

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 2018 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Валдену - жоңғары станокшыны автомат-
тандырыңыз деп электр желісі

мамандығы бойынша

Орындаған Шаңжарбаев Досжан Абдулұлы ЭАТК-14-1
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші д.т.н. проф. Мустафин М. А.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
М. А. «31» мамыр 2018 ж.
(колы)

Пікір жазушы: т.ғ.к., доцент Әсембаев Г. К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Г. К. «31» мамыр 2018 ж.
(колы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

к.ғ.н. профессор Шакупов А. А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
А. А. «29» мамыр 2018 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

доктор р.д., аға оқытушы Бегимбетова А. С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
А. С. «24» мамыр 2018 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы: д.т.н.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
М. А. «31» мамыр 2018 ж.
(колы)

Алматы 2018 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Шау жарбаев Досхан Абдусулман
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Көлденең-жоңғыш станогының автоматтандырылған электр жетегі

ректордың «23» қазан 2017 №155 бұйрығы бойынша бекітілген.

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

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

Тік және кері жүріс жылдамдығы - $v_{обр} = 2 v_{пр}$
Өңделетін детальдің және ұстаудың салмағы - $(G_{дет} + G_{уст}) = 6000$
Үстел жүрісінің ұзындығы - $L = 3 м$
Басынды инерция моменті - $J_z = 6 J_d$
Толық жүктемесі кезіндегі беріліс ТЭЖ - $\eta = 0,7$
Үстелдің бағыттаушыға қиылыс коэффициенті - $\mu = 0,06$

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

Көлденең - жоңғыш станоктың міндеті мен құрылымы және технологиялық процесстің қысқаша сипаттамасы. Көлденең - жоңғыш станоктарын қалың қозғалтумен таңдау түрлендіргіш типін таңдау, оның есепі және принциптік сұлбасы. Автоматты басқару жүйесін әзірлеу.

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Станоктың міндеті мен кешеметикасы	25.10.2017	✓
2.	Қозғалтқышы пен түрлендіргішінің таңдауы	5.11.2017	✓
3.	Автоматты басқару жүйесін әзірлеу	17.01.2018	✓
4.	Электр жетектер және автоматты басқару құралдары	7.02.2018	✓
5.	Экономиканың бөлімі	21.05.2018	✓
6.	Өмір тіршілік қарқындылығы	21.05.2018	✓

Тапсырманың берілген уақыты « 15 » 21 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі


(КОЛЫ)

М. Ф. К. Досым Кашева К.И.
(АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Жұмыс жетекшісі


(КОЛЫ)

Г. М. Н. проф. Мұстафин М. А.
(АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент


(КОЛЫ)

Т. М. М. Д. А.
(АТЫ-ЖӨНІ)

Аңдатпа

Дипломдық жоба "Көлденең-жоңғыш станогының автоматтандырылған электржетегі" тақырыбында жасалған. Оған келесі бөлімдер кіреді арнайы бөлім, өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі, экономикалық бөлім.

Арнайы бөлімде автоматтандырылған электржетегінің элементтері есептелген, қозғалтқышпен тиристорлық түрлендіргішті таңдау және оның есебі жүргізілген. Статистикалық және динамикалық сипаттамалар түзілген.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде шудың акустикалық есебі беріледі. Нольдеу жүйесінің есебі жүргізілген. Экономикалық бөлімде көлденең-жоңғыш станогының капиталды шығындары мен жөндеу жұмыстары шығындарының есебі берілген.

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему "Автоматизированный электропривод продольно - строгального станка".

В него входят следующие разделы: основная часть, безопасность жизнедеятельности, экономическая часть.

В основной части производится расчет элементов автоматизированного электропривода, расчет и выбор двигателя и тиристорного преобразователя. Построение статических и динамических характеристик.

В разделе безопасность жизнедеятельности производится акустический расчет шума. Производится расчет системы зануления.

В экономической части производится расчет об капитальных расходах и ремонте продольно-строгального станка.

Annotation

The diploma project is executed on a theme "Automated electric drive of planing machine". It includes the following sections: the main part, life safety, economic part.

In a main part, the calculation of the elements of the automated electric drive, calculation and selection of the motor and thyristor converter are performed. Construction of static and dynamic characteristics.

In the section on life safety, acoustic noise calculation is performed. The system of zeroing is calculated.

In the economic part, a calculation is made of capital expenditures and the repair of a planing machine.

МАЗМҰНЫ

Тапсырма	2
Кіріспе	10
1. Станоктың құрылғысы және кинематикасы. Технологиялық процестің қысқаша сипаттамасы	11
1.1 Көлденең-жоңғыш станоктары жайлы жалпы мәліметтер	11
1.2 Станоктың құрылғысы мен кинематикасы	12
1.3 Технологиялық процесстің қысқаша сипаттамасы	15
1.4 Электржетекке қойылатын талаптардың тұжырымдамалары	18
2. Көлденең-жоңғыш станоктары үшін қозғалтқышты таңдау	20
2.1 Таңдау үшін бастапқы мәліметтер	20
2.2 Қозғалтқыштың қуатын есептеу және алдын алау таңдау	21
2.3 Редуктордың тезәрекеттігі бойынша оңтайлы беріліс қатынасының есебі	22
2.4 Жүктеме диаграммасының есебі және таңдалған қозғалтқышты тексеру	24
3. Түрлендіргіш типін таңдау, оның есебі және принциптік сұлбасы	34
3.1 Түрлендіргіштің типін таңдау және оның есебі	34
3.2 Күштік трансформаторды таңдау	35
4. Тұйықталған автоматты басқару жүйесінің функционалды схемасы және түрлендіргіштің статикалық сипаттамаларының есебі	40
4.1 Автоматты басқару жүйесінің функционалды схемасын әзірлеу	40
4.2 Түрлендіргіштің статикалық сипаттамаларын құру	43
4.3 Схема элементтерін күшейту коэффициентінің есебі	43
4.4 Жүйенің статикалық электромеханикалық сипаттамаларын тұрғызу	45
4.5 Реттегіштің параметрлері есебі	49

5. Электржетек және автоматтық басқару сұлбасы	54
6. Экономикалық бөлім.	59
6.1 Жаңа жүйені енгізудің тиімділігі	59
6.2 Капиталды шығындар	61
6.3 Жөндеу жұмыстарының шығыны	62
6.4 Жылдық экономикалық нәтиже	65
7. Өміртіршілік қауіпсіздігі	66
7.1 Жабдықтың электр тогымен жарақаттану дәрежесі бойынша анализі	66
7.2. Нөлдеу есебі	68
7.3. Шудың акустикалық есебі	71
Қорытынды	74
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	75

КІРІСПЕ

Электржетектің теориясы мен тәжірибесінде қазіргі кезеңде ең алдымен жаңа элементтік база және автоматтандырудың техникалық құралдарын құру, көбіне тұрақты және айнымалы тоқ тиристорлы электржетегі түрінде жүзеге асырылатын жаңа, реттелетін электржетекті пайдалану аймақтарын және көлемін кеңейту салаларында айтарлықтай өзгерістер орын алуда. Сонымен қоса электржетекті автоматты басқару жүйелерін дамытуда сапалы өзгерістер орын алды. Бұл жүйелер көбіне тәуелді реттелу принциптерін қолданумен, айнымалы тоқ қозғалтқышының электржетегін басқарудың векторлы принциптерін жетілдіру жұмыстарын адаптивті басқаруды тәжірибелік пайдалану аясын кеңейтумен және интегралды микросхемалар базасында аналогты және сандық басқару жүйелерін қолданумен сипатталады. Әртүрлі деңгейдегі басқарушы есептеу машиналары көбінен қолданылып келеді, электржетектерді тікелей сандық басқару бойынша жұмыстар дамуда. Сонымен қоса жұмыс көлемі өсіп келеді, ал бұл машиналардың өнімділігін олардың қуаты мен өнімді өңдеу жылдамдығын арттыру есебінен жоғарылату талаптарын қояды. Халық шаруашылығының барлық салаларын автоматтандыру және электрификациялау жұмысшылардың еңбегін жеңілдетуге, ой және дене еңбегі арасындағы айтарлықтай айрмашылықтарды жоюға және адамдардың материалдық жағдайын алдыңғы уақытта жақсартуға алып келеді. Заманауи электржетектер еңбектің күшпен электржабдықталуының деңгейін анықтайды және барлық басқа жетек түрлерімен салыстырғандағы артықшылықтары арқасында жұмысшы машиналар мен өндіріс процесстерінің басты және негізгі құралы болып табылады. Электрификация мен автоматизацияның өсуі еңбек өнімділігінің айтарлықтай өсуіне алып келеді.

1. СТАНОКТЫҢ МІНДЕТІ МЕН ҚҰРЫЛЫСЫ, ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТІҢ ҚЫСҚАША СИПАТТАМАСЫ.

1.1 Көлденең-жоңғыш станоктар жайлы жалпы мәліметтер

Көлденең-жоңғыш станоктары тобына көлденең сүргілеу, көлденең-жоңғыш және қашағыш станоктер кіреді. Сүргілеу станоктерінің сипатты ерекшеліктері кескіштің ілгері-кейінді қозғалысы немесе тіке жүріс кезіндегі сүргілеу режимі бар детальдар және кескіш немесе детальдың әр бір немесе екі жүрісінен кейін үзік көлденең берісті іске асыру. Көлденең сүргілеу станоктерінде кішкене детальдарды сүргілейді. Сонымен қоса станоктер аз сериялы және бірлік өндіріс жағдайларында машина құрастыру зауыттарының механикалық цехтарында және өндірістің әртүрлі салаларының жылжымалы шеберханаларында, құрал-жабдық цехтарында жұмыс істеуге арналған. Көлденең-жоңғыш станоктерінде үлкен детальдарды сүргілеу іске асырылады. Сондай-ақ осындай үстел ұзындығы 1,5-2 м, әртүрлі өлшемді станоктер шығарылады. Столдың ұзындығына қарай $L_{ст}=3-4$ м, тарту күші $F_{тяг}=30-50$ кН кішкентай өлшемді, $L_{ст}=5$ м, $F_{тяг}=50-70$ кН орта өлшемді, және $L_{ст}>5$ м $F_{тяг}>70$ кН ауыр станоктерді айырады.

Өндіріс процессінің ұйымдастыру сипатына сәйкес (дербес және жаппай өндіріс) келесі станоктерді ажыратады:

1) көптеген бұйымдарда әртүрлі операцияларды орындауға арналған әмбебап станоктер;

2) көптеген бұйымдарда кең қолданыс мақсатындағы станоктер;

3) бір өлшем типінің бұйымдарын өңдеуге арналған өңдеу станоктері, арнайыландырылған станоктер. Арнайыландырылған станоктердің тәуелсіз тобына стандартты күш бастиегі мен механикалық түйіндерден тұратын агрегатты станоктерін айырып жатқызады. Салмағы мен өлшемдері бойынша қалыпты (10 т-ға дейін), ірі (10-30 т), ауыр (30-100 т) және бірегей (уникальный) (100 т-дан бастап) агрегаттық станоктер болып бөлінеді.

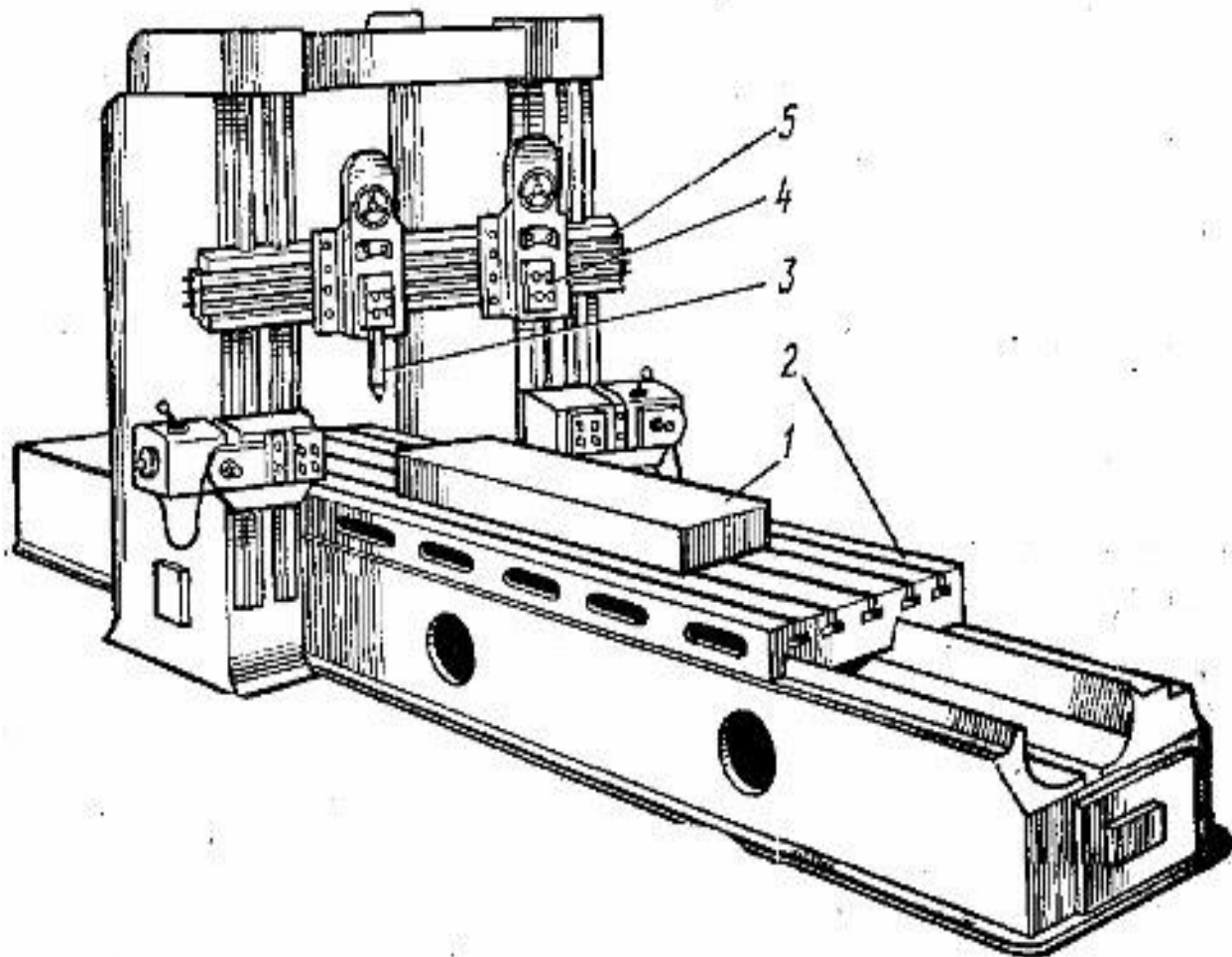
Станоктер өңдеу дәлдігі бойынша:

1) қалыпты дәлдікті

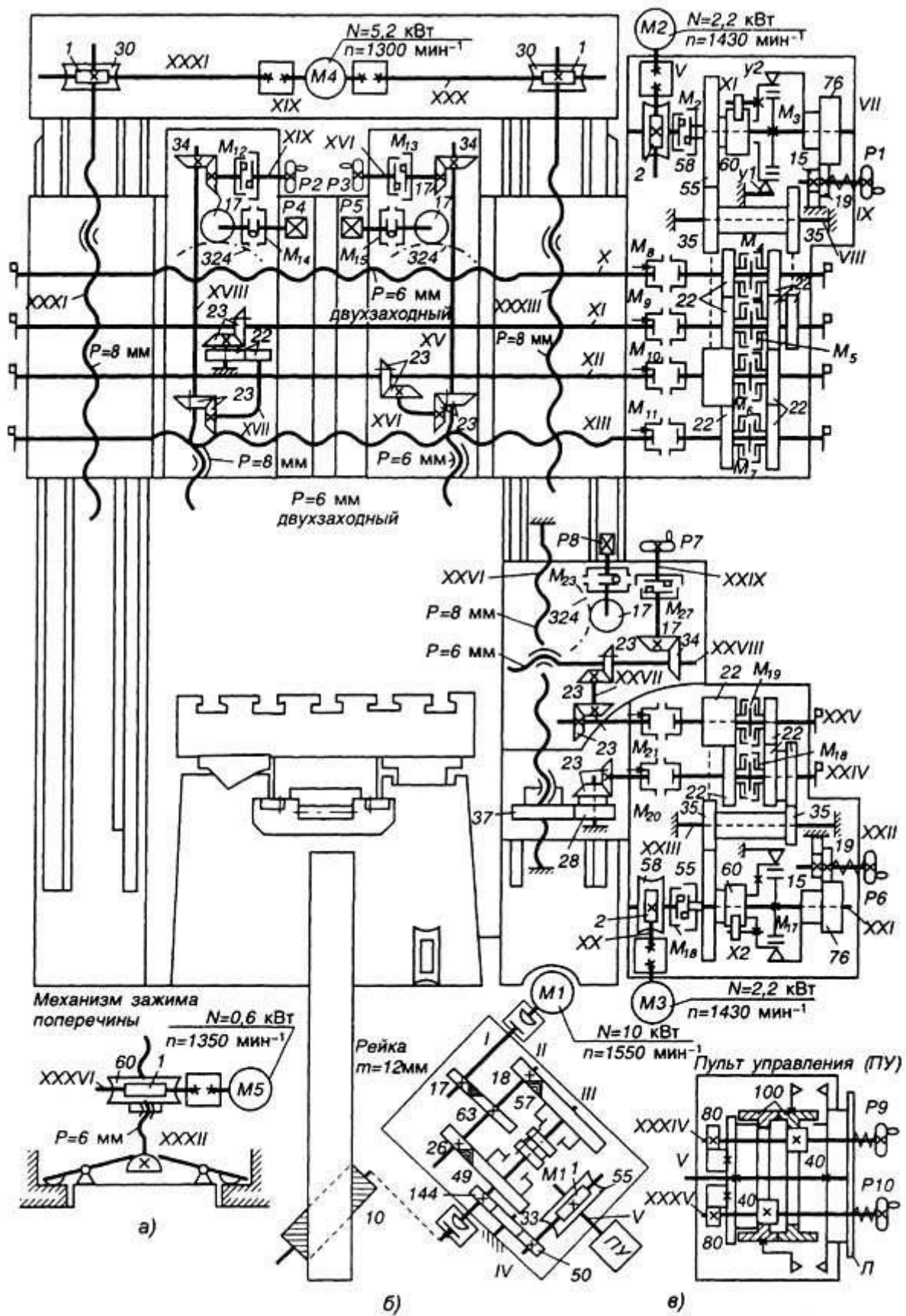
2) жоғары дәлдікті болып бөлінеді.

1.2 Станоктың құрылысы мен кинематикасы

7М108 Көлденең-жоңғыш білдегінің жалпы түрі 1 суретте көрсетілген. Бұл станокте өңделетін бұйым 1 қайтымды ілгерілемелі қозғалысқа түсетін үстелге 2 бекітіледі, ал траверсада орнатылған вертикаль суппортта 4 бекітілген кескіш 3 қозғалыссыз қалады. Сүргілеу процесі тік жұмыс жүрісінде іске асады, ал кейін шегінгенде кескіш көтеріледі. Әрбір кейін шегіну жүрісінде кескіш көлденең бағытта, берілісті қамтамасыз ете отыра, орнын ауыстырады.



