Разработала система автоматического управления краном, рассчитаны её параметры и характеристики в стационарном и переходном режимах.

Рассмотрены вопросы охраны труда и экономических показателей.

Annotation

The thesis examined the technological features and requirements of electric overhead crane. The calculation of both motion and thyristor transformation is carried out. The system of automatic control of the crane was developed, its parameters and characteristics in stationary and transient modes were calculated.

The questions of labor protection and economic indicators are considered.

МАЗМҰНЫ

Тапсырма	
Кіріспе	8
1.Крандардың технологиялық ерекшеліктерінің, ЭҚ-ға қойылатын жалпы талаптары.	9
2. Көтеру механизмінің электрқозғалтқышын таңдау және оның күшін есептеу	12
2.1 Жүк көтеру механизмінің қозғалтқыш қуатын есептеу және таңдау	12
3. Тиристорлық түрлендіргішті таңдеу және оны есептеу	16
3.1 Тиристорлық түрлендіргішінің үшфазалы нөлдік реверсивті сызбасы	16
3.2 $S_{трн}$ және $U_{гф}$ -нің табылған мәндері бойынша ТС-63/0,5-А типті трансформаторын таңдаймыз.	17
3.3 ТЛ-160-10 типті 3 тиристорды таңдаймыз	19
4. Тиристорды түрлендіргішті басқару жүйесін таңдау	20
4.1 Тиристорлерді басқару жүйесі	20
4.2 Ара тәрізді генератордың кернеуі	23
4.3 Импульстерді күшейткіш- қалыптастырғыш	25
5. Автоматты басқару жүйесін таңдау	27
5.1 Бағыныңқы параметрін реттеу барысында дәйікті түзетумен электржетегін басқару жүйесі	27
5.2 Жылдамдық реттегішінің есебі	33
5.3 Қарқындылық реттегішінің есебі	38
5.4 Пропорционалды- интегралды жылдамдық реттеуішінің ТТ-Қ жүйесі	43
5.5 ТТ-Қ- ның реттемелі статизмнің жүйесі	45
6.Статикалық сипаттамаларды есептеу	47
6.1 Статикалық сипаттаманы есептеу	47
6.2 Динамикалық сипаттамаладың есебі	50
6.3 Жетектің қағидалық сұлбасына сипаттама	51
7. Экономикалық бөлім	52
7.1 Көпірлі кранды қолданудың басты мақсаттары	53
7.2 Кранның жұмыс циклінің ұзақтығын есептеу	54
7.3 Кранның жұмыс уақытының жылдық қорын анықтау	54
7.4 Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар	55
8 Өміртіршілік қауіпсіздігі негізі бөлімі	62
8.1 Өрт қауіпсіздігі	62
8.2 Шуды есептеу	66
Қорытынды	73
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	74

Кіріспе

Электржетек электрлендіру құралы және технологиялық процесстердің автоматизациясы болып табылады.

Біздің қоғамның ғаламдық экономикалық және әлеуметтік мәселелерінің шешімі халық тұрмысының барлық салаларының толық электрлендіруісіз мүмкін емес. Оның негізінде жүзеге асырылатын автоматизация және өндіруші мен технологиялық процесстердің кешенді механизациясы еңбек өнімділігін арттыруға және еңбек шарттарын жақсарту мен тұрғындардың өмірін күрт жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Біздің елімізде электрлендіру жоспарының жүзеге асыру барысында электр жетек маңызды рөл атқарады, қазіргі таңда әртүрлі системалардың өндірістік және көлік механизмдерінің, тұрмыстық құрылғылардың, сумен және газбен жабдықтау құрылғысының, телевизиялық және ғарыштық техниканың құрылғысы, медициналық аспаптар және т.б. жетектің ең негізгі түрі болып табылады.

Елімізде өндірілетін электр энергиясының 60%-дан астамы электр жетегімен тұтынылады. Электр энергиясының танымал артықшылығы оның шығуы мен таратылуының қарапайымдылығы, энергияның басқа түрлеріне оңай түрлендірілуі болып табылады. Сонымен бірге, мүмкін болатын басқа жетектермен салыстырғанда электр жетегі өзгеде бірқатар қасиеттер мен ерекшеліктерге ие (гидравликалық, пневматикалық және т.б.).

- электроқозғалтқыштарды дайындаудағы әртүрлі қуаттылықтағы және қозғалыс жылдамдығындағы мүмкіндігімен. Мінсіз электржетектің қуат ауқымдылығы ең кішкентай Ваттан он мыңдаған киловатт арасында, ал алдыңғы айналу жиелігі айналу білігінің бөлігінен минутына бірнеше мың айналымға дейін тербеледі.

- әртүрлі жағдайда жұмыс жасау үшін электржетекті жасау мүмкіндігімен; төменгі және жоғарғы температураларда, агрессивті сұйықтықтар мен газдардың арасында және т.с.с. Электрқозғалтқыштың әртүрлі конструктивті орындалуы жұмыс машинасы мен электржетегінің ұтымды басқарылуына мүмкіндік береді.

- ең қарапайым құралдардың көмегімен әртүрлі және күрделі жұмыс машиналарының атқарушы органдарының қозғалыс түрлерін жүзеге асыру мүмкіндігі, сонымен қатар қозғалыстың бағытын және оның жылдамдығын, жеделдету параметрлерін өзгерту.

- өндірістік және технологиялық процесстердің автоматтандырылуының жеңілдігімен, жалпы автоматтандырылған жүйені басқару өндірісімен электржетектің қосылу жеңілдігі.

- электржетектің жоғарғы ПӘК-гімен, эксплуатациядағы сенімділігімен, қызмет көрсету жұмысшыларына қолайлы мүмкіндіктерімен, қоршаған ортаны ластамайтындығымен.

1 Крандардың технологиялық ерекшеліктерінің, ЭҚ-ға қойылатын жалпы талаптары.

Өнеркәсіптің барлық дерлік салаларында крандар қолданылады. Алдымен олар құрылыс алаңдарында мен зауыт ғимараттарында орнатылады және де монтаждау жұмыстарын жүргізеді, ал құрылыс аяқталған соң олар технологиялық жұмыстар атқарады. Крандар жүктердің көтеріліп төмен түсуін, өндірілу аймағынан жүк көліктеріне және т.б. тасымалдауын жүзеге асырады. Тасымалданатын жүк түріне байланысты крандарда әртүрлі жүк ұстағыш құрылғылар қолданылады. Крандар кран (қалыпты), магнитті, грейферлі, қысқыш крандар және т.с.с. түрлерге бөлінеді.

Крандар құрылымына қарай көпірлі, мұнаралы, порталды және т.б. болып бөлінеді.

Жүк көтергіш крандардың көпшілігі жүкті қайта өндеуде әрдайым ауыспалы жағдайда қолданылуымен сипатталады және өз құрылымында ЭҚ бар крандар механизмі әрдайым салмағы жағынан әртүрлі жүктерді, көлемі, пішіні және ашық өндіріс алаңдарында өзгермелі жұмысқа жоғарғы дәрежеде бейімделген болуы тиіс.

Жүктеме өзгерістерінің кең ауқымы бойынша, кез-келген кранның жұмысының өзгеруі электрқозғалтқыштардың, бақылау және қорғау құралдарының жобалау параметрлерін таңдауға ерекше көзқарасты талап ететін ЭҚ негізгі факторлардың бірі болып табылады.

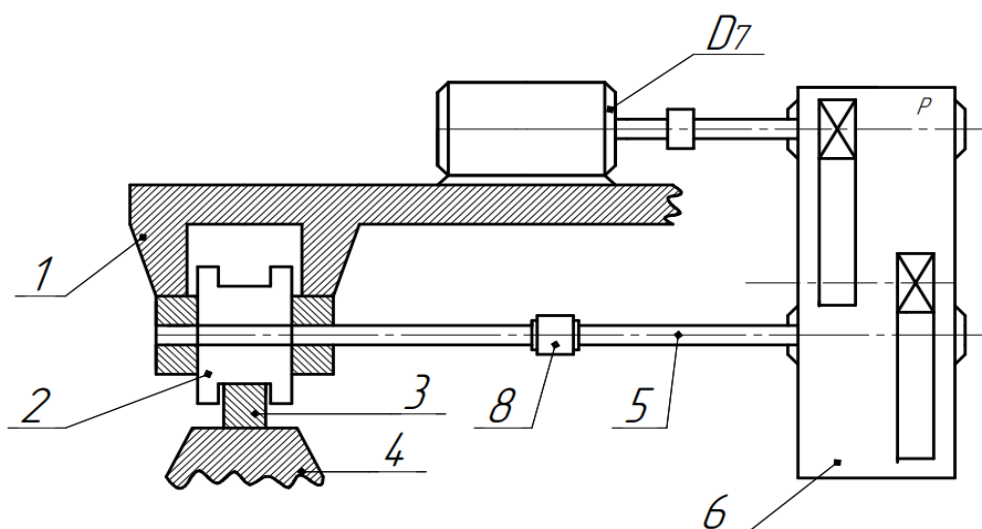
Жүкті сапалы көтеру, төмен түсіу және орын ауыстыруды орындау үшін крандар механизмінің ЭҚ-сы келесідей негізгі талаптарды қанағаттандыруы керек:

Салыстырмалы кең ауқымды бұрыштық жылдамдықты реттеу (20:1 дейін және одан көп) ауыр жүктемелерді неғұрлым төмен жылдамдықпен жылжытуға болатындығын ал бос немесе толмаған арбаны жоғары жылдамдықпен жылжытуға болатындығымен байланысты. Сонымен қатар төмен жылдамдық тасымалданатын жүкті дәл тоқтатуды жүзеге асыру үшін қажет.

-жетектің механикалық сипаттамаларының қажетті сұйықтықпен қамтамасыз етілуі оның жылдамдығының жүкке тәуелсіз болуы мен байланысты.

-ауыспалы процесстерді шегінің минималды ұзақтығы шекті нормаға дейін жетеді.

-электржетекті қалпына келтіру және оның жұмысын қамтамасыз ету қозғалыс жағдайында және тоқтап тұрған жағдайда да жүзеге асырылады.



1.Көпір фермасы; 2.Жүріс доңғалақтары; 3.Кранасты жолы; 4.Көтергіш бағана;
5.Трансмиссиялық білік; 6.Редуктор 7; Электрқозғалтқыш; 8.Жұдырықшалы муфта.

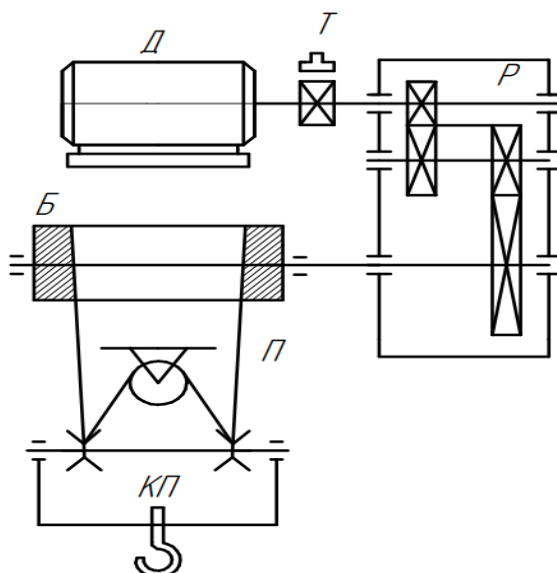
1 сурет – Кранның қозғалыс механизмінің кинематикалық сызбасы

-Қосылулардың көп бөлігі кранның қозғалмалы бөліктерінде орналасқан электрқұрылғыларына механикалық әсер етеді.

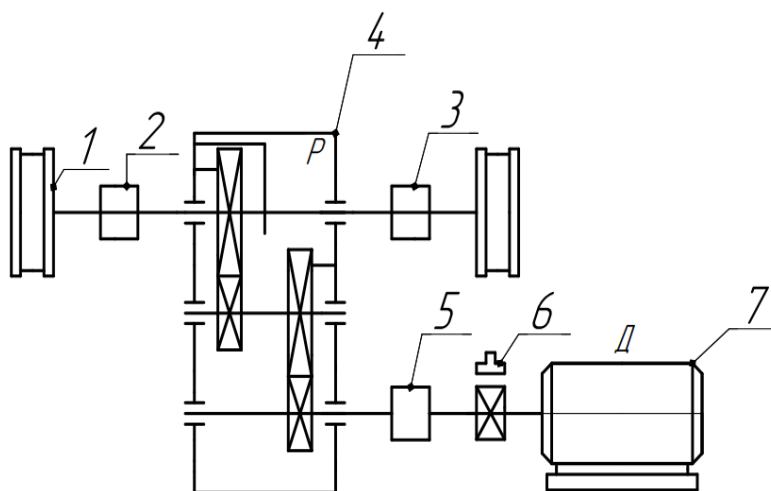
Крандағы электржетектің ерекшеліктерін анықтайтын маңызды факторларының бірі болып крандық механизмдердің құнды заттар мен адамдар орналасқан өндірістік ғимараттар жағдайында жұмыс жасау процесі болып табылады. Жоғарыда атап өтілген талаптар кранның барлық типтері мен тағайындалуының электржабдықталуына жатады, және де шағын жүккөтергіш құралдарға таратылуы мүмкін.

Қысқа үзілістермен кезектесетін жүкті тасымалдаумен байланысты салыстырмалы түрде қысқа жұмыс кезеңдерінде крандардың механизмінің қайталанбалы- қысқа уақыттық режимде жұмыс істеуі крандарға сипаттама болып табылады. Қозғалтқыштар да қайталанбалы- қысқа уақыттық режимде жұмыс істейді.

Көпірлі кран мысалын негізге ала отырып кранның жұмысын қарастырайық. Көпірлі кран цехтің бүкіл аралығын жауып тұрған ферма тәрізді көпірден тұрады.



2 сурет - Кранның көтергіш шығырының кинематикалық сызбасы



1-жүріс доңғалақтары; 2, 3, 5 - тісті муфта; 4- редуктор;
6- тежегіш ; 7- қозғалтқыш.

3 сурет - Крандық арбаның кинематикалық сызбасы

Цех төбесінің астына күрделі қабырғаларға бітелген, кран асты арқалықтарына сүйенетін көпір қозғалыс механизмімен және өзінің тірек аунақ көмегімен кранасты жолдары арқылы орын ауыстыра алады. Орын ауыстыру механизмімен және көтеру механизмімен жабдықталған, доңғалақты арбалар орын ауыстыратын кран көпірі бойымен рельстер төселген.

Технологиялық процесске сәйкес көпірлі крандар барлық цех ауқымына қызмет көрсете отырып жүкті түрлі бағытта тасымалдай алады.

Крандардың электрқұрылғылары кей кезде аумақтың айтарлықтай тозанданған жарықшақтар, ауаның жоғары ылғалдылығы, температураның күрт ауысуы жағдайларында жұмыс жасайды. Электрқұрылғыларының басым элементтері бақылауға және қызмет көрсетуге қиын жерлерде орналасады. Крандардың спецификалық жұмыс жағдайында жұмыс істеуі және жоғары

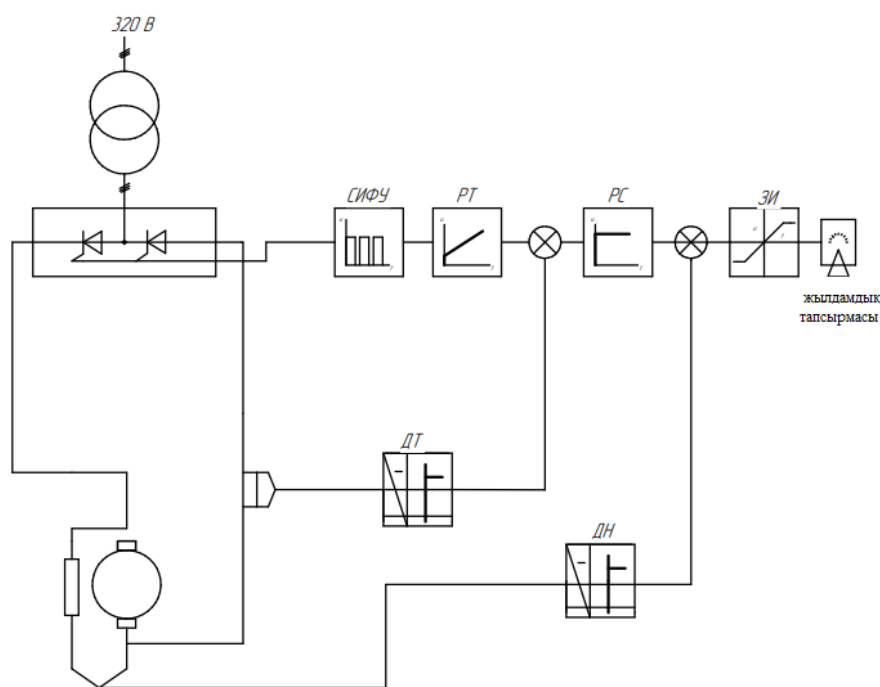
сенімділікпен ерекшеленуі крандарда арнайы электрқұрылғыларын қолдануға мәжбүрлейді. Барлық этапта оператордың тікелей жұмыс жасауымен жүзеге асырыластын көтергіш крандар негізгі массасында автоматтандырылмаған жұмыс циклына ие. Осы ретте электржетек жүйесінің таңдауына әсер ететін ең басты технологиялық талаптың бірі жылдамдықты реттеу болып табылады.

Крандық механизмдердің ЭҚ-на жылдамдықты реттеудің жоғары талаптары ұсынылғанда, тұрақты токтың қозғалтқышын қолдануға тура келеді. Металлургиялық крандардығы қозғалтқыштарға үнемі

Жоғарғы реттеуіш қасиеттерінен басқа, металлургиялық крандардың қозғалтқыштары тұрақты токта аса ауыр жұмыс режимін қолданады. Қозғалтқышты параллель қосу қажет болғанда генераторлық жағдайда қозғалтқыш табиғи сипаттамасына сәйкес жұмыс жасай алуы және қатал механикалық сипаттама кезінде қолданылады.

Сонымен қатар крандарда ГД жүйесі (көтеру механизмінің орташа жұмыс режимінде қолданылады), бейсинхронды қозғалтқыштармен ЭҚ-ның күрделі жүйелерінде қолданылады.

Крандар үшін электржетект системасының болашағы тиристорларлардың тұрақты және ауыспалы токтың түрлерін қолданылуы болып табылады (ТП-0, ТП-4 және т.б.).



4 сурет - Көтеру механизмінің ЭҚ-н функционалды сызбасы.

2. Көтеру механизмінің электрқозғалтқышын таңдау және оның күшін есептеу

2.1 Жүк көтеру механизмінің қозғалтқыш қуатын есептеу және таңдау

Негізгі мәліметтер;

Номиналды жүк салмағы $G_H = 15000$ кг;

Ілмек салмағы $G_0 = 450$ кг;

Барабан диаметрі $D_6 = 0,5$ м;

Көтергіш механизмінің ПӘК-і $\eta_H = 0,88$, $\eta_0 = 0,35$;

Редуктордың беріліс қатынасы $i_p = 15,6$ және полиспада $i_n = 3$;

Қосылу ұзақтығы $ҚҰ = 35\%$;

Қозғалтқыштың статистикалық жүктемесі.

Статистикалық жұмыс жағдайында көтергіш жұқарба қозғалтқышының білігінің жүк көтеру қуаты мына формуламаен анықталады:

$$P_{C1} = \frac{(G_H + G_0) \cdot \vartheta_n}{\eta_H} \cdot 10^{-3} = \frac{(147150 + 4414,5) \cdot 0,33}{0,88} \cdot 10^{-3} \quad (2.1)$$

$$P_{C1} = 56,84 \text{ кВт}$$

мұнда $G_H = m_n \cdot g = 15000 \cdot 9,81 = 147150$ Н жүкті көтеруге қажетті күш;

$G_0 = m_0 \cdot g = 450 \cdot 9,81 = 4414,5$ ұстау құрылғысын көтеруге қажетті күш;

$V_n = 0,33$ М/с - көтеру жылдамдығы.

Бос біліктің статистикалық жұмыс жасауындағы көтергіш жұқарбаның күші:

$$P_C = \frac{G_0 \cdot \vartheta_n}{\eta_0} \cdot 10^{-3} = \frac{4414,5 \cdot 0,33}{0,35} = 4,16 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

ϑ_n - жүкті көтеру жылдамдығы, м/с;

η_0 - Көтергіш механизмінің ПӘК-і.

Орташа және ауыр жүктерді түсіру кезінде энергия механизм білігінен қозғалтқышқа бағытталады, себебі $P_{np} > P_{тр}$ (тежегіш түсім).