1 сурет – Көлденең-жоңғыш станогының жалпы көрінісі



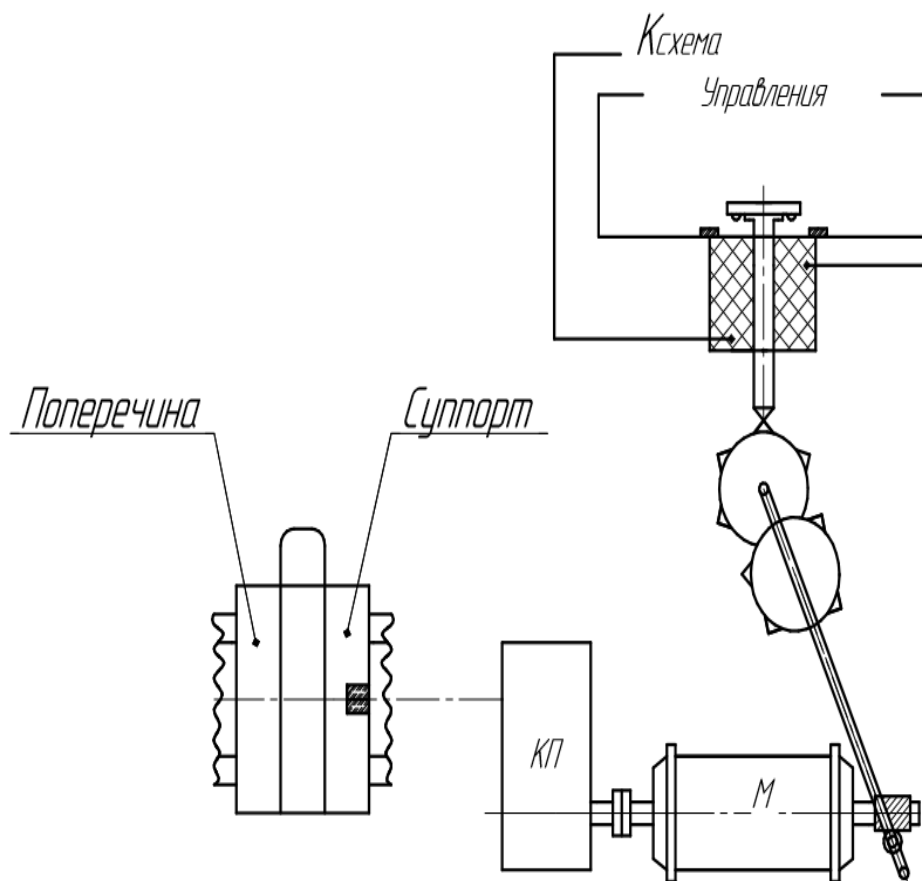
2 сурет – Көлденең-жоңғыш станогының кинематикалық сұлбасы

Кинематика

Көлденең-жоңғыш станогының кинематикалық сұлбасы 2-суретте көрсетілген. Басты қозғалыс тұрақты ток қозғалтқышы есебінен жүзеге асады. Айналмалы қозғалыс қозғалтқыштан 1 және 2 тісті дөңгелектерімен бірсатылы редуктор арқылы 3 тісті дөңгелегіне беріледі. Ол тісті рейка көмегімен үстелдің ілгерілемелі қозғалысын іске асырады. Бүйірлік суппорттардың берісі (подача) М3 және М4 электрқозғалтқыштары есебінен іске асырады. Екі жетек бірдей. М3 қозғалтқышынан айналмалы қозғалыс 5-6 бұрамдықты жұппен (червячная пара) 7-8 және 9-10 тісті дөңгелектері арқылы 12 жүріс винтінің II гайкасына беріледі. Горизонталь орнату орын ауыстырулар 14 гайка мен 13 винтпен қолмен іске асырылады. Траверсада орналасқан көлденең суппорттардың беріс қозғалыстары М2 электрқозғалтқышымен жүзеге асырылады. Одан айналыс 15-16 бұрамдықты 6-жұппен 17-20 горизонталь және вертикаль беріс жүріс винттеріне беріледі. 23 оң жақ суппорттың 24 горизонтал беріс жүріс винтінің оң жақ тілігі бар және 18 шестернямен ЭМ1 муфтасы арқылы қосылады 34 сол жақ суппорттың горизонтал беріс жүріс винтінің гайкасы 35 және сол жақ тілігі бар және 20 шестернямен ЭМ3 муфтасы арқылы қосылады. Суппорттардың вертикаль берісі 28 және 32 гайка көмегімен 29 және 33 жүріс винттарымен 26-27 және 30-31 тісті дөңгелектері арқылы қамтамасыз етіледі және вал М5 электрқозғалтқышы көмегімен білік айналады. Оның айналмалы қозғалысы 40-41 бұрамдықты жұппен, 38-39 тісті дөңгелектерімен және 37-22 гайкаларымен 36 және 21 жүріс винттеріне беріледі. Винттер электрқозғалтқыштың траверсаның реверсті қозғалуы есебінен көтеру және түсіруді жүзеге асырады.

Винттің немесе тісті дөңгелектің бұрыштық жылдамдығын беріліс қорабы арқылы механикалық тәсілмен немесе электрлік тәсілмен қозғалтқыш көмегімен реттеледі. Көлденең-жоңғыш станоктерінде, қажетті берісті қамтамасыз ету үшін автоматты түрде қосылып, артынан айырылатын, асинхронды қозғалтқышты электромеханикалық жетекті қолданады. Бұндай жетектің кинематикалық сұлбасы 3 суретте көрсетілген.

Жетектің механикалық негізі – әртүрлі дөңестіктері бар дисктер. Беріліс қорабындағы белгілі бір механикалық сатысы кезіндегі беріс саны дисктер санымен анықталады. Дисктер саны 7-8 болады. Олар үшсатылы беріліс қорабымен бірге 0,5-50 мм (жеті диск) және 100 мм (сегіз диск) $\phi=1,26$ берісті қамтамасыз етеді. Дисктегі дөңестіктердің саны беріс шамасын қамтамасыз етеді. Дисктердің үстімен РПС электромагнитті релесі, диск дөңестігімен басқанда көтеріліп, асинхронды қозғалтқышты ажырататын реле контакттарын айырып, зәкір орын ауыстырады.



3 сурет – Көлденең-жоңғыш станогының суппорттардың беріліс қозғалыстары электр жетегінің кинематикалық сұлбасы

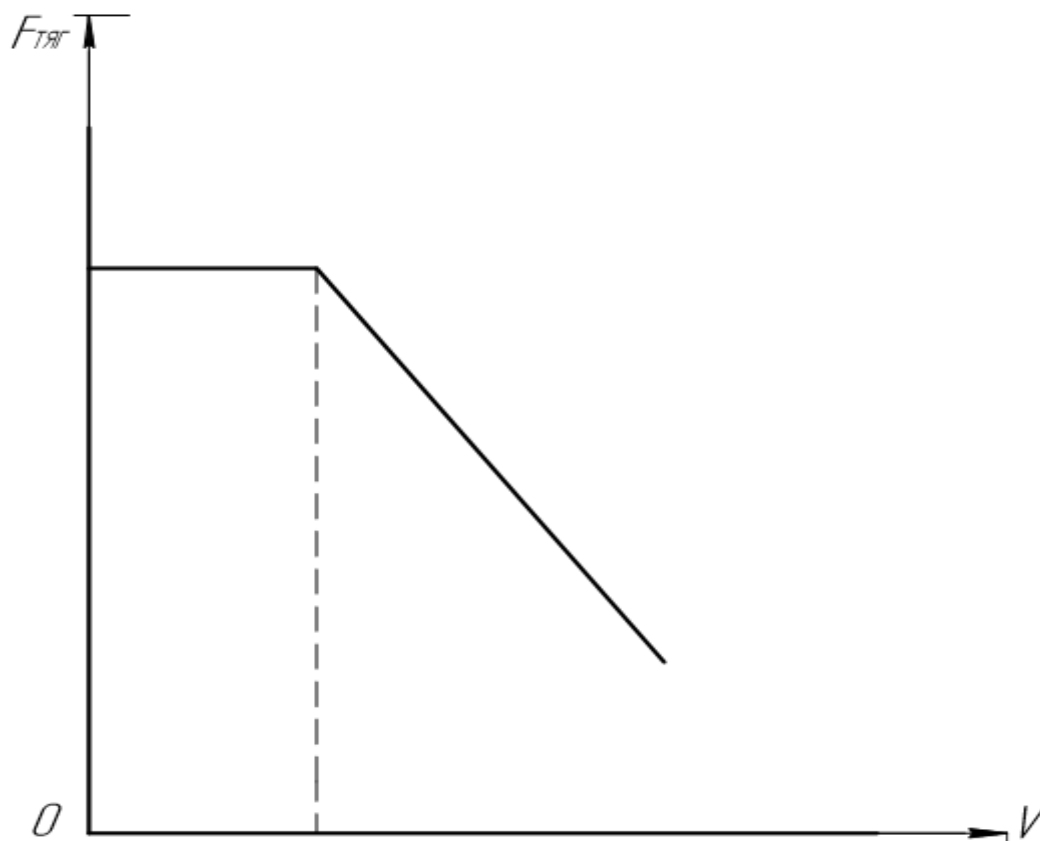
1.3. Технологиялық процесстің қысқаша сипаттамасы

Сүргілеу кезінде жаңқаны алу жұмыс жүрісі кезінде іске асады, кейін бағыттағы жүріс кескіш жұмыс атқармайды. Жұмыс жүрісі кезінде үстелдің бойлық қозғалысы болып кескіштің бір қос жүрістің жұмыс перпендикуляр қосарланған қозғалысы болып табылады. Көлденең-жоңғыш станоктардағы қосымша қозғалыс – іске қосу кезінде кестенің жылдам қозғалысы болып табылады. Кескіш жұмыс істеп тұрған кезінде дайындауға қатысты қозғалыс жылдамдығы – кесу жылдамдығы деп аталады. Кесу тереңдігі - кескіш өнімге бір өтпелі жолмен енеді; ол жойылатын қабаттың қалыңдығын анықтайды. Жоңғылау кезінде берілісі және тереңдігіөңдеу үшін қарастырылады: $S=1-7$ мм/дв.ход, $t=6-30$ мм кең кескішті таза өңдеу үшін $S=10-30$ мм/дв.ход, және $t=0,05-0,3$ мм-ден үлкен; ең үлкен мәні $V_{рез}=75-120$ м/мин.

Көлденең-жоңғыш станоктары осы станоктардың жұмысымен анықталады, олардың әрқайсысы үстелдің тік немесе жұмыс істемесін қамтиды, бұл кезде дайындама өңделіп, кері жүріс орын алады, оның барысында станоктың бос жүрісі орын алады. Жұмыс істемесінің жылдамдығы

өңделетін материалдың деңгейі мен кескіш құралдың қасиеттерін ескеретін ережелерге сәйкес орнатылады. Кері жүрістің жылдамдығы, ереже бойынша, кесу жылдамдығынан асып кетсе, ол машинаның өнімділігіне жетеді.

жеңілдетілген жол графигі L және V жылдамдықтарының бір цикл үшін уақыт функциясы 4 суретте көрсетілген. $T_{пр}$ – тік жүріс.



4 сурет – Көлденең-жоңғыш станогының негізгі жетегінің жүктеме графигі

$t_{обр}$ – кері ток

$t_{р.обр}$ – кері ток кезіндегі екпіндеу

$t_{т.пр}$ және $t_{т.обр}$ – тура және кері жүріс кезіндегі тежелу уақыты

Кесу жылдамдығын электрлік формула арқылы анықтауға болады:

$$V = \frac{CV}{T^M t^{XV} S^{YV}} \quad (1.1)$$

мұнда S – кескіштің орын ауыстыруын болып табылатын беріс

t – кесу тереңдігі, мин

T – кескіш төзімділігі, мин

CV – өңделетін материал мен кескіш материалын сипаттайтын коэффициенттер.

M, XV, YV – өңделетін материал қасиеттеріне тәуелді дәреже көрсеткіштер

(1) формула кескіш жоспарда келесідей түйіндері бар болса беріледі:

басты $\varphi=45^\circ$ қосымша $\varphi=10^\circ$. Бұрыштары бұдан өзгеше кескіштер үшін сәйкесінше түзету коэффициенттері ендіріледі. Бұдан бөлек, (1) формуладан алынған кесу жылдамдығының мәні басқа да кескіш пен бұйым материалы, кескіш геометриясының ерекшеліктері, оның тозуы, дайындама термоөңдеу түрі, салқындату жағдайлары сияқты түзету коэффициенттеріне көбейтіледі. Барлық коэффициенттерінің және дәреже көрсеткіштердің мәндері кесу режимі бойынша анықтамалықтан алынады. Кесудің тереңдігі мен беріс қабылданады:

Басқа жұмыстар үшін: $S=0,1-0,4$ мм/айн, $t=0,1-2$ мм; сыдыру жұмысы үшін: $S=0,4-3$ мм/айн, $t=3-30$ мм. Болат пен шойын үшін өңдеудің CV коэффициенттерінің мәндері қаттыбалқымалы кескіштер үшін 39,5-262 және тез кесетін болат үшін 18,2-53,7 шектерінде жатады. Дәреже көрсеткіштерінің мәндері:

XV=0,15-0,2; YV=0,35-0,8; M=0,1-0,2

Жоңқаны кескішпен алу процессі кезінде, құралдың кескіш жиегіне белгілі бір бұрышпен салынған күш пайда болады. Бұл күшті 3 құраушы ретінде көрсетуге болады:

- 1) F_z – тангенсал күш немесе станоктың шпинделі жеңетін, кесу күші.
- 2) F_y – радиал күш, суппортта қысыммен туылатын күш
- 3) F_x – остық күш, немесе беріс механизмі жеңетін беріс күші

$$F_{z(y,x)}=9.81C_f t^{xt} S_{yx} V^n \quad (1.2)$$

мұнда C_f – кескіштің өңделетін материалы және өңдеу түрін сипаттайтын, коэффициент

Коэффициент мәндері мен дәреже көрсеткіштері анықтама бойынша табылады. Кескіш көмегімен суппорттың беріс бағытында орын ауыстыруына қажетті F қосынды күш, формула бойынша анықталады

$$F_n=F_x+\mu(F_z+F_y) \quad (1.3)$$

мұнда μ - бағыттаушы суппорттардағы үйкеліс коэффициенттері.

Кесудің жылдамдығы мен күшін біле отыра кесу қуатын табуға болады.

$$P = \frac{F_z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (1.4)$$

Машиналық уақыт (мин / бір қос жүріс)

$$T = \frac{B+B_0}{i \cdot S} \quad (1.5)$$

мұнда B – жону ені, мм

B_0 – кескіштің бұйымға кіру және шығу кезіндегі беріс жолы

i – бір минут ішіндегі қос кірістер саны

S – үстелдің бір қос жүрісіне сәйкес беріс (мм)

1.4 ЭЖ-ке қойылатын талаптар

Көлденең-жоңғыш станоктарында басты электржетек, көлденеңінен беру жетегі және қосымша электржетек бар. Көлденең-жоңғыш станоктарының бас ЭЖ үстелдің детальмен бірге ілгері-кейінді қозғалысын қамтамасыз етеді. Электржетекті реверсивті қылып орындайды. Стол ілгері жылжығанда, бас қозғалтқыш кесу режиміне сәйкес жүктеме артылған, ал кейін жылжығанда қозғалтқыш үстелдің детальсіз орын ауыстыруына жүктелген. Электржетек кесу жылдамдығын қатты материалды алғашқы жону кезінде $V_{\min}=4-6$ м/мин, таза жону кезінде $V_{\max}=75-120$ м/мин арасында, момент тұрақты, тарту күші өзгеріссіз болған кезде $V_{\text{гр}}=20,25$ м/мин, қуат тұрақты, тарту күші азайған кезде $V_{\text{гр}}$ -ден үлкен жылдамдықтарда яғни (12,55-25):1 кесу жылдамдығын бірқалыпты реттеуді іске асырады. Тұрақталған режимдерде электржетек реттеудің жылдамдығы өзгерісі 5%-дан аспайтын барлық диапазонында жүктеменің бос жүрістен номинал режимге дейін өзгеруі кезінде қатты механикалық сипаттамаларды қамтамасыз етеді. ВВП іске қосуды және қозғалтқыштың реверсивті қозғалысын редуктор берілісінде суппортың берісін іске асыру мен бастарының көтерілуіне қажетті уақытты есепке алғанда барынша жылдамәреткеттілігімен және рұқсат етілетін динамикалық жүктемелермен жұмыс істеуін іске асырады. Көлденең-жоңғыш станоктарының суппортының берісі периодты түрде үстелдің әрбір қос жүрісі кезінде, әдетте, кейінді қозғалыстан тура қозғалысқа реверсивтеу кезінде іске асырылады және кесу басталғанға дейін аяқталуы керек. Беріс жетегі берістердің реттеу диапазонын (100-200):1 беріс шамаларының паспорттық шамасынан ± 10 (ф-1)% артпайтындай ауытқуға дейін реттейді. Беріс құрылғысы сағатына 1000 қосылуға дейін жиілікпен жұмыс істей алады және беріс шамаларын басқаруды суппорттың орынауыстыруының тура да кейін де бағытында да бірдей дәлдікпен бері шамаларын басқара алады. Беріс жүйесі, суппорттың жолы жетек берісін тоқтатуға бұйрық берілгеннен кейінгі жолды есептейтін орны толтырылған болып табылады жүйе болып табылады. Берісті басқару қашықтықтан әске асады беріс шамасын реттеу оңай әрі тез. Траверсалар мен

суппорттардың жылдам орынауыстыруын және кейінгі жолда кескіштрді көтруді қамтамасыз ететін қосымша электржетектер сәйкесінше ОД және электромагниттерден іске асады. Көлденең-жоңғыш станоктарын автоматты басқару схемасы станоктың талап етілетін технологиялық режимдері үшін барлық жетектерді басқаруды қамтамасыз етеді. Онда автоматы және реттелетін жұмыс режимдері қарастырылған. Сұлбада электржетектердің және станок механизмдерінің қорғанысы, технологиялық құлыптанулар, оның ішінде тура және кері бағытта үстелің жүрісін шектеуді құлыптау бар.

2. КӨЛДЕНЕҢ-ЖОҢҒЫШ СТАНОКТАРЫ ҮШІН ҚОЗҒАЛТҚЫШ ТАҢДАУ

2.1 Қозғалтқыш таңдауға қажетті бастапқы мәліметтер

Қозғалтқыш таңдауға қажетті бастапқы мәліметтер:

1) F кесу күшінің кесу жылдамдығына, беріс, кесу тереңдігіне тәуелдігі:

$$F_{z(y,x)}=9,81C_f t^{XFZ} S^{YFZ} V^{nFX} \quad (2.1)$$

Қабылдаймыз: $C_f=78$; $X_{FZ}=1$; $Y_{FZ}=0,75$ $n=0$; $S=2\text{мм/айн}$; $t=3\text{ мм}$.