Қозғалтқыштың біліктегі күші мына формуламен көрсетіледі

$$P = (G + G_0) \cdot \vartheta \cdot \eta \cdot 10^{-3} \quad (2.3)$$

Номиналды жүктің түсірілімі :

$$P_{C1} = (G_H + G_0) \cdot \eta_H \cdot \vartheta \cdot 10^{-3} \quad (2.4)$$

$$P_{C1} = (147150 + 4414,5) \cdot 0,33 \cdot 0,88 \cdot 10^{-3} = 44 \text{ кВт.}$$

Бос ілмекті түсіру барысында қозғалтқыштың білік күші мына формула арқылы көрсетіледі:

$$P_{C2} = G_0 \cdot g \cdot \eta_0 \cdot 10^{-3} \quad (2.5)$$

$$P_{C2} = 44414,5 \cdot 0,33 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} = 0,51 \text{ кВт.}$$

Өйткені жүйенің механикалық мінездемесі айтарлықтай қатты және қозғалтқыштың айналу жылдамдығы жобамен бірдей болғандықтан, механизмді көтеру жұмысы және бос ілмектің жүкті түсіру уақыты бірдей және тең:

$$t_{pi} = \frac{H_i}{V_n} = \frac{12}{0,33} = 36,4 \text{ с} \quad (2.6)$$

H- жүк көтеру биіктігі, м

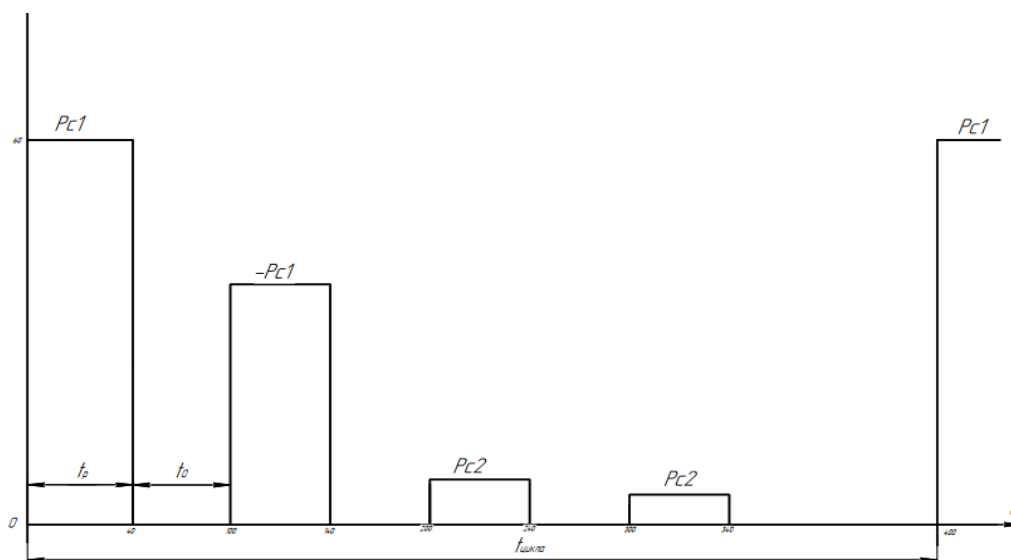
Үзіліс уақыты ҚҰ-мен анықталады, яғни

$$ҚҰ = \frac{\sum t_p}{\sum t_p + \sum t_0} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

осыдан:

$$\sum t_0 = \frac{\sum t_p \cdot 100\% - ҚҰ \cdot \sum t_p}{ҚҰ} = \frac{\sum t_p (100 - ҚҰ)}{ҚҰ} = \frac{36,4 \cdot 65}{35} = 37,6 \text{ с} \quad (2.8)$$

Көпірлі кранның көтерме механизмінің жүктемелік диаграммасы суретте бейнеленген



5 сурет - Жүктемелі диаграмма

Кезең уақыты:

$$\sum t_{ц} = 4t_p + 4t_0 = 4 \cdot 36,4 + 4 \cdot 67,6 = 416с \quad (2.9)$$

Қозғалтқышты алдын ала таңдауды жүзеге асырамыз. Бұл үшін күштің баламалы әдісін қолданамыз.

$$P_{эквс} = \sqrt{\frac{P_{c1}^2 \cdot t_p + P_{c1}^{12} \cdot t_p + P_{c2}^{12} \cdot t_p}{4t_p}}, \quad (2.10)$$

$$P_{эквс} = \sqrt{\frac{36,4(56,84^2 + 44^2 + 4,16^2 + 0,51^2)}{4 \cdot 36,4}} = 36кВт.$$

Каталогтығқа қосудағы қуатты нақты қайта есептеу:

$$P_{эн} = P_{эс} \sqrt{\frac{ПВ_1}{ПВ_н}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{35}{40}} = 33,7кВт \quad (2.11)$$

Қозғалтқыштың айналуына қажетті жылдамдық :

$$n_{қоз.ес} = \frac{30 \cdot \vartheta_{п} \cdot i_{общ}}{\pi R} = \frac{30 \cdot 0,33 \cdot 15,6 \cdot 3}{3,14 \cdot 0,25} = 590 \text{ айн/мин} \quad (2.12)$$

Өйткені ең көп қолданылатын тікелей ток электр қозғалтқыштары 220 В және 440 В сияқты кәдімгі механизмдер болып табылады, ал D сериялы D қозғалтқыштары қозғалтқыштарына арналған ДП ДПВ ДПП болып табылады, содан кейін ҚҰ=40% режимі үшін табиғи салқындатумен жабылған D, 220 В типті тікелей токарлық металлургиялық қозғалтқышты таңдаймыз:

D-812 қозғалтқышының мәліметтері;

Номиналды күші $P_n = 38кВт$;

Айнарудың номиналды жылдамдығы $n_n = 565 \text{ айн/мин}$;

Номиналды ток $I_n = 192А$;

Қозғалтқыш кедергісі $r_я + r_{д.п} = 0,023$;

Инерция моменті $J = 7,0 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;

Қозғалтқыш массасы $Q = 1770 \text{ кг}$;

3. Тиристорлық түрлендіргішті таңдеу және оны есептеу

3.1 Тиристорлық түрлендіргішінің үшфазалы нөлдік реверсивті сызбасы

Орташа қуат тиристрлі ЭҚ үшін қуаты 100кВт-қа дейін жететін үшфазалы нөлдік түзету қолданылады.

Суретте ЭҚ-ң үшфазалы нөлдік реферсивті сызбасы көрсетілген. Жетектің құрамына ГС күштік трансформаторы, теристорлы түрлендіргіш теңестіруші дроссель құрамында теристрі T_1-T_6 басқару жүйесі кіреді.

Жетек қозғалтқышы тоғының I_H және қысымның U_H белгілі номиналды мағыналарында тиристрлі түрлендіргіштің өлшем есебі.

Трансформатордың алдын ала өлшемдерін табамыз.

Типтік (есептік) қуат

$$S_{тр} = K_s \cdot K_c \cdot K_i \cdot K_R \cdot U_d \cdot I_d \cdot 10^{-3} \quad (3.1)$$

$$S_{тр} = 1,45 \cdot 1,05 \cdot 220 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 70,9 \text{кВА.}$$

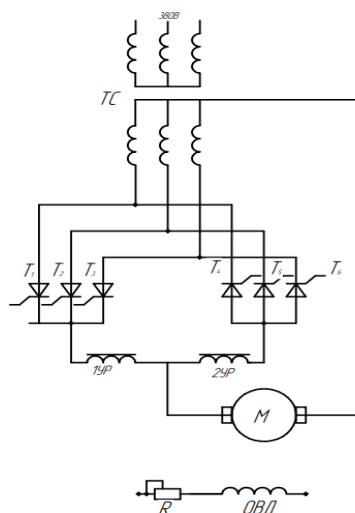
бұл ҚҰ-40% жағдайындағы трансформатордың қуаты.

ҚҰ 100% трансформаторының типтік қуаттылығына қайта есептеу жүргізейік

$$S_{трн} = S_{тр} \sqrt{\frac{K_{ҰН}}{K_{Ұдинт}}} = 70,9 \sqrt{\frac{40}{100}} = 44,7 \text{кВА} \quad (3.2)$$

Трансформатордың екінші реттік орамасының фазалық қысымының есптік мәні

$$U_{Гф.есеп} = K_H \cdot K_c \cdot K_R \cdot U_d = 0,922 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 220 = 223,6 \text{В} \quad (3.3)$$



6 сурет - Үшфазалы реверсивті нөлдік схема

3.2 $S_{\text{трн}}$ және $U_{\text{гф}}$ -нің табылған мәндері бойынша ТС-63/0,5-А типті трансформаторын таңдаймыз.

ТС-63/0,5 трансформаторының мәліметтері;

$$S_{\text{н}}=63\text{кВА};$$

$$\Delta R_{\text{кз}}=1302\text{ВТ};$$

$$U_{\text{н}}=500\pm\frac{5\%}{400}-230\text{В};$$

$$I_{1\text{н}}=91,04\text{А};$$

$$\Delta R_{\text{хх}}=605\text{ВТ};$$

$$U_{\text{к}}=4,36\text{В};$$

Орамаларды біріктіру Y/Y-Δ.

$U_{\text{гф}}$ -тің қажетті мәнін алу үшін трансформатордың екінші ретті орамасын кернеу торына қосамыз, осыған орай $U_{\text{гл}} = 500\text{В}$, $U_{1\text{л}} = 500\text{В}$ –ті ТТ екінші ретті қуат көзіне қосамыз.

Трансформатордың екінші ретті орамның тоғын және кернеудің номиналды мәнін анықтаймыз,

$$U_{\text{гфи}} = \frac{U_{\text{гл}}}{\sqrt{3}} = \frac{500}{\sqrt{3}} = 289\text{В} \quad (3.2.1)$$

$$I_{2\text{н}} = \frac{S_{\text{н}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{гл}}} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 500} = 72,8 \quad (3.2.2)$$

Екінші ретті орамға келтірілген трансформатордың белсенді және индуктивті кедергісі мынаған тең болады:

$$R_{\text{г2}} = \frac{Q_{\text{к}}}{K_{\text{тр}}^2} = \frac{\Delta R_{\text{кз}}}{m_{\text{тр}} \cdot I_{1\text{н}}^2 \cdot K_{\text{тр}}^2} = \frac{1302}{3 \cdot 91,04^2 \cdot 0,8} = 0,082 \text{ Ом} \quad (3.2.3)$$

$$X_{\text{г2}} = \frac{U_{\text{к}} \% \cdot U_{1\text{ф}}}{100 \cdot I_{1\text{н}} \cdot K_{\text{тр}}^2} = \frac{4,36 \cdot 220}{100 \cdot 91,04 \cdot 0,8^2} = 0,165 \text{ Ом} \quad (3.2.4)$$

мұнда $K_{\text{тр}} = \frac{U_{1\text{л}}}{U_{2\text{л}}} = \frac{400}{500} = 0,8$ бәсеңдеткіш дроссельдің активті кедергісі:

$$r_{\text{др}} = \frac{R_{\text{г2}}}{m_{\text{тр}}} = \frac{0,08^2}{3} = 0,027 \text{ Ом} \quad (3.2.5)$$

Түрлендіргіштің қарсыласуы:

$$R_{T1} = R_{T2} + r_{др} + \frac{x_{T2} \cdot m}{2\pi} = 0,082 + 0,027 + \frac{0,165 \cdot 3}{2\pi} = 0,189 \text{ Ом} \quad (3.2.6)$$

Түзетілген токтағы шынжырдың есептік кедергісі мына формуламен анықталады:

$$R_p = 1,2(r_k + r_{уп}) + R_{из} + R_{п} = 1,2 \cdot 0,023 + 0,01 + 0,189 = 0,227 \text{ Ом} \quad (3.2.7)$$

түтікше тәрізді түйіспенің кедергісі:

$$R_{из} = \frac{2}{I_U} = 0,01 \text{ Ом} \quad (3.2.8)$$

Толық ашық тирасторлардың (бұрыш $x=0$) және қозғалтқыштың ағымдағы жүктемесі $I_d = 2I_U$ болғанда түзетілген кернеуінің орташа мәні:

$$U_{d0} = U_H + 2R_p \cdot I_p = 220 + 2192 \cdot 0,227 = 307,2 \text{ В} \quad (3.2.9)$$

U_c -тің 10%-ға төмендеуін есепке ала отырып трансформатордың екінші ретті орамасының қажетті көлемі:

$$U_{гф} = 1,1 \frac{U_{d0}}{1,17} = 1,1 \frac{307,2}{1,17} = 288,8 \text{ В} \quad (3.2.10)$$

Екінші ретті орама тогының қолданыстағы мәні:

$$I_{гросч} = K_I \cdot K_i \cdot I_d = 0,578 \cdot 1,05 \cdot 192 = 116,57 \quad (3.2.11)$$

$U_{2ф}$ және I_2 -нің есептік және номиналды мәндердерін салыстыру ТС-63/0,5-А трансформаторы ТТ-Д электржетек жүйесінің схемасында қолдану үшін қолайлы екендігін көрсетеді. T_1 - T_3 басқарылатын клапандардың көрсеткіштерін анықтаймыз:

$$I_{аср} = K_{зт} \frac{I_{ан}}{m_{тр}} = 2,4 \cdot \frac{192}{3} = 153,6 \text{ А} \quad (3.2.12)$$

Клапандардағы кері қысымының максималды мағынасы:

$$U_{втех} = K_{зн} \cdot 2,09 \cdot U_{d0} = 1,5 \cdot 2,09 \cdot 307,2 = 963 \text{ В.} \quad (3.2.13)$$

3.3ТЛ-160-10 типті 3 тиристорды таңдаймыз

ТЛ-160-10 тиристрлерінің мәліметтері;

$$I_{ан}=160 \text{ A};$$

$$U_H=1000\text{В}.$$

Салқындату үшін көлемі жоғарылатылған радиаторларды және $U_{салқн}$ ауа= $0^M/c$ ұзақ уақыт бойғы номиналды тоқ арқылы ТЛ-160 типті тиристрлердің ұзақ уақыттық жүктемесін қолданамыз.

ТТ-ның екінші тобына арналған басқарылатын винтельдердің көрсеткіштерін анықтаймыз ($T_4 - T_6$);

$$I_{аср}=K_{зн} \frac{I_{ан}}{K_{салқ} \cdot m_{тр}}=0,99 \cdot \frac{192}{1 \cdot 3}=63,7 \text{ A} \quad (3.3.1)$$

$$U_{max}=K_{зн} \cdot 2,09 \cdot U_{d0}=1,5 \cdot 2,09 \cdot 307,2=949 \text{ В} \quad (3.3.2)$$

ТЛ-100-10 типті 3 тиристрді сызба қондырғысына таңдаймыз:

Тиристрлерінің ТЛ-100-10 мәліметтері;

$$I_{ан} = 100 \text{ A};$$

$$U_H = 1000\text{В}.$$

Винтельдерді салқындату үшін үлкейтілген көлемдегі радиаторлар қолданылады.

Теңестірілетін дроссельдердің есебі;

Теңестірілетін дроссельдердің қажетті индуктивтілігінің көлемі.

$$L_{ур\text{ росч}} \geq \frac{\sqrt{2}U'_п}{m \cdot \omega_c 0,05 \cdot I_H} = \frac{\sqrt{2} \cdot 0,53 \cdot 307,2 \cdot 2}{3 \cdot 314 \cdot 0,05 \cdot 192} = 0,05 \text{ Гн} \quad (3.3.3)$$

$$L_{ур} = \frac{L_{ур\text{ росч}}}{\Gamma} = \frac{0,05}{2} = 0,025\text{Гн} \quad (3.3.4)$$

Түзетілген қысымның алғашқы гарманикасындағы екі еселенген тиімді мән УР-дің қажетті индуктивтілігінің көлемін есептеу барысындағы $U'_п$ -нің нөлдік сызбасы:

$$U'_п=U_п \cdot 2=U_{d0} \cdot 0,53 \cdot 2=325,6\text{В} \quad (3.3.5)$$

$L_{ур}=0,025\text{Гн}$ мәні бойынша теңгермелік реактор сериясын таңдаймыз:

РОС- 32/0,5;

РОС- 32/0,5реакторының мәліметтері;

$$L_{ур}=20\text{мГн};$$

$$I_H=160 \text{ A}.$$

Нөлдік сызбаға $L_{yp}=20\text{мГн}$ болатын 2 реактор және $I_H=160\text{ А}$ болатын номиналды тогын қоямыз.

Жатықтауыш дроссельдің есебі:

Тегістеуіш дроссельдің индуктивтілігінің мәнін токтың үздіксіздігін қамтамасыз ететін $I_{d\text{ min}}=0.05 I_{дн}$ -тан $I_{дн}$ -қа дейінгі жүктеменің өзгерісінен және n_H -нен $0,1 n_H$ айналыс жиілігінің таңдаймыз;

$$L_{d\text{ необх}} = \frac{\sqrt{2} \cdot U_H}{m \cdot \omega_c \cdot I_{d\text{ min}}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 0,53 \cdot 307,2}{3 \cdot 314 \cdot 0,05 \cdot 92} = 0,025 \text{ Гн} \quad (3.3.6)$$

мұнда, $U_H=0,53 \times U_{d0}$;

Қозғалтқыштың индуктивтілік зәкірі және трансформатордың фазасы:

$$L_{л} = 5,73 \frac{U_H}{p \cdot n_u \cdot I_u} = 5,73 \frac{220}{2 \cdot 565 \cdot 192} = 0,0058 \text{ Гн} \quad (3.3.7)$$

$$L_T = \frac{x_T}{\omega_c} = \frac{0,156}{314} = 0,0005 \text{ Гн} \quad (3.3.8)$$

Тегістеу дросселіне қажетті индуктивтілік:

$$L_{CD} = L_{d\text{ необх}} - L_{л} - L_T - L_{yp} \quad (3.3.9)$$

$$L_{CD} = 0,025 - 0,0058 - 0,00055 - 0,025 = -0,006 \text{ Гц}$$

Индуктивтердің сомасы ($L_{дв} + L_{тр} + L_{yp}$) токтың үздіксіздігін $i_{л}$ қамтамасыз ету үшін және трансформатордың қуат сұлбасына қосымша қолдануға жеткілікті.

4.Тиристорды түрлендіргішті басқару жүйесін таңдау

4.1 Тиристорлерді басқару жүйесі

Тиристорлерді басқару жүйесі бірінші жағынан тиристорлердің сипаттамаларын, ал екінші жағынан электржетектің автоматты реттеу системасының бірқатар талаптарды орындауы қажет.

-өндірілетін жүйе қоршаған ортаның параметрлерінің өзгертуіне немесе тиристорлердің шашылу параметріне қарамастан ауытқу шегі, ұзақтығы және импульстің көтерілу шебіндегі қаттылығы осы типтегі кез- келген тиристорлерге жеткілікті болуы қажет. Сонымен бірге басқарылатын импульс күші басқарушы электродтың тізбектегі сейілу қуатынан аспауы тиіс.

-шашылу параметрлерін ескере отырып кіру импульсінің қуаты (сонымен қатар кернеу) кез- келген тиристормен сенімді басқару жеткілікті болуы қажет.

-кіріс импульсінің фазалық жылжытуының өзгеріс көлемі қозғалтқыш диапазонының максималды жылдамдығын тегістеуіш және терістеуіш режимдерінде реттеу үшін жеткілікті болуы керек. Реверсивті жетектегі фазалық жылжытудың теориялық диапазоны 180° -ты құраса, практикалық тұрғыда жетекші импульсті $150^\circ \div 160^\circ$ шегінде жылжыту жеткілікті.

-шегеру тогының уақытына дейін зәкірлі шынжырдағы импульсті жасау уақытындағы ток ұлғайып үлгеруі және айтарлықтай индуктивті шынжырдағы тиристрлердің сенімді ашылуы үшін басқаратын импульстің ені 10° -тан кем болмауы тиіс.

-тиристрлердің жалған ашылулары болмас үшін басқару жүйесі кедергілерден жеткілікті түрде қорғалған болуы тиіс.

-басқару жүйесі біркелкі қарапайым және сенімді болуы қажет. Ол айтарлықтай күрделі шынжырлар мен токтың кемуіне ие болмауы қажет.

Импульсті - фазалық басқару жүйесі:

"Тік қағида" бойынша жұмыс жасайтын, жартылай магнит өткізгіш ИФБЖ-ға қарағанда көбірек сезімталдылыққа, жоғарғы тез әрекеттілікке және фазалардағы басқару импульстарының аз асимметриясына ие ИФБЖ-не жартылай өткізгішін қолданамыз.

ИФБЖ келесі түйіндерден тұрады:

- кіру құрылғысынан;
- ара тәрізді кернеулі генератор;
- бекіту және құрастыру құрылғысы;
- импульстер қалыптастырғышын күшейткіш.

Кіру құрылғысы:

24В-тағы ИФБЖ -уің $U_{вх}$ өзгерісі үшін кіру тогы 10мА-ден артық өзгермеуі тиіс, сонымен қатар ИФБЖ жүйесінің кіруі мен АБЖ –нің шығуын келістіру бастапқы α бұрышын таңдау және α бұрышының өзгеріс шегін тежеуге арналады.

Осыған орай басқарушы кіріс кернеуінің көзі ПТ₁-ПТ₆ бекіткіш құрылғысы арқылы трансформаторларының кіріс ағымдарын және ИС-тің ішкі кедергісінің басқару белгісінің қосымша кернеуінің бұрмалауын туғызады. Барлық қарапайым параметрлердің салдарынан бақылау күшінің шамадан тыс өсуі мүмкін, соған байланысты R басқару көзінің минималды болғаны жөн.

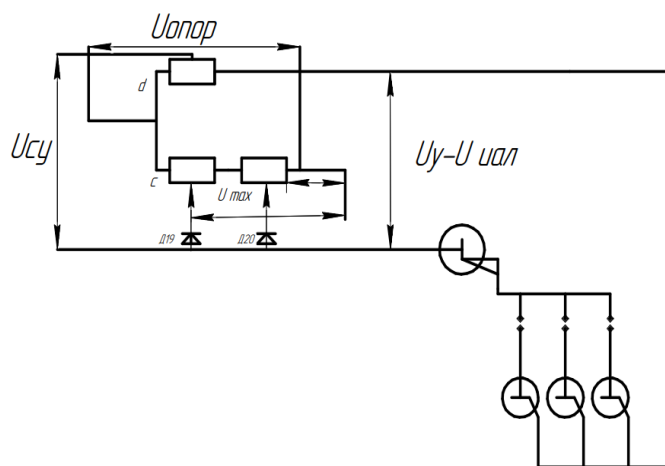
Сондықтан басқару жүйесіне кірер кезе жалпы системаға қосылған ПТУ транзисторы орнатылады. Бұндай ПТ-ні қосу схемасы $t_{окр}$ ауытқуы кезіндегі және басқару күшінің салыстырмалы аз мөлшерінде $U_{сy}$ көзінің $r_{экв}$ –нің аз мөлшерін алуға мүмкіндік беруі жұмыстың ең үлкен тұрақтылығына алып келеді.

Суретте қарапайым сызбадан ерекшеленетін ПТУ-дың ортақ коллектормен бірге қосылу сызбасы көрсетілген:

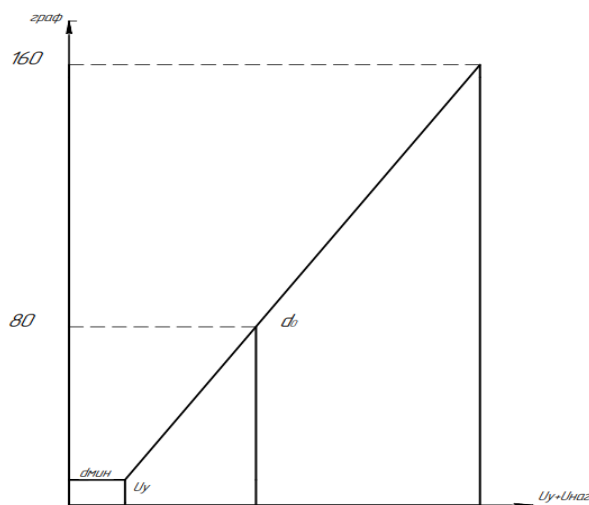
-ПТУ эмиттерінің тізбегінде r_y жүктеме қуатының болмауы $\chi_{сy}$ бақылау кернеуінің қайталанатын бекітуші құрылғысының рөлін ПП-нің кіріс сұлбалары параллель орындайды.

- коллекторлы қуат U_K -нің болмауы салдарынан оның қызметін ПТ1 трансформаторлардың кіріс тізбегіне қосылған ара тәрізді U кернеулері орындайды.

- әдетте қолданылатын ашылу әсерінен ПТУ-дағы U_{cy} кернеуінің әсері бекітіледі. Сондықтан ПТУ тогы $U_{пил} < U_{cy}$. Сұлба кіріс шынжырының ПТ1 транзисторының біріндегі араның кернеуі басқаратын кернеу деңгейіне жеткен сәттен бастап күшіне енеді, яғни $U_{пил} \geq U_{cy}$. ПТУ транзисторы ашылған сәтте ПТ1 кіріс тізбегіне токтың ағуына тізбек жасайды. Осы сәттен $U_{пил}$ -дің одан әрі өсуі тоқтатылады, ал ПТУ коллекторында $U_K = U'_y = U_y - U_{эк} = U_{cy}$ кернеу деңгейі орнатылады. Бұл кернеумен қалған ПТ1 триодтарының кіріс тізбектеріндегі аралық кернеулерлер кезектесіп теңестіріледі. ПТУ трансформаторының жұмысының қолайлылығын арттыру үшін, схемаға ГПН сұлбасына қосымшы RC тізбек тәрізді балласты жүктеме енгізілген. Көрсетілген контур негізгі RC контурға параллель жалғанады. (R_5 , R_6 және C_5).



7а сурет - Бұрыштық шектеу сұлбасы



7б сурет - Енуші құрылғы

α_0 реттеу диапазонының шектеуі ПТУ кіріс тізбегіндегі диодтар D_{19} және D_{20} , $U_{\text{опорн}}$ тұрақтандырылған көздің R_1, R_{24} және R_{25} қарсылығы арқылы жүзеге асырылады.