2) Кері жүріс жылдамдығы V

$$V_{\text{обр}}=2V_{\text{пр}}$$

3) ($G_{\text{уст}}+G_{\text{ст}}$) – өңделетін детальдың және үстелдің салмағы

$$G_{\text{уст}}+G_{\text{ст}} = 6000\text{Н}$$

4) μ - үстелдің бағыттаушыға үйкелу коэффициенті

$$\mu= 0,06$$

5) $L=3\text{ м}$ – үстел жүрісінің ұзындығы

6) η – толық жүктеме кезіндегі беріліс ПӘК

$$\eta=0,7$$

7) J_{Σ} – орын ауыстыратын бөлшектердің қосынды инерция моменті

$$J_{\Sigma}=6 J_{\text{дв}}$$

8) ТП-Д (тұрақты ток қозғалтқышы) электржетек жүйесі

2.2 Қозғалтқыштың қуатын есептеу және таңдау.

1) Кесу күшін анықтаймыз

$$F=9,81C_f t^{XFZ} S^{YFZ} V^{NFX}=9,81 \cdot 78 \cdot 3 \cdot 2^{0,75} \cdot 1=3856\text{Н}$$

2) Кесу жылдамдығын анықтаймыз

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{рез}} = \frac{C_v}{T M_t^{XV} S^{YV}} = \frac{160}{60^{0,1} 1,5^{0,15} 2^{0,35}} = 68,4 \text{ м/мин}$$

3) Тарту күшін анықтаймыз

$$F=F_Z+(G_{\text{уст}}+ G_{\text{ст}}+ F_y)\mu=3856+(6000+0,25+3856)0,05=4204 \text{ Н}$$

мұндағы $F_y=0,25F_Z$

4) Тура жүріс кезіндегі қуат

$$P = \frac{F_T V_{\text{пр}}}{60 \cdot 10^3 \cdot r_{\text{пер}}} = \frac{4240 \cdot 68,4}{60 \cdot 10^3 \cdot 0,7} = 6,8 \text{ кВт}$$

5) Кері жүріс жылдамдығын ескергендегі есеп қуаты

$$P_{\text{рас}} = P_{\text{д.пр}} = \frac{V_{\text{ОБР}}}{V_{\text{пр}}} = 6,8 \cdot 2 = 13,6 \text{ кВт}$$

6) Қозғалтқыштың айналдыру жылдамдығы

$$\omega_{\text{дв}} = 78,54 \text{ рад/с немесе } n_{\text{дв}} = 750 \text{ айн/мин}$$

7) Редуктордың беріліс қатынасын анықтаймыз

$$P = \frac{\omega_{\text{козф}}}{V_{\text{пр}}} = 78,54 / 68,4 \approx 1,12 \left(\frac{\text{МИН}}{\text{С}} \right).$$

Есеп қуаты бойынша $\omega_{\text{дв}} = \omega_{\text{н}}$ қойып біздің мәліметке барынша жақын қозғалтқыш таңдаймыз.

Келесі мәліметтермен тұрақты ток типті 2ПФ-200 қозғалтқышын таңдаймыз:

$$P=15\text{кВт}$$

$$U=220\text{В}$$

$$N=750 \text{ об/мин}$$

$$P_{\text{возб}}=870 \text{ Вт}$$

$$\eta=78,5\%$$

$$J_p=0,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

$$\begin{aligned}
I_H &= 78,5 \text{ А} \\
M_H &= 191 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
N_{\max} &= 2500 \text{ об/мин} \\
I &= 392 \text{ А}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{\max} &= 3180 \text{ рад/с} \\
G_{\text{салм}} &= 358 \text{ кг} \\
2p &= 4
\end{aligned}$$

2.3 Редуктордың тезәрекеттік бойынша оңтайлы беріліс қатынасын есептеу.

Жиі реверстермен жұмыс істейтін жетектер үшін оңтайлы беріліс қатынасын анықтау мәселесі маңызды мәселе. Іске қосу және реверс кезінде барынша тезәрекеттілік қажет болғанда бұл мәселе өзекті болады. Бойлық жону білдегі үшін тезәрекеттілік өнімділікпен анықталады. Оңтайлы беріліс тезәрекеттілігі (i) келесі қатынастардан анықталады.

1) Үстелдің рейкасымен байланысқан шестерняның білігіне қатысты бас жетектің қозғалыс теңдеуі келесі түрде болады:

$$M \cdot i - M_{\text{схх}}(J_P i^2 - J_m) \frac{d\omega_m}{dt} \quad (2.3.1)$$

Теңдеуден шығады:

$$\frac{d\omega_M}{dt} = \frac{M \cdot i - M_C}{J_P \cdot i^2 - J_m} \quad (2.3.2)$$

мұндағы M – қозғалтқыштың іске қосылған кездегі моменті
 i – ізделініп отырған беріліс қатынасы,
 $M_{\text{схх}}$ – станоктың бос жүрісіне байланысты кедергі моменті.
 J_P, J_m – сәйкесінше қозғалтқыш зәкірінің инерция моменті және қозғалтқыштың білігіне әкелінген механизмнің барлық қозғалатын элементтерінің инерция моменттері.

$$\frac{d\omega_m}{dt} - \text{біліктің үдеуі} \quad (2.3.3)$$

2) i бойынша дифференциалдап туындысын үдеуі максимал мәні болатындай нөлге теңестіріп, $i = i_{\text{опт}}$ табамыз

$$i_{\text{опт}} = \frac{M_{\text{схх}}}{M_{\text{ср}}} + \sqrt{\frac{M_{\text{схх}}}{M_{\text{ср}}} + \frac{J_m}{J_P}} \quad (2.3.4)$$

мұндағы $M_{\text{ср}}$ – қозғалтқыштың іске қосылғанда өндіретін қуаты
 $i_{\text{опт}}$ табу үшін $M_{\text{ср}}, M_{\text{схх}}$ мәндерін табамыз

мұндағы

$$C = \frac{U - I_H \cdot r_{дв}}{\omega_H} = \frac{220 - 78,5 \cdot 0,34}{78,54} = 2,46 \text{ (BC/рад)}$$

$$r_{дв} = 0,4(1 - \eta_{пер}) \frac{U_H}{I_H} = 0,4(1 - 0,7) \frac{220}{78,5} = 0,34 \text{ Ом}$$

3) Екпіндеу $M = \text{const}$ $M_{доп} = 2 \cdot M_H = 2$ деп болжайық.

4) Станоктың бос жүрісіне байланысты кедергі моменті тура бос жүріс кезіндегі қозғалтқыштың жүктеме моменті қозғалтқыштың бос жүріс жүктеме моменттерінің қосындысынан тұрады.

$$M_{с.хх} = M_0 + M_{хх.ст} = 2,11 + 28,6 = 30,76 \text{ Нм}$$

мұнда M_0 – қозғалтқыштың бос жүріс моменті

$$M_0 = C I_H \cdot \frac{10^3 P_H}{\omega_H} = 2,46 \cdot 78,5 = \frac{10^3 \cdot 15}{78,54} = 2,11 \text{ Нм}$$

5) Қабылдаймыз:

$$M_{хх.ст} = 0,15 M_H = 0,15 \cdot 191 = 28,6 \text{ Нм}$$

мұндағы

$$M_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\omega_H} = \frac{15 \cdot 10^3}{78,54} = 191 \text{ Нм}$$

6) $i_{опт}$ үшін формулаға ескерілген мәндер ауыстырылады:

$$i_{опт} = \frac{30,76}{373,66} \sqrt{\left(\frac{38,6}{373,66}\right)^2 + \frac{6J_p}{J_p}} = \frac{28,6}{373,66} \sqrt{\left(\frac{28,6}{373,66}\right)^2 + 6} = 0,2$$

Ауыстыру кезіндегі қарым-қатынаста $i_{опт} < 1$ шешім шығаруға болады. Максималды типтің разгонын алу үшін редуктор керек емес.

2.4 Диаграмманы есептеу және таңдалған қозғалтқышты тексеру

1) Толық жүктеме негізінде тікелей шығындар

$$\Delta P_{\text{НАГР}} = P_{\text{УПР}}(1 - \eta_{\text{ПЕР}}) = 6,8(1 - 0,7) = 20,4 \text{ кВт}$$

2) Бос емес тікелей қозғалыстағы беру шығыны

$$\Delta P_{\text{Х.ПР}} \approx 0,6 \Delta P_{\text{НАГР}} = 0,6 \cdot 20,4 = 1,224 \text{ кВт}$$

3) Бос емес тікелей қозғалыстағы қозғалтқыш білігінің қуаты

$$P_{\text{У.Х.ПР}} = \Delta P_{\text{Х.ПР}} + \Delta P_{\text{НАГР}} \quad (2.4.1)$$

мұнда

$$\Delta P_{\text{НАГР}} = \frac{(G_{\text{УСТ}} + G_{\text{СТ}}) \mu \cdot V_{\text{ПР}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{6000 \cdot 0,6 \cdot 68,4}{60 \cdot 10^3} = 0,4 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{У.Х.ПР}} = 1,224 + 0,4 = 1,624 \text{ кВт}$$

4) Қозғалтқыштың тікелей қозғалыстағы айналу жылдамдығы

$$\omega_{\text{ПР}} = V_{\text{ПР}} \cdot \rho = 68,4 \cdot 1,12 = 76,6 \text{ рад/с}$$

5) Қозғалтқыштың электромагниттік моменті тікелей қозғалыста және толық жүктемемен

$$M_{\text{Э.ПР}} = \frac{10^3 \cdot P_{\text{Д.ПР}}}{\omega_{\text{ПР}}} = 2,11 + \frac{10^3 \cdot 6,8}{76,6} = 90,88 \text{ Нм}$$

6) Түрлендіргіштің тікелей үстелдік қозғалысы бар ЭҚК

$$E_{\text{ПРЕОБ.ПР}} = c \cdot \omega_{\text{ПР}} + \frac{M_{\text{Э.ПР}} \cdot r_{\text{ЭКВ}}}{c^2} = 2,46 \cdot 76,6 + \frac{90,88 \cdot 0,425}{(2,46)^2} = 194,82 \text{ В}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = r_{\text{ДВ}} + r_{\text{ПР}} = 0,34 + 0,25 \cdot 0,34 = 0,425 \text{ Ом};$$

$r_{\text{ПР}}$ – түрлендіргіш кедергісі.

7) Үстелдің кері қозғалысындағы қозғалтқыш білігінің күші

$$P_{\text{Д.ОБР}} = P_{\text{Д.Х.ПР}} \cdot \frac{V_{\text{ОБР}}}{V_{\text{ПР}}} = 1,624 \cdot \frac{2V_{\text{ПР}}}{V_{\text{ПР}}} = 3,248 \text{ кВт}$$

8) Кері жүрістегі қозғалтқыштың электромагниттік моменті

$$M_{\text{Э.ОБР}} = M_0 + \frac{10^3 \cdot P_{\text{Д.ОБР}}}{\omega_{\text{ОБР}}} = 2,11 + \frac{10^3 \cdot 3,248}{2 \cdot 76,6} = 23,31 \text{ Нм}$$

$$\text{мұндағы } \omega_{\text{обр}} = 2\omega_{\text{пр}} = 2 \cdot 76,6 = 153,2 \text{ рад/с}$$

$\omega_{\text{обр}} > \omega_{\text{н}} = 78,54 \text{ рад/с}$ болғандықтан кері ток кезінде магнит ағынын $\omega_{\text{обр}}$ - мен анықталатын мәнге дейін әлсірету керек.

9) Алынған M және M қозғалтқыш моменттеріне қозғалтқыштың якорь тізбегінің оған сәйкес пропорционал нүктелері жауап береді.

$$I_{\text{эпр}} = \frac{M_{\text{эпр}}}{k\Phi_{\text{н}}} = \frac{90,88}{2,46} = 36,94 \text{ А}$$

$$I_{\text{э.обр}} = \frac{M_{\text{э.обр}}}{k\Phi_{\text{осл}}} \quad (2.4.2)$$

мұндағы $c=k\Phi_{\text{н}}$

$k\Phi_{\text{н}}$ -ді анықтау үшін тәуелсіз қозатын тұрақты ток қозғалтқышы үшін әлсіретілген ағын кезінде механикалық сипаттамалар теңдеуін пайдаланамыз.

$$U_{\text{н}} = k\Phi_{\text{осл}}\omega_{\text{обр}} + I_{\text{обр}} \cdot r_{\text{дв}} \quad (2.4.3)$$

Соңғы қосындыны $k\Phi_{\text{осл}}$ -ға көбейтіп бөлеміз

$$U_{\text{н}} = k\Phi_{\text{осл}}\omega_{\text{обр}} + I_{\text{э.обр}} \cdot k\Phi_{\text{осл}} \frac{r_{\text{дв}}}{k\Phi_{\text{осл}}} \quad (2.4.4)$$

Теңдеулерді $k\Phi_{\text{осл}}$ ға қатысты шешеміз:

$$U_{\text{н}} = k\Phi_{\text{осл}} = (k\Phi_{\text{осл}})^2 \omega_{\text{обр}} + M_{\text{э.обр}} \quad (2.4.5)$$

$$(k\Phi_{\text{осл}})^2 \omega_{\text{обр}} - U_{\text{н}} k\Phi_{\text{осл}} - M_{\text{э.обр}} = 0 \quad (2.4.6)$$

Мәндерді ауыстырып шешуге болады:

$$153,2 \cdot (k\Phi_{\text{осл}})^2 - 220k\Phi_{\text{осл}} - 23,31 = 0$$

$$k_{\text{Фосл}} = \frac{220 \pm \sqrt{220^2 + 4 \cdot 153,2 \cdot 23,31}}{2 \cdot 153,2} = 1,54 \text{ Вс/рад}$$

Физикалық мәні маңызды емес

Онда

$$I_{\text{ЭОБР}} = \frac{M_{\text{ЭОБР}}}{1,54} = \frac{23,31}{1,54} = 15,18 \text{ А}$$

Кесу жылдамдығы $V_{\text{пр}} = 68,4 \text{ м/мм} > 12-15 \text{ м/мм}$ асып кеткендіктен, тура қозғалыс кезіндегі жылдамдығы 2 кезеңде өндіріледі. Алдымен 12-15 мм жылдамдыққа дейін кесу және өңдеу процесі басталады. Бұл бөлім тохограмдағы интервал бөліміне сәйкес келеді. t_1 уақыты кезіндегі жетектің екпіндеуі сонымен қоса төмендетілген жылдамдықтағы оның жұмысы (t_2 уақыт интервалы t_1) тоққа сәйкес бос жүрісте болады.

$$I_{\text{х.х}} = \frac{M_0 + \frac{10^3 \cdot P_{\text{Д.Х.ПР}}}{\omega_{\text{ВХ}}}}{C} = \frac{2,11 + \frac{10^3 \cdot 1,624}{76,8}}{2,46} = 10,15 \text{ А}$$

$$\text{мұндағы } \omega_{\text{ВХ}} = V_{\text{вр}} \cdot \rho = 15 \cdot 1,12 = 16,8 \text{ рад/с}$$

$$\text{қабылдаймыз } V_{\text{вр}} = 15 \text{ м/мм.}$$

t_1 интервал телімінде $\omega_{\text{ВХ}}$ төмендетілген жылдамдықта құралды сынудан сақтайтын ойым іске асады. t_3 интервал соңында $\omega_{\text{пр}}$ -ға дейін ары қарай жылдамдық екпіндеуі басталады. Екпіндеу интервалына t_4 телімі сәйкес келеді. t_5 телімінде $\omega_{\text{пр}}$ тұрақты жылдамдықпен жону процесі орын алады. Кескіштің бұйымнан шығу алдында t_6 уақыт ішінде жылдамдық $\omega_{\text{ВЫХ}} = \omega_{\text{пр}}$ дейін төмендейді. Кескіштің бұйым металынан шығу жылдамдығының төмен болуы үстелді бұзылуын алдын алу үшін қажет. t_7 уақыты ішінде кескіш бұйым металынан шығады да қозғалтқыш t_8 уақытында бос жүрісте болады. Содан кейін t_9 және t_{10} уақыттары ішінде максимал рұқсат етілген динамикалық моментпен қозғалтқыштың кейін жүріс жылдамдығына дейін реверстеу іске асады. t_{11} уақыты ішінде қозғалтқыш тұрақты $\omega_{\text{обр}}$ кейін жүріс жылдамдығымен бос жүріс режимде жұмыс істейді. Кейін жүріс соңында t_{12} уақыты ішінде жылдамдығы максимал динамикалық моментте $\omega_{\text{СН}} = \omega_{\text{вр}}$ ге дейін төмендейді, әрі қарай төменгі жылдамдықта t_{13} уақыт ішіндегі бос жүрістен кейін барынша рұқсат етілетін динамикалық моментте t_{14} және t_{15} уақыт аралығында жетектің ω жылдамдығына дейін бос жүріспен реверсирлеу іске асады. Ары қарай цикл қайталанады.

Тахограммдан көрініп тұрғандай, бойлық жону білдегінің бас жетегінің жұмысы және іске қосылу мен тежелу кезінде үлкен моменттермен және жиі реверстермен байланысты.

11) Интерваларды тұрақты момент кезінде есептейді

$$M_{\max} = 2M_H = 373,66 \text{ Нм}$$

$\omega_{\text{вх}} = 16,8$ рад/с тұрақты үдеумен екпіндеу интервалы t_1

$$t_1 = \frac{\omega_{\text{вх}}}{\varepsilon_{\max}} \frac{16,8}{3180} = 0,005 \text{ с}$$

мұндағы $\varepsilon_{\max} = 3180$ рад/с

12) t_1 уақыты ішінде үстелдің жүріп өткен жолы

$$L_{t1} = \frac{at^2}{2} = \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t^2}{2 \cdot \rho} = \frac{3180 \cdot (0.005)^2}{2 \cdot 68.9} = 0.0006 \text{ см}$$

Шартқа сәйкес үстелдің ұзындығы 3 м. Детальдің ұзындығы жалпы жүрістің 0,9 бөлігін құрайды деп қабылдаймыз. Сонда деталь ұзындығы:

$$L_{\text{дет}} = 0,9 \cdot 3 = 2,7 \text{ м}$$

Кескіштің ену және шығу кезіндегі бос жүрісі тең деп қабылдаймыз

$$L_x = L_{t1} + L_{t2} + L_{t8} + L_{t9} = 3 - 2,7 = 0,3 \text{ м}$$

Сонда ену кезінде бос жүріс

$$L_{t1} + L_{t2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ м}$$

Сонда шығу кезінде бос жүріс

$$L_{t8} + L_{t9} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ м}$$

13) t_2 уақыты ішінде үстелдің жүріп өткен жолы

$$L_{t2} = (L_{t1} + L_{t2}) - L_{t1} = 0,15 - 0,0006 = 0,1494 \text{ м}$$

14) t_2 уақытын табамыз

$$L_{t2} = \frac{L_{t2}}{V_{BP}} = \frac{0,1494 \cdot 60}{15} = 0,6 \text{ с}$$

15) t_3 және t_7 телімінде үстелдің жолын 0,1 м деп қабылдаймыз

$$L_{t3} = 0,1 \text{ м} \qquad L_{t7} = 0,1 \text{ м}$$

16) t_3 және t_7 уақытын анықтаймыз

$$t_3 = t_7 = \frac{L_{t3}}{V_{BP}} = \frac{(0,1 \cdot 60)}{15} = 0,4 \text{ с}$$

17) V_{BP} ден V_{PP} ге дейін дейін толық жүктемемен екпіндеу уақыты

$$t_4 = \frac{\omega_{pp}}{\varepsilon_{\max}} = \frac{P \cdot (V_{PP} + V_{BP})}{\varepsilon_{\max}} = \frac{1,12 \cdot 53,4}{3180} = 0,018 \text{ с}$$

18) t_4 уақыты ішінде үстелдің жүріп өткен жолы

$$L_{t4} = V_{PP} \cdot t_4 + \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_4^2}{2 \cdot \rho} = 15 \cdot 0,018 + \frac{3180 \cdot (0,018)^2}{2 \cdot 68,9} = 0,02 \text{ м}$$

19) t_6 уақыты ішінде толық жүктемемен тежелу уақыты

$$t_6 = \frac{P(V_{PP} + V_{BP})}{\varepsilon_{\max}} = \frac{1,12 \cdot (68,4 - 15)}{3180} = 0,018 \text{ с}$$

20) L_{16} тежелу телімінде үстелдің жолы

$$L_{t6} = V_{BP} \cdot t_6 - \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_6^2}{2\rho} = \frac{68,4 \cdot 0,018}{60} - \frac{3180 \cdot (0,018)^2}{2 \cdot 68,9} = 0,013 \text{ м}$$

21) t_9 уақыты ішінде толық жүктемемен тежелу уақыты

$$t_9 = \frac{V_{BP} \cdot \rho}{\varepsilon_{\max}} = \frac{15 \cdot 1,12}{3180} = 0,005 \text{ с}$$

22) L_{t9} бос жүріспен тежелу телімінде жолы

$$L_{t9} = V_{BP} \cdot t_9 - \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_9^2}{2\rho} = \frac{15 \cdot 0,005}{60} - \frac{3180(0,005)^2}{2 \cdot 68,9} = 0,001 \text{ м}$$

23) L_{t8} телімінде уақыты ме жолы

$$L_{t8} = (L_{t8} + L_{t9}) - L_{t9} = 0,15 - 0,001 = 0,149 \text{ м}$$

$$t_6 = \frac{L_{t8}}{V_{BP}} = \frac{0,149}{15} = 0,01 \text{ с}$$

24) Тура жүріс кезіндегі ену және шығу телімдеріндегі қосынды жол

$$\begin{aligned} & L_{t1} + L_{t2} + L_{t3} + L_{t4} + L_{t6} + L_{t7} + L_{t8} + L_{t9} = \\ & = 0,0006 + 0,1494 + 0,1 + 0,002 + 0,013 + 0,1 + 0,149 + 0,001 = 0,433 \text{ м} \end{aligned}$$

25) L_{t5} телімінде тура жол кезіндегі үстел жолы

$$L_{t5} = 3 - 0,433 = 2,567 \text{ м}$$

26) t_5 телімінде қозғалыс уақыты

$$t_5 = \frac{L_{t5}}{V_{BP}} = \frac{2,567}{684} = 2,25 \text{ с}$$

27) $V_{обp}$ ға дейін екпіндеу уақыты

$$t_{10} = \frac{\omega_{обp}}{\varepsilon_{\max}} = \frac{2W_{кр}}{\varepsilon_{\max}} = \frac{2 \cdot 78,54}{3180} = 0,05 \text{ с}$$

28) Екпіндеу кезіндегі үстелдің жолы

$$L_{t10} = \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_{10}^2}{2\rho} = \frac{3180(0,005)^2}{2 \cdot 68,9} = 0,06 \text{ м}$$

29) t_{12} телімінде $V_{обp}$ дан $V_{вых}$ дейін тежелу уақыты

$$t_{12} = \frac{P(V_{обp} + V_{вых})}{\varepsilon_{\max}} = \frac{1,12 \cdot (68,4 - 15)}{3180} = 0,043 \text{ с}$$

30) $L_{t_{12}}$ тежелу телімінде үстелдің жолы

$$L_{t_{12}} = V_{BP} \cdot t_{12} - \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_{12}^2}{2\rho} = \frac{2 \cdot 68,4 \cdot 0,043}{60} - \frac{3180 \cdot (0,043)^2}{2 \cdot 68,4} = 0,055 \text{ м.}$$

31) $L_{t_{13}}$ және t_{13} телімдегі жол және уақытты қабыдаймыз

$$L_{t_{13}} = 0,1 \text{ м}$$

$$t_{13} = \frac{L_{t_{13}}}{V_{\text{ВЫХ}}} = \frac{0,1}{15} = 0,006 \text{ м}$$

32) t_{14} телімінде тежелу уақыты

$$\frac{V_{BP} \cdot \rho}{\varepsilon_{\max}} = \frac{15 \cdot 1,12}{3180} = 0,005 \text{ с}$$

33) t_{11} телімінде кері жүріс кезінде орнатылған режимдегі жол мен уақыт

$$L_{t_{11}} = 3L - (L_{t_{10}} + L_{t_{12}} + L_{t_{13}} + L_{t_{14}}) = 3 - 0,216 = 2,784 \text{ м}$$

34) $L_{t_{14}}$ телімінде тежелу жолы

$$L_{t_{14}} = V_{\text{ВЫХ}} \cdot t_{14} - \frac{\varepsilon_{\max} \cdot t_{14}^2}{2\rho} = \frac{15 \cdot 0,005}{60} - \frac{3180 \cdot (0,005)^2}{2 \cdot 68,9} = 0,001 \text{ м}$$

35) t_{10} , t_{12} , t_{13} , t_{14} телімдеріндегі қосынды жолы

$$L_{t_{10}} + L_{t_{12}} + L_{t_{13}} + L_{t_{14}} = 0,06 + 0,055 + 0,1 + 0,001 = 0,216 \text{ м}$$

36) t_1 телміндегі екпіндеу және тежелу динамикалық моменттері

$$M_d = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = 7J_{\text{ДВ}} \cdot \varepsilon_{\max} = 7 \cdot 0,3 \cdot 3180 = 6678 \text{ Нм}$$

37) t_1 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_1 = M_{\text{с.хх}} + M_d = 30,76 + 6678 = 6708,76 \text{ Нм}$$

$$I_1 = \frac{M_1}{c} = \frac{6708,76}{2,46} = 2726,9 \text{ А}$$

38) t_2 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_1 = M_{c.xx} = 30,76 \text{ Нм}$$

$$I_1 = \frac{M_2}{c} = \frac{30,76}{2,46} = 12,5 \text{ А}$$

39) t_3 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_3 = M_{э.пр} = 90,88 \text{ Нм}$$

$$I_3 = \frac{M_3}{c} = \frac{90,88}{2,46} = 36,9 \text{ А}$$

40) t_4 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_4 = M_{э.пр} + M_d = 90,88 + 6678 = 6768,88 \text{ Нм}$$

$$I_4 = \frac{M_4}{c} = \frac{6768,88}{2,46} = 2751 \text{ А}$$

41) t_5 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_5 = M_{э.пр} = 90,88 \text{ Нм}$$

$$I_5 = \frac{M_3}{c} = \frac{90,88}{2,46} = 36,9 \text{ А}$$

42) t_6 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_6 = M_{э.пр} - M_d = 90,88 - 6678 = -6587,12 \text{ Нм}$$

$$I_6 = \frac{M_6}{c} = \frac{6587,12}{2,46} = -2677,7 \text{ А}$$

43) t_7 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_7 = M_{э.пр} = 90,88 \text{ Нм}$$

$$I_7 = \frac{M_7}{c} = \frac{90,88}{2,46} = 36,9 \text{ А}$$

44) t_8 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_8 = M_{c.xx} = 30,76 \text{ Нм}$$

$$I_8 = \frac{M_8}{c} = \frac{30,76}{2,46} = 12,5 \text{ А}$$

45) t_9 телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_9 = M_{c.xx} - M_d = 30,76 - 6678 = -6647,24 \text{ Нм}$$

$$I_9 = \frac{M_c}{c} = -\frac{6647,24}{2,46} = -2702,13 \text{ А}$$

46) t_{10} телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_{10} = M_{c.xx} - M_d = 30,76 - 6678 = -6647,24 \text{ Нм}$$

$$I_{10} = \frac{M_{10}}{k\Phi_{осл}} = -\frac{6647,24}{1,54} = -4316,38 \text{ А}$$

47) t_{11} телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_{11} = -M_{э.обр} = -23,31 \text{ Нм}$$

$$I_{11} = \frac{M_{11}}{k\Phi_{осл}} = -\frac{23,31}{1,54} = -15,1 \text{ А}$$

48) t_{12} телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_{12} = -M_{c.xx} + M_d = -30,76 + 6678 = 6647,24 \text{ Нм}$$

$$I_{12} = \frac{M_{12}}{k\Phi_{осл}} = \frac{6647,24}{1,54} = 4316,38 \text{ А}$$

49) t_{12} телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_{13} = -M_{c.xx} = -30,76 \text{ Нм}$$

$$I_{13} = \frac{M_{13}}{k\Phi_{осл}} = -\frac{30,76}{1,54} = -19,9 \text{ А}$$

50) t_{14} телімінде қозғалтқыштың моменті және ток күші

$$M_{14} = -M_{c.xx} + M_d = -30,76 + 6678 = 6647,24 \text{ Нм}$$

$$I_{12} = \frac{M_{14}}{c} = \frac{6647,24}{2,46} = 2702,13 \text{ А}$$

51) Цикл уақыты

$$t_{10} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} = \\ = 0,05 + 0,6 + 0,4 + 0,018 + 2,25 + 0,018 + 0,4 + 0,01 + 0,005 + 0,05 + 0,0 \\ + 0,043 + 0,006 + 0,005 = 3,83 \text{ с}$$

52) Эквивалент тоқты анықтап оны номинал шамамен салыстырамыз

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4 + I_5^2 t_5 + I_6^2 t_6 + I_7^2 t_7 + I_8^2 t_8 + I_9^2 t_9 + I_{10}^2 t_{10}}{t_{\text{ц}}}} + \\ + \sqrt{\frac{I_{11}^2 t_{11} + I_{12}^2 t_{12}}{t_{\text{ц}}}} = \sqrt{\frac{(2726,9)^2 \cdot 0,005 + (12,5)^2 \cdot 0,6 + (36,9)^2 \cdot 0,4 + (2751,6)^2 \cdot 0,018 + \\ (36,9)^2 \cdot 2,25 + (2677,7)^2 \cdot 0,018 + (36,9)^2 \cdot 0,4 + (12,5)^2 \cdot 0,01 + (2702,13)^2 \cdot 0,005 + \\ (4356,3)^2 \cdot 0,05 + (15,1)^2 \cdot 0,02 + (4316,4)^2 \cdot 0,043 + (19,9)^2 \cdot 0,006 + (2702,13)^2 \cdot 0,005}{3,83}} \\ = 77,8 \text{ А}$$

$$I_{\text{ЭКВ}} = I_H; 77,8 < 78,5$$

Қорытынды: осылайша таңдалған қозғалтқыш қызу шарттарына сай және берілген өңдеу режимін қамтамасыз етеді.

3. ТҮРЛЕНДІРГІШ ТИПІН ТАҢДАУ, ОНЫҢ ЕСЕБІ ЖӘНЕ ПРИНЦИПТІК СҰЛБАСЫ.

3.1 Түрлендіргішті таңдау және оның есебі

Қазіргі заманғы реттелетін тұрақты ток электржетектері әдетте, тиристорлы түрлендіргіштерденен қоректенетін, тәуелсіз қозу қозғалтқыштары негізінде жасалады. Реверсивті электржетек үшін нөлдік сұлбаларда көпірлік сұлбаларға қарағанда тиристорлар саны мен басқару каналдары 2 есе кем екендігін алға ала отырып, үшфазалы нөлдік түзету сұлбасы бойынша жасалған тиристорлы түрлендіргіш таңдаймыз. Сұлба 7-суретте келтірілген.

3.2 Күштік трансформаторды таңдау

Күштік трансформатор келесі есеп шамалары негізінде таңдалады:

$U_{2\text{Ф.РАСЧ}}$ - күштік трансформатордың типтік есеп қуаты

$I_{2\text{Ф.РАСЧ}}$ – екінші ретті орамдағы лездік ток мәні

1) Екінші реттік фазалы кернеу мәні

$$U_{2\text{Ф.РАСЧ}} = K_U \cdot K_C \cdot K_D \cdot K_R \cdot U_D = 0,855 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 220 = 218 \text{ В}$$

мұндағы K_U – кернеулердің қатынасын сипаттайтын есептік коэффициент U_D/U_{D0} нағыз түзеткіште

$$K_U = U_{2\text{Ф}}/U_{D0} = 0.855 \text{ нольдік сұлба үшін}$$

Кернеудің қауіпсіздік коэффициенті кернеудің төмендеуін ескере отырып желілерді $U=0,94h$ дейін есепке алады.

$$K_C = 1.05/1.1$$

Қауіпсіздік коэффициенті ең жоғарғы бақылау сигналымен тікұшақтың толық емес ашылуын есепке алады.

$$K_D = 1.05/1.1$$

Кернеу коэффициенті ол клапандардығы трансформатор орамдарындағы кернеудің төмендеуін және анодтық жабылуын ескереді

$$K_f = 1.05$$

$$U_D = U_H = 220 \text{ В}$$

2) Қосымша қайталама ток

$$I_{2РАСЧ} = K_1 \cdot K_i \cdot I_D = 0.578 \cdot 1.1 \cdot 78.5 = 50 \text{ A}$$

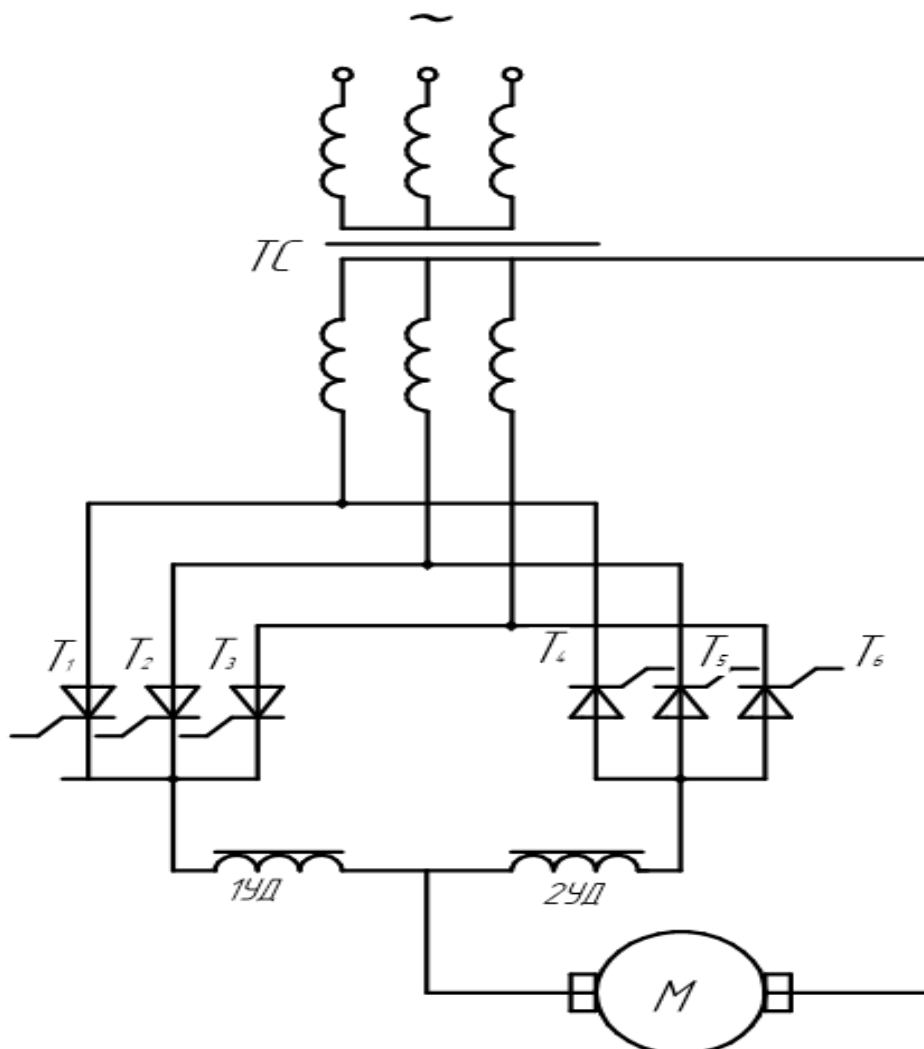
Электр тоқтарының мінсіз түзеткіштегі қатынасын сипаттайтын тізбектің коэффициенті

$$K_1 = I_{2\Phi} / I_D = 0.578$$

Анодтық токтың тік бұрышты түрінің ауытқуын ескеретін коэффициент

$$K_i = 1.1$$

$$I_D = I_H = 78.5 \text{ A}$$



5 сурет – Түрлендіргіш схемасы

3) Трансформатордың болжалды типтік күші

$$S_{TP} = K_S \cdot K_C \cdot K_D \cdot K_i \cdot U_D \cdot I_D \cdot 10^{-3} = 1.345 \cdot 1.05 \cdot 1.05 \cdot 1.1 \cdot 220 \cdot 78.5 = 28 \text{ кВА}$$

мұндағы K_S -қуат коэффициентін сипаттайтын тізбектің коэффициенті;
 $S_{TP}/(U_D \cdot I_D)$ жүктемесі бар тамаша түзеткіш үшін әдс-қа қарама-қарсы;

$$K_S = 1,345 \text{ нөлдік схема үшін.}$$

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, келесі параметрлермен қуат трансформаторын таңдаймыз:

ТС3-35 күштік трансформаторының параметрлері:

$$S_H = 35 \text{ кВА};$$

$$U_{1H} = 380 \text{ В};$$

$$U_{2H} = 230 \text{ В};$$

$$P_o = 315 \text{ В};$$

$$P_K = 875 \text{ В};$$

$$U_K = 3,7\%.$$

Тиристорларды таңдау

Тиристорлар ағымның орташа мәніне клапан арқылы таңдап алынады, бұл ретте өтпелі режимдердегі электр қозғалтқышы (2:2.2) дейін, бұл клапандарды салқындатудың және кері кернеудің ең жоғары мәні.

1) Тиристор тогының орташа мәні

$$I_{CP} = K_{3i} \cdot \frac{I_H}{K_{OX} \cdot m_{TP}} = 2.5 \cdot \frac{78.5}{0.35 \cdot 3} = 186.9 \text{ А}$$

мұндағы $K_{3i} = 2,5$ – ток қоры коэффициенті

$K_{OX} = 0,3 \div 0,35$ – күш вентиляторының салқындату қарқындылығын ескеретін коэффициент ($K_{OX} = 0,3 \div 0,35$ берілген вентиль тогына сай стандартты резисторлі ауамен табиғи салқындату кезінде)

2) Кері кернеудің максимал мәні

$$U_{BMAX} = K_{3H} \cdot K_U \cdot U_{DO} = 1,8 \cdot 2,09 \cdot 269 = 1012 \text{ В}$$

мұндағы $K_{3H} = 1,5 \div 1,8$ – вентильдердің коммутациясы процессі сесбепті болатын қоректендіруші желінің кернеуінің мүмкін жоғарылауы мен периодты лақтыруларды $U_{обр}$ ескеретін кернеу бойынша қор коэффициенті.

$$K_{Uобр} = U_{BMAX}/U_{DO} = 2,09 \text{ нөлдік сұлба үшін}$$

U_{DO} – түрлендіргіштің $\alpha=0$ кезіндегі кернеуі

$$U_{D0} = \frac{U_{2\Phi}}{K_i} = \frac{230}{0,855} = 269 \text{ В}$$

Алынған мәліметтер негізінде келесі берілгендермен Т-200 типті тиристор таңдаймыз:

Токтың шекті күші $I=200 \text{ А}$

Корпустың температурасы 85° С

Кернеу: қайталанбайтын $60-2900 \text{ В}$

қайталанатын $50-2600 \text{ В}$

$350-1800 \text{ В}$

Амплитудалық шекті ток күшінің $1,85 \text{ А}$ -дан аспайтын мәнінде тура кернеу.