Басқарушы сигнал U_y кернеуінің реверсивті көзінен келеді. Бақылау бұрышының максималды және ең аз мәні (α_{min} және α_{max}), тиісінше, "d" және "c" нүктелерін таңдау арқылы орнатылады, яғни кернеу ауқымы U_{min} және U_{min} . Егер $U_y < U_{\text{min}}$ немесе $> U_{\text{min}}$ болса онда D_{19} және D_{20} осыған орай ашылады, ал ПТУ-ға кірер кездегі кернеу өзгеріссіз қалады.

4.2 Ара тәрізді генератордың кернеуі

Берілген ГПН сұлбасы келесідей құндылықтарға ие:

- сұлбаның қарапайымдылығы
- фазаның $U_{\text{ни}}$ дрейфін азайтатын U_c ауытқуына ара пішінінің U тәуелсіз болуы.

- араның U басталуы U_c -тің нөлдік мағынасынан өту моментімен анықталады, сондықтан осы нүктеге жақын көпфазалы жүйенің импульстік асимметриясы желінің асимметриясынан аспауы тиіс.

СИФУ-дағы U араны алу үшін ара тәрізді кернеулі жүйемен синхрондалған диодты генератор қолданылады, оның жұмысы келесі жылдам разряд пен ток көлемі C_5 заряд сыйымдылығына негізделген.

Схема құрылымы бастапқы зарядтың және фазаның кернеуінен өту мерзімінің нөлдік мәнінің синхрондылығын, жаңа зарядтың басталу сәтіне дейін сыйымдылықтың толық зарядының бітуін қамтамасыз етеді. Сонымен бірге зарядтың сипаты тек RC зарядтау тізбегінің параметрлері және қоректендіргіш желінің кернеуінің көлемі мен құрылымына қарамастан тұрақы ток көзінің U_{cT} кернеуі арқылы анықталады.

D_{20} диодында кері кернеу ауытқуы суретте қызыл түспен белгіленген, ТС трансформаторын синхрондаушы кернеу 60° -қа жылжытылғандығын көрсетеді.

Жұмыстың құрылымы $t_1 - t_2$ уақыт аралығында, $U_{g22} > U_{\text{пил}} = U_{c5}$ болғанда, D_{21} және D_{22} диодтары және C_5 сыйымдылығы U_{cT} көзінің R_5 және R_6 кедергісі арқылы зарядталады. $U_{\text{пил макс}} \ll U_{cT}$, яғни жұмыс экспоненттің бастапқы бөлігінде жүргізіледі.

t_2 уақыт кезеңі ішінде, $U_{g22} = U_{c5}$ болған кезде, D_{21} диоды ашылады және C_5 сыйымдылығы контур бойымен ажыратыла бастайды: ТС трансформаторының- R_8 резисторы- D_{21} диодының орамдары.

Зарядтың біту уақыты R_8 арқылы анықталады, бірақ U_{22} кернеуінің төмендеу уақытынан кем болмайы тиіс, өйткені бұл жағдайда сыйымдылық кернеуі U_{g22} -ден аз болар және ол қайтадан зарядталар еді.

$t_3 - t_4$ кезінде V_{26} және V_{22} диодтары ашық күйде болады. Бұл уақытта C_5 өтпелі екі диодпен қорғалған болады, соған орай оның кернеуі теңестіруге мүмкіндік береді.

ТС трансформаторының U_{LA} орамының кернеуі нөл арқылы ауысу мезетінде V_{26} және V_{22} диодтары жабылады және C_5 конденсаторы қайтадан зарядтала бастайды.

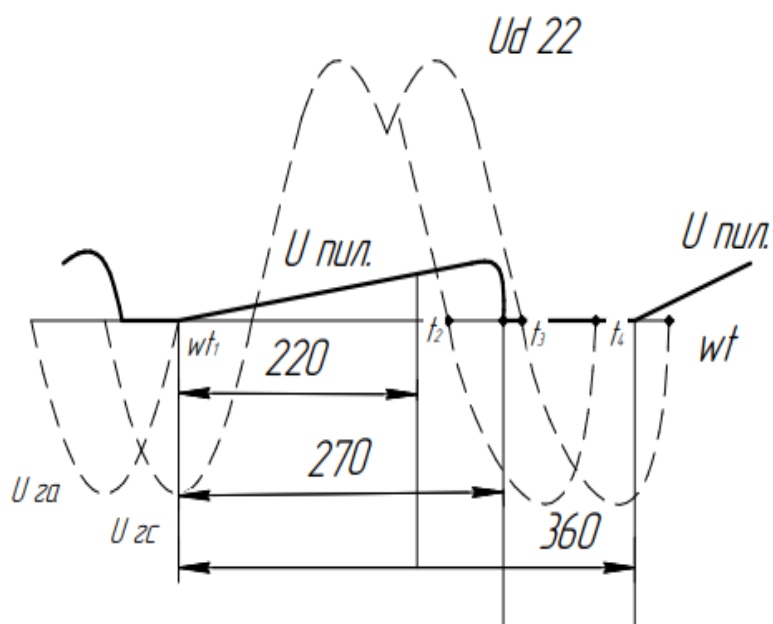
Т.О. нөл арқылы $U_{пил}$ басталуы U_2 ауысу мезетіндегі кернеу желісімен RC зарядты конденсаторына қолдану барысында шығарылатын жаңа өнеркәсіптегі ГПН контурларында, яғни ТМД жоғары жиілікті конденсаторлары (0,1-0,5%) және импульстардың симметриялы қарсыласуы ешқандай түзетусіз синхрондалуын қамтамасыз етеді.

Бекіткіш құрылғы, импульсті күшейткіш және қалыптастырғыш:

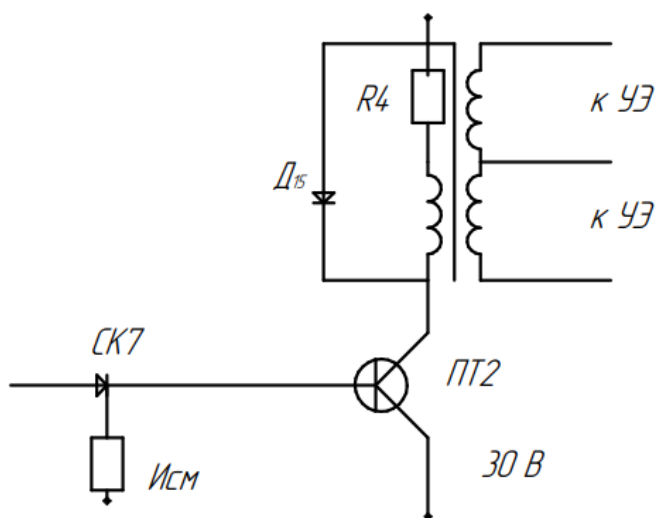
Моментті айқын бекіту үшін арналған бекіткіш құрылғы, ПТ₁ транзисторында жинақталған $U_{пил}$ ГПН U_{cy} кернеуінің маңызына жеткен кезде негізгі режимде жұмыс істейді.

Басқарылатын трансформатор ПТ4-тен түсетін ГПН-ге және басқару кернеуі U_{cy} лайықты C_5 конденсаторымен мыжылатын ПТ₁-дің кіруіне $U_{пил}$ айырмашылығы беріледі.

$U_{cy} > U_{пил}$ болғанда ПТ₁ жабық күйде болады. $U_{cy} = U_{пил}$ болған уақытта, кіру тізбегі ПТ₁ байымен C_6 заряд сыйымдылығына ток (қуат көзінен) өте бастайды. Осыған орай ГПН заряд сыйымдылығы тоқтатылады, яғни «араның» бас жағы басқарылатын U_{cy} белгісінің деңгейіне дейін кесіледі. Т₁ теристорын ашу үшін импульс беріледі. Теристордың ашылуы C_7 конденсатордың шығарылуына әкеледі, Т₁-ЭПТ₂-БПТ₂-СК тізбегімен C_7 конденсатордың шығарылуына байланысты ПТ₂ транзисторының ашылуы орын алады және өзінің каналындағы күштік теристорлардың ашылуына импульс жібереді. Бірмезетте орын алған C_7 шығарылуға байланысты, Т₁-ПТ₂ тізбекпен Д₂₉-R₁₂ конденсаторының алдында әуелгі каналдың ПТ₂ транзисторының ашылуы орын алады.



8 сурет - АТГ-ның бір каналының кернеу графигі



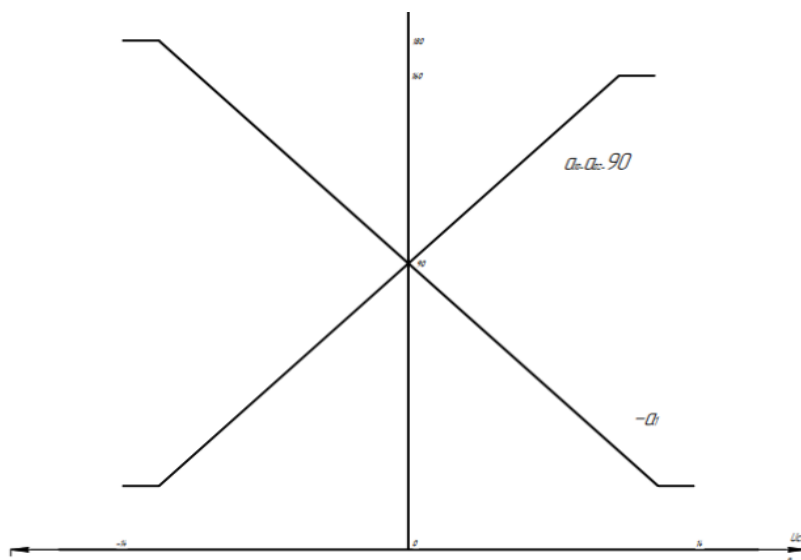
9 сурет - Импульстерді күшейткіш- қалыптастырғыш

Әр жаңғыртушы теристорға жеткізу желісінің периоды ішінде өз араларында 60 эл. градусқа жылжытылған екі импульс беріледі. C_7 конденсаторының кернеуі $U_{C7} > U_{Cтоб}$ болған кезде барлық ток C_7 ағынымен R_{12} және R_{13} резисторымен бойымен ағып кетеді.

Ток импульсі кіру тізбегінің импульстерді күшейткіш- қалыптастырғыш бойымен ағып өткенде бір мезетте барлық өзінің және алдыңғы каналдардың ПТ₂ теристорларын ашады, ПТ₂ теристоры күштік теристорлардың басқарушы электродына берілетін екінші ретті орам импульс қалыптастырады.

4.3 Импульстерді күшейткіш- қалыптастырғыш

Әр күштік теристордың алдына орнатылатын және басқарылатын тізбекті сол арқылы қуаттандыратын импульстерді күшейткіш- қалыптастырғыш транзисторлы каскад деген мағынаны білдіреді. СК₇ стабилитроны ПТ₂ транзисторының базалық тізбегінде күшейткіш қалыптастырғышты кедергілерден қорғауға арналған. Күштік транзисторды ашу үшін трансформатордың шығу импульсінен оң импульсі және жұмыс жасамайтын теристордың қарама- қарсы теріс импульс беріледі. Бұл теристорлардың түзу бағыттағы өсу жылдамдығының $\frac{dU}{dt}$ тұрақтылығын арттырады.



10сурет - Импульсті-фазалық басқару жүйесінің реттеуші сипаттамалары

ТП-Д-ның бұл схемасында теристорларды басқару бірлесіп- келісілген, яғни егер жүйенің кіруіне белгілі беттің U_{cy} белгісін берсек, $+U_{cy}$ деп ойласақ, онда ТП₁ $\alpha_1 < 90^\circ$ бұрыш жасайтын түзеткіш режимге, ал ТП₂ $\alpha_2 > 90^\circ$ бұрыш жасайтын терістеуіш режимге ауысады, бұған қоса $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$ амин амах бұрыштарының шектелуі кезінде байланысы сақталады.

ТП₁ және ТП₂ түрлендіргіштерінің басқару U_{cy} сигналынан басқарушы түрлендіргіш системасына дейін есептеу жүргізіп және U_0 –ге тәуелділігін қарастырайық. С4 U_{cy} сигналы болмаған жағдайда сүйенетін импульстар $\alpha_{01} = \alpha_{02} = 90^\circ$ болғанда терисорларға берерілетін етіп құрастырылған, сонымен қатар ЭДС түрлендіргіші нөлге тең.

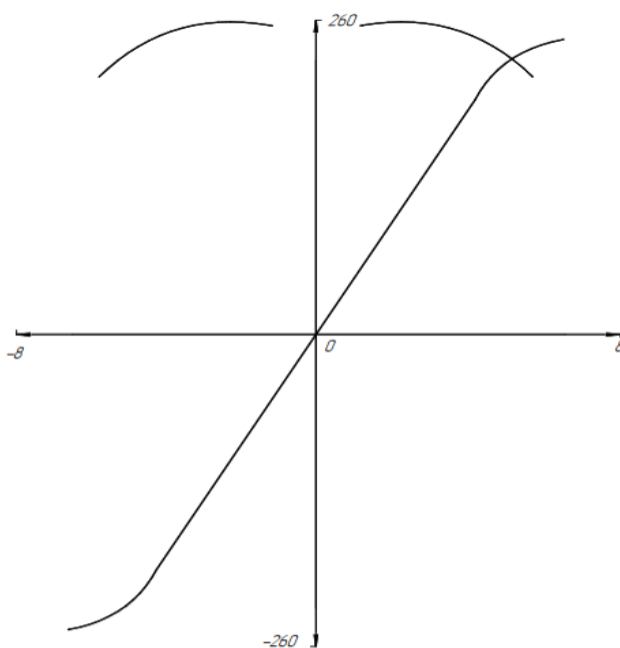
Х-к тұрғызу үшін $\vartheta_a = \vartheta_{d0} \times \cos \alpha$ байланысы пайдаланамыз, мұндағы:

$$\vartheta_{d0} = E_{d0} = 307,2 \text{ В}$$

$K_{\pi} = \frac{\vartheta_n}{\vartheta_y}$ өрнегін пайдалана отырып ТТ түрлендіргішінің күшею коэффициентін анықтаймыз.

Есептеулер 1 кесте жинақталған.

$U_n=f(U_{cy})$ және $K_n=\varphi(U_{cy})$ сипаттамалары көрсетілген:



11сурет - Реттемелік сипаттама

1 кесте

α°	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
K_n	20,6	22,3	23,7	24,6	25,6	26,1	26,1	-	26,1	26,1
$U_{cy}B$	14	12	10	8	6	4	2	0	-2	-4
$\cos \alpha$	0,94	0,87	0,77	0,67	0,5	0,34	0,17	0	-17	-34
U_nB	289	267	237	197	154	105	52	0	-52	-105

α°	120	130	140	150	160
K_n	25,6	24,6	23,7	22,3	20,6
$U_{cy}B$	-6	-8	-10	-12	-14
$\cos \alpha$	-0,5	-0,67	-0,77	-0,87	-0,94
U_nB	-154	-197	-237	-267	-289

5. Автоматты басқару жүйесін таңдау

5.1 Бағыныңқы параметрін реттеу барысында дәйікті түзетумен электржетегін басқару жүйесі

Электржетектер механизмдеріне қайталанатын- қысқа мерзімді жұмыс режимінде өтпелі процесстердің уақытының жылдам өтуі талаптары қойылады. Мұндай жағдайда жетек түрін, басқару жүйесін және өтпелі кезеңнің оңтайлы сипаттамасын алатындай жүйе параметрлерін таңдау қажет. Реттейтін мөлшердің уақыт өзгерісі нөлден белгіленген t_1 - ге дейін минемалды мүмкін болар еді, ал қайта реттеу мөлшері $\Delta U_{\text{вых}}$ рұқсат етілген мәннен аспайтын

процесс оңтайлы өтпелі параметр болып табылады. Өтпелі процесстің сипаттамасы уақыттың тұрақты байланысына және өтпелі процесстің оңтайлы сипаттамасына байланысты уақыттың оңтайлы тұрақты байланысына лайықты болуы қажет.

Егер уақыттың тұрақты байланыс жүйесі оңтайлыға лайық болмаса, онда түзету сілтемелерін еңгізу қажет. Бұл жағдайда уақыттың тұрақты баламасының эквивалентті алынған түзету сілтемелерінің еңгізілуіне байланысты сұлба жайлы болып отыр.

Қозғалтқыш моментін тоқтатқыштың маңыздылығын тежеу талабынан басқа, электржетекке максималды үдеткішті тежеу талабы ұсынылады. Расында, мысалы, электржетекті көтеру үшін ауыр өтпелі процесстерде қозғалтқыш моментін, ал жеңіл режимдерде максималды үдеткішті тежеу қажет.

Айтып өткен талаптарға қозғалтқыш моменттің реттеуге бағынышты жүйе қасиеттері айрықша толық жауап береді.

Реттеуге бағыну қағидасына сүйене отырып тұрғызылған тізбектелген коррекциялы жүйе, қарапайымдылығымен және есептеу мен түзету барысындағы жайлылықпен, қарапайым құралдар арқылы кез- келген реттемелі параметрлерді тежеу мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Тізбектелген жүйені кеңінен қолдану аз қуаттылықпен басқарылатын бейинерциялы винтельді түрлендіргіштерді және белсенді түзету сілтемелері ретінде қолданатын тұрақты токты операциялық күшейткішті жасап шығаруға мүмкіндік туғызды.

ЭҚ-тың басқару жүйелерінің параметрлеріндегі токты бағынышты реттеуінің және ТТ-Қ-дағы жылдамдығының есебі:

Жоғары қосылу жиілігімен жұмыс жасайтын механизм өнімділігі көп жағдайда өтпелі процесстердің ағу сипатына тәуелді. Ауыспалы процесстің ең аз уақыты барлық $t_{пер}$ ішінде ток $i_{дв} = I_{дон}$ асқынжүк жағдайына байланысты болғанда токтың тікбұрышты графигінде орын алады, ал жылдамдықтың бәсеңдеуі тікбұрыштыға жақын болмайды.

Қажетті жылдамдықты реттеу диарозонын және M_c өзгерісіндегі тұрақтылығын алу үшін ЭҚ-тың басқару жүйесінде $i_{ув}$ және $\omega_{ув}$ бағыныңқы реттеуімен орындалған болуы қажет.

Екпін ырғағын регламенттеу және РС жылдамдық реттеуішінің кіруіне қосылған жетектің бәсеңдетілуі тапсырма қарқындылығы арқылы жүзеге асады.

Ток контурының есебі:

Тізбектелген түзетілермен ТТ-Қ-ның реверсивті жетектерде жүйелерінде ток контурын реттеу бірарна арқылы жүзеге асады. Бірарналы реверсивті жүйе бір арнаға ине, қозғалтқыш тогының жұмыс арнасына.

Бағыныңқы реттеуімен ТТ-Қ схемасы бойынша электржетекті басқарудың құрылымдық сұлбасы суретте көрсетілген. Бұл сұлбада ток контурын реттеу көрсетілген. Мұнда токты реттеу ТР кірісіне $U_{зт}$ тапсырмасының кернеуінің айырмашылығы және ток датчигінен $U_{от}$ ток

бойымен кері байланыстың кернеуі беріледі, ал токты реттеу шығысынан теристорлы түрлендіргіштің импульсті- фазалық басқару жүйесіне беріледі.

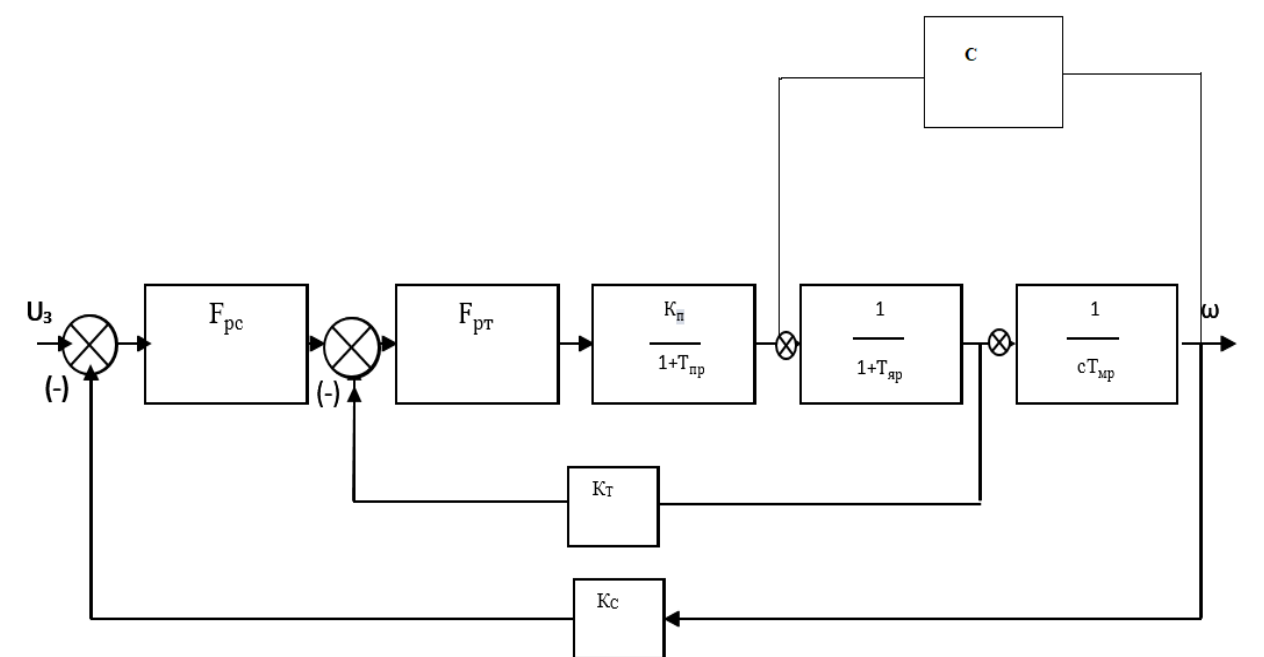
Токты реттеудің табыстама функциясы келесі түрге ие:

$$F_{\text{т.рет}} = \frac{1}{F_{\text{ок}} \times p \times \alpha \times \delta} \quad (5.1)$$

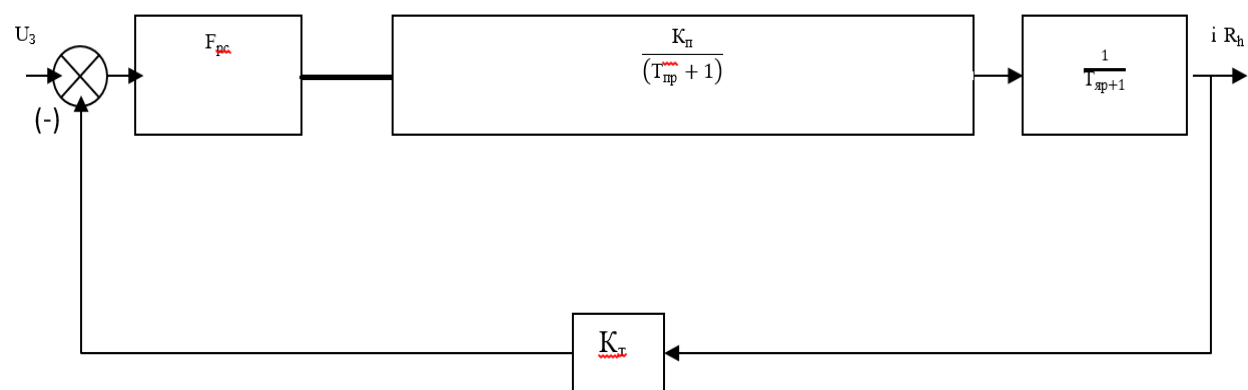
мұнда $F_{\text{ок}}$ - реттеуіштің компенсациялау әрекетіне сілтеменің табыстама функция;

$\delta = T_{\mu}$ - ток реттеуішінің теңгерілмеген әрекетінің тұрақты уақытның аз мөлшері;

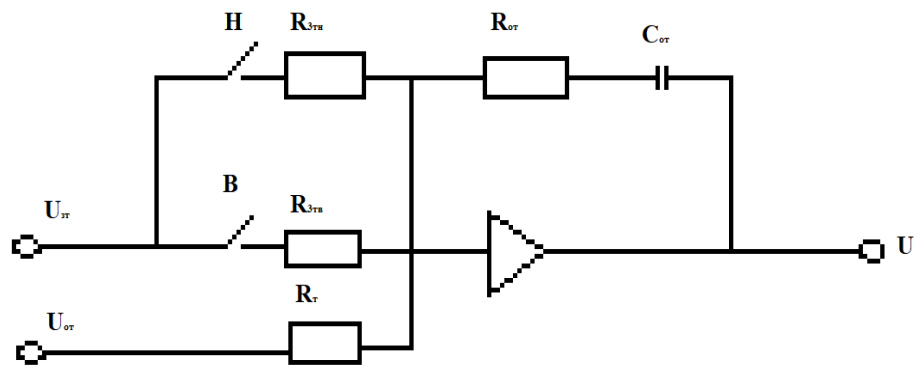
α - демпферлеу схемасына тәуелді коэффициент.