3) Теңестіруші дроссельдердің индуктивтілігінің есебі

Есеп теңестіруші токтың I_n қозғалтқыштың тогының айнымалы бөлігінің амплитуданың $10-20\%$ аспайтын шектеуіне байланысты жүргізіледі.

$$L_{уд.РАС} \geq \frac{\sqrt{2} \cdot U_n}{m \cdot \omega_c \cdot 0,2I_n} = \frac{\sqrt{2} \cdot 284}{3 \cdot 314 \cdot 0,2 \cdot 78,5} = 0,028 \text{ Гн}$$

мұндағы $U_n = 2U_n$

$U_n - \alpha=90^{\circ}$ кезіндегі түзетілген кернеудің бірінші гармоникасының эффективті мәні.

$m=3$ кезінде нөлдік схема үшін

$$U_n = 0,53 \cdot 269 = 142 \text{ В}$$

$$\omega_c = 2\pi f = 2\pi 50 = 3141 \text{ 1/С}$$

$$f_1 = 50 \text{ 1/С} - \text{желі жиілігі.}$$

Келісілген басқару кезінде реверсивті түрледіргіштің қарсы иықтарына қосылатын екі бірдей дроссель орнатады. Қанықпайтын, яғни ауа кетігі үлкен дроссельдерді қолданғанда, олардың әрбірінің индуктивтілігі

$$L_{уд} = L_{уд.РАС} = 0,014 \text{ Гн}$$

Тегістеуші қозғалтқыш якорімен тізбектей қосылатын дроссель $C1$ индуктивтілігінің есебі қозғалтқыш тогының жүктеме үздіксіздігі мен α бұрышының α_{\min} бұрышынан $\alpha=90^{\circ}$ бұрышына дейін өзгеруі мен i_a ток лүпілінің $10\%I_n$ ке дейін шектелуі шартынан шығады.

4) ТП-Д жүйесінің якорлы тізбегінің қажетті индуктивтілігі келесі формула арқылы анықталады:

$$L_{\text{ДНЕОБХ}} \geq \frac{\sqrt{2} \cdot U_n}{m \cdot \omega_c \cdot I_{d \min}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 142}{3 \cdot 314 \cdot 0.1 \cdot 78,5} = 0.025 \text{ Гн}$$

мұнда $L_{\text{ДНЕОБХ}} = L_{\text{СД}} + L_{\text{ДВ}} + L_{\text{ТР}} + L_{\text{УД}}$ – якорь тізбегінің толық индуктивтілігі.

Номиналды якорь тізбегінің индуктивтілігі:

$$L = L_{\text{ДВ}} + L_{\text{ТР}} + L_{\text{УД}}$$

5) $L_{\text{ДВ}} = L_{\text{я}} + L_{\text{ДП}}$ – якорь индуктивтілігі және қосымша полюстер мына формуламен анықталады:

$$L_{\text{ДВ}} = 5,73 \frac{U_H}{p \cdot n_H \cdot I_H} = 5,73 \frac{220}{2 \cdot 750 \cdot 78,5} = 0,011 \text{ Гн}$$

6) Трансформатор фазасының индуктивтілігі:

$$L_{\text{ТР}} = \frac{X_{\text{Т}}}{2\pi \cdot f_1} = \frac{0,17}{314} = 0,0005 \text{ Гн}$$

7) $X_{\text{Т}}$ – күштік трансформатордың орам кедергісінің индуктивтілігі:

$$X = \frac{U_{\text{К\%}} U_{1\text{ФН}}}{100 I_{1\text{Н}} K_{\text{ТР}}^2} = \frac{3,7 \cdot 220}{100 \cdot 53,1 \cdot 0,95^2} = 0,17 \text{ Ом}$$

8) Трансформатор орамының бастапқы номиналды тогы:

$$I_{1\text{Н}} = \frac{S_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{1\text{Н}}} = \frac{3500}{\sqrt{3} \cdot 380} = 53,1 \text{ А}$$

9) Трансформация коэффициенті:

$$K_{\text{ТР}} = \frac{U_{1\text{Ф}}}{U_{2\text{Ф}}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 380} = 0,95$$

10) Якорь тізбегінің индуктивтілігі:

$$L = L_{\text{ДВ}} + L_{\text{ТР}} + L_{\text{УД}} = 0,011 + 0,0005 + 0,014 = 0,0255 > L_{\text{ДНЕОБХ}}$$

сондықтан, тегістеу дросселі қажет емес. ТП-Д якорьлі тізбегінің есеп кедергісі:

$$R = R_{R\Sigma} + R_{\text{Щ}} + R_{\Pi}$$

11) Якорь қозғалтқышының кедергісі: $R = R_{R\Sigma} + R_{\text{Щ}} + R_{\Pi}$

$$\Delta P_{\text{ЭЛ}} = I_{\text{H}}^2 R_{R\Sigma} = 0,5(P_1 - P_{2\text{H}}) = 0,5 U_{\text{H}} I_{\text{H}} (1 - \eta_{\text{H}}) = 0,5 \cdot 220 \cdot 78,5 (1 - 0,785) = 1856,5 \text{ Вт}$$

$$R_{R\Sigma} = \frac{\Delta P_{\text{ЭЛ}}}{I_{\text{H}}^2} = \frac{1856,5}{78,5^2} = 0,3 \text{ Ом}$$

12) Щеткалық контактісінің кедергісі:

$$R_{\text{Щ}} = \frac{2}{I_{\text{H}}} = \frac{2}{78,5} = 0,025 \text{ Гн}$$

13) Түрлендіргіш кедергісі:

$$R_{\Pi} = R_{\text{T}} + r_{\text{др}} + \frac{X_{\text{T}}}{2\pi} = 0,1 + 0,033 + \frac{0,17 \cdot 3}{2 \cdot 3,14} = 0,2 \text{ Ом}$$

14) Трансформатор орамының активті кедергісі:

$$R_{\text{T}} = \frac{\Delta P_{\text{КЗ}}}{m_{\text{ТР}} \cdot I_{1\text{H}1\text{H}}^2 \cdot K_{\text{ТР}}^2} = \frac{875}{3 \cdot 53,1^2 \cdot 0,95^2}$$

15) Теңестіргіш дроссельдің активті кедергісі:

$$r_{\text{уд}} = \frac{R_{\text{T}}}{m_{\text{ТР}}} = \frac{0,1}{3} = 0,033 \text{ Ом}$$

16) ТП-Д якорьлі тізбегінің есеп кедергісі:

$$R = R_{R\Sigma} + R_{\text{Щ}} + R_{\Pi} = 0,3 + 0,025 + 0,2 = 0,525 \text{ Ом}$$

4. АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ТҮЙЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ СҮЛБАСЫ ЖӘНЕ ТҮРЛЕНДІРГІШТІҢ СТАТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ЕСЕБІ.

4.1 Автоматты басқару жүйесін әзірлеу

Көлденең-жоңғыш станогының басты электржетегін автоматты басқару жүйесі екінші негізгі қызметін – қозғалтқыштың айналу жылдамдығының тұрақтығын ұстап тұруды орындайтын автоматты басқару жүйесіне жатады. Берілген талаптарды орындау үшін ($D=10$, $\delta=8\%$) жүйеде кері байланыстар қолданылған: кернеу бойынша теріс кері байланыс және қозғалтқыш тогы бойынша оң кері байланыс.

4.2 Түрлендіргіштің статикалық сипаттамаларын тұрғызу

Түрлендіргіштің негізгі сипаттамасы болып түрлендіргіштің E_n түрлендіргіш ЭҚК нің басқару кернеуінен U_y тәуелдігі табылады.

$$E_n = f(U_y) \quad (4.2.1)$$

Тиристорлы түрлендіргіш екі негізгі бөліктен тұрады: вентильді топтың күш бөлігі және импульсті-фазалы басқару жүйесі (СИФУ).

СИФУ сипаттамасы болып тиристордың ашылу бұрышының α басқару кернеуінен тәуелдігі болып табылады

$$U_y: \alpha = f(U_y) \quad (4.2.2)$$

Жүйеде вертикаль басқару принципі қолданылады. Тірек кернеуінің формасы – құрамалы косинусоид. Фазалау, қоректендіру кернеуі $U_n=0$ кезінде фаза 120° және $\alpha=90^\circ$ болатындай орындалған. Осылайша, $U_y=0$ кезінде сйкес тиристордың ашылу бұрышы $\alpha=90^\circ$, $\alpha=-30^\circ$ деп қабылдаймыз.

$$U_{rn} = U_{rnmax} = 12 \text{ В (6а сурет)}$$

6а суретте тірек кернеуінің пішіні көрсетілген, бұрыштар үшін:

$$300 \leq \alpha \leq 1500 \quad (4.2.3)$$

$$\alpha = \arccos \frac{U_y}{U_{rn}} = \arccos \frac{\sqrt{3}U_y}{U_{rn \max}} \quad (4.2.4)$$

$$E_n = U_d = U_{d0} \cos \alpha = U_{d0} \frac{\sqrt{3}U_y}{U_{rn \max}} \quad (4.2.5)$$

түйіндер үшін:

$$-300 < \alpha < 300 \quad (4.2.6)$$

$$\alpha = \arccos \frac{U_y}{U_{ггп\max}} - \frac{\pi}{6}; \quad (4.2.7)$$

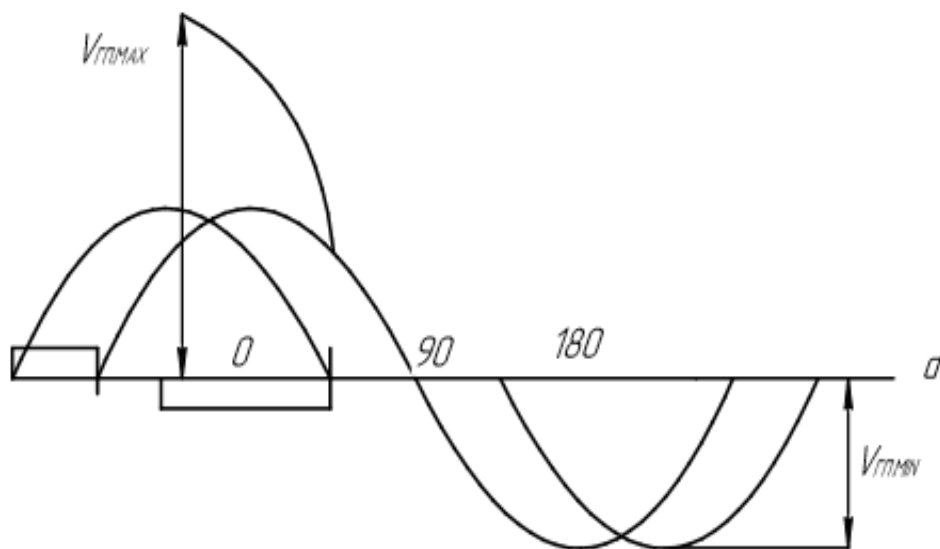
$$E_n = Ud = Ud_0 \cos \alpha = Ud_0 \left(\arccos \frac{U_y}{U_{ггп\max}} - \frac{\pi}{6} \right); \quad (4.2.8)$$

4.1 кесте – Есеп нәтижелерін кестеге түсіреміз

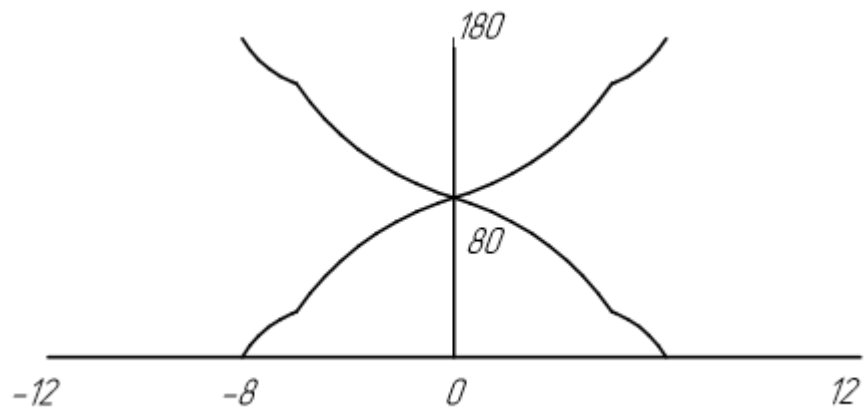
U_y, B	0,5	1	2	3	5	6	7
α^0	86	82	73	64	44	30	24
E_n, B	19,4	38,8	77,6	116,5	194,1	233	245,1
U_y, B	8	9	10	-1	-3	-6	-8
α^0	18	11,4	3,6	98	116	150	162
E_n, B	255,6	264	268,5	-38,8	-116,5	-233	-255,6

$\alpha=f(U_y)$ сипаттамалары 6б суретте көрстеліген

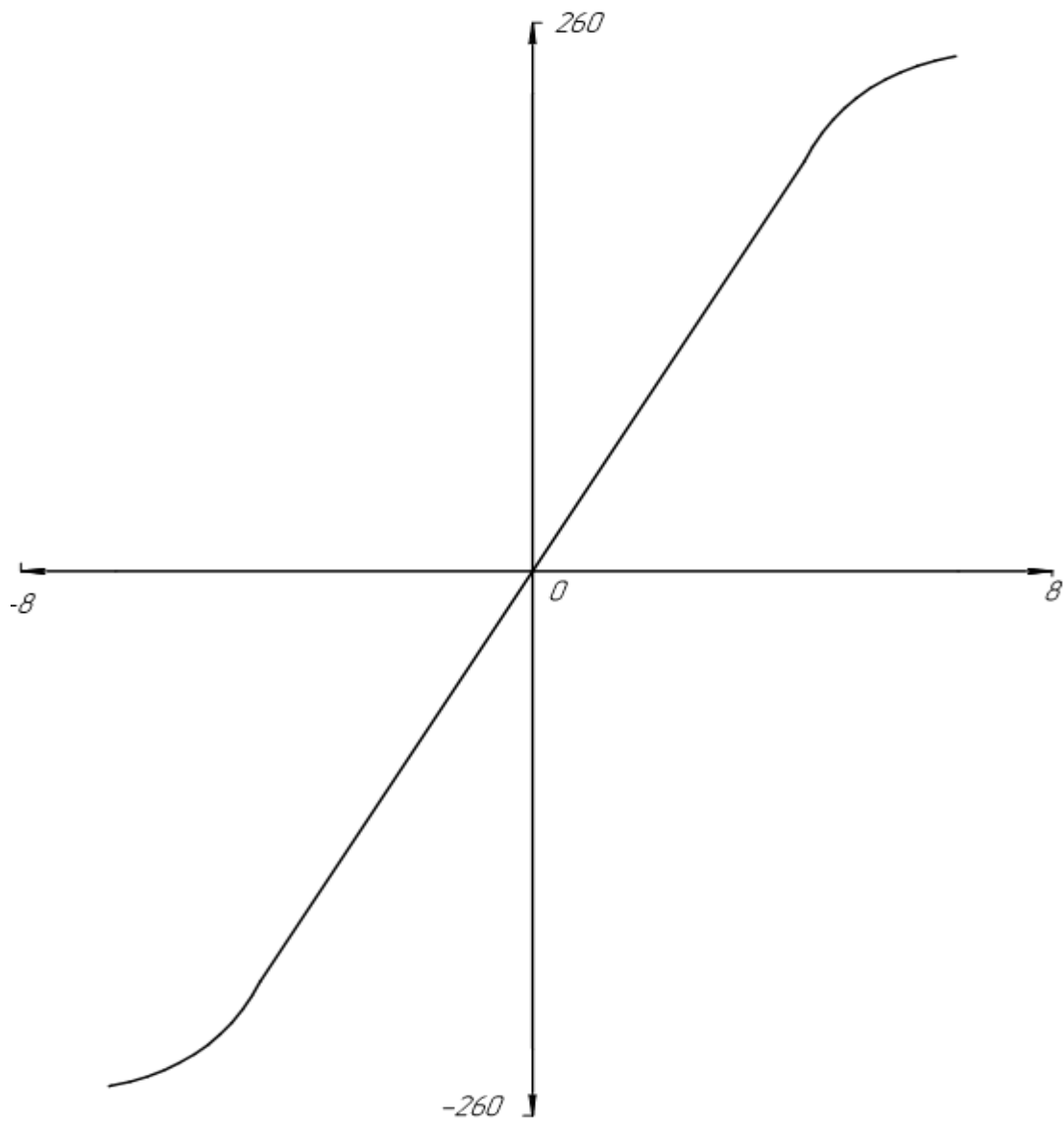
$E_n=f(U_y)$ сипаттамалары 6в суретте көрстеліген



6а сурет – Тірек кернеуінің қисығы



6б сурет – Басқару сипаттамасы



6в сурет – Түрлендіргіштің басқару сипаттамасы

4.3. Схема элементтерінің күшейту коэффициенттерінің есебі

Берілген сұлбада кернеу бойынша теріс кері байланыс және ток бойынша оң кері байланыс қолданылады. Жүйенің жоғарғы сипаттамаларына $I=I_{отс}$ ток шамасына сәйкес келетін түрлендіргіш ЭҚК $E_{п}=E_{п.кр}$ кезінде кернеу мен ток бойынша кері байланыстар ажырап, ток айыру қосылады. Осы шарртарға сай тұйық жүйе функционалды сұлбасы негізінде, жүйе келесі теңдеулерен сипатталады:

$$\begin{cases} U_y = U_d + K_n U_d + K_t I R - K_{mm}(I - I_{oom})R \\ U \partial = \frac{\omega}{K_d} + I R_{R\Sigma} + \Delta U_{\text{шц}} \\ \omega = R \partial (E_n - I R) \end{cases} \quad (4.3.1)$$

Осы теңдеулер негізінде тұйық жүйедегі жылдамдық сипаттамаларының жалпы теңдеуіне келеміз:

$$\omega = \frac{K_d K_{\Pi}(U)}{1 + K_d K_H} \quad (4.3.2)$$

Бірінші телім үшін ($|I| < I_{отс}$) сипаттама $K_{TO} = 0$ формула түрі келесідей болады:

$$\omega = \frac{K_d K_{\Pi}(U_3 - K_H \Delta U_{\text{шц}})}{1 + K_H K_{\Pi}} - I R \frac{K_d \left[K_{\Pi} \left(K_H \frac{R_{R\Sigma}}{R} - K_T \right) + 1 \right]}{1 + K_H K_{\Pi}} \quad (4.3.3)$$

Бұл теңдеу $\omega = \omega_0 - \Delta \omega$ теңдеуіне сәйкес келеді, яғни (2) теңдеудің оң жағының бірінші мүшесі қозғалтқыштың бос жүрісінің идеал жылдамдығына сай келеді және кернеу бойынша қажетті кері байланыс коэффициентін табуға мүмкіндік береді.

$$\omega_0 = \frac{K_d [K_{\Pi}(U_3 - K_H \Delta U_{\text{шц}})]}{1 + K_H K_{\Pi}} \quad (4.3.4)$$

Осыдан

$$U_H = \frac{K_d K_{\Pi} U_3 - \omega_0}{K_{\Pi}(\omega_0 + K_d \Delta U_{\text{шц}})} \quad (4.3.5)$$

(2) теңдеудің оң жағының екінші мүшесі жылдамдық ауытқуына сай келеді, одан ток күші бойынша қажетті кері байланыс коэффициентін табамыз.

$$\Delta\omega_3 = \frac{IRK_{\Pi} \left(K_H \frac{R_{R\Sigma}}{R} \right) + 1}{1 + K_H K_{\Pi}} \quad (4.3.6)$$

осыдан

$$K_T = \frac{\Delta\omega_3(1 + K_H K_{\Pi}) - IRK_D - IRK_D K_H K_{\Pi} \frac{R_{R\Sigma}}{R}}{IRK_D K_{\Pi}} \quad (4.3.7)$$

Коэффициенттерді есептеуге қажетті коэффициенттерді есептейміз

1) Номинал жылдамдық мәні

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,5, (1/C)$$

2) Қозғалтқыш коэффициентінің мәні

$$R_D = \frac{1}{C} \quad (4.3.8)$$

$$C = \frac{U_H - I_H R_{R\Sigma} - \Delta U_{\text{Щ}}}{\omega_H} = \frac{220 - 78,5 \cdot 0,3 - 2}{78,5} = 2,5, (Bc)$$

$$R = \frac{1}{2,5} = 0,4 (1/B_c)$$

3) Жылдамдықтың төмендеу мәні

$$\Delta\omega_H = \frac{\omega_H \delta_3}{D(1 - \delta_3)} = \frac{78,5 * 0,008}{10(1 - 0,08)} = 0,7, (1/C)$$

4) Бос жүріс жылдамдығының мәні

$$\omega_0 = \omega_H + \Delta\omega_3 = 78,5 + 0,7 = 79,2, (1/C)$$

5) Өзгеріс коэффициентінің күшейуі

$$K_{\Pi} = \frac{E_{\text{пн}}}{U_D} \quad (4.3.9)$$

$$E_{\text{пн}} = C\omega_{\text{н}} + I_{\text{н}} R = 2,5 \cdot 78,5 + 78,5 \cdot 0,5 = 235,5(\text{В})$$

$U_{\text{дн}} = 6,2$ В-сиппатамасы бойынша табамыз $E_{\text{п}}=f(U_{\text{y}})$ (сурет бв)

$$K_{\text{н}} = \frac{E_{\text{пн}}}{U_{\text{y}}} = \frac{235,5}{6,2} = 38$$

(3,4) формуласы бойынша қайтару қатынасының коэффициенті:

$$K_{\text{н}} = \frac{0,4 \cdot 38 \cdot 24 - 79,2}{38(79,2 + 0,4 \cdot 2)} = 0,094$$

$$K_{\text{т}} = \frac{0,7(1 + 0,094 \cdot 38) - 78,5 \cdot 0,5 \cdot 0,4 - 78,5 \cdot 0,5 \cdot 38 \cdot 0,4 \cdot 0,094 \cdot \frac{0,3}{0,5}}{78,5 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 38} = 0,066$$

$$K_{\text{н}} = R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$K_{\text{т}} = R_{\text{ш}} / R$$

$$R_{\text{ш}} = K_{\text{т}} \cdot R = 0,066 \cdot 0,5 = 0,033 \text{ Ом}$$

4.4. Жүйенің статистикалық электромеханикалық сипаттамаларын құру

1) $U = U_{\alpha 0} = \text{const} = 269\text{В}$ кезінде ашық жүйенің электромеханикалық сипаттамасын салу

$$\omega = K_{\text{д}}(U_{\text{д0}} - IR) = 0,4(269 - 0,5I)$$

I, А	50	100	180	190
ω , 1/с	97,6	87,6	71,6	69,6

Сипаттамасы 7 суретте көрсетілген.

2) Жабьқ жүйенің жоғарғы статистикалық сипаттамасын құру.

$$1 \text{ учаскесі } -I_{\text{отс}} < I < I_{\text{отс}}; K_{\text{т0}} = 0; U_3 = 24 \text{ В}$$

Бұл бөлім теңдеулермен сипаталады.

$$\begin{cases} U_{\text{y}} = U_3 - K_{\text{н}}U_{\text{д}} + K_{\text{т}}IR \\ U_{\text{д}} = \frac{\omega}{K_{\text{д}}} + IR_{\text{R}\Sigma} + \Delta U_{\text{ш}} \\ \omega = (E_{\text{п}} - IR)K_{\text{д}} \end{cases} \quad (4.4.1)$$

Осы жүйені формулаға қатысты қолданып, қодану формасы біз сипаттамалардың құрылымы үшін есептеу формулаларын аламыз

$$I = \frac{U_y - U_3 + K_H (E_{II} + \Delta U_{III})}{R \left[K_T + K_H \left(1 - \frac{R_{R\Sigma}}{R} \right) \right]} \quad (4.4.2)$$

$$\omega = K_D (E_{II} - IR) \quad (4.4.3)$$

U_D мәндерімен берілген, 1-ші бөлімдегі сипаттаманы есептейміз. K_{TO} тоқ таралауының коэффициентін және стабилитрон кернеуін есептеп шығарамыз.

3) Берілгені бойынша тоқ таралуы:

$$I_{OTC} = 2,4 I_H = 2,4 \cdot 78,5 = 188 \text{ A}$$

Жоғары сипаттамадағы жылдамдық, I_{OTC} – тің тиісті мәні:

$$\omega_{OTC} = 69 \text{ (1/c)}$$

Түрлендіргіштің шекті экк:

$$E_{II} = \frac{\omega_{OTC}}{K_D} + I_{OTC} R = \frac{69}{0,4} + 188 \cdot 0,5 = 266,5$$

Сонымен қатар $U'_{УПР} = 9,6 \text{ В} = U_{ICT}$ – стабилитронды қоямыз, шектеулі кернеумен басқару, осылайша секция үшін кернеу мен кернеулердің кері байланысын ажыратады $I > I_{OTC}$

Д815Г стабилитронды таңдаймыз

$$U_{CT} = 9 - 11 \text{ В}$$

$$I_{CTOP} = 2,8 \cdot I_H = 2,8 \cdot 78,5 = 220 \text{ A}$$

K_{TO} тоқ таралуының коэффициенті

$$U_{УКЗ} = U'_{УПР} - K_{TO} (I_{CTOP} - I_{OTC}) R \quad (4.4.4)$$

$$K_{TO} = \frac{U'_{УПР} - U_{УКЗ}}{(I_{CTOP} - I_{OTC}) R} = \frac{9,6 - 2,82}{(220 - 188) 0,5}$$

мұнда $U_{УКЗ} = \frac{E_{ПКЗ}}{K_{II}}$

$$E_{\text{ПКЗ}} = I_{\text{КЗ}} \cdot R = 220 \cdot 0,5 = 100 \text{ В}$$

$$\omega = 0 \Rightarrow U_{\text{УКЗ}} = 2,82 \text{ В}$$

Екінші стабилитрон ойығының кернеуін анықтаймыз

$$U_{\text{СТ2}} = I_{\text{ОТС}} K_{\text{ТО}} R = 188 \cdot 0,424 \cdot 0,5 = 40 \text{ В}$$

Д816Г стабилитронын таңдаймыз

$$U_{\text{СТ}} = 35,1 - 42,9 \text{ В}$$

2-сипаттама учаскесі ($I > I_{\text{ОТС}}$) келесі теңдіктермен өрнектеледі:

$$K_{\text{Н}} = 0; K_{\text{Т}} = 0$$

$$\begin{cases} U'_{\text{УПР}} - K_{\text{ТО}}(I_{\text{СТОП}} - I_{\text{ОТС}})R \\ \omega = (E_{\text{П}} - IR)K_{\text{Д}} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = K_{\text{Д}} K_{\text{П}} (U'_{\text{УПР}} + K_{\text{ТО}} I_{\text{ОТС}} R) - IR K_{\text{Д}} (K_{\text{ТО}} + 1) \quad (4.4.5)$$

Сипаттамалар құруға арналған есептеу формулалары келесі түрге ие:

$$I = I_{\text{ОТС}} + \frac{U'_{\text{УПР}} - U_{\text{У}}}{K_{\text{ТО}} R} \quad (4.4.6)$$

$$\omega = (E_{\text{П}} - IR)K_{\text{Д}} \quad (4.4.7)$$

Жоғарыда келтірілген сипаттамалық есептеулер нәтижелерін кестеге енгіземіз:

I, A	-171	-84	72,8	108,1	143,5	174	186	188	-209
ω , 1/c	81	79,7	79	76,4	73,7	71	69,2	69	96,5
I, A	190,8	195,6	205	214,4	219,2	224	229	238	
ω , 1/c	67,4	63,3	52,6	19,5	2,9	-13,6	-30,1	-46,7	

Төменгі сипаттаманың бірінші учаскесінің есебі тура жоғарғы сипаттамаға арналған формуламен шығарылады, тек $U_{\text{З}}$ (тапсырма кернеуі) өзгереді.

4) Төменгі сипаттамадағы бос жүріс жылдамдығы

$$\omega_{\text{ОН}} = \frac{\omega_{\text{ОВ}}}{D} = \frac{79,2}{10} = 7,92 \text{ (1/c)}$$

$$E_{\text{П-ИН}} = C \frac{\omega_{\text{Н}}}{10} + I_{\text{HR}} = 2,5 \cdot 78,5 + 78,5 \cdot 0,5 = 59 \text{ (В)} \Rightarrow U_{\text{У}} = 1,5 \text{ В} \Rightarrow K_{\text{П}} = 39$$

$$U_3 = \frac{\omega_0}{K_D K_{\Pi}} (1 + K_H K_{\Pi}) + K_H \Delta U_{\text{ш}} = \frac{7,92}{39 \cdot 0,4} (1 + 0,094 \cdot 39) + 0,094 \cdot 2 = 2,6 \text{ В}$$

5) Төменгі сипаттаманың екінші учаскесі келесі теңдіктермен көрсетіледі:

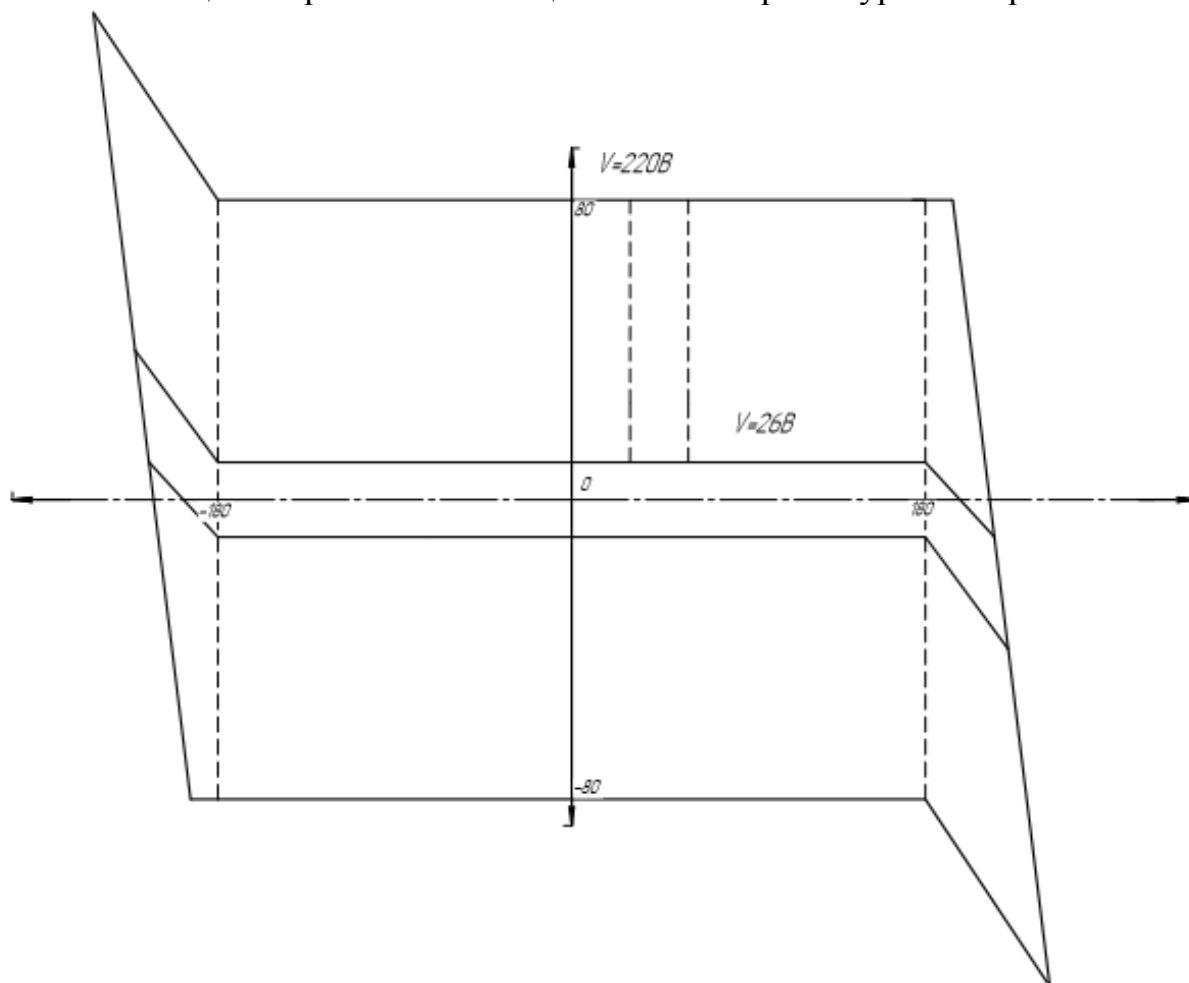
$$\begin{cases} U'_y = U_3 - K_H U_D + K_T IR - K_{TO} (I_{\text{СТОП}} - I_{\text{ОТС}}) R \\ U_D = \frac{\omega}{K_D} + IR_{R\Sigma} + \Delta U_{\text{ш}} \\ \omega = (E_{\Pi} - IR) K_D \end{cases} \quad (4.4.8)$$

$$I = \frac{U_y - U_3 + K_H (E_{\Pi} + \Delta U_{\text{ш}}) - K_{TO} I_{\text{ОТС}} R}{R \left[K_T + K_H \left(1 - \frac{R_{R\Sigma}}{R} \right) \right]} \quad (4.4.9)$$

Жүйенің төменгі электромеханикалық сипаттамасының есептеу нәтижелерін кестеге енгіземіз:

I, А	-210	-188	-45	120,3	150	198	213
ω , 1/с	26	10	9	7,13	6,7	-0,6	-11,4

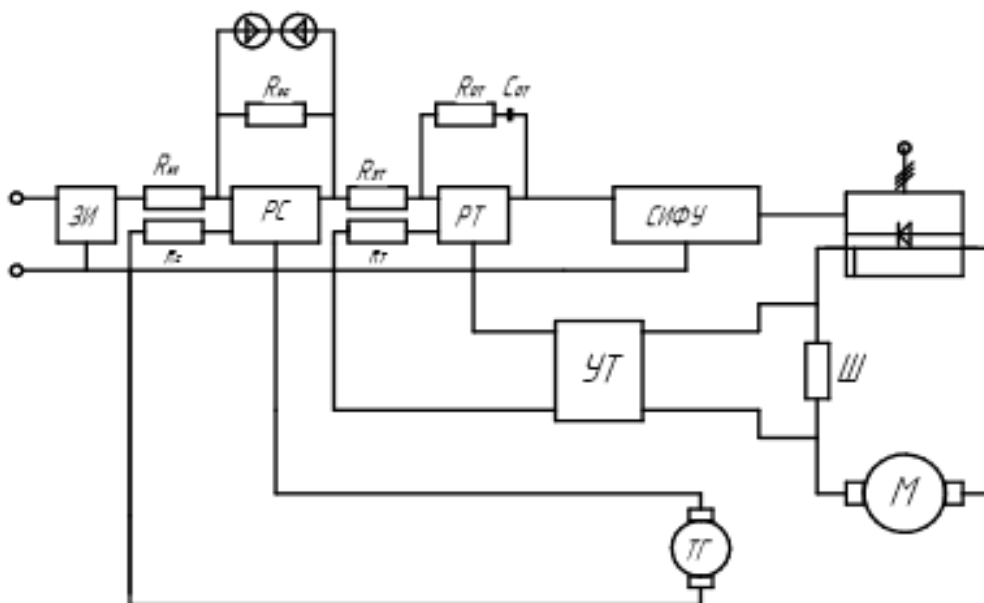
Статикалық электромеханикалық сипаттамалары 7 суретте көрсетілген



4.5 Реттеуші параметрлер есебі

8 - суретте қарапайымдатылған бейнеде АВК сызбасында асинхронды қозғалтқыш жылдамдығын басқаруға арналған бағынышты реттеулер жүйесі көрсетілген.

Жылдамдық тапсырмасы жүйеге қарқындылық беруші арқылы әсер ететін командааппаратпен орындалады. Интегропропорционалды ток реттеуіші ток датчигіне УТ күшейткіші арқылы қосылған, жылдамдық реттеуіші пропорционалды. Жылдамдық датчигі ретінде тахогенератор ТГ қолданылған. Гальваникалық байланыстың ерекшелігі, ток тізбектерін қосу



8 сурет

әдеттегідей шунтпен тікелей іске асырылмай, өзіне модулятор демодулятор қондырғысын немесе Холл датчигімен магнитөткізгішті қосымша блокпен тікелей іске асырылады. Екінші жағдайда берілген сигнал кемшілік ретінде есептеуге болатындай өте аз екенін ескереміз. Жылдамдық реттеуішіндегі тоқты шектеу үшін ұстап тұрушы кері байланыс қолданылады.

Модульді оптимум реттеуінде реттеуіштің беріліс функциялары түрімен анықталады. Ток реттеуіштің параметрлерін есептейміз.