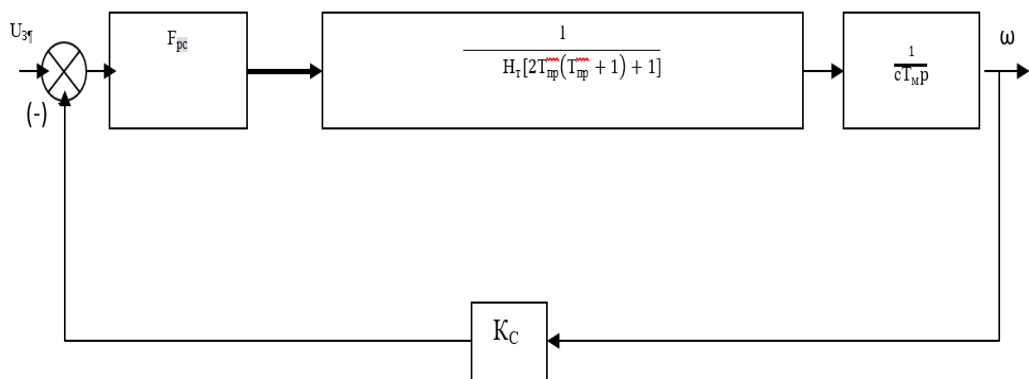
12сурет - Бағыныңқы реттеуішпен ТТ-Қ жүйесі бойынша ЭҚ-ны басқарудың құрылымдық сұлбасы



12.1сурет - Ток контурының құрылымдық сұлбасы.



12.2сурет - Пропорциялы – интегралды ток реттеуішінің сұлбасы



12.3сурет - Жылдамдық контурының құрылымдық сұлбасы

Әдетте өлшемдерде модуль оптимумына сәйкес келетін $\alpha=2$ қолданады, сонымен бірге қайта реттеудің көлемі бақылау әрекетіндегі секіріс кезінде контур кірісі $\leq 5\%$.

Өлшемдерді оңайлату үшін ЭДС қозғалтқышын кері байланысын елемейміз, оның үстіне жүйеде $3U$ мен қозғалтқыш жылдамдығының көрсетілген өзгерісін анықтайтын $I_{дин}$ орнатылады, ал ЭДС қозғалтқышымен кері байланыстың назары жүйенің жылдамдық қателігіні $(1 + \frac{T_T}{T_M})$ есе артқанда ғана көрсетіледі, мұнда T_T - тұрақты ток контурының уақытын интегралдау.

Жүйенің ішкі контурынан басталатын оңтайландыру токтың реттеу контуры болып табылады, оның сұлбасы суретте көрсетілген.

Токты реттеудің беріліс функциясы:

$$F_{пр} = \frac{1 + T_D P}{2T_{инт} \cdot K_{п} \cdot K_T} = \frac{1}{K_{п} \cdot K_T} \cdot \frac{1 + T_D P}{2T_{инт}} \quad (5.2)$$

Бұл пропорционалды- интегралды реттеуішке сәйкес келеді оның сұлбасы УПТ-4 типті тұрақты токты операциялық күшейткішіне жиналады, ол суретте көрсетілген.

УПТ-4 тұрақты ток күшейткіштің техникалық деректері:

Шығыс кернеуі, $V \pm 24$;

Әр шығыстағы жүктеме кедергісі, $O_m \geq 4,8$;

Күшею коэффициенті > 1000 ;

Шығыстық кедергі > 10 ;

Тікелей тоқты тұтыну көзі 24В, МА 60.

Тұйықталған контурды реттеудің табыстама функциясы былай өрнектеледі:

$$\frac{iR_p}{U_{3T}}(p) = \frac{1}{K_T(2T_{\Pi}P(T_{\Pi}P+1)+1)} \quad (5.3)$$

Бұл өтпелі жұмыс режиміндегі қозғалтқышқа рұқсат етілген ең үлкен ток K_T көлемі анықталады

$$K_T = \frac{U_{3T \text{ макс}}}{I_{\text{макс}} R_p} \quad (5.4)$$

Мұндағы $U_{3T \text{ макс}}$ – алдыңғы контур реттегішінің шығыс кернеуі, яғни R_c шығыс кернеуі $U_{\text{вых } R_c} = 22-24\text{В}$ тең.

Токты реттеу параметрлерін есептеу үшін мына теңдікті қолданамыз:

$$\frac{1}{K_{\Pi} K_T} \cdot \frac{1+T_{\Pi}P}{2T_{\Pi}P} = \frac{R_{от} + \frac{1}{C_{от}P}}{R_{3T}} \quad (5.5)$$

Бұл өрнекке сәйкес сол жақ ток реттеуіштің табыстама функциясын атқарады, ал оң жағы дәл солай реттеуіштің параметрлері арқылы көрсетілген.

$$R_{3T} = \frac{2T_{\Pi} \cdot K_{\Pi} \cdot K_T}{C_{от}} \quad (5.6)$$

$$R_{от} = \frac{T_o}{C_{от}} \quad (5.7)$$

Токты реттеудің параметрлерін анықтау үшін $C_{от} = 1$ мкф сыйымдылық көлемін орнатамыз, тізбектің кері байланысында ток бойынша $B_T = 130$ күшею коэффициентімен ДТ-2 типті ток датчигін қолданамыз.

ДТ-2-нің техникалық деректері:

Шунттан кіріс-45-150МВ;

Шығыс кернеу $\pm 24\text{В}$;

Жүктеме кедергісі - 2,4Ом;

Кіріс кедергісі – 200Ом;

Шығыс кедергісі $< 150\text{Ом}$.

Ток датчигі сигналдың $\pm 24\text{В}$ -қа дейін күшеюін және кіріс, шығыс сигналының гальваникалық бөлінуін қамтамасыз етеді.

ДТ екі демодулятор қолданылған УПТ-6 тұрақты токты күшейткіш негізінде құрастырылған. Біреуі $U_{\text{вых Т}}$ шығысымен теріс ОС жасау үшін, ал екіншісі $U_{\text{вых II}}$ шығысымен пайдалы жүктемені қосу үшін қолданылады. Кіріс пен шығысты қамтушы теріс ОС датчик параметрлерін тұрақтандыру үшін арналған.

Ауыр жүкті көтеру және түсіру кезінде ток бойымен кері байланыстың күшею коэффициенті:

$$K_T = \frac{U_{\text{зт макс}}}{I_{\text{макс}} R_p} = \frac{24}{2 \cdot 192 \cdot 0,227} = 0,275 \quad (5.8)$$

Ток тізбегіне ток реттеушісінің кіріс кедергісі:

$$R_{\text{зтВ}} = \frac{2T_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_p \cdot K_T}{C_{\text{от}}} = \frac{2 \cdot 0,001 \cdot 23,4 \cdot 0,275}{1 \cdot 10^{-6}} = 128,7 \text{ кОм} \quad (5.9)$$

МПТ-1-130 типті кедергіні таңдаймыз

Есептеу сұлбасынан алынған ОС тізбегіндегі ток бойынша ток реттеушісінің кіріс кедергісін анықтаймыз

$$\frac{I_{\text{макс}} \cdot r_{\text{ш}} \cdot K_{\text{дт}}}{R_T} = \frac{I_{\text{макс}} \cdot R_p \cdot K_T}{R_{\text{зт}}} \quad (5.10)$$

$$R_T = \frac{K_{\text{дт}} \cdot r_{\text{ш}} \cdot R_{\text{зт}}}{K_T \cdot R_p} = \frac{130 \cdot 3,9 \cdot 10^{-6} \cdot 128,7 \cdot 10^3}{0,275 \cdot 0,227} = 1,05 \text{ кОм} \quad (5.11)$$

мұндағы $r_{\text{ш}}$ - $\Delta U_{\text{ш}} = 0,75 \text{ мВ}$ -қа шунт өлшеуіші:

$$r_{\text{ш}} = \frac{\Delta U_{\text{ш}}}{I_{\text{н}}} = \frac{0,75 \cdot 10^{-3}}{192} = 0,0039 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Шунт 75 мВ -ке, 500 А болатын МПТ-1-1,1 типті R_T кедергісін анықтаймыз R_T -нің шығыс кедергісі

$$R_{\text{от}} = \frac{T_{\text{л}}}{C_{\text{от}}} = \frac{0,069}{1 \cdot 10^{-6}} = 69 \text{ кОм}$$

мұндағы $T_{\text{л}}$ - тізбектегі қозғалтқыш зәкірінің электромагнитті тұрақты уақыты.

$$T_{л} = \frac{I_{л}}{R_{л}} = \frac{0,0011}{0,0161} = 0,069c$$

МПТ-1-75 типті $R_{от}$ кедергісін анықтаймыз:

Күштік түсіру кезіндегі K_T -нің көлемін анықтаймыз:

$$K_T = \frac{U_{зт макс}}{I_{ст 2} R_p} = \frac{24}{65,8 \cdot 0,227} = 1,61$$

$$R_{зтн} = \frac{2T_{п} \cdot K_{п} C_p \cdot K_T}{C_{от}} = \frac{2 \cdot 0,01 \cdot 23,4 \cdot 1,61}{1 \cdot 10^{-6}} = 753,5 \text{ кОм}$$

$$R_T = \frac{K_{дт} \cdot r_{ш} \cdot R_{зтн}}{K_T \cdot R_p} = \frac{130 \cdot 3,9 \cdot 10^{-6} \cdot 753500}{1,61 \cdot 0,227} = 1,05 \text{ кОм}$$

МПТ-1-150 және МПТ-1-1,1 типке сәйкес $R_{зтн}$ мен R_T орнатуға кедергісін анықтаймыз.

5.2 Жылдамдық реттегішінің есебі

Реттеудің сапасы бойынша электржетегіне қойылатын жоғарғы талаптар кезінде, қозғалтқыштың жылдамдықты реттеу жүйесі жылдамдықтың кері байланысымен орындалады.

Суретте ток контурының беріліс функциясының оңтайлы тұйықталған жылдамдық контурының құрылымдық сұлбасы бейнеленген.

Мұндай сұлбада $U_{зс}$ тапсырманың жылдамдық сигналы $R_{зс}$ кіріс кедергісі арқылы жылдамдық реттеуішінің кірісіне беріледі. Жылдамдық реттеуішінің шығыс көлемі ИФУ жүйесіне әсер ететін ток реттеуішінің ТР кірісіне беріледі. Қозғалтқыш жылдамдығының үйлесімдік сигналы тахометрлік көпірдің диагоналынан алынады да R_c кіріс кедергісі арқылы кіріс реттеуішіне беріледі. Реттеу жүйесі екі контурлы.

РС ток реттеуішінің табыстама функциясы

$$F_{pc} = \frac{cT_m \cdot p \cdot K_T}{2 \cdot 2T_{пр} \cdot K_c} = \frac{cK_T}{K_c} \cdot \frac{T_m}{4T_{п}} \quad (5.2.1)$$

сұлбадағы УПТ-3 типті тұрақты токтың операциялық күшейткішінде жүзеге асырылатын пропорционалды реттеуішке сәйкес келеді.

УПТ-3 –тің техникалық деректері:

Шығыс кернеуі – 24В

Әр шығыстағы жүктеме кедергісі $\geq 2,4$ кОм

Күшею коэффициенті > 1000

Кіріс кедергісі >10 кОм
Тұрақты ток көзін тұтыну 24В -60 мА
Жылдамдық реттеуішінің тұйықталған контурының беріліс функциясы суретке сәйкес түрге ие:

$$\frac{\omega(p)}{U_{3c}(p)} = \frac{1}{K_c [4T_{np} [2T_{np}(T_{np}p+1)+1]+1]} \quad (5.2.2)$$

$\omega = \omega_{\text{макс}}$ (немесе ω_H) болғандағы жұмыс режимін орнату үшін K_c –ті табамыз

$$K_c = \frac{U_{3c \text{ макс}}}{\omega_{\text{макс}}} \quad (5.2.3)$$

мұнда әдетте $U_{3c \text{ макс}} \leq 24\text{В}$ -ті қолданамыз.

$\omega_{\text{макс}}$ - өзгерткіш жылдамдығының максималды мәні.

Дәл осы жағдайда $\omega_{\text{макс}} = \omega'_0$ - бос жүріс жылдамдығы:

$$\omega'_0 = \omega_H + \frac{I_H \cdot R_{л\Sigma}}{C} = 59 + \frac{192 \cdot 0,0161}{3,65} = 59,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (5.2.4)$$

РС шығыс кедергісін анықтау үшін есептелген теңдігі және пропорционалды реттеуіштің беріліс функциясы алынады:

$$\frac{C \cdot K_T \cdot T_M}{K_c \cdot 4T_{np}} = \frac{R_{oc}}{R_{3c}} = W_{pc}(p) \quad (5.2.5)$$

$$R_{oc} = \frac{C \cdot K_T \cdot T_M}{K_c \cdot 4T_{np}} \cdot R_{3c} = \frac{3,65 \cdot 0,275 \cdot 0,138}{0,4 \cdot 4 \cdot 0,01} \cdot 100 \cdot 10^3 = 865,7 \text{ кОм} \quad (5.2.6)$$

$$K_c = \frac{U_{3c \text{ макс}}}{\omega_{\text{макс}}} = \frac{24}{59,9} = 0,4 \frac{\text{вс}}{\text{рад}} \quad (5.2.7)$$

Егер жүйе жүктемесі астатикалық болса, онда РС пропорционалды-интегралдық болуы тиіс және РС-тің беріліс функциясы мына түрде болады:

$$F_{pca} = \frac{1+8T_{np}p}{8T_{np}p} \cdot \frac{T_M \cdot C \cdot K_T}{4T_{np} \cdot K_c} \quad (5.2.8)$$

Реттеуішінің параметрін және реттеуіштің беріліс функциясын анықтау үшін мына теңдікті орындаймыз:

$$\frac{T_M \cdot C \cdot K_T}{4T_{II} \cdot K_C} + \frac{T_M \cdot C \cdot K_T}{4T_{II} \cdot K_C} \cdot \frac{1}{8T_{II}p} = \frac{R_{oc}}{R_{3c}} + \frac{1}{C_{oc}R_{3c}p} \quad (5.2.9)$$

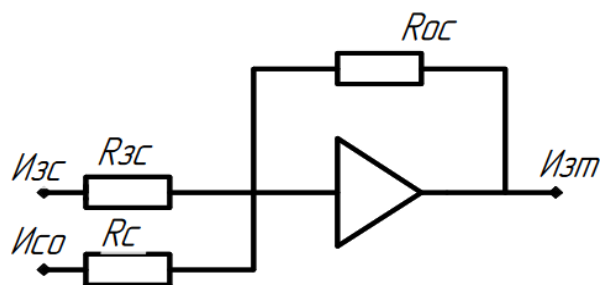
$$R_{3c} = \frac{32 \cdot T_{II}^2 \cdot K_C}{C_c \cdot T_M \cdot C \cdot K_T} \quad (5.2.10)$$

$$R_{oc} = \frac{8T_{II}}{C_{oc}} \quad (5.2.11)$$

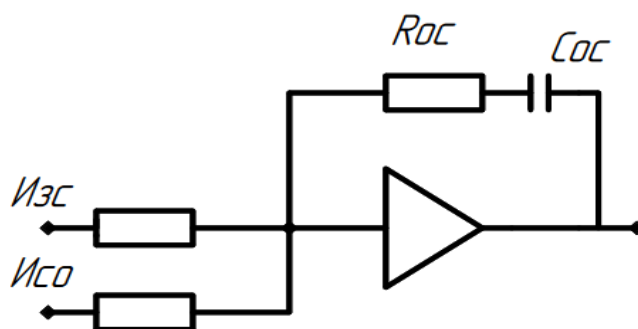
$R'_{oc} = 865,7 \text{ КОм}$ болғандағы ПИ реттеуішінің сыйымдылығының кіріс көлемі

$$C_{oc} = \frac{8T_{II}}{R_{oc}} = \frac{8 \cdot 0,01}{865100} = 0,09 \text{ мкФ}$$

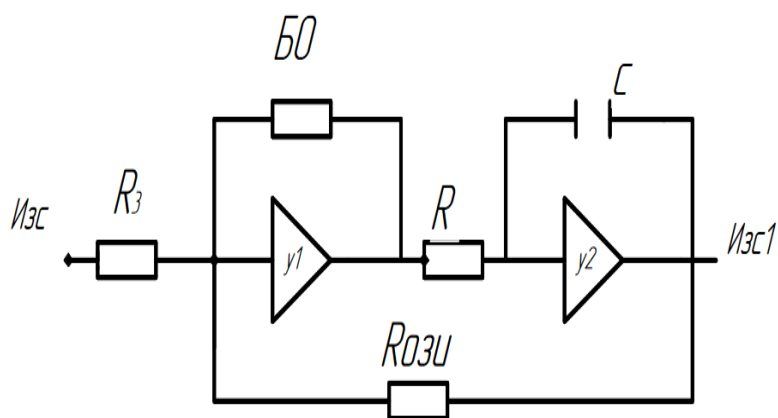
МБМ-0,1-160 конденсаторын таңдаймыз



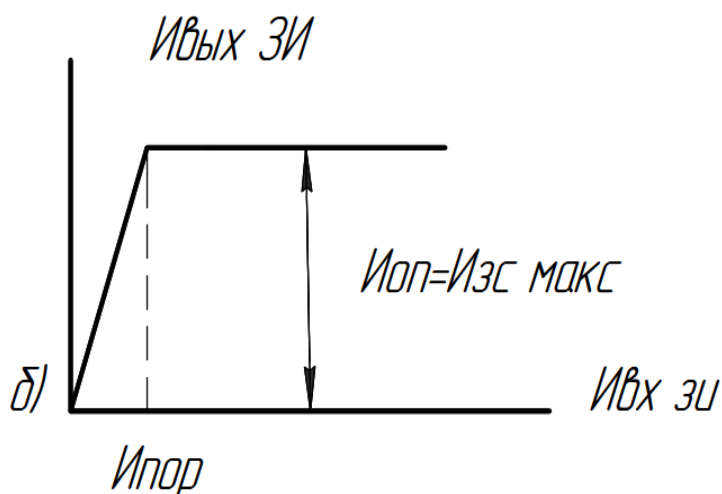
12.4 сурет - Жылдамдықты пропорционалды реттегіштің сұлбасы



12.5 сурет - Жылдамдықты пропорционалды-интегралды реттегіштің сұлбасы



12.6 сурет - Тапсырғыш тұрылғының интегралды блок сұлбасы



12.7 сурет - шектеу блогының ШБ кіріс-шығыс сипаттамасы

Әрі қарай ДН-2 датчик кернеуінің көмегімен тахометрлі көпірге есептеу жүргізеу арқылы жылдамдықтағы кері байланысының және күштік тізбектің сигналы жойылады.

Мұндай датчик тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіргіш кіріс сигналды модулятор, айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіргіш сигналды демодулятор атты екі бөліктен тұрады. Трансформаторды осы екі бөлік арасында қолданған датчик тізбегінің кіріс және шығысының гальваникалық бөлінуін қамтамасыз етеді.

$$K_c = K_{дн} \cdot K_{тм}$$

$$K_{тм} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times C$$

K_c – жылдамдықтағы кері байланыс коэффициенті,
 $K_{тм}$ - тахометрлі көпірдің коэффициенті,

$K_{дн}$ - датчик кернеуінің коэффициенті, $K_{дн}=1$ болғанда $K_{тм}=0,4 \frac{вс}{рад}$.

Тахометрлі көпірдің кедергісін анықтайық:

$$R_1 + R_2 = \frac{U_{до}}{I_{RH}}$$

$$I_{RH} = 0,16 I_{дн} = 0,16 \cdot 192 = 2,88$$

$$R_1 + R_2 = \frac{307,2}{2,88} = 106,4 \text{ Ом}$$

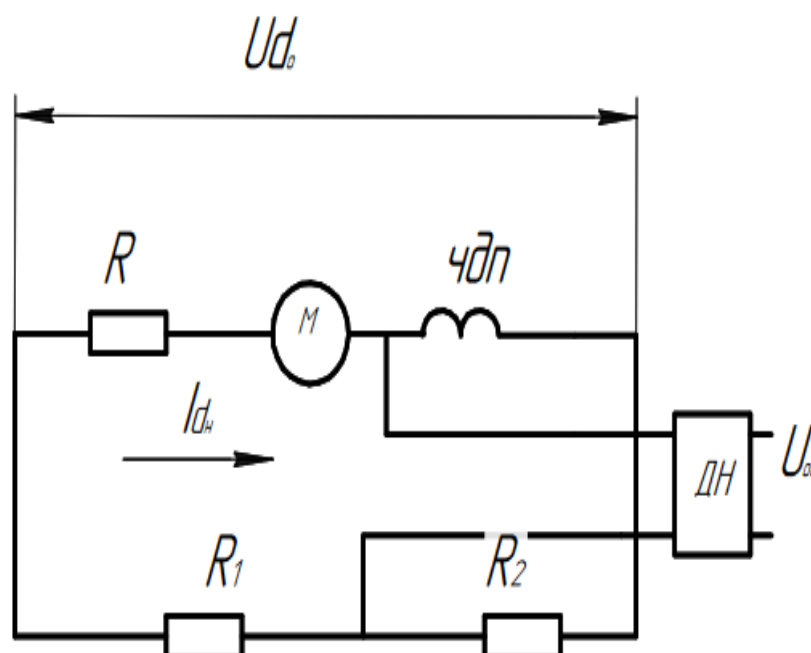
Тахометрлі көпірдің әділ шешімі үшін:

$$\frac{K_1}{R_1} = \frac{r_L}{r_{дн}}$$

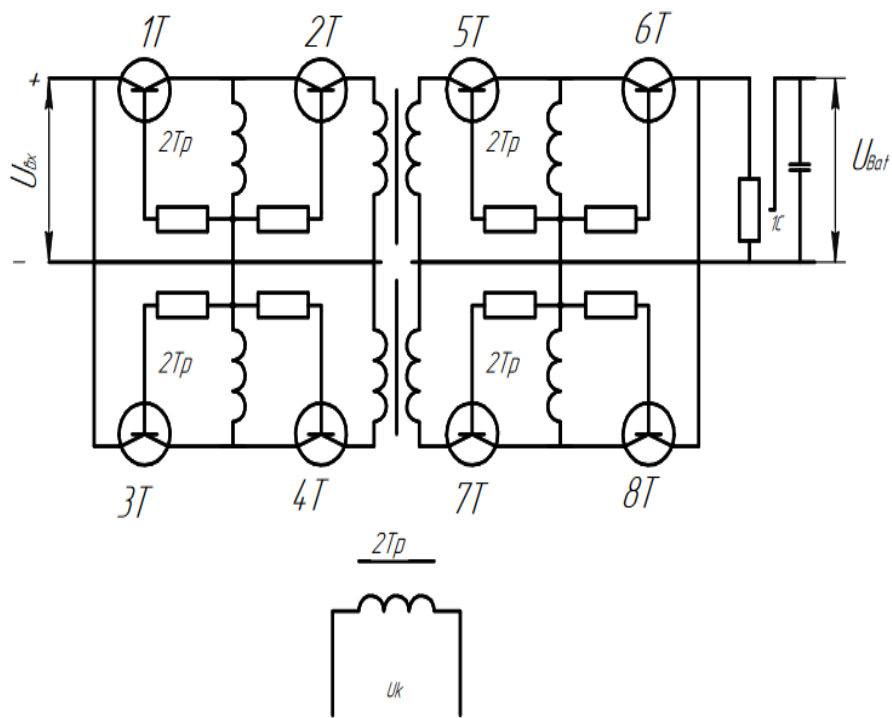
$$K_{тм} = \frac{58,4 \times 3,65}{58,4 + 48} = 0,4 \frac{вс}{рад}$$

сонда $R_1 = 58,4 \text{ Ом}$, ал $R_2 = 48 \text{ Ом}$

ПЭВ-10-60 типті R_1 , ПЭВ-10-51 типті R_2 кедергісін анықтаймыз:



13сурет - Тахометрлі көпір сұлбасы



14сурет - ДН-2 типті датчик кернеуінің сұлбасы

5.3 Қарқындылық реттегішінің есебі

Қарқындылық реттегіштің қағидалық сұлбасы ИП-6 қуат беру блогымен бірлесе БС-34 типті УБСР байланыс блогына кіретін УПТ-2 және УПТ-3 типті тұрақты токтың ОУ базасына жинақталған.

УПТ-3 күшейткішінің деректері жоғарыда көрсетілген.

УПТ-2-нің техникалық деректері:

Шығыс керуі $\pm 24\text{В}$;

Әр кірістегі жүктеме кедергісі $\geq 4,8\text{кОм}$;

Күшею коэффициенті > 1000 ;

Кіріс кедергісі $> 100\text{кОм}$;

Тұрақты ток көзін тұтыну $24\text{В} - 60\text{А}$;

Қарқындылық реттегіш туынды жылдамдықты тежеуді қамтамасыз етеді. Қарқындылық реттеуіштің кіріс көлемі ЭҚ басқарылуының оңтайлы басқару жүйесінің кірісіне беріледі.

Қарқындылық реттегішінің кірісіне U_{zc} тапсырмасының сигналының әртүрлілігі және U'_{zc} түйінінің шығыс қарқындылығының көлемі беріледі. Егер

$$U_{zc} - U'_{zc} > U_{он} \quad (5.3.1)$$

онда түйіннің шығыс кернеуінің шектеуі тірек кернеуіне тең болады. Соған қарамастан U'_{zc} оңтайландырылған жүйенің кірісінедегі кернеу $U'_{zc} = U_{он} \times t/T$ сызықтық заңы бойынша өзгеріп отырады. Дара кері байланыс алу үшін $R_3 = R_{03u} = 1\text{МОм}$ қолданамыз, соның нәтижесінде интегратордың (U_{zc})

шығыс кернеуі өңдеу барысында тапсырманың тегіс кернеуінде U_3 орнатылады, яғни $U_{3c}=U_3$

кернеуді орнатудың максималды мәні арқылы анықталады:

$$U_{3c \text{ макс}} = \omega_0 K_c = 59,9 \times 0,4 = 24\text{В} \quad (5.3.2)$$

Жылдамдық сигналының мағынасы 24В-тан аспауы тиіс. Болк сипаттамасымен үйлесімділігіндегі жылдамдық тапсырмасының тірек кернеуі тең болады:

$$U_{от} = U_{3c \text{ макс}} = 24\text{В} \quad (5.3.3)$$

ЭҚ-ның орнатылған жеделдету мәнін біле тұра (әдетте $\alpha_{\text{пуск}} = \alpha_{\text{замед}}$) $I_{\text{дин}} = I_{\text{max i}} - I_{\text{ci}} = \text{const}$ шартынан қарқындылық реттегішінің тұрақты интегралдау уақытын анықтаймыз:

$$I_{\text{дин}} = \frac{U_{\text{он}}}{T_0} \cdot \frac{CT_m}{R_p \cdot K_c} \quad (5.3.4)$$

Жеделдету мәнінің уағдалы тапсырмасы арқылы динамикалық токты анықтаймыз:

$$I_{\text{дин}} = \frac{Y_{\Sigma} d\omega}{C dt} = \frac{8.1}{3.65} \cdot 89,3 = 198,2 \text{ А} \quad (5.3.5)$$

$$T_0 = \frac{U_{\text{он}} \cdot C \cdot T_m}{I_{\text{дин}} \cdot R_p \cdot K_c} = \frac{24 \cdot 3,65 \cdot 0,138}{198,2 \cdot 0,227 \cdot 0,4} = 0,67\text{с} \quad (5.3.6)$$

3U блок шектеуінің бастапқы кернеуінің көлемін:

$$U_{\text{пор}} = 0,1 \times U_{\text{опор}} = 0,1 \times 24 = 2,4\text{В}.$$

5.4 Пропорционалды- интегралды жылдамдық реттеуішінің ТТ-Қ жүйесі

Талдауды келесі жорамалдар арқылы жүргіземіз:

-сызықтық жүйе;

-қозғалтқыш ағыны өзгеріссіз қалады;

-РТ параметрлері және РС пропорционалды бөлігі техникалық оптимум арқылы орындалған.

3-16 суретінде РС интегралды- пропорционалды жылдамдық реттеуішінің құрылымдық сұлбасы көрсетілген(ЭДС бойынша ОС-ны ескермегенде).

Бастапқы теңдікке берілген сұлба:

$$\left[\left(U_3 \frac{1}{T_{0p}} - \omega K_c \right) F_{psc} F_{кт} - I_c R_p \right] \frac{1}{CT_{mp}} = \omega \quad (5.4.1)$$

(II-1) теңдігін түрлендірсек:

$$\omega_{(p)} = \frac{U_3(p)}{K_c T_{0p}} \cdot \frac{1}{\left[1 + \frac{CT_{mp}}{K_c F_{psc} F_{кт}} \right]} \cdot I_c R_p \frac{1}{\left[1 + \frac{CT_{mp}}{K_c F_{psc} F_{кт}} \right] \cdot K_c F_{psc} \cdot \frac{1}{F_{кт}}} \quad (5.4.2)$$

$$F_{psc} = \frac{1+8T_{np}}{8T_{np}} \cdot \frac{T_m \cdot C \cdot K_T}{4T_n \cdot K_c} \quad (5.4.3)$$

F_{psc} мен $F_{рт}$ –ны ауыстырсак:

$$\frac{CT_{mp}}{K_c F_{psc} F_{кт}} + 1 = 1 + \frac{CT_{mp} \cdot 8T_{np} \cdot 4T_n \cdot K_c \cdot K_T \cdot N_2(p)}{K_c (1+8T_{np} CT_m \cdot K_T)} \quad (5.4.4)$$

$$\frac{CT_{mp}}{K_c F_{psc} F_{кт}} + 1 = \frac{8T_{np} \{ 4T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1] + 1 \} + 1}{1+8} \quad (5.4.5)$$

$$N_2(p) = 2T_{np} (T_{np} + 1) + 1 \quad (5.4.6)$$

$$K_c F_{psc} F_{кт} = K_c \frac{(1+8T_{np}) CT_m \cdot K_T}{8T_{np} \cdot 4T_n \cdot K_c} \cdot \frac{1}{K_T \cdot N_2(p)} = \frac{CT_m (1+8T_{np})}{8T_{np} \cdot 4T_{np} \cdot N_2(p)} \quad (5.4.7)$$

(III-4) пен (III-3) теңдіктерін пайдалана отырып (III-2) теңдігі былай жазылады:

$$\omega_{(p)} = \frac{U_3 \cdot 1}{K_c T_{0p}} \cdot \frac{1+8T_{np}}{8T_{np} \{ 4T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1] + 1 \} + 1} - \frac{I_c R_p}{1} \cdot \frac{4T_n}{T_m} \cdot \frac{8T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1]}{8T_{np} \{ 4T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1] + 1 \} + 1}$$

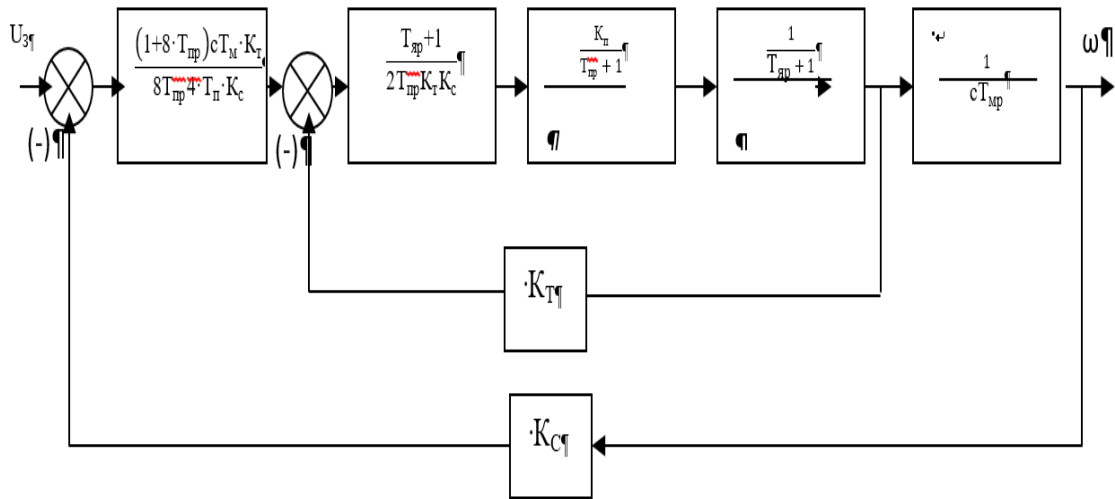
(III-5) өрнегіндегі бірінші теңдік U_3 басқарушы сигналға жүйенің реакциясын, ал екінші теңдік $I_c R_p$ жүктемесіне жүйенің реакциясы сипаттайды.

Жүйе сызықтық болғаннан соң көрсетілген сигналдардың реакция әсерін және беріліс функциясын жеке- жеке талдауға болады:

$$\omega_{(p)} = \frac{U_3}{K_c} \cdot \frac{1}{T_{0p}} \cdot \frac{1+8T_{np}}{8T_{np} \{ 4T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1] + 1 \} + 1} \quad (5.4.8)$$

$$\Delta \omega_{(p)} = \frac{I_c R_p}{1} \cdot \frac{4T_n}{T_m} \cdot \frac{8T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1]}{8T_{np} \{ 4T_{np} [2T_{np} (T_{np} + 1) + 1] + 1 \} + 1} \quad (5.4.9)$$

Мұндағы $\omega(p)$ - жылдамдықтың басқару тарапынан өзгерісі:



15сурет - ТТ-Қ жүйесінің бағыныңқы реттеуішімен құрылымдық сұлбасы (ПИ жылдамдық реттеуіші)

Егер жүк болмаса:

$$R_p = cT_m p \omega \quad (5.4.10)$$

жүктемесі болмаған жағдайда (III-6) және (1) өрнектерінен теңдеудің әсері болған кезде ток үшін беріліс функциясын:

$$i(p) = \frac{I_k \cdot T_m}{T_0} \cdot \frac{1 + 8T_p p}{8T_p p \{4T_p p [2T_p p (T_p p + 1) + 1] + 1\} + 1} \quad (5.4.11)$$

және ауытқуын (жүктемені қойған кездегі) аламыз:

$$\Delta i = I_c \frac{1}{8T_p p \{4T_p p [2T_p p (T_p p + 1) + 1] + 1\} + 1} \quad (5.4.12)$$

Бұл жағдайда басқарудың және жүктеменің әсер ету кезінде ток қозғалтқышы бір заңға сәйкес қолданылады.

$\omega = f(I)$ статистикалық сипаттамасының өрнегін $P=0$, U_3 болатын (III-1) тіңдігінен алуға және тұйықталған САУ-дағы қозғалтқыш жылдамдығының $\Delta \omega = \Delta \omega_3$ өрнегіндегі өзгерісін анықтауға болады:

$$F_{кт} = \frac{1}{[2T_p p (T_p p + 1) + 1]} \cdot \frac{1}{K_t} \quad (5.4.13)$$

$$\Delta\omega \cdot K_c \cdot F_{pc} \frac{1}{C \cdot K_T} - \frac{I_c R_p}{C} = 0 \quad (5.4.14)$$

$$\frac{I_c R_p}{C} = \Delta\omega_{c \text{ раз}} \quad (5.4.15)$$

тұйықталған жүйедегі жылдамдықтың статикалық түсімі:

$$\frac{\Delta\omega_{\text{зам}}}{\Delta\omega_{c \text{ раз}}} = \frac{CK_T}{K_c F_{pc}} = \frac{CK_T \cdot 4T_{\Pi} K_c}{K_c CT_M K_T} = \frac{4T_{\Pi}}{T_M} \quad (5.4.16)$$

$$\Delta\omega_{\text{зам}} = \Delta\omega_{c \text{ раз}} \cdot \frac{T_{\Pi}}{T_M} \quad (5.4.17)$$

Демек РС пропорционалды жүйе үшін жылдамдықтың статикалық түсімінің тұрақты уақытына $\frac{T_{\Pi}}{T_M}$ сәйкес пропорционалды.

Тұйықталмаған жүйедегі жылдамдықтың абсолюттік түсімін анықтайық:

$$\Delta\omega_{c \text{ раз}} = \frac{I_H R_p}{C} = \frac{192 \cdot 0,227}{3,65} = 11,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (5.4.18)$$

Тұйықталған жүйенің жоғарғы сипаттамасы үшін жылдамдықтың абсолюттік түсімі

$$\Delta\omega_{c \text{ зам}} = \Delta\omega_{c \text{ раз}} \cdot \frac{4T_{\Pi}}{T_M} \quad (5.4.19)$$

мұндағы T_M – жетектің тұрақты электромеханикалық уақыты:

$$T_M = \frac{Y_{\Sigma} \omega_0}{M_K} = \frac{Y_{\Sigma} R_p}{C^2} = \frac{8,1 \cdot 0,227}{3,65^2} = 0,138 \text{ с} \quad (5.4.20)$$

$$\Delta\omega_{c \text{ зам}} = 11,9 \cdot \frac{4 \cdot 0,01}{0,138} = 3,45 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Жоғарғы сипаттама үшін салыстырмалы түсім мынаны құрайды:

$$\Delta\omega_{\text{зам}} = \frac{\Delta\omega_{c \text{ зам}}}{\omega_0} \cdot 100\% \quad (5.4.21)$$

$$\omega_0 = \frac{U_H}{C} = \frac{220}{3,65} = 6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\Delta\omega_{\text{зам}} = \frac{3,45}{60} \cdot 100 = 5,8\%$$

Тұйықталған жүйенің томенгі сипаттамасы үшін салыстырмалы түсім:

$$\Delta\omega_{\text{зам Г}} = \frac{\Delta\omega_{\text{с зам}}}{\omega_{0\text{H}}} \cdot 100\% \quad (5.4.22)$$

Мұндағы $\omega_{0\text{H}} = \frac{60}{\text{Д}} = \frac{60}{8} = 7,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ – реттеуіштің диапазоның ескергендегі қозғалтқыштың бос жүріс жылдамдығы:

$$\Delta\omega_{\text{зам Г}} = \frac{3,45}{7,5} \cdot 100\% = 46,3\%.$$

Мұндай статизм көпірлі кранның көтері мезанизімі үшін рұқсат етілмейді. Рұқсат етілетін статизм $\delta \leq 8\%$ (M_c өзгерісі кезіндегі басты түсіру нүктесінен. Есептеулерден алынған статизм $\Delta\omega, \%$ берілгеннен көп болғандықтан басқарылатын статизмді жылдамдықтың пропорционалды-интегралды реттеуішімен ауыстырған жөн.

5.5 ТТ-Қ-ның реттемелі статизмнің жүйесі

Пропорционалды РС- пен ТП-Д жүйесін талдасақ, онда статизм 46,3%-ды құрайтынына көз жеткіземіз. ЭҚ крандарына қойылатын талаптарда ω_{3c} -ның барлық реттемелі диапазонында статизм $\leq 8\%$ -дан аспауы тиіс.

Талап етілетін статизмдердің электромеханикалық сипаттамаларын C_{oc} тұйықтаушы сыйымдылық $R_{ш}$ кедергісінің пропорционалды-интегралды РС Ос тізбекті қолданып іске асыруға болады.

3-17 суретке сәйкес тұйықтаушы сыйымдылықпен РС беріліс функциясы:

$$F_{\text{рцш}} = \frac{R_{oc} + \frac{R_{ш} \cdot \frac{1}{C_{oc}} \cdot P}{R_{ш} + \frac{1}{C_{oc}} \cdot P}}{R_{3c}} = \frac{R_{oc}}{R_{3c}} \left[1 + \frac{R_{ш} \cdot \frac{1}{C_{oc}P}}{R_{ш} + \frac{1}{C_{oc}P}} \right] = F_{\text{pc}} \left[1 + \frac{\rho_{ш}}{\rho_{ш} T_{oc}P + 1} \right], \quad (5.5.1)$$

$$F_{\text{pc}} = \frac{R_{oc}}{R_{3c}}. \quad (5.5.2)$$

РС пропорционалды беріліс функциясы:

$$\rho_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{ос}}}{R_{\text{зс}}}. \quad (5.5.3)$$

Қалыптасқан режимдегі ЭҚ-нің беріліс функциясы (III-10) мына түрде болады:

$$F_{\text{рсш}} = F_{\text{рс}}(1 + \rho_{\text{ш}}). \quad (5.5.4)$$

Жүйе үшін жылдамдық реттеуішінің салыстырмалы түсімі тұйықталмаған САР үшін:

$$\frac{\Delta\omega_{\text{сз}}}{\Delta\omega_{\text{ср}}} = \frac{1}{F_{\text{рс}}} \cdot \frac{K_{\text{T}}C}{K_{\text{с}}} = \frac{4T_{\text{п}}}{T_{\text{м}}}. \quad (5.5.5)$$

ПИ реттеуіші және тұйықталған сыйымдылық $\Delta\omega\%$ жүйесі үшін мынағына тең:

$$\frac{\Delta\omega_{\text{сш}}}{\Delta\omega_{\text{ср}}} = \frac{K_{\text{T}}C}{F_{\text{рсш}}} \frac{4T_{\text{п}}}{T_{\text{м}}}. \quad (5.5.6)$$

(III-12), (III-13) және (III-14) теңдіктерін бірге анықтасақ реттеуіштің осы жүйесіндегі статизмнің көлемін аламыз:

$$\Delta\omega_{\text{сш}} = \frac{1}{1 + \rho_{\text{ш}}} \cdot \Delta\omega_{\text{с зам}}. \quad (5.5.7)$$

(III-15) өрнегі арқылы $R_{\text{ш}}$ кедергісінің $C_{\text{ос}}$ тұйықтаушы сыйымдылықпен РС сұлбасындағы жылдамдықтың статикалық түсімін анықтайды. Мұнда $\Delta\omega_{\text{с зам}}$ П- жылдамдық реттеуішімен жүйенің статизмі. (III-15) өрнегі статизм жүйесінің $\delta \leq 8\%$ $R_{\text{ш}}$ тұйықтаушы сыйымдылықтың көлемін есептеуге көмектеседі:

$$\frac{\Delta\omega_{\text{сш}}}{\omega_0} \cdot 100\% = 8\%,$$

$$\Delta\omega_{\text{сш}} = \frac{8\% \cdot \omega_0}{100\%} = \frac{8 \cdot 7,5}{100} = 0,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

жоғарғы сипаттама үшін жылдамдықтың статикалық түсімі мыныны құрайды:

$$\Delta\omega_{\text{сш}} = \frac{\delta\% \omega_0 B}{100\%}, \quad (5.5.8)$$

$$\delta\% = \frac{\Delta\omega_{\text{сш}} \cdot 100\%}{\omega_0 B} = \frac{0,6 \cdot 100\%}{60} = 1\%,$$

$$\rho_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{ос}}} = \frac{\Delta\omega_{\text{с замс}}}{\Delta\omega_{\text{сш}}} - 1, \quad (5.5.9)$$

$$R_{\text{ш}} = R_{\text{ос}} \cdot \frac{\Delta\omega_{\text{зам}} - \Delta\omega_{\text{сш}}}{\Delta\omega_{\text{сш}}}, \quad (5.5.10)$$

$$R_{\text{ш}} = 865,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,45 - 0,6}{0,6} = 4112 \text{ кОм},$$

$$\rho_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{ос}}} = \frac{4112 \cdot 10^3}{865,7 \cdot 10^3} = 4,8.$$

$R_{\text{ш}} = 4112 \text{ кОм}$ болғанда статизм жүйесі $\leq 8\%$ - ді құрайды, ол көпірлі кранның көтеру механизмінің ЭҚ-на қойылатын технологиялық талаптарға сәйкес болуы мүмкін.

6. Статикалық сипаттамаларды есептеу

6.1 Статикалық сипаттаманы есептеу

Орнатылған жүйеде РТ кіру кезіндегі сигналы $U_{\text{вхрт}} = U_{\text{зрт}} - U_{\text{от}} = 0$, ал I_c ток жүктемесі кезіндегі ω_c жылдамдықтағы қозғалтқыштың жұмыс жасауы үшін қажетті ЭДС түрлендіргіші қамтамасыз етілуі үшін РТ шығысында және оның тогының көлемінде сигнал бар.