ПИ реттеуіш үшін қолданылатын теңдік:

$$\frac{R_{я}(T_{яp} + 1)}{2T_{пp}k_{т}k_{п}} = \frac{C_{от}R_{отp} + 1}{R_{зт}C_{отp}} \quad (4.5.1)$$

Негізгі элементтер өлшемі келесі теңдіктер бойынша анықталады:

$$C_{от}R_{от} = T_{я}, \quad (4.5.2)$$

$$R_{3T}C_{OT} = \frac{2T_{II}k_Tk_{II}}{R_{Я}}, \quad (4.5.3)$$

$$k_T = k_{III}k_{\partial T}R_{3T}/R_T, \quad (4.5.4)$$

$k_{III} = U_{HIII}/I_{III}$ – шунт берілісінің коэффициенті;

$k_{\partial T} = U_{\partial T}/U_{III}$ – ток датчигі күшейткіш коэффициенті;

C_{OT} және R_{OT} шамасын анықтау үшін олардың бірін қабылдау керек
(C_{OT} қабылдаған тиімдірек)

Екпін периодында

$$U_{3Tmax} \approx I_{max}k_T$$

$$R_{3T} = 2T_{II}k_TU_{3Tmax}/I_{max}R_{Э}C_{OT}, \quad (4.5.5)$$

$$R_T = k_{III}k_{\partial T}I_{max}R_{Э}/U_{3Tmax}, \quad (4.5.6)$$

В П-жылдамдық реттеуішінде операциялық күшейткіште беріліс функциясы R_{OC} , R_{3C} екі элементімен жүзеге асырылады:

$$k_T C T_M / 4 T_{II} R_{Э} k_C = R_{OC} / R_{3C} \quad (4.5.7)$$

Мәндерінің бірін қабылдау керек, мысалы R_{OC} (кОм), табамыз

$$R_{3C} = 4 T_{II} R_{Э} R_{OC} / k_T C T_M,$$

мұнда $k_C = U_{3Cmax} / \omega_{max} = k_{дн} k_{ТГ} R_{3C}$;

R_C -жылдамдық бойынша кері байланыс тізбегінің байланыс коэффициенті (U_{3Cmax} 10 – 30 В шегінде қабылданады).

Әрі қарай анықтаймыз

$$R_C = k_{T2} k_{\partial H} R_{ЭC} / k_C \quad (4.5.8)$$

СО дағы жылдамдық контурын жөндеу кезінде бұл контурда П реттеуішті ПИ реттеуішпен ауыстырып, сызбаға ену кезінде қарқындылық задатчигін қосу керек. Принципіті сызбада берілген элементтер пунктирлі сызықтармен бейнеленген. Тұрақты токтың операциялық күшейткішінде жүзеге асырылған ПИ реттеуіштің параметрлері мына теңдік бойынша анықталады:

$$W_{PC}(p) = k_P(8T_{II} + 1)/8T_{II}p = (1 + R_{OC}C_{OC}p)/R_{3C}C_{OC}p$$

$$R_{OC} = 8T_{II}C_{OC}$$

$$R_{3C} = 32T_{II}^2k_C R_{Я} / C_{OC}k_T.$$

Өтпелі процесстер есебі

Алғашқы мәліметтер:

$C_m := 2.46$	қозғалтқыштың ЭДС коэффициенті, В ^{хс}
$R_e := 0.525$	якорлық тізбектің кедергісі, Ом
$T_e := 0.06$	уақыттың эквиваленттік тұрақтысы, с
$T_n := 0.01$	түрлендіргіштің уақыт тұрақтысы, с
$K_n := 38$	түрлендіргіштің күшейткіш коэффициенті
$J := 0.3$	инерция моменті, кг ^{хм} ²
$K_c := 0.094$	жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті, В ^{хс}
$K_i := 0.066$	ток бойынша кері байланыс коэффициенті, В/А

Түрлендіргіштің берілу функциясы:

$$W_n(p) := \frac{K_n}{T_n p + 1}$$

Өтпелі функция Лаплас кері түрлендірудің “invlaplace” символдық командасымен анықталады:\\

$$H_n(p) := \frac{W_n(p)}{p}$$

$$e(t) := H_n(p) \quad \text{invlaplace, } p \quad \rightarrow -38. \exp(-100.t) + 38 \\ \text{float, 3}$$

Қозғалтқыш тізбегінің беріліс функциясы және өтпелі сипаттамасы:

$$W_e(p) := \frac{1}{R_e (T_e p + 1)} \quad H_e(p) := \frac{W_e(p)}{p}$$

$$i(t) := H_e(p) \quad \text{invlaplace, } p \quad \rightarrow -1.90 \exp(-16,7t) + 1.90 \\ \text{float, 3}$$

Ток реттеуішінің беріліс функциясы

$$W_i(p) := \frac{R_e (T_e p + 1)}{2T_n p K_i K_n}$$

$$H_i(p) := \frac{W_i(p)}{p} \quad u_i(t) := H_i(p) \quad \text{invlaplace, } p \rightarrow 10.5 t + 628 \\ \text{float, 3}$$

Ток реттеуішінің, қозғалтқыштың және түрлендіргіштің жалғастырмалы қосылуында

$$W1(p) := W_i(p) W_n(p) W_e(p) \quad H1(p) := \frac{W1(p)}{p}$$

$$i1(t) := H1(p) \quad \text{invlaplace, p} \quad \rightarrow 7.58 \exp(-100t) + 758t - 7.58$$

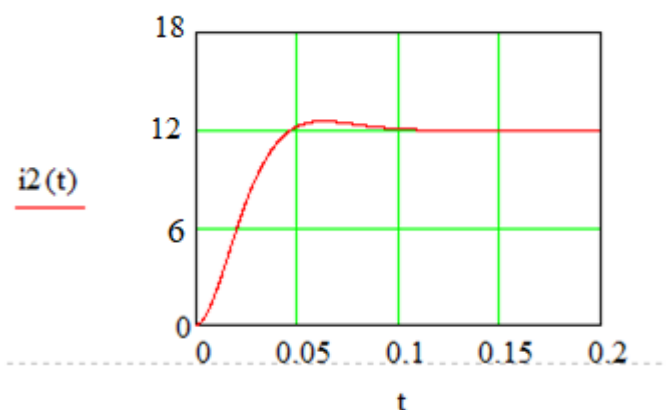
float, 3

Токтың кері байланысын тұйықтау арқылы аламыз:

$$W2(p) := \frac{W1(p)}{1 + K_i W1(p)} \quad H2(p) := \frac{W2(p)}{p} \quad \frac{1}{K_i} = 15.152$$

$$i2(t) := H2(p) \quad \text{invlaplace, p} \quad \rightarrow 15.2 - 15.2 \exp(-50t) \cos(50t) - 15.2 \exp$$

float, 3



Жылдамдық реттеуішінің беріліс функциясы

$$W_c(p) := \frac{K_i J}{4 T_n C_m K_c}$$

$$H_c(p) := \frac{W_c(p)}{p} \quad w(t) := H_c(p) \quad \text{invlaplace, p} \quad \rightarrow 2.14$$

float, 3

$$W_m(p) := \frac{C_m}{J_p}$$

Жалғастырмалы түрде қосылған жылдамдық реттеуіш, реттелген ток контуры және механикалық звено төмендегі беріліс функциясымен ұсынылған

$$W3(p) := W_c(p) W2(p) W_m(p)$$

Жылдамдық бойынша кері байланыс звеносын тұйықтау арқылы, жылдамдықтың реттелген, тұйықталған контурының беріліс функциясын аламыз:

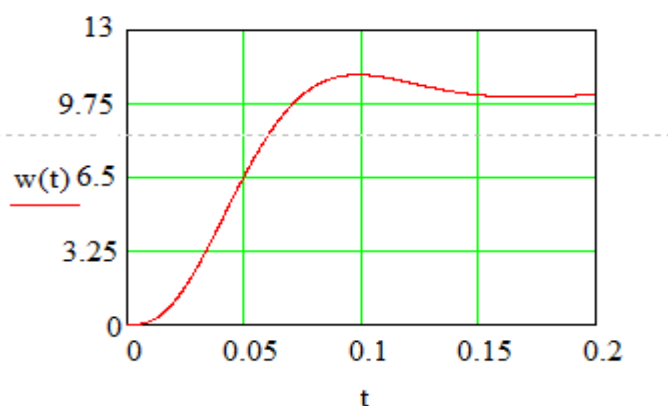
$$W4(p) := \frac{W3(p)}{1 + W3(p)Kc}$$

Шешімі:

$$H4(p) := \frac{W4(p)}{p}$$

$$w(t) := H4(p) \quad \text{invlaplace, p} \quad \rightarrow 10.64 - 10.64\exp(-50t) - 12.28\exp(-25t)$$

float, 4

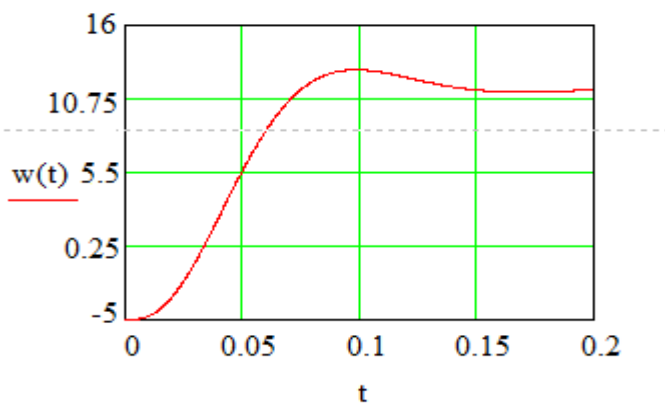


$$w5(p) := \frac{1(8 Tn p + 1)}{[(64 Tn^3 p^3 + 32 Tn^2 p^2 + 8 Tn p + 1) Kc]}$$

$$H5(p) := \frac{W5(p)}{p}$$

$$w5(t) := H5(p) \quad \text{invlaplace, p} \quad \rightarrow 10.6\exp(-25t) + 10.6 - 21.3\exp(-12.5t)$$

float, 3



5. ЭЛЕКТР ЖЕТЕКТЕР ЖӘНЕ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ СҮЛБАЛАРЫ

Бойлық-сүргілеу станоктерінің басты электр жетегі мен суппортт берілуінің электр жетегі және қосалқы механизмдердің электр жетектері бөлек электр қозғалтқыштарынан жүргізіледі. Мысал ретінде бойлық-сүргілеу станоктың 7М108 моделі үшін жиынтықты түрде жобаланған электр жетегі қарастырылған.

Басты электр жетегі

Электр жетегі екі жақты қызмет етілетін бір секционды шкафта орналасқан тұрақты тоқтық тристорлы түлендіргіштен және басқару станциясынан тұрады.

Тристорлы түрлендіргіш ретінде аралықты магнитті күшейткіші бар екі жинақты реверсивті тристорлы түрлендіргіш қолданады. Ол тұрақты тоқты қозғалтқыштың қоректенуін қамтамасыз етеді. Электр жетегі қозғалтқыш якоріне берілетін кернеудің өзгеру жылдамдығын реттеу диапазонын қамтамасыз ететін жылдамдық бойынша кері теріс байланысы бар қозғалтқыш жылдамдығын автоматты түрде тұрақтандырушы тұйық жүйе болып табылады. Жылдамдықты реттеу каналына қосылған оптималды өтпелі үрдістер жетекші кернеулі қалыптастырғышпен қалыптасады. Қорғаныс үшін электр жетегінде қозғалтқыштың номинал тоғынан 1,5 – 2,5 шектердегі тоқ шектеулігі орнатылған тоқ дәйегі қарастырылған. Күштік схемада М үстелі қозғалтқышының якорі ТП реверсивті тристорлы түрлендіргішке қосылған. Қозғалтқыштың қоздыру орамы ОВМ Тр2 үш фазалы трансформаторын және Вп2 үш фазалы көпірлі түзеткішін қосатын реттелмейтін тұрақты кернеу көзінен қоректенеді. Қозғалтқыштың магнитті ағыны Rв резисторының қоздыру орамы тізбегінен қосылуымен әлсірейді де, қозғалтқыш жылдамдығының номиналды мәніне қарағанда 20% - ға артуын қамтамасыз етеді. Қозғалтқыш жылдамдығы екі РС1, РС2 жылдамдық реттегіштері платалары мен R1-R5 өзгертпелі резисторға сәйкес келетін ЗС жылдамдық задатчигімен реттеледі. Жылдамдық задатчигі ЗС алға РВ және артқа РН контакті релелері бар реверсивті көпір арқылы өзіне үш фазалық үш орамды трансформатор Тр1 мен үш фазалы көпірлі түзеткіш Вп қосатын тұрақты кернеут көзінен қоректенеді. Кернеудің тұрақтылығы Ст стабилизаторымен қамтамасыз етіледі. Жылдамдық задатчигінің шығыс кернеуі U_3 электр жетегінің тұйық жүйесіне беретін кернеуі мен оған алгебралық қосылатын жылдамдық датчигі - ТГ тахогенераторынан алынатын U_{OC} кері байланыс кернеуі болып табылады. Басқару кернеуі $U=U-U$ тристорлы күшейткіштегі МУ1 және МУ2 магнитті күшейткіштеріндік кірістеріне беріледі. Басқару сигналы жүйенің кірісіне қосылатын Д10-Д13 диодтарымен шектелген. Қозғалтқышта якорь орамының резистор кедергісіне тұйықталуымен жүзеге асатын апаттық динамикалық тежелу қарастырылған. Жұмыстық тежелу – рекуперативтік. Ол тристорлы түрлендіргішпен қамтамасыз етіледі. Қоректену Тр3 үш фазалық трансформаторын және Вп3 үш

фазалық көпірлік түзеткішті іске қосатын кернеу көзінен жүзеге асады. Сұлбада өзіне қоздыру орамы бар үстелдің қозғалтқышын және электр жетегі жүйесінің берілуші кернеуінің тізбегін, КТ мен РВ1 уақытының, РЦ циклінің және РУ орнатылған орын ауыстырулар релесінің динамикалық тежелу контакторларын қосатын К1, К2 контакторлары бар. Сұлбада үстел (БДУ дистанционды орнату блогі) жүрісі ұзындығын беретін құрылғы қарастырылған. Құрылғы трансформаторлы режимде фаза-сезімтал түзеткіштер – фазодискриминатор ФД-1ФД2, контактісіз релейлі элементтер – РЭ1-РЭ4, күшейткіштер У1-У4 және шығысты геркондық релелер РВ, РН, РМ, РР қолданып жұмыс -жасайтын СП және Сд сельсиндерінде орындалған. Бөлшектің ұзындығымен анықталатын тік және кері жүрістегі үстелдің қажетті орын ауыстыру ұзындығы СП1 және СП2 сельсиндердің қозғалтқышында бар шкала бойынша СД датчигі сельсинінің роторына қатысты СП1 (артқа) және СП2 (алға) қабылдағыш сельсиндердің роторларының бұрылысымен анықталады. СД датчигі сельсинінің роторы станок үстелінің орын ауыстыру механизмімен кинематикалық байланысқан. Сұлба келесідей жұмыс жасайды. Бастапқы жағдайда барлық автоматты айырғышта ВА1-ВА5 қосулы болады. Кн2 екі тізбекті басқару тетігіне басқанда КТ тежелу контакторі және РВ1 реле уақыты қосылады. Контакт КТ динамикалық тежелу тізбегіндегі өз 17-19 контактілерін ажыратады және ЗС қозғалтқыш задатчигінің қоректену тізбегіндегі 4-5 контактіні тұйықтайды. РВ1 релесі 31-33 контактісімен К1 контакторын іске қосса, ал 47-49 контактісімен К2 контакторын қосады. К1 контакторы қоректендіруші жүйеге ТП түрлендірігшін қосады. К2 контакторы Тр1 және Тр2 трансформаторларын ВП1 және ВП2 түзеткіштерімен қосады және қозғалтқыштың ОВМ қоздыру орамына кернеу жібереді. Қозғалтқыштың магнит ағыны өседі де, өзінің 39-41 контактісімен РВ1 релесін өшіретін және 47-49 контактісімен К2 контакторы катушкасының қоректену тізбегін қамтамасыз ететін РНТ релесі іске қосылады. Сұлба жұмысқа дайын. Егер РВ1 релесінің ұсталымы уақытында РЦ релесі немесе РУ релесі қосылмаса, оның К1 контакторы тізбегіндегі 31-33 контактісі ажырайды (К1 сөнеді) және сұлба КТ контакторы қосулы болып бастапқы қалпына оралады. РД1 қысым релесі майлау жүйесіндегі майдың қысымы қалыпты болғанда іске қосылады. Басқару сұлбасы екі жұмыс режимін қамтамасыз етеді: автоматты режим және орнатылушы орын ауыстыру режимі – реттелетін режим. Цикл режимінде электр жетегі мен басқару сұлбасы 4-сутретте келтіріліген берілген тахограмманы орындайды. Циклда жұмыс жасаған кезде станок Кн4 (алға жылжу) және Кн5 (артқа жылжу) басқару тетіктерімен іске қосылады. Үстел шеткі қалыпта орналасқан деп болжап Кн4 батырмасына басады. Бұл кезде цикл релесі РЦ қосылады да, ол 31-37 контактісімен РВ1 релесін сөндіреді, 31-33 контактісімен К1 контакторының катушка тізбегіндегі оның контактісін блоктайды, 6-8 контактісімен ЗС жылдамдық задатчигінің қоректену тізбегін тұйықтайды, 57-59 контактісімен Кн4 батырмасы контактілерін блоктайды және 73-75 контактісімен СП1 сельсинінің роторын БДУ үстелдің орын ауыстыруын дистанционды орнату блогінің Тр4 трансформаторының бірінші

ретті орамына ω қосады. Кн4 батырмасының екінші топ контактілері СП2 сельсинінің шығысын блоктайды. СП1 сигналынан БДУ блогінде РВ релесі іске қосылады да, ол өзінің 1-10 және 3-8 контактілерімен электр жетегі жүйесінің кірісіне қажетті полярлықтың берілетін бейнелерін жібереді және 15-36 контактісімен СП2 роторы тізбегіндегі Кн4 батырмасының контактісін тұйықтайды. Бұл кезде ТП кірісіне минималды берілетін кернеу жіберіледі және жетек тізбегіндегі кинематикалық «соққыны» алдын алу үшін қозғалтқыш максимал жіберілетін динамикалық тоқпен минимал жылдамдыққа қарқындайды. Бұл БДУ уақытта РЭЗ релелік элементінің кірісіне ЗС жылдамдық задатчигінің РС реттегішінің екінші платасының қозғалтқышынан алынған кернеудің және СД датчигі сельсинінің (U_{c1}) және СП1 қабылдағышы сельсинінің роторлары арасындағы айырмашылық бұрышына пропорционал болатын Тр4 трансформаторының ω_4 орамында және ВП4 түзеткішінде жиналған қор кернеуінің айырымына тең басқарушы кернеу түседі. Бұл $U_{c1} > U_{z1}$ болғанда РМ сөндірулі болуы шартында. РЭ4 релелі элементтің кірісіне бір уақытта СП2 қабылдағышының сельсинінің шығысына қосылған (U_{c2}) Вп5 түзеткішінде жиналған қордан алынған кернеу айырымы және R4 резисторындағы кернеу құлауы ($U_{л4}$) түседі. Бұл кезде $U_{c2} < U_{л4}$ және релелі элемент РЭ4 қосулы (бұл уақытта РЭ4 релелі элементі де қосылған), ал сұлба қосылуын У4 күшейткішінің көмегімен реле РР қамтамасыз етеді. РР релесі өзінің 5-7 контактісінен РС1 11 в қозғалтқышын іске қосып, қажетті соғысу жылдамдығын анықтайтын электр жетегі жүйесіндегі берілуші кернеуді қамтамасыз етеді. ЗС құрылғысы айналу жылдамдығы алға қозғалу кезіндегі орнатылған жылдамдықтан үнемі төме болатындай құрылған. СП2 және СД сельсиндері роторларсы арасындағы айырым бұрышы, оған сәйкес U_{c2} кернеуі артқан кезде және U_{c2} кернеуі U_{r4} -тен жоғары болғанда ($U_{c2} > U_{r4}$) релелі элемент РЭ4 және РР релесі сөнеді. Бұл кездегі электр жетегі жүйесінің берілетін кернеуі ЗС жылдамдық задатчигіндегі РС1 реттегішінің 1 қозғалтқышымен анықталатын болады және үстел жетегінің электр қозғалтқышы осы берілген кернеумен анықталатын орнатылған жылдамдыққа дейін қарқындайтын болады. Үстел алға жылжыйды да, СП2 және СД сельсиндері роторларсы арасындағы айырым бұрышы, оған сәйкес U_{c2} кернеуі азаяды, $U_{c1} < U_{z1}$ болған кезде РЭЗ релелі элементі өшеді және РМ релесі іске қосылады да, ол өзінің ЗС-тегі 9-14 контактісімен жонғыштың металлдан шығуының төмендетілген жылдамдығына сәйкес келетін төмендетілген берілуші кернеуді қамтамасыз етеді. Электр жетегі төмен жылдамдыққа дейін тежеледі де, кейін реверсттеледі. СП2 және СД сельсиндері роторлары арасындағы айырым бұрышы нольге дейін дерлік төмендегенде РВ релесі сөнеді, СП2 қабылдағышының сельсин шығысы Тр4 трансформаторының ω орамына қосылады және РН релесін қосады, ол өз кезегінде 13-34 контактісімен СП1 сельсинінің шығысын тұйықтап, оны сөндіреді. СП2 және СД сельсиндері роторлары арасындағы айырым әсерінен РЭЗ релелі элементінің кірісінде Вп4-тен алынатын U_{c1} мен РС2 реттегішінің 11 қозғалтқышымен анықталатын U_{z2} айырымына тең кернеу пайда болады. РЭЗ элементі қосылады, ал РМ релесі