Мағынасы:

$K_{\text{рс}}$ - жылдамдық реттегішінің беріліс коэффициенті;

$$K_{\text{рс}} = F_{\text{рс}} = \frac{R_{\text{ос}}}{R_{\text{зс}}} (1 + \rho_{\text{ш}}) = \frac{865,7}{100} \cdot 5,8 = 50,2. \quad (6.1)$$

K_c - жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті;

$$K_c = \frac{U_{\text{зт макс}}}{\omega_{\text{макс}}} = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ вс/раз}. \quad (6.2)$$

K_T - ток бойынша кері байланыс коэффициенті;

$$K_T = \frac{U_{3T \text{ макс}}}{I_{\text{макс}}} = \frac{24}{2 \cdot 192} = 0,0625 \text{ Ом.} \quad (6.3)$$

Онда мына өрнектен $U_{от} = K_T \times I_c = U_{з рт} = (U_{з рс} - K_c \omega_c) \times K_{рс}$
 бұл жүйеде жылдамдық реттеуішінің жұмыс аумағы үшін
 қозғалтқыштың механикалық және статикалық теңдігінің сипаттамалары
 орындалады

$$\omega = \frac{U_{з рс}}{K_c} - I_{л} \frac{K_T}{K_c K_{рс}}. \quad (6.4)$$

$U_{3н} = 24 \text{ В} = U_{3 \text{ макс}}$ болғандағы сипаттамалардың есебі:

$$\omega_1^I = \frac{U_{з рс \text{ макс}}}{K_c} - I_{\text{мин}} \frac{K_T}{K_c K_{рс}} = \frac{24}{0,4} - 9,6 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 59,67 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^I = \frac{U_{з рс \text{ макс}}}{K_c} - I_{н} \frac{K_T}{K_c K_{рс}} = \frac{24}{0,4} - 192 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 59 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^I = \frac{U_{з рс \text{ макс}}}{K_c} - I_{ст} \frac{K_T}{K_c K_{рс}} = \frac{24}{0,4} - 384 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 58,8 \text{ рад/с.}$$

$U_3 = 17 \text{ В}$ болғандағы сипаттамалардың есебі :

$$\omega_1^{II} = \frac{17}{0,4} - 9,6 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 42,5 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^{II} = \frac{17}{0,4} - 192 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 41,9 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^{II} = \frac{17}{0,4} - 384 \frac{0,0625}{0,4 \cdot 50,2} = 41 \text{ рад/с.}$$

$U_3 = 10 \text{ В}$ болғанда:

$$\omega_1^{III} = 24,97 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^{III} = 24,4 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^{III} = 24,97 \text{ рад/с.}$$

$U_3 = 0 \text{ В}$ болғанда:

$U_3 = 13 \text{ В}$ болғанда:

$$\omega_1^{VI} = 7,47 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^{VI} = 6,9 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^{VI} = 6,3 \text{ рад/с.}$$

$U_3 = 10 \text{ В}$ болғанда:

$$\omega_1^0 = -0.03 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^0 = -0.598 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^0 = -1.2 \text{ рад/с.}$$

$U_3 = -17 \text{ В}$ болғанда:

$$\omega_1^{IV} = -42.53 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^{IV} = -43.1 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^{IV} = -43.7 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_1^V = -25.03 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^V = -25.6 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_3^V = -20.2 \text{ рад/с.}$$

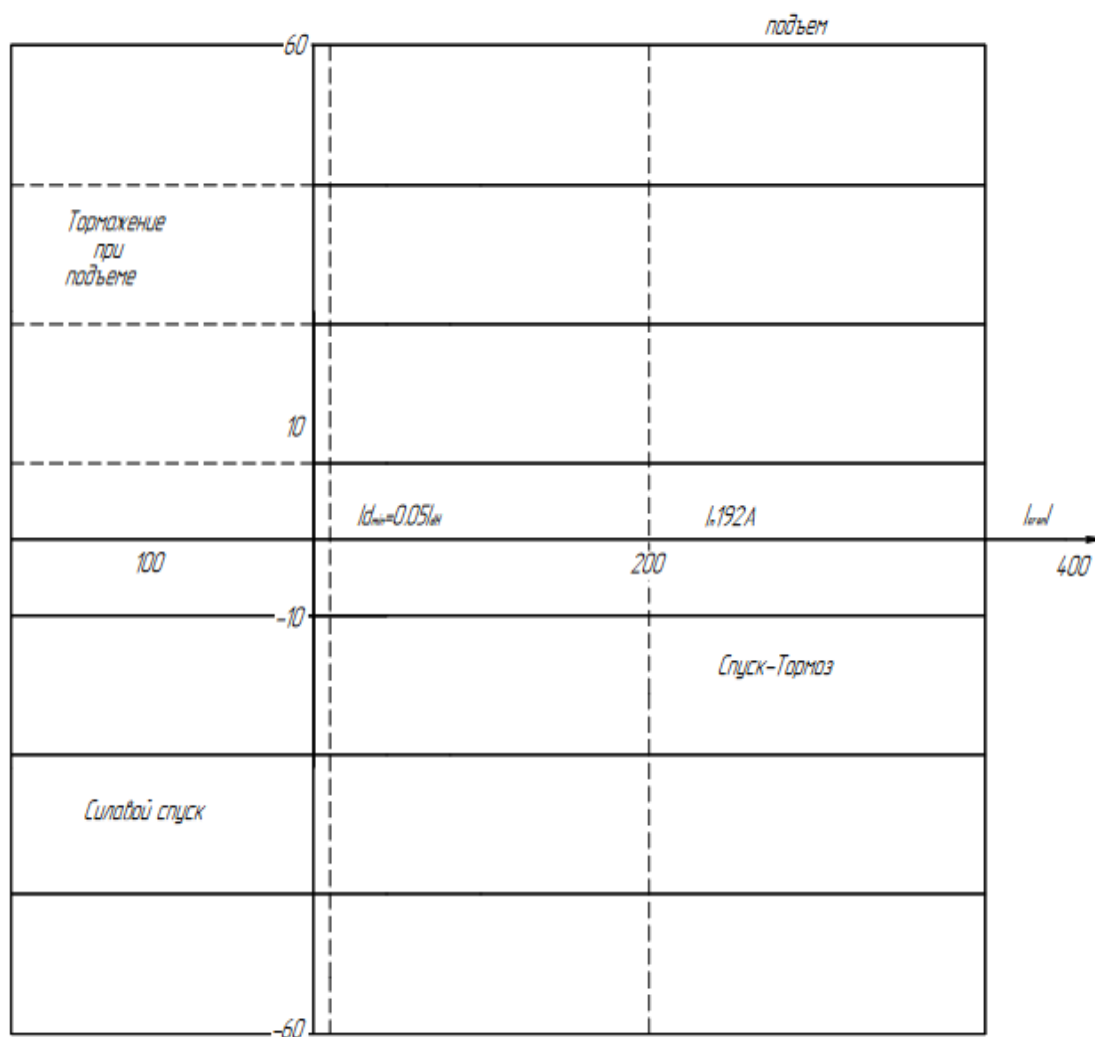
$U_3 = -24 \text{ В}$ болғанда:

$$\omega_1^{VII} = -60.03 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_2^{VII} = -60.6 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_3^{VII} = -61.2 \text{ рад/с.}$$

Сатикалық сипаттамасы суретте көрсетілген:



15сурет - Статикалық сипаттамалар

6.2 Динамикалық сипаттамаладың есебі

Беріліс процесстерінің параметрлері үшін есептеуге ыңғайлы беріліс функциясын қолданамыз:

$$F_{pcш} = F_{pc} \frac{1 + \frac{\rho_{ш}}{1 + \rho_{ш}} T_{oc} p}{\frac{1}{1 + \rho_{ш}} + \frac{\rho_{ш}}{1 + \rho_{ш}} T_{oc} p} = F_{pc} \frac{1 + Ap}{B + Ap} \quad (6.2.1)$$

мұндағы $A = \frac{\rho_{ш}}{1 + \rho_{ш}} T_{oc}$, $T_{oc} = 8T_{п}$ болғанда мына деректерге ие:

$$A = \frac{4,8}{1 + 4,8} \cdot 80,01 = 0,066c,$$

$$B = \frac{1}{1 + \rho_{ш}} = \frac{1}{1 + 4,8} = 0,17.$$

Жүйенің ПИ жылдамдық реттеуіші мен C_{oc} тұйықтаушы сыйымдылық үшін бастапқы теңдік (I-1) теңдігіндегі F_{pc} –ны ауыстырып (II-1) теңдігіне ұқсас етіп жазылады:

$$\left(U_3 \frac{1}{T_{op}} - \omega K_c \right) F_{pc} \frac{1 + Ap}{B + Ap} \cdot F_{кт} - I_c R_p = C T_M p \omega \quad (6.2.1)$$

$\omega(p)$ –ге қатысты (6.2.1) өрнегін түрлендіреміз:

$$\omega(p) = \frac{U_3}{K_c} \cdot \frac{1}{T_{op}} \frac{1}{\left[1 + \frac{C T_M p}{K_c F_{pcш} F_{кc}} \right]} - \frac{I_c R_p}{\left[1 + \frac{C T_M p}{K_c F_{pcш} F_{кт}} \right] \cdot K_c F_{pcш} F_{кт}}, \quad (6.2.2)$$

$$1 + \frac{C T_M p}{K_c F_{pcш} F_{кт}} = 1 + \frac{C T_{op} \cdot 4 T_{п} K_c \cdot (B + Ap) K_T N_2(p)}{K_c \cdot C T_M \cdot K_T (1 + Ap)}, \quad (6.2.3)$$

$$1 + \frac{C T_M p}{K_c F_{pcш} F_{кт}} = \frac{1 + Ap + 4 T_{п} p (B + Ap) N_2(p)}{1 + Ap} K_c F_{pcш} F_{кт}, \quad (6.2.4)$$

$$\frac{1 + Ap + 4 T_{п} p (B + Ap) N_2(p)}{1 + Ap} K_c F_{pcш} F_{кт} = \frac{(1 + Ap) 4 T_{п} N_2(p) C T_M}{(B + Ap) 4 T_{п} N_2(p)}, \quad (6.2.5)$$

Онда (6.2.3) және (6.2.5) өрнегінен мынаны аламыз:

$$\omega(p) = \frac{U_3}{K_c} \cdot \frac{1}{T_0 p} \frac{1+Ap}{1+Ap+4T_{np}(B+Ap)N_2(p)} - \frac{(1+Ap)I_c R_p (B+Ap)4T_{np}N_2(p)}{CT_M(1+Ap)1+Ap+4T_{np}(B+Ap)N_2(p)}$$

Мұндағы оң жақтың бірінші мүшесі $N_2(p) = 2T_{np}(T_{np}p+1)+1$ басқару сигналының жүйе реакциясын сипаттайтынын ескереміз.

Басқарушы сигналына ток үшін беріліс функциясының әсері $iR_p = CT_M p \omega$ екенін ескере отырып былай жызылады:

$$i(p) = \frac{CT_M \cdot U_3}{R_p \cdot K_c T_0} \frac{1+Ap}{1+Ap+4T_{np}(B+Ap)[2T_{np}(T_{np}p+1)+1]}, \quad (6.2.6)$$

$$\Delta i R_p = I_c R_p + CT_M p \Delta \omega, \quad (6.2.7)$$

$$\Delta i R_p = I_c \frac{1}{1+Ap+4T_{np}(B+Ap)N_2(p)}, \quad (6.2.8)$$

(6.2.6) және (6.2.7) өрнегінен ток қозғалтқышы жүйеге екеуінің де бірдей белгісінің әсерінен өзгертінін білу қажет.

Өтпелі процестерді есептеу үшін жылдамдық пен ЭҚ-ның бастапқы мәліметтерін ескергендегі токтың беріліс функциясын жазып алуымыз қажет.

Мұнда бос кранды іске қосу кезіндегі өтпелі процесстердің есебі келтірілген есеп екі аймаққа да жүргізіледі, $3U$ бірінші аймақта ықпалдасушы буын ретінде, ал екінші аймақта $U_3 = \text{const}$ тұрақты кернеу көзі ретінде әсер етеді.

Бірінші аймақтағы беріліс функциясы $0 < t < 0,67$:

$$\omega_1(p) = \frac{U_3}{K_c} \frac{1}{T_0 p} \cdot \frac{1+Ap}{1+Ap+4T_{np}(B+Ap)[2T_{np}(T_{np}p+1)+1]}, \quad (6.2.9)$$

$$\omega_1(p) = \frac{24 \cdot 1}{0,4 \cdot 0,67} \cdot \frac{1+0,066p}{1+0,066p+0,04p(0,17+0,016p)[0,02p(0,01p+1)+1]},$$

$$\omega_1(p) = \frac{80+3,96p}{0,0000003p^3+0,0000393p^4+0,0018p^3+0,09p^2+0,67p+0},$$

$$i_1(p) = \frac{U_3 T_M C}{R_p K_c - T_0} \frac{1+Ap}{1+Ap+4T_{np}(B+Ap)}, \quad (6.2.10)$$

$$i_1(p) = \frac{24 \cdot 0,138 \cdot 3,65}{0,227 \cdot 0,4 \cdot 0,67} \frac{1 + 0,066p}{0,0000005p^4 + 0,0000528p^3 + 0,00264p^2 + 0,134p + 1}.$$

Екінші аймақтағы беріліс функциясы $0,67 < t < t_n$:

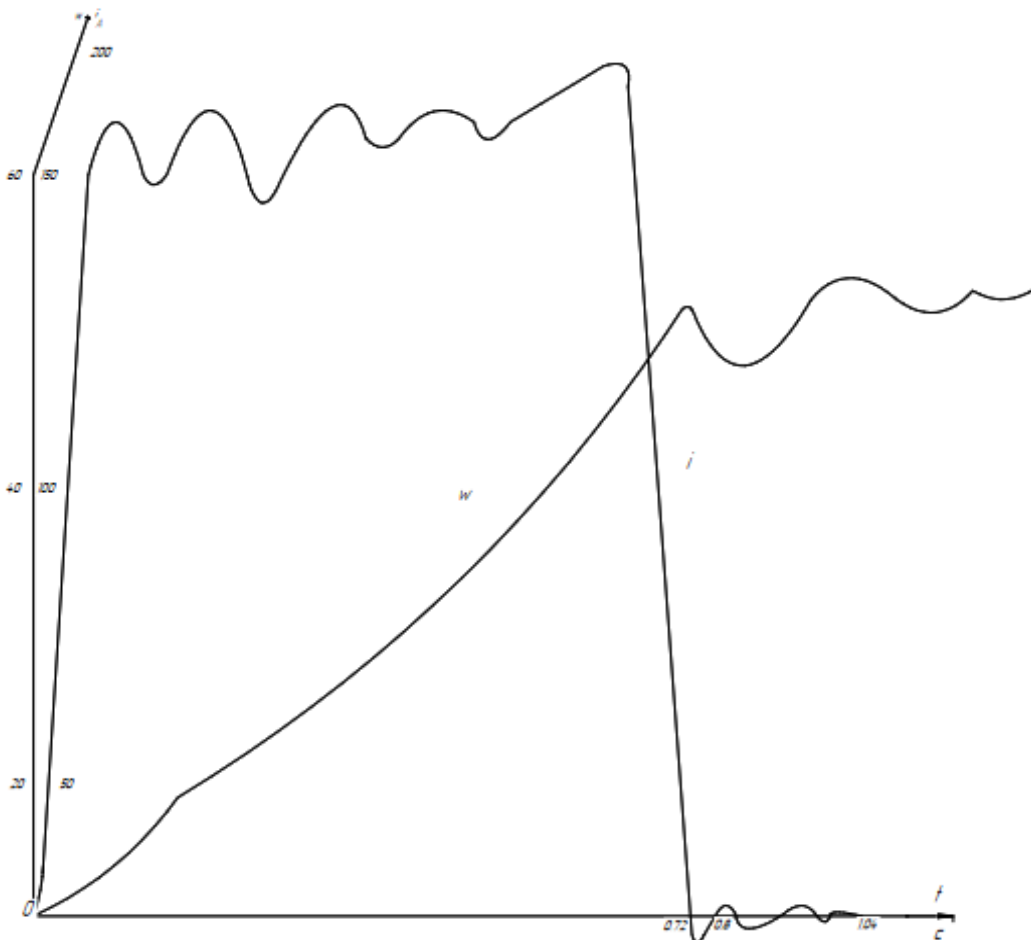
$$\omega_2(p) = \frac{U_3}{K_c} \frac{1 + Ap}{1 + Ap + 4T_{np}(B + Ap)[2T_{np}(T_{np} + 1) + 1]}, \quad (6.2.11)$$

$$\omega_2(p) = \frac{60 + 3,96p}{0,0000005p^4 + 0,0000528p^3 + 0,00264p^2 + 0,134p + 1},$$

$$i_2(p) = \frac{U_3 T_M C_p}{R_p K_c} \frac{1 + 0,066p}{0,0000005p^4 + 0,0000528p^3 + 0,00264p^2 + 0,134p + 1}, \quad (6.2.12)$$

$$i_2(p) = \frac{133p + 8,8p^2}{0,0000005p^4 + 0,0000528p^3 + 0,00264p^2 + 0,134p + 1}.$$

Есеп БК 0010*10 Электроника тұрмыстық компьютерінде жүргізіледі.



16сурет - Динамикалық сипаттамалар

6.3 Жетектің қағидалық сұлбасына сипаттама

5- бетте бағыныңқы реттеуішті және дәйікті түзетумен ТП-Д-ның сұлбасы келтірілген. М қозғалтқышты зәкір қуат көзін нөлдік реверсивтік сұлбада жинақталған реверсивті ТП-дан алады. Тахометрлі көпір көмегімен қозғалтқыш жылдамдығының кері байланысы жүзеге асады, тахометрлі көпірдің диагоналінан түсірілетін сигнал ДН гальваникалық түйін арқылы жылдамдық реттеуішінің кірісіне түседі. Команда бақылаушысы арқылы қуат көзіне түсетін жүйенің $U_{зс}$ беріліс сигналы $U_{ос}$ жылдамдықтағы кері байланыс сигналымен алгебралық түрде қосылады. $U_{вх рс}$ қорытқы сигналы РС күшейткіштің кірісіне беріледі.

Сұлбада жылдамдық реттеуішінің бастапқы сыртқы контурынан басқа қозғалтқыш зәкірінің ток реттеушісінің ішкі тұйықталған контуры құрылған. Ол үшін $U_{от}$ сигналы I_0 зәкір тогына пропорционалды ОС тізбегінен ДТ датчик тогынан ток реттеушісінің кірісіне енгізіледі. Мұнда ол $U_{вх рт}$ қорытқы сигналын құрып $U_{зс}$ сигналымен алгебралық түрде есептелінеді.

$U_{зт}$ жылдамдық реттеуішінің ЖР шығыс сигналы ток реттеуішінің бергіш сигналы болып табылады. ТП басқару сигналы $U_{сy}$ сигналының шығысында қалыптасады.

Жүйеде сонымен қатар ЖР-тің шығысы мен команда бақылаушысы арасында қосылатын қарқындылықты реттегіш ҚР қолданылады. Ол $U_{зс}$ сигналының өзгерісі кезінде сызықтықты қамтамасыз етеді. Мұнда команда бақылаушы бағыт пен қозғалтқыш жылдамдығының көлемі тапсырмасы үшін ғана қызмет етеді.

Бұл системада қозғалтқышты жіберу сигнал беруге $U_{зс}$ өндіріледі. Ол үшін КК-нің бейтарап күйінен көтерудегі (немесе түсудегі) 4 жағдайдың біреуіне өндіріледі. Сондықтан $U_{зс}$ сигнал көлемі $U_{вх рс}$ кіріс сигналының бірнеше есе орнатылған мағынасынан жылдамдық реттегіш кіріп шығу аймағына кіреді және оның шығысында $U_{огр}$ сигналы туындайды. Жылдамдық реттегіш контуры ажыратылады. Ток реттегіш контуры іске қосылады да қозғалтқыш $I_{л}$ –ге тең болатын тұрақты ток зәкірінде жеделдете бастайды. Қажетті екпінде $U_{ос}$ сигналы ұлғаяды. Жылдамдық реттеуіші сызықтық аймақта жұмыс жасай бастайды, яғни осы сәттен бастап жылдамдық бойынша ОС іске қосылады.

Орнатылған режимде ТР кірісіндегі сигнал $U_{вх рт} = U_{зт} - U_{от} = 0$, ал ТР шығысында сигнал бар және оның көлемі ТП ЭДС-ні қамтамасыз етеді.

Қозғалтқышты реверстеу үшін КК " түсіру" күйіне ауысады. Дегенмен беріліс сигналы мен ЖР реттегішті артқы бетке өзгереді және ЖР реттегіші $U_{огр}$ болғанда қанығу аймағына кіреді. Түрлендіргіш терістеуіш режимде жұмыс жасай бастайды, зәкір тогы бағытын өзгерткенде тежеледі және ТР жұмысының арқасында $I_{л ст}$ деңгейінде ұстап тұрады. Жылдамдықтың рекуперациялық тежеуі содан кейін оның ұмтылысы "кері" бағытта жүзеге асады.

Сұлбаның күштік бөлімі екі топты винтельді T_{p1} күштік трансформатордан және 1УР, 2УР теңестіруші дроссельдерден тұрады. Көтеру мен тежегіш түсіру кезінде T_1 - T_3 теристрлер тобы жұмыс жасайды, ал T_4 - T_6 теристрлердің екінші тобы күштік түсіру кезінде және жүкті түсіру мен оны көтеру барысындағы тежелуді қозғалтқыштың жүргізілуінде қолданылады.

Сұлбада теристрлердің келісілген басқарулары қолданылады. Вентильдерді ашудың кешігу бұрышы түрлендіргіш кернеуінің әр түрлі мағынасында винтельдердің түзету тобының орташа кернеуі терістеуіш кернеуден аспайтын түрде келісілген. Түзету кернеуінің және терістеуіштің лездік мәнінің теңсіздігіне байланысты теңдеуші ток ағып өтеді. Бұл токты шектеу үшін УР1 және УР2 теңдеуші дроссельдер қолданылған.

Сұлбада келесілер қарастырылған:

-ілімектің жоғары қозғалыстын шектеу КВП соңғы ажыратқыштармен жүзеге асырылады;

-шамадан артық токты қорғау 1РМ токты реле КЭ-ден ТС бастапқы орамын сақтандырғыштардың қорғауы арқылы жүзеге асады. КЗ кезіндегі ТП-нің күштік элементтерін қорғау және шамадан тыс күшейткіш жүк автоматты АВ1 ажыратқышымен жүзеге асады;

-қоздыру тізбегіндегі токты бақылау үшін жазықтың үзілу релесі орнатылған;

-кернеуді бақылау 1РН және 2РН реле кернеуімен жүзеге асады;

-қозғалтқышты өздігінен іске қосылуынан сақтандыратын нөлдік қорғау.

7. Экономикалық бөлім

7.1 Көпірлі кранды қолданудың басты мақсаттары

Дәл қазіргі кезде көптонналы жүктерді көпірлі кранмен тасымалдаған кезде бірнеше кемшіліктер пайда болады:

- автоматты жүк қармау құрылғысын қолданбағандықтан тиіп-түсіру жұмыстарының механизациялау дәрежесінің төмен болуы;

- қоймалау жұмыстарын пайдаланудың өнімділігінің төмен болуы және жүкті тасымалдауда жүкті жинауға көмектесетін адамдардың жұмыс ауданында жұмыс істеуі;

- жұмыс аудандарында бірнеше адамдардың жұмыс істеуіне байланысты жұмыс аймағының қысқаруы.

Аталған кемшіліктерді жою үшін және қожайындардың қаражатын үнемдеуде, қойма жұмыстарын механизациялауда және автоматтандыруда көпірлі грейферлі кранды қолдануды талап етеді.

2 кесте - Кран туралы мағлұмат.

Көрсеткіштері	белгіленуі	өлшемдері	Базалық нұсқасы	Жобаланған нұсқа
Жүк көтергіштігі(максималды)	Q	т	42	32
Көтеру биіктігі(максималды)	H_{max}	м	10	8,5
Жылдамдықтар: Жүк көтеру	V_1	м/мин	12	12
Жүк көтеру Арбашасының қозғалуы	V_2	м/мин	37,8	37,8
Кранның қозғалуы	V_3	м/мин	60	60
Грейфердің қозғалуы	n	айн/мин	-	1,2
Басты жөндеуге дейінгі пайдалану уақыты	$T_{ц}$	сағ	12500	12500

7.2 Кранның жұмыс циклінің ұзақтығын есептеу

Кранның жұмыс істеу циклы төкпелі жүкті қармау, көтеру немесе түсіру, оны тасымалдау және бастапқы қалпына қайта келу уақытынан тұрады. Жобаланып отырған және базалық нұсқаларды салыстырып көрелік.

Базалық нұсқа:

$$T_1 = t_c + (4t_1 + t_2 + t_3). \quad (7.2.1)$$

Мұндағы $t_c = 10$ мин - жүкті қармау уақыты;

t_1 – жүкті көтеру (түсіру) уақыты;

t_2 – жүк көтеру арбашасының қозғалу уақыты;

t_3 – кранның қозғалу уақыты;

$\alpha = 0,67$ – операциялардың үйлесу коэффициенті.

Жүкті көтеру уақыты:

$$t_1 = \frac{H_{max}}{V_1} = \frac{8,5}{12} = 0,83 \text{ мин.}$$

Жүк көтеру арбашасының қозғалу уақыты:

$$t_2 = \frac{L_2}{V_2} = \frac{41}{37,8} = 1,08 \text{ мин.}$$

мұндағы $L_3 = 41$ м - жүк көтеру арбашасының жүретін жолы.

Кранның қозғалу уақыты:

$$t_3 = \frac{L_3}{V_3} = \frac{500}{60} = 8,33 \text{ мин.}$$

мұндағы $L_3=500$ м – кранның жүретін жолы.

$$T_3 = 10 + (4 \cdot 0,83 + 1,08 + 8,33) \cdot 0,67 = 18,54 \text{ мин.}$$

Жобаланған нұсқа:

$$T_3 = t_n + t_{\text{зах}} + t_0 + 4t_1 + t_2 + t_3 + t_4. \quad (7.2.2)$$

мұндағы t_n , $t_{\text{зах}}$, t_0 -төкпелі жүкке дәл әкелу, қармау, жіберу уақыттары;

$$t_n + t_{\text{зах}} + t_0 = 3 \text{ мин.}$$

$\alpha=1$ - операциялардың үйлесімі;

t_4 -грейфердің қозғалу уақыты.

Грейфердің қозғалу уақыты:

$$t_4 = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,12} = 0,83 \text{ мин,}$$

$$T_3 = 3 + 4 \cdot 0,83 + 1,08 + 8,33 + 0,83 = 16,56 \text{ мин.}$$

Келтірілген есептерден жобаланған кранның жұмыс циклының ұзақтылығы 30% -ке төмен екенін көріп отырмыз.

7.3 Кранның жұмыс уақытының жылдық қорын анықтау

Кранның жылдық пайдалану өнімділігін есептеу үшін алдымен оның жұмыс уақытының жылдық қорын анықтауымыз керек. Жұмыс уақытының жылдық қоры оның таза жұмыс істеген сағаттарының жалпы саны.

Техниканың бір жылдағы жұмыс істеген сағаттарының саны келесі формуламен анықталады:

$$T_r = T_\phi / (k_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}})^{-1} + D_p. \quad (7.3.1)$$

мұндағы $T_\phi=250$ күн - жұмыс уақытының жылдық қоры;

$t_{\text{см}}=7,61$ сағат - жұмыс кезеңінің орташа ұзақтығы;

$k_{\text{см}}=2$ - кезең коэффициенті

Кранды жөндеу және техникалық қызмет көрсетуге кеткен уақыттың ұзақтығын келесі формуламен анықтайды:

$$D_p = \Sigma(d_{pi} + d_{ni}) \cdot a_i / T_{\text{ц}}. \quad (7.3.2)$$

мұндағы d_{pi} – техниканың аралық жөнделуге және ТҚ-ға келу ұзақтығы;
 Базалық және жобалық нұсқаға кететін уақыт: ТҚ-1=1күн, ТҚ-2=2 күн;
 d_{ni} – жөндеудің ұзақтығы, оның жөндеуге апарылған, қайтып келген уақыты.

Аралық жөндеуге кететін осы уақыт 5 күн;
 a_i – ТҚ-ң және жөндеулердің саны.

$$D_p = 2 \cdot 7,61 \cdot 12 + 2 \cdot 7,61 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 7,61 \cdot (5+5) \cdot 1/12500 = 0,034. \quad (7.3.3)$$

Техниканың 1 жылдағы жұмыс уақыты:

$$T_r = 250 / ((2 \cdot 7,61) - 1 + 0,034) = 2505 \text{ сағат.}$$

3 кесте - Құралдардың бағасы

КЕРЕК ҚОНДЫРҒЫЛАР	ӨЛШЕУ БІРЛІКТЕРІ	САНЫ	БАҒАСЫ, ТГ	
			Бірліктер	Жалпы
Жиілік түрлендіргіш	к-т	2	97500	195000
Элетротехникалық Қондырғылар	к-т	2	8000	16000
Күштік кабель	М	20	450	9000
Мантажды кабель	М	15	270	4050
Қондырғының толық құны: 224050тг				
Көліктік шығын 7,5% қондырғы бағасынан		224050 · 0,075		16803,7
Салу-монтаждау жұмыстары % қондырғы бағасынан (СМЖ)		224050 · 0,1		22405
Жүкқағаздық шығындар, 21% СМЖ-дан (ЖШ)		224050 · 0,21		47050,5
Жоспарлық жинақтау 8% СМЖ мен ЖШ бағасымен		(224050 + 47050,5) · 0,08		5556,44
Қондырғыға кеткен капиталды шығындар		16803 + 224050 + 47050,5 + 5556,4		91815,64
Барлығы: 315864,64 теңге				

7.4 Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар:

Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар капиталды шығындар бағасынан 25%-ті құрайды:

$$Ш_{\text{монт.}} = Ш_{\text{қонд.}} \cdot 0,25, \quad (7.4.1)$$

$$Ш_{\text{монт.}} = 315865,64 \cdot 0,25 = 78966,41 \text{ теңге.}$$

Автоматтандыру жүйесін өндіруге және енгізуге кететін толық капиталды шығындар:

$$Ш_{\text{енг.}} = Ш_{\text{қонд.}} + Ш_{\text{монт.}}, \quad (7.4.2)$$

$$Ш_{\text{енг.}} = 315865,64 + 78966,41 = 394832,05 \text{ теңге.}$$

Эксплуатациялық шығындар өзіндік құн статияларының өзгерулеріне байланысты есептеледі, оларға; амортизациялық төлемдер, автоматизацияның техникалық лабораторияларын ұстауға кететін шығындар, электрэнергия шығындары, жалақы шығындары.

Амортизациялық төлемдер:

$$A_{\text{жыл}} = \frac{\text{Ш} \cdot \text{Н}}{100\%}, \text{ теңге.} \quad (7.4.3)$$

мұнда Ш-капиталы шығындар;

Н-амортизациялық төлемдер нормасы (Н=15%).

$$A_{\text{жыл}} = \frac{315865,64 \cdot 15}{100\%} = 47379,85 \text{ теңге.} \quad (7.4.4)$$

Ағымды жөндеу жұмыстары және эксплуатациялауға кететін шығындар:

$$\text{Ш}_{\text{ажж}} = \frac{\text{Ш} \cdot \text{Н}_{\text{ж}}}{100\%} \text{ теңге.} \quad (7.4.5)$$

Мұнда $\text{Н}_{\text{ж}}$ -эксплуатациялау мен ағымды жөндеу жұмыстарының шығындарын төлеу нормасы;

$\text{Н}_{\text{ж}}$ -қондырғы бағасының 7%-тін құрайды ($\text{Н}_{\text{р}}=7\%$).

$$\text{Ш}_{\text{ажж}} = \frac{315865,64 \cdot 7}{100} = 22110,6 \text{ теңге.}$$

7.5 Жұмысшылар мен қызметкерлердің саны және жалақыларының қоры

Өнеркәсіпте жұмысшылар екі топқа бөлінеді – негізгі және көмекші -негізгі жұмысшылар:

$$\text{Ж}_{\text{н}} = 8 \text{ адам.}$$

-көмекші жұмысшылар:

Бұл жұмысшылар өнімді өндіруде тікелей технологиялық процеске қатыспайды, олар негізгі жұмысшыларға қызмет жасайды. Бұлар жөндеушілерге, тасымалдаушылар, электриктер т.б. Өнеркәсіп саласы бойынша оларды орта есеппен 25-35 пайыз мөлшерінде алуға болады. Мұнда біз 25% деп аламыз:

$$\text{Ж}_{\text{н}} = 8 \cdot 0,25 = 2 \text{ адам.}$$

Жалпы жұмысшылар:

$$Ж_{ж} = Ж_{н} + Ж_{к} , \quad (7.5.1)$$

$$Ж_{ж} = 8+2=10 \text{ адам.}$$

7.6 Жалақы қорын есептеу

Кәсіпорында орындардың жұмыстардың күрделігіне сәйкес түрлі разрядқа жататындығын жұмысшылар негізінде алты разрядқа бөлінеді. Жалақыны есептеу үшін жұмысшылардың разрядын есептеп шығару керек. Мысалы, кәсіпорында негізгі жұмысшылардың орта разряды – төртінші разряд, көмекші жұмысшылардың разряды – екінші разряд болсын.

Әр уақытта халықшаруашылығы бойынша минималдық еңбек ақының мөлшері туралы статистикалық мәлімет беріліп отырады. Осы мәлімет бойынша ай сайынғы минималдық сағаттық еңбек ақының мөлшері мына формула бойынша есептеліп отырады:

$$A_{MC} = \frac{E_{a.мин}}{Ж_{к} K_c} \text{ теңге.} \quad (7.6.1)$$

мұндағы A_{MC} – минималдық сағаттық еңбек ақының мөлшері, теңгемен;

E_a – елдегі минималдық еңбек ақы, теңгемен;

$Ж_{к}$ – бір айдағы жұмыс күндерінің саны;

K_c – бір жұмыс күніндегі сағаттардың саны;

Мысалы, елдегі минималдық еңбек ақы 75000 теңге болсын, айдың ішіндегі жұмыс күні – 22, жұмыс күніндегі сағаттың саны – 8, сонда минималдық сағаттық тарифтік еңбек ақының мөлшері:

$$A_{MC} = \frac{75000}{22 * 8} = 426,14 \text{ теңге,}$$

Төртінші разряд бойынша сағаттық тарифтік еңбек ақының мөлшері:

$$C_T = 426,14 * 2,06 = 877,85 \text{ теңге,}$$

Екінші разряд бойынша сағаттық тарифтік еңбек ақының мөлшері:

$$C_T = 426,14 * 2,06 = 877,85 \text{ теңге,}$$

Негізгі жұмысшылардың жалақыларын екі түрлі өдіспен есептейді. Бірінші әдісте олардың жалақылары өндірілген өнімге тікелей байланысты болады. Екінші әдісте негізгі жұмысшылардың жалақылары істелген уақытына қарай төленеді, бұл жағдайда мына формула қолданылады:

$$Ж_y = Ж_n \Phi C_T, \quad (7.6.2)$$

$$Ж_y = 8 \cdot 1408 \cdot 877,85 = 9888102,4 \text{ теңге.}$$

Бұл әдіс жаппай мол өндірісте автоматтық тасқынды жүйелер орнатылған цехтарда қолданылады. Мұнда жұмысшылардың ролі көбінесе сол линиялардың жұмысын бақылаумен өтеді. Бұл жұмысшылардың сағаттық тарифтік еңбек ақысы бірнеше әдіспен салыстырғанда 10% - ға кем, себебі жұмысшылардың еңбекақысы өндірілген өніміне қарай төленгенде олардың жұмысқа деген көзқарасы өзгеше болады.

Көмекші жұмысшылардың жалақысы мына формуламен есептеледі:

$$Ж_K = Ж_K \Phi C_T, \quad (7.6.1)$$

$$Ж_K = 2 \cdot 1408 \cdot 626,42 = 1763998,72 \text{ теңге}$$

7.7 Негізгі жалақы қорын есептеу әдісі

Кәсіпорында жұмысшыларға тарифтік еңбек ақымен қатар бірнеше түрлі төлемдер жасалады, сол төлемдердің мөлшері тарифтік еңбек ақйдан орта есеппен негізгі жұмысшыларға 6-7 пайыз шамасында болсын, сонымен қатар сыйлықтың шамасы 30 пайз болсын. Жұмысшыларға демалысқа шыққанда қосымша еңбекақы төленеді, оның мөлшері жылдық жалақысынан 9 пайз болсын. Сонда негізгі жұмысшылардың жылдық ақылары:

$$Ж_{HЖ} = E_{TK} + 0,07E_{TK} + 0,30E_{TK} = 1,46E_{TK}, \quad (7.7.1)$$

$$E_{TK} = Ж_y; \quad (7.7.2)$$

$$Ж_{HЖ} = 1,46E_{TK} = 1,46 \cdot 9888102,4 = 14436629,5 \text{ теңге.}$$

Көмекші жұмысшыларға тарифтік еңбекақыларына қосымша түрлі төлемдер жасалады. Үстеме төлемдердің мөлшері жылдық тарифтік еңбекақыларынан 4-5 пайыз шамасында, сыйлық 25 пайыз мөлшерінде болады. Демалысқа шыққан кезде қосымша еңбекақы төленеді, оның мөлшері жылдық тарифтік еңбекақыдан 9 пайыз шамасында. Сонда көмекші жұмысшылардың жылдық еңбекақылары мына формула бойынша есептеледі:

$$Ж_{KЖ} = E_{TM} + 0,05E_{TM} + 0,25E_{TM} + 0,09E_{TM} = 1,39E_{TM}, \quad (7.7.3)$$

$$E_{TM} = Ж_K. \quad (7.7.4)$$

$$Ж_{KЖ} = 1,39E_{TM} = 1,39 \cdot 1763998,72 = 2451958,22 \text{ теңге.}$$

Қызметкерлердің еңбекақылары – олардың жалақылары орындап отырған жұмыстарының күрделігіне қарай төленеді, былайша айтқанда

берілген категорияларымен байланысты болады. Мысалы, кәсіпорында техника инженерлері, мамандықтарына қарай орта есеппен бірінші категорияға жататын болсын, инженер – экономистер және есеп шот қызметкерлері – екінші категорияға жатсын, сонда:

а) инженер техник қызметкерлерінің тариф бойынша жылдық еңбекақылары мына формуламен есептеледі:

$$E_{TM} = ИТК \cdot U \cdot 12, \quad (7.7.5)$$

мұндағы ИТК – инженер – техник қызметкерлерінің саны 4;

U – орта разряд бойынша орта айлық тарифтік еңбекақыларының саны, орта разряд – 1,76

$$U = 1,76 \cdot 75000 = 132000 \text{ теңге.}$$

12 – жылдағы айлар саны.

$$E_{TM} = 4 \cdot 132000 \cdot 12 = 6336000 \text{ теңге}$$

Қызметкерлердің басқа топтарының жалақылары да осы әдіспен есептеледі, есептеуде ең бірінші мәселе – қызметкерлердің әр тобының орта категорияларын анықтап, осы категорияның сағаттық тарифтік еңбек ақыларын кестедегі берілген мәліметтер бойынша есептеп шығару керек.

ә) инженер экономистердің разряды – 1,2

$$E_{ИЭК} = ИЭК \cdot U \cdot 12 \quad (7.7.6)$$

$$U = 1,2 \cdot 75000 = 90000 \text{ теңге}$$

$$E_{ИТК} = 4 \cdot 90000 \cdot 12 = 4320000 \text{ теңге}$$

Жұмысшылар мен қызметкерлерді орта айлық жалақылары кестеде келтірілген.

4 кесте - Орта айлық жалақысы

Жұмысшылар мен қызметкерлердің аталуы	Жалпы жылдық жалақы, теңгемен	Орта есеппен әрбір жұмыскерге келетін жалақы, тг
1. Негізгі жұмысшылар	14436629,5	150381,55
2. Көмекші жұмысшылар	2451958,22	102164,9
3. ИТҚ	6336000	132000
4. ИЭҚ	4320000	90000
Барлығы	27544587,72	

7.8 Электр энергия шығындары

Электроэнергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m, \quad (7.8.1)$$

мұндағы $\sum W$ – электрқондырғы мен есептеу техникасы пайдаланатын суммарлық қуат. Ол құжаттық мәліметтер бойынша анықталады және мынаған тең 2.5 кВт/сағ болады;
 t – бір күндік жұмыстың уақыт саны – 8 сағат;
 k – қуатты пайдалану коэффициенті – 0,85;
 n – басқаратын комплекстер саны – 1;
 m – бір жылдағы жұмыс істеу күндер саны – 242;

$$P_{эл} = 2,5 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 242 = 4857 \text{ кВт/сағ.}$$

Электр энергиясының құны $\Pi_{эл} = 13,45$ теңге/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$\Pi_{эл.э.} = P_{эл} \cdot 13,45, \quad (7.8.2)$$

$$\Pi_{эл.э.} = 4857 \cdot 13,45 = 65326,65 \text{ теңге}$$

Бірақ энергияны 30%-70%-ке дейін үнемдей алатын импульсті реттегішті қолданудың арқасында, электроэнергия шығыны мынаған тең болады:

$$\Pi_{эл.э.2} = \frac{65326,65 \cdot 50}{100} = 32663,3 \text{ теңге.}$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$\text{ЭШ} = \text{НЖ} + \text{КЖ} + \text{ИТҚ} + \text{ИЭҚ} + \Pi_{эл.э.2}, \quad (7.8.1)$$

$$\text{ЭШ} = 27544587,72 + 32663,3 = 27577251,02 \text{ теңге.}$$

7.9 Экономикалық тиімділік

Көпірлік кранды орнатудан түсетін экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін;
- $\cos\phi$ дің 0.9-0.95-ке дейін ұлғаюы;
- ПӘК-і 97%-дейін ұлғаюы;

- қозғалтқыштың механикалық бөліктерінің жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы;

- бірнеше электржетектерді бірлесіп басқарылуы.

Экономикалық тиімділік келесі формуламен есептеледі:

$$\mathcal{E}_ж = (\mathcal{E}_{эл.э.2} + \mathcal{E}_{п.о}) - E_n \cdot K_{қос}, \quad (7.9.1)$$

мұнда $E_n = 0.32$;

$\mathcal{E}_{п.о}$ – электржетектердің бөлек басқарылуы кезіндегі

қондырғының комплектісіне кететін шығындар;

$\mathcal{Ш}_{мон2}$ – екінші комплектіні монтаж жасауға кететін шығын.

$$\mathcal{Ш}_{мон2} = \mathcal{Ш}_{монт}; \quad \mathcal{Ш}_{мон2} = 78966.41 \text{ теңге}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{эл.э.2} + \mathcal{E}_{п.о}, \quad (7.9.2)$$

$$\mathcal{E} = 32663,3 + 315865,64 = 348528,94 \text{ теңге.}$$

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

$$\mathcal{E}_ж = \mathcal{E} - E_n \cdot K_{қос}, \quad (7.9.3)$$

мұнда \mathcal{E} – енгізу нәтижесіндегі алынған үнемдеу, тенге;

E_n – тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

$K_{қос}$ – жаналандыруға кететін қосымша капиталды шығындар, тенге.

$$\mathcal{E}_ж = 348528,94 - 0,32 \cdot 315865,64 = 247451,94 \text{ теңге.}$$

Өтемділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{от} = \text{жыл}, \quad (7.9.4)$$

$$T_{от} = \frac{315865,64}{247451,94} = 1,2 \text{ жыл.}$$

Осыдан шығатыны, өтемділік мерзімі нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдейді.

Көпірлі грейферлі кранның құнын, пайданы есептей отырып 1,2 жылда қайтаруға болады.

8 Өміртіршілік қауіпсіздігі негізі бөлімі

Тіршілік ету қауіпсіздігі – адамның тұратын ортасында қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, оның денсаулығын сақтауға, қауіпті және зиянды факторлардың әсерін рұқсат етілген деңгейге дейін төмендету арқылы қорғау әдістері мен амалдарын, құралдарын әзірлеуге бағытталған іс-шаралар болып табылады. Адамның тұру ортасы өндірістік ортадан, тұрмыстық ортадан және қоршаған ортадан тұрады. Өндірістік ортада адамның тіршілік ету қауіпсіздігін еңбекті қорғау қарастырады.

Еңбек қауіпсіздігі. Қауіпті және зиянды факторлар

Көпірлік кранның машинистіне әсер ететін зиянды факторларға: шу, жарықтың жеткілікті болмауы, діріл, көтеріңкі шаңдылық және газдылық, жоғары температура немесе қоршаған орта температурасының күрт ауытқуы, жоғары ылғалдылық, химиялық реагенттердің әсері, өрт қауіпі, электр қауіптері жатады. Көпір кранының өзі де қауіпті факторға жатқызылады. Кейбір факторларды толығырақ қарастырамыз.

8.1 Өрт қауіпсіздігі

Крандардағы өрт өз алдына өте қауіпті болып келеді, себебі машинист және жұмыс бригадасы айтарлықтай биіктікте орналасады және оларды краннан түсіру қиындық тудырады. Өрттің алдын алу үшін машинист металл бөліктерді, кранның механизмдері мен электр қандырғыларын тазалықта ұстауға міндетті. Басқару кабинасында артық киім-кешек, қалдық және сүрткіш материалдарды, кранды басқаруға және техникалық жөндеу жұмыстарға тікелей қатысы жоқ заттарды сақтауға рұқсат етілмейді. Құралдар, кішкене қосалқы бөлшектер, қалдық және сүрткіш материалдар кран көпірінде орналасқан арнайы металл қорапшада сақталуы тиіс.

Өндірістегі уақытша өрттік жұмыстарда кранның жөндеу кезінде өрт қауіпсіздігіне жауапты компания немесе оның бөлімінің жұмысшысының рұқсатнама қолхаты керек. Осындай жұмыстар жүргізілген кезде өрт қауіпсіздігінің өкілі кранда және жөндеу жұмысы жүргізіліп жатқан бөлігінде өрт сөндіру құрылғыларының болуын тексеру керек, сонымен қатар ұшқынның және балқытылған металл тамшысының шашырауына қарсы амалдарды ұйымдастыру қажет.

Кранда өрт бола қалған жағдайда машинист тез арада кранды ажыратып, өртті сөндіруге кірісуі тиіс.

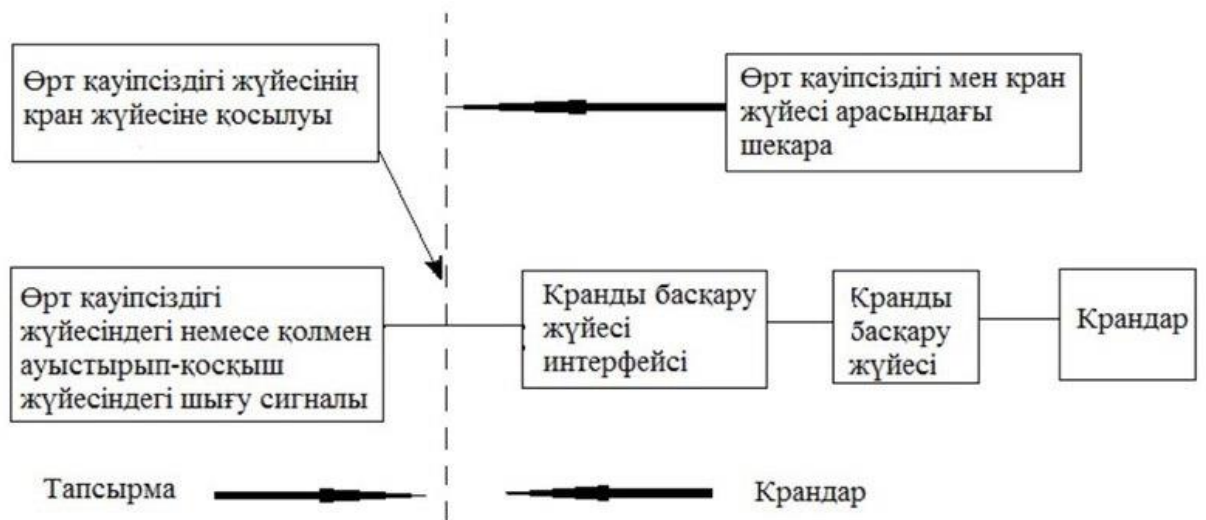
Крандағы өртті көпіршікті өртсөндіргішпен сөндіруге мүлдем болмайды, себебі көпіршіктегі сулы ерітінді токөткізгіш болып табылады, ажыратылмай қалған электр қондырғыларында өртті сөндіргенде электрлік ток соғу қауіпі болады.

Адамдарды электрлік ток соғудан қорғаумен қамтамасыз ету секілді өрттен қорғау да маңызды мәселе болып табылады. Өрт қауіпінің негізгі ұғымдарын қарастырамыз.

5 кесте – Кранмен төтенше жағдайға алып келуі мүмкін апат жағдайлары

ТЖ атауы	Апаттық жағдайдың пайда болуы	Жағдайдың даму ықтималдығы	Апаттың алдын алу жолы мен әдісі	Апатты шектеу әдістері
Кран мен стелаждың соқтығысуы	Кранды көтеру шарттарының бұзылуы	Жүктің адамға құлауы	Қауіпсіздік шынжырын ажырату құрылғысы	Кранның тоқтатылуы
Өрт	Өрт қауіпсіздігі дабылы	Кранның түтеуі мен жануы	Өрт қауіпсіздігі	Кранның тоқтатылуы

ҚР-ғы өрт қауіпсіздігі ережелеріне сәйкес, жұмыс аймағындығы жануды оқшаулау үшін өрт сөндіру гидранттары, өрт сөндіру шкафына қондырылған көмірқышқыл өртсөндіргіші қолданылады. Оған кран орнатылып, бас панелден, түтінді және жылуды ескертушілерден, шынысы сындырылатын қолмен өртті хабарлағыштан тұратын ұқсасты өрт сөндіру сигнализациясымен жасақталған.



17сурет – Өрт дабылы жүйесіне қосылуы

Автоматты өрт қондырғыларының екі түрі бар:

- көбікті өрт сөндіру;
- газды өрт сөндіру.

Қондырғының типін таңлауда келесі талаптар ескеріледі:

- Сплинкерлерлілерден басқатавтоматты өрт қондырғылары дистанционды және орынды қосылуы қажет;
- Автоматты өрт қондырғыларын жобалаған кезде мекеме мен ғимараттардың құрылыс ерекшеліктерін, техникoэкономикалық көрсеткіштермен өндірістің технологиялық процесстің сипатынан ескерілетін өрт сөндіру заттарын қолдану шарттарын ескеру қажет.

- Автоматты өрт қондырғылары сонымен қатар автоматты өрт сигнализация функциясын атқаруы қажет;

Қондырғының өрт сөндіру затты мен типі өндіретін, сақтайтын заттар мен материалдардың химиялық-физикалық қасиеттерін ескеріп таңдалады.

Автоматты өрт сөндіру қондырғысының параметрлері ғимараттардың группасына тәуелділікпен таңдап алынады.

Жобада газды өрт сөндеру қондырғысының үш түрін қолдануға ұсынылды:

- көлемі бойынша локальді өрт сөндеру қондырғысы;

- көлемді өрт сөндіру қондырғысы;

- ауданы бойынша локальді өрт сөндіру қондырғысы.

Газды өрт сөндіру қондырғысының құрамында келесі өрт сөндіру заттары қолданылады:

- төрт валентті көміртегі оксиді (CO₂);

- хладон 114B2 (тетрафтордибромметан CA);

- хладон 13B1 (CO₂);

- біріктірілген көміртек оксидтті хладонды құрама (85% төрт валентті көміртегі оксиді , 15% хладон 114B2);

- азот (N₂);

- аргон (Ar);

Газды өрт сөндіру қондырғысының қосылуы электрлік және пневмоэлектрлік болуы мүмкін. Электрлік қосылу кепілденеді.

Газды өрт сөндіру қондырғысының құрамында 100% резервті өрт сөндіру заты қарастырылуы қажет.

Локальді көлемі бойынша өрт сөндіру кезінде төрт валентті көміртегі оксиді және хладон 114B2 қолданылса, локальді аудан бойынша өрт сөндіру кезінде төрт валентті көміртегі оксиді қолданылады.

Біріктірілген көміртек оксидтті хладонды құрамалы өрт сөндіру қондырғысына есеп жүргіземіз.

Біріктірілген құраманың массасы мына теңдікпен анықталады:

$$m_d = k_6 \cdot q_n \cdot V = 1,07 \cdot 0,4 \cdot 1440 = 616,32 \text{ кг}, \quad (8.1)$$

мұндағы k_6 – ескерілмейтін көміртек оксидтті хладонды құраманың шығын коэффициенті, терезесіз 1,07;

q_n – көміртек оксидтті хладонды құраманың нормативті массалық өрт сөндіргіш концентрациясы, толтыру уақыты 60 секунд болса, 0,4 кг/м³ тең болады;

V – қорғалатын ғимараттың көлемі, 1440м³ .

Ауданы ғимараттың қоршайтын құрылымның ауданынан 1%-дан 10%-ға дейін әр ауқытта ашық ойықтардың бар болуын ескеріп 1 м² ойық ауданына 5 кг қосымша көміртек оксидтті хладонды құраманың шығынын аламыз:

$$160 \text{ м}^2 \cdot 5\% = 8 \text{ м}^2 ,$$

$$8 \cdot 5 \text{ кг} = 40 \text{ кг}.$$

Баллонның есептік саны ξ_2 40 литрлік баллонға көміртек оксидті хладонның 25 кг сыйатындай етіп есептейміз:

$$\xi_2 = 616,32 + 40 = 656,32 \text{ кг} / 25 = 26.$$

$$\xi_2 = 26 \text{ баллон}.$$

Баллонның ішкі диаметрі келесі формула бойынша анықталады:

$$d = d_1 \sqrt{\xi_2} , \quad (8.2)$$

мұндағы d_1 – баллонның сифонды трубкасының диаметрі, мм;
 ξ_2 – бір уақытта разрядталатын баллондар саны.

$$d = 12 \cdot \sqrt{20} = 38 \text{ мм} .$$

Құбырдың эквивалентті ұзындығын келесі формуламен анықтаймыз:

$$l_2 = k_2 \cdot l, \quad (8.3)$$

мұндағы k_2 – ескерілмейтін шығындарды компенсациялау үшін құбыр ұзындығын үлкейтетін коэффициент, 1,05;

l – жоба бойынша құбыр ұзындығы, 18 м.

$$l_2 = 1,05 \cdot 18 = 18,9$$

Суландыратын саңылауының көлденең қимасының ауданы келесі формуламен анықталады:

$$A_3 = \frac{S}{\xi_2} . \quad (8.4)$$

мұндағы S – құбырдың қимасының ауданы, мм² ;
 ξ_1 – суландырғыш саны, жобада 30 суландырғыш аламыз.

$$A_3 = 1634 / 30 = 54 \text{ мм}^2.$$

Көміртек оксидті хладонды құраманың шығынын эквивалентті шығыны мен диаметрінің тәуелділігімен алады, бірақ құбыр диаметрі 35 мм² үлкен болса, шығынды төмендегі формула бойынша есептейміз:

- құбырдың берілген ұзындығы бойынша шығынды анықтаймыз, 7,2;

- көмір оксидті хладонды құраманың меншікті шығынын анықтаймыз:

$$q = \frac{Q}{9,62}. \quad (8.5)$$

$$q = 0,75 \text{ кг/с} \cdot \text{см}^2.$$

Көміртек оксидті хладон құраманың шығынын анықтаймыз:

$$Q = S \cdot q, \quad (8.6)$$

$$S = 0,785d^2 = 0,785 \cdot 3,8^2 = 12 \text{ см}^2;$$

$$Q = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кг/с}.$$

Көміртек оксидті хладонды құраманың берілу уақытының есептік мәнін анықтаймыз:

$$t = \frac{m_d}{60 \cdot Q}. \quad (8.7)$$

$$t = \frac{616,32}{60 \cdot 9} = 1,14. \quad (8.8)$$

мұндағы m – көмірсутек оксидті хладон құраманың есептік массасы кг;

Q – көміртек оксидті хладон құраманың шығыны, кг/с. Көміртек оксидті хладон құраманың негізгі қорының массасы мына формуламен анықталады:

$$m = m_d \cdot \left(1 + \frac{K_B}{K_b}\right), \quad (8.9)$$

мұндағы K_B – көміртек оксидті хладон құраманың баллон мен құбырдағы қалдықты ескеретін коэффициент:

$$m = 616,32 \cdot \left(1 + \frac{0,2}{1,07}\right) = 731,52 \text{ кг}. \quad (8.10)$$

Өрт қауіпсіздігінен цехтағы кранды қорғау үшін газды өрт сөндіру қондырғысын қарастырамыз.

8.2 Шуды есептеу

Есептеу үшін қажетті деректер:

Бөлме өлшемдері:

Ұзындығы=6м;

Ені=6м;

Биіктігі=3,3м;

Бөлменің көлемі 118,8м³;

Қозғалтқыштардан өлшенген нүктеге дейінгі қашықтық:

$$r_1=2\text{м};$$

$$r_2=2,2\text{м};$$

$$r_3=4,5\text{м};$$

Дыбыс қысымының деңгейі туралы мәліметтер 1.1- кестеде көрсетілген.

Шу көздерінің ең үлкен көлемі $l_{\max}=0,2\text{м};$

5.1 кесте - дыбыс қысымының деңгейі, электр жетегінің құрылуы.

Орташа геометриялық октавалық жолақтың жиілігі, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{pi}	56	56	58	58	60	61	60	59

Екі немесе одан көп шу көзі бар бөлмеде дыбыс деңгейі қысым формуламен анықталуы керек:

$$L_{ож} = 10 \cdot \log\left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot x_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\Psi}{B} \sum_{i=1}^3 \Delta_i\right), \quad (8.2.1)$$

$$\Delta_i = 10^{0,1 \cdot L_{pi}};$$

L_{pi} – әр шу көзінің дыбыс деңгейі;

n - барлық шу көздерінің сомасы;

m - өлшенген нүктеде ең жақын шудың көздері;

Өлшенген нүктеден акустикалық ортаға дейінгі қашықтық:

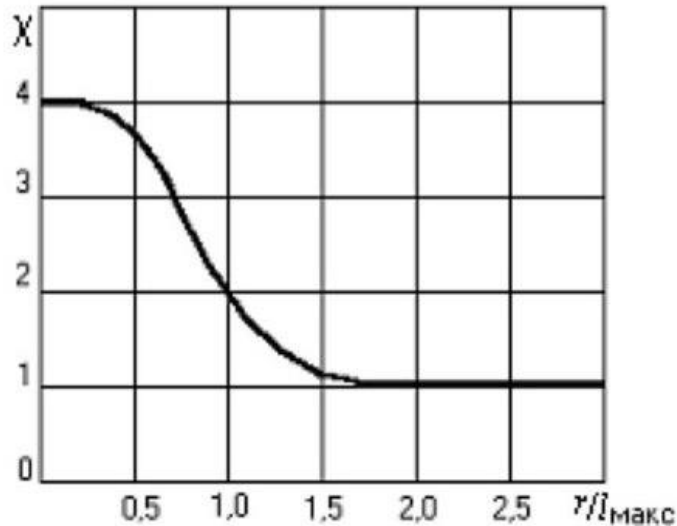
$$r_{\min}=2 \text{ м},$$

және оған жақын көзі:

$$5 \cdot r_{\min} = 10 \text{ м},$$

Барлық шу көздерінің сомасы есепке алынады және орналасқан есептелген нүктенің маңында $3(m=3)$, яғни барлығы тең болады, бұл көздер r_1, r_2 және r_3 қашықтықтарында орныласқан;

x_i-r_i/l_{\max} қатынасына байланысты коэффициент 4.2-суретте көрсетілген;



17.1 сурет - Эмпирикалық коэффициенттің χ_i қатынасына r_i/l_{max} қатынасы

Бұл фактор жақын акустикалық өрістің әсерін ескереді.

Есептеу:

$$\frac{r_i}{l_{max}} = \frac{2}{0,2} = 10,$$

$r_i/l_{max} > 2$ болғандықтан $\chi_i = 1$;

Ф-бірлікке теңестірілген шу көзінің бағытталуы;

S-өлшенген нүктеден өтетін беттің ауданы шудың көздері;

Егер $r > 2l_{max}$ болса, табылған аумақты аламыз:

- еден бетінде, қабырғаларда, едендерде $S = 2\pi r^2$;

- жазықтықта $S = 2\pi r$;

- қабаттасқан беттермен қалыптасқан екі жақты бұрышта $S = 2\pi r^2$;

- үшбұрыштық бұрышта, корпустың беттерімен қалыптасады $S = \pi r^2$;

Келесі параметр бөлменің тұрақты мәні:

$$V = V_{1000} \cdot \mu. \quad (8.2.2)$$

мұндағы V_{1000} - тұрақты бөлме, бөлме көлеміне байланысты. Ол бөлме түріне байланысты.

Зертханада $V_{1000} = V/100$ алу қажет.

Содан кейін:

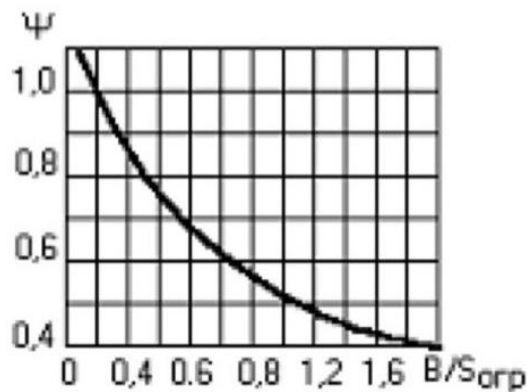
$$B_{1000} = \frac{V}{10} = \frac{118,8}{10} = 11,88.$$

Жиілік коэффициенті μ 4.2-кестеден анықталады.

5.2 кесте - Жиілік мультипликаторының мәндері

Бөлме көлемі, м ³	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
V < 200	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
V = 200/1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
V > 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Диффузияның бұзылуын ескере отырып, « ψ » коэффициенті өрістерде $B/S_{\text{общ}}$ ара қатынасынан 17.2 суретте графикті анықтаймыз және 5.3-кесте;
 $S_{\text{общ}}$ - бөлме бетінің барлық аудандарының сомасы ($S_{\text{общ}} = 151,2 \text{ м}^2$);



17.2 сурет - $B/S_{\text{общ}}$ ара қатынасы схемасы

5.3 кесте - диффузия коэффициентінің мәні дыбыс өрісі

Мөлшері	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
B	9,504	8,91	8,316	9,504	11,88	16,632	21,384	29,7
$B/S_{\text{общ}}$	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,11	0,14	0,20
ψ	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1

$$\Delta L_{\text{ТР}} = L_{\text{общ}} = L_{\text{доп}}, \text{дБ} \quad (8.2.3)$$

мұнда: $L_{\text{общ}}$ - есептік нүктеде дыбыс қысымының октавалық деңгейі;
 $L_{\text{доп}}$ - 5.4-кестеде келтірілген.

5.4 кесте - рұқсат етілген дыбыс қысымының деңгейі

Орташа геометриялық октавалық жиіліктік жолақтар, Гц	63	25	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{доп}$	99	2	6	3	80	8	6	74

63 Гц жиілігін есептейік.

63 Гц жиілігі үшін, $L_{pi} = 56$ дБ;

Δ_1 есептейміз:

$$\Delta_1 = 10^{0,1 \cdot 56} = 398107,17;$$

Мен формуланы $S=2\pi r^2$ деп есептеймін:

$$S_1 = 2\pi \cdot 2^2 = 25,13 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = 2\pi \cdot 2,2^2 = 30,41 \text{ м}^2,$$

$$S_3 = 2\pi \cdot 4,5^2 = 127,23 \text{ м}^2.$$

Содан кейін $\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot x_i \cdot \Phi_i}{S_i}$ формуласын қолданып:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\Delta_i \cdot x_i \cdot \Phi_i}{S_i} = \frac{3,98 \cdot 10^5}{25,13} + \frac{3,98 \cdot 10^5}{30,41} + \frac{3,98 \cdot 10^5}{127,23} = 32062,26.$$

Келесі формула бойынша есептеледі: $V_{63} = V_{1000} \mu_{63}$ μ коэффициентінің мәні 1.2-кестеден табылды,

мұнда $V < 200 \text{ м}^3$ және жиілігі 63 Гц, $\mu = 0,8$;

Сонда:

$$V_{63} = 11,88 \cdot 0,8 = 9,504.$$

Бұдан әрі біз мыналарды қарастырамыз:

$$\frac{4\psi}{V} \sum_{i=1}^3 \Delta_i = \frac{4 \cdot 1,1}{9,504} \cdot 3 \cdot 3,98 \cdot 10^5 = 5,52 \cdot 10^5.$$

Содан кейін мәндерді қосыңыз:

$$\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot x_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{V} \sum_{i=1}^3 \Delta_i = 32062,26 + 5,52 \cdot 10^5 = 584062,26.$$

Енді таба аламыз:

$$L_{ож} = 10 \cdot \lg(584062,26) = 57,66 \text{ дБ}.$$

Осыдан кейін, 1.4-кестеге сәйкес, 63 Гц жиілігін таңдаймыз $L_{\text{доп}} = 99$ дБ.
Қорытынды есепте біз бұл мәнді анықтаймыз:

$$\Delta L_{\text{ГР}} = L_{\text{общ}} = L_{\text{доп}} = 57,66 = 99 = 41,33.$$

Барлық басқа деректерді есептеу нәтижелері 5.4-кестеде келтірілген.

5.4 кесте - есептеу нәтижелері

№	Мәні	Өлшем бірлігі	Октавалық жиіліктің орташа геометриялық жиілігі, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L_{pi}	дБ	56	56	58	58	60	61	60	59
2	$\Delta_1=10^{(0,1 \cdot L_{pi})}$	-	398107,2	398107,2	630957,3	630957,3	1000000	1258925	1000000	794328,2
3	$S1=2 \cdot \pi \cdot r1^2$	м ²	25,12	25,12	25,12	25,12	25,12	25,12	25,12	25,12
4	$S2=2 \cdot \pi \cdot r2^2$	м ²	30,3952	30,3952	30,3952	30,3952	30,3952	30,3952	30,3952	30,3952
5	$S3=2 \cdot \pi \cdot r3^2$	м ²	127,17	127,17	127,17	127,17	127,17	127,17	127,17	127,17
6	$\Delta1/S1$		31696,43	31696,43	50235,46	50235,46	79617,83	100232,9	79617,83	63242,69
7	$\Delta1/S2$		13097,7	13097,7	20758,45	20758,45	32899,93	41418,56	32899,93	26133,34
8	$\Delta1/S3$		3130,512	3130,512	4961,527	4961,527	7863,49	9899,547	7863,49	6246,192
9	Сомасы 6,7,8		47924,64	47924,64	75955,44	75955,44	120391,3	-	120391,3	95622,23
10	$V1000(V=3200\text{м}^3)$	-	-	-	-	-	11,88	-	-	-
11	μ	-	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,50
12	$B = B_{1000} \cdot \mu$	-	9,504	8,91	8,316	9,504	11,88	16,632	21,384	29,7
13	$4 \cdot \psi / Bi$		0,462963	0,493827	0,529101	0,462963	0,37037	0,2405	0,187056	0,13468
14	$\sum_{i=1}^3 \Delta_i = 3 \cdot \Delta_i$		1194322	1194322	1892872	1892872	3000000	3776776	3000000	2382985
15	Сомасы 13 және 14		552926,6	589788,4	1001520	876329,6	1111111	908315,6	561167,2	320940,7
16	Сомасы 9 және 15		600851,3	637713	1077475	952285,1	1231492	1059867	681548,5	416562,9
17	$L_{ож}$	дБ	57,78767	58,04625	30,32407	5978767	60,90432	60,25251	58,33497	56,19681
18	$L_{доп}$	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
19	$\Delta L_{TP} = L_{общ} = L_{доп}$	дБ	-41,2123	-33,9537	-25,6759	-23,2123	-19,0957	-17,7475	-17,665	-17,8032

Есептеулер нәтижелері бойынша шу деңгейі нақты мәннен төмен. Электр қозғалтқыштардағы шу талаптарға сәйкес келеді.

Қорытынды

Дипломдық жобада ұсынылып отырған көпірлі крандар мен электр құрал-жабдықтар электр жетегінің жүйесін қанағаттандырады. Кранның қолданылуы қарапайым, қауіпсіз қызмет көрсетеді, жоғарғы өнімділікті қамтамасыз етеді, үздіксіз жұмыс жасайды, жүйе сенімді және тез әрекетті жұмыс жасайды.

Жұмыс режимі және автоматтандырылған жүйедегі электр жетегінің кез-келген жұмыс режимінде, электрлік тежеу кезінде жүзеге асырылады, содан кейін механикалық тежегіші тозуын ұзақ қамтамасыз етеді.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Ключев В.И., Терехов В.М., «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов» Москва, «Энергия» 1971г.
2. Воронов А.А. «Теория автоматического управления» Москва, «Высшая школа» 1977г.
3. Зимин Е.Н., Яковлев В.Н., «Автоматическое управление электроприводами» Москва, «Высшая школа» 1979г.
4. Зимин Е.Н., Коцевич В.П., «Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями» Москва, 1981г.
5. Долин П.А. «Основы техники безопасности в электроустановках» Москва, «Энергоатомиздат» 1984г.
6. Долин П.А., «Справочник по технике безопасности» Москва, «Энергоатомиздат» 1984г.
7. Кноринг Г.М. «Справочная книга для расчета искусственного освещения» Москва, «Энергоатомиздат» 1989г.
8. Булогчин В.И. «Охрана труда в строительстве» Москва, МИСИ 1986г.
9. Соколов М.М. «Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов» Москва, «Энергия» 1964г.
10. «Справочник по кранам» под редакцией Гохберга. Москва, «Высшая школа» 1989г.
11. Бычков В.П. «Электропривод и автоматизация металлургического производстве» Москва, «Высшая школа» 1977г.