сөнеді. Реле РН өзінің 1-3 және 8-10 контактілерімен РС1 реттегішінің 11 қозғалтқышымен анықталатын берілуші кернеуді полярлығын өзгертеді. Үстелдің электр қозғалтқышының тежелуі, оның реверсттенуі және үстелдің кері жүріс жылдамдығымен артқа қозғалуы жүзеге асады. Кері жүрістің максимал жылдамдығы қозғалтқыш якорінің максимал кернеуінің және оның магнит ағынының әлсіреуі мен РМН максималды кернеу релесінің іске қосылуымен және 16-21 контактісімен, демек Rв резисторының ОВМ-мен қосылуы есебінен жүзеге асады. Кері жүріс соңында СП2 және СД сельсиндері роторлары арасындағы айырым бұрышы $U_{с1} < U_{с2}$ мәніне дейін азайғанда РЭЗ релелі элементі сөнеді және электр жетегі жүйесіні берілуші кернеуін төмендететін РМ релесі іске қосылады да, электр қозғалтқышы тежеліп, «тартылу» жылдамдығына дейін жылдамдығын азайтады. СП2 және СД сельсиндері роторлары арасындағы айырым бұрышы нольге дейін дерлік төмендегенде РН релесі сөнеді және СП1 сельсині шығысы Тр4 трансформаторының ω орамына қосылады. Бұл кезде РВ және РР релелері қосылып, қозғалтқыш тежеледі және реверсттеледі де, сол арқылы үстелдің жонғыштың металға соғылуының технологиялық жылдамдығымен алға қозғалуын қамтамасыз етеді. Әрі қарай электр жетегінің жұмыс циклы қайталанады, үстелдің орнатылған орын ауыстырулары (реттелетін режим) Кн6 (алға жылжу) және Кн7 (артқа жылжу) батырмаларына басумен және РУ релесін қосумен жүзеге асады. Қолды басқарудағы жетек жұмысы жоғарыда сипатталғанмен бірдей, тек үстелдің батырама басулы күйде болғанда қозғалатынымен және жүріс соңында тоқтайтынымен ерекшеленеді. К1 және К2 контакторлары Кн1 «стоп» батырмасын басу арқылы сөндіріледі. Бұл кезде контактор КТ өшіріледі М қозғалтқышы динамикалық тежелумен өшеді. РЦ реле циклы Кн3 батырмасымен өшіріледі. Электр жетегі сұлбасында М қозғалтқышының ВА1с автоматты айырғышымен максималды-тоқты айырғышымен (расципитель), РМТ максималды тоқ релесімен және РТ1 мен РТ2 жылулық релелерімен жүзеге асырылатын максималды тоқты және жылулық қорғаныштары қолданылған. Қозғалтқыштың қоздыру орамының және басқару жүйесінің берілуші кернеуінің тізбегі ВА2-ВА5 автоматты айырғышының қысқа тұйықталуынан қорғалған. Нольдік тоқтың РНТ релесі қамтамасыз ететін қозғалтқыштың ОВН қоздыру орамының минимал-тоқты қорғанысы бар. Жүйедегі кернеудің жоғалуы мен төмендеуінен және қозғалтқыштың өздігінен іске қосылуынан нольдік қорғанысты К1 және К2 контакторлары орындайды. Майлау жүйесіндегі қысымның төмендеуінен қорғанышты РД1 релесі қамтамасыз етеді. Осы қорғаныштардың кез келгенінің әрекет етуі кезінде К1 және К2 контакторлары өшеді, ал қозғалтқыш желіден ажырайды.

Қоректендіруші жүйенің кернеуінің жоғалуы бағыттаушлар үстелінің шығып кетуіне әкеледі. Мұндайға жол бермеу үшін КТ тежеу контакторымен сөндірілетін қозғалтқыштың динамикалық тежелуі қарастырылған. РМТ релесінің немесе ВА4 және ВА5 автоматты айырғыштарының іске қосылуының кернеуі жоғалғанда қозғалтқыш желіден К1 және К2 контакторларымен

қосылады және оның КТ якорь контакторына динамикалық тежелудің резисторы RT қосылады. Бұл кезде қозғалтқыштың қоздыру орамы якорьге реверсивті көпір арқылы Д10-Д13 диодтарымен қосылады. Сұлбада сұлбалық блокировка және сигнализация қолданылған. ЛС1 лампы электр жетегін басқару сұлбасында кернеудің барын және ВА1 автоматты енгізу айырғышының іске қосулы күйін ескертеді, ал ЛС2 лампы майлау жүйесіндегі қысымның төмендеуін көрсетеді және ЛС3 лампы РЦ цикл релесіні іске қосылуын және станоктың цикл режиміндегі жұмысын көрсетіп тұрады.

6. Экономикалық бөлім

6.1 Жаңа жүйені енгізудің тиімділігі

Әрбір жаңа энергетикалық объектінің халық шаруашылықтағы мәні оның техникалық жетілуімен және үнемділігімен көрсетіледі. Егер техникалық жетілуінің дәрежесі сенімділікті, орнықтылық және жобалаушы объектінің жұмысының сапалығын көрсетсе, онда жұмыстың үнемділігі қоғамдық жұмыстың ең аз шығындарымен өз функцияларын орындау мүмкіндігін болжайды.

Тұрақты токтың электр жетегін енгізуден экономикалық әсерін анықтау. Жаңа электр жетегін енгізуден экономикалық әсер келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta T = C_{б.с} \cdot a - (C_n + E_n \cdot \Delta k) + \frac{(C_б \cdot a_1 - U_n) + E_u (кб \cdot a - ln)}{P_{ам} + E_u}; \quad (6.1)$$

мұндағы C_n – жаңа бұйымның бірлігінің бағасы;
 $C_{б.с}$ – базисті бұйымның бірлігінің бағасы;
 Δk – бұйымның жаңа түрін жасаумен және игерумен байланысты қосымша салыстырмалы капитал шығындар;
 a – жаңа және базисті бұйымның бірлігінің баламалығының коэффициенті, коэффициенттер туындысы сияқты анықталады:

$$a = a_1 \cdot a_2; \quad (6.2)$$

$$a = 1,25 \cdot 1,02 = 1,35;$$

$a_1 = B_u / B_1$ – жаңа және ескі бұйымның өнімділігі:

$$a_1 = 1,25 / 1,0 = 1,25;$$

$$a_2 = \frac{1/T_{сб} + E_n}{1/T_{сн} + E_n}; \quad (6.3)$$

$$a_2 = \frac{1/25 + 0,15}{1/15 + 0,15} = 1,08$$

мұндағы $T_{сб} = 20$, $T_{сн} = 25$ – жаңа және базалық бұйымның қызмет ету мерзімі;

$E_n = 0.15$ 1/жыл – капитал салымдардың экономикалық тиімділігінің нормативті коэффициенті;

U_6, U_H – тұтынушыдан жаңа қондырғыны амортизациялауға шығаруларды ескерусіз жылдық ағымдық ұстанымдар. Бұл ұстанымдарда тұтынушының бірге жүретін капитал салымдары бойынша амортизациялық шығарулар ескеріледі;

$P_{ам}$ – тұтынушы жаңа бұйымның бірлігін қолдану кезінде амортизацияға шығару үлесі. Электр жетектер үшін $P_{ам} = 0,874$;

K_H, K_6 – негізгі бұйымды жөндеуді қосып бірге жүретін капитал шығындар. Бірге жүретін капитал салымдар электржетектің нұсқалары бойынша өндеудің бірінші сатысында іріленген нормативтер бойынша және сумма сияқты көрсеткішпен $K = K_0 + K_{пр} + K_{пп}$ анықталады;

K_0 – қондырғыны алуға, оны транспорттауға және жетектің жана жүйесін енгізумен байланысты монтажға кеткен шығынның суммасы;

$K_{пр}$ – орнатылған электржетектің капитал және орташа жөндеулеріне шығындар;

$K_{пп}$ – электржетектің ұжымды қайта дайындаудың бағасы.

Капитал және орташа жөндеу жұмыстарына кеткен шығынды анықтау төмендегі тарауларда қарастырылады.

6.2 Капиталды шығындар

Капитал шығындар техникалық шешімінің қарастырылып отырған нұсқалардың техникалық-экономикалық көрсеткіштердің бірі ретінде болып табылады. Олар негізгі қондырғының бағасынан және жалақыдан қосылады. Жөндеу жұмыстарына шығындар жөндеуге негізгі жалақыдан, қосымша жалақыдан және социалды сақтандыруға ұстанымдардан жиналады. Негізгі жалақы T_{Σ} – жөндеулердің еңбек сыйымдылығы деп аталатын жөндеу жұмыстарының сағаттық ставкасының туындысы сияқты анықталады:

$$T_{\Sigma} = T_1 \cdot mR_{\Sigma}; \quad (6.3)$$

мұндағы T_1 – жөндеудің қиындық категориясы бір жөндеу бірлігі кезінде бір жөндеудің еңбек сыйымдылығы;

$T_{1К} = 15$ сағат – капитал жөндеу үшін;

$T_{1С} = 7$ сағат – орташа жөндеу үшін;

m – жылына жөндеулер саны;

R_{Σ} – жөндеудің суммалық қиындық категориясы.

Жылына жалпы еңбек сыйымдылық ашық түрде келесідей жазылады:

$$T_{\Sigma} = T_{\Sigma М} + T_{\Sigma С} + T_{\Sigma М} + T_{\Sigma К} = T_{1М} \cdot (m_{1Н} \cdot R_1 + m_{2Н} \cdot R_2 \cdot + \dots) + T_{1С} (m_{1С} \cdot R_1 + m_{2С} \cdot R_2 \cdot + \dots) + T_{1П} (m_{1К} \cdot R_1 + m_{2К} \cdot R_2 \cdot + \dots) \quad (6.4)$$

Қиындықтың суммалық категориясы:

Жаңа нұсқа үшін - $R_{\Sigma} = 2,1$;

Базалық нұсқа үшін - $R_{\Sigma} = 4,3$;

Жылына жөндеулер саны:

Жаңа нұсқа үшін - $m_n = 2, m_c = 1, m_k = 0,1$;

Базалық нұсқа үшін - $m_n = 2, m_c = 1, m_k = 0,1$.

Сонда:

$$T_{\Sigma H} = 1,2(2 \cdot 2,1) + 7(1 \cdot 2,1) + 15(0,1 \cdot 2,1) = 22,89 \text{ сағат,}$$

$$T_{\Sigma 6} = 1,2(2 \cdot 4,3) + 7(1 \cdot 4,1) + 15(0,1 \cdot 4,3) = 46,87 \text{ сағат.}$$

6.3 Жөндеу жұмыстарының шығыны

Жөндеу жұмыстарының шығындарын анықтаймыз:

Негізгі жалақы:

$C_{op} = hT_{\Sigma}$, $h = 192$ теңге/сағ. IV разрядты жұмысшы үшін.

Жаңа нұсқа үшін - $C_{ори} = 192 \cdot 22,89$ теңге.

Базалық нұсқа үшін - $C_{ори} = 192 \cdot 46,87 = 8999,04$ теңге.

Қосымша жалақы негізгіден – 10% - құрайды.

$C_{дп.н} = 439,488$ теңге. $C_{дп.б} = 899,904$ теңге.

Сонда капитал жөндеуге шығындар келесі формула бойынша анықталады:

$$K_{нр} = C_{op} + C_{д.р} + C_c ; \quad (6.5)$$

Социалды сақтандыру бойынша есептеу негізгі және қосымша жалақыда 7% - ды құрайды

$$C_u = 0,07 \cdot (C_{op} + C_{дп});$$

$$C_{ш} = 0,07 \cdot (4394,88 + 439,488) = 338,4;$$

$$C_{сб} = 0,07 \cdot (8999,04 + 899,904) = 692,93;$$

$$K_{нр} \cdot u = 4394,88 + 439,488 + 338,4 = 5172,768;$$

$$K_{нр} \cdot б = 8999,04 + 899,904 + 692,93 = 10591,874.$$

Электр жетектің элементтерінің базасын анықтау.

Базалық нұсқа үшін

ТТҚ бағасы – 5040 теңге.

Жаңа нұсқа үшін

ЛДПТ бағасы – 6000теңге, яғни – Цб = 5040теңге, -Ци = 6000теңге.

Нұсқалар бойынша транспортты және мантажды жұмыстарға кеткен шығындарды анықтаймыз: $K_o = Ц \cdot 0,07$.

Базалық нұсқа бойынша – $K_{об} = 5040 \cdot 0,07 = 352,8$ теңге

Жаңа нұсқа бойынша – $K_{о.и} = 6000 \cdot 0,07 = 420$ теңге, яғни транспортты және мантажды жұмысқа кеткен шығындар электржетектің базасынан 7%- ды құрайды.

Электр жетектің жаңа жүйесіне қызмет көрсетуші техникалық қызметкерлерді қайта дайындауға кеткен шығындарды нөлге тең деп қабылдаймыз, себебі жетектерге қызмет көрсету бойынша мамандар бар, яғни $K_{пп} = 0$.

Бірге жүретін капитал салымдар жыл.

$$K_{\text{б}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} = 10591,874 + 420 = 11011,874 \text{ теңге.}$$

Базалық нұсқа үшін

$$K_{\text{и}} = K_{\text{пр.и}} + K_{\text{ои}} = 5172,768 + 352,8 = 5525,568 \text{ теңге.}$$

Жаңа нұсқа үшін тұтынушыда ағымдық жылдың шығындарын анықтаймыз.

U – тұтынушыда жылдың ағымдық ұстанымдар.

$$U = U_{\text{з.п}} + U_{\text{пэ}} + U_{\text{от}} = U_{\text{тр}} \quad (6.7)$$

мұндағы $U_{\text{з.а}}$ – қызмет көрсетуші қызметкерлердің жалақысына кеткен шығындар;

$U_{\text{пэ}}$ – электр энергиясының шығынына кеткен шығындар;

$U_{\text{тр}}$ – ағымдық жөндеу және қызмет көрсетуге кеткен шығындар.

Негізгі жалақы:

$$U_{\text{о.з.т}} = N \cdot J \cdot B = 1920 \cdot 2 \cdot 192 = 737280 \text{ теңге.}$$

мұндағы N – жылына жұмысшы уақыттыр саны;

Δ - ауысымдар саны.

Жұмысшы ПР жүргізуші үшін берілетін сыйақы негізгі жалақыдан 50% - ды құрайды.

$$U_{\text{п.п.р.}} = 797280 \cdot 0,5 = 368640 \text{ теңге.}$$

Қосымша жалақы негізгіден 10% -ды құрайды.

$$U_{\text{доп}} = 737280 \cdot 0,1 = 73728 \text{ теңге.}$$

Социалды сақтандыруға есептеулер негізгі және қосымша жалақылардың 7%-ын құрайды:

$$U_{\text{сс}} = (737280 + 73728) \cdot 0,07 = 56770,56 \text{ теңге.}$$

Бір жылға жалпы жалақы:

$$U_{3.п} = U_{0.3.п} + U_{ппр} + U_{доп} + U_{сс} = 737280 + 73728 + 368640 + 56770,56 = 1236418,56 \text{ теңге.}$$

Нұсқалар бойынша электрэнергиясының жоғалтуға кеткен шығынды есептейміз.

Олар мына формула бойынша анықталады:

$$U_u \cdot n = E \cdot \Delta A; \quad (6.8)$$

мұндағы ΔA – жылына электр энергияның шығыны;

$E = 6,4 \text{ теңге-1кВт сағ. бағасы.}$

$$\Delta A = P_n \frac{1 - \eta}{2} K_3 T; \quad (6.9)$$

мұндағы K_3 – қуат бойынша жүктемелеу коэффициенті;

η – электр жетек жүйесінің ПӘК;

P_n – электр қозғалтқышының номинал қуаты;

T – уақыттың нақты қоры

$$T = K_n \cdot n \cdot \rho \cdot S; \quad (6.10)$$

мұндағы

K_n – қондырғыны пайдалану коэффициенті;

n – жылдағы күн саны;

ρ – жұмысшы ауысымның ұзақтығы.

$$T = 0,8 \cdot 274 \cdot 7 \cdot 2 = 3069 \text{ сағат.}$$

Базалық нұсқа бойынша электрэнергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\eta = 0,8, \quad P_n = 3 \text{ кВт};$$

$$\Delta A_6 = 3 \cdot \frac{1 - 0,8}{0,8} 0,8 \cdot 3069 = 1841 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жаңа нұсқа бойынша электрэнергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\eta = 0,87, \quad P_n = 2 \text{ кВт};$$

$$\Delta A_6 = 2 \cdot \frac{1 - 0,87}{0,87} 0,8 \cdot 3069 = 734 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Нұсқа бойынша электр энергиясының шығынының бағасы:
Базалық нұсқа үшін:

$$U_{н.э.д} = \varepsilon \cdot \Delta Аб = 6,4 \cdot 1841 = 11782 \text{ теңге/жыл.}$$

Жаңа нұсқа үшін:

$$U_{н.э.л} = \varepsilon \cdot \Delta Аб = 6,4 \cdot 734 = 469,76 \text{ теңге/жыл.}$$

Жағу және ысқылау материалдарына кеткен шығынды анықтау. Электр машинасының 0,8 орнатылған нормасының негізінде анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша

$$U_{о.и.б.} = P_{нд} \cdot 0,8 \cdot N_{см} = 3 \cdot 0,8 \cdot 548 = 1315,2 \text{ теңге/жыл.}$$

N_{cc} – жылына жұмысшы ауысымдар саны:

$$N_{cc}^2 = n \cdot S = 274 \cdot 2 = 548 \text{ күн.}$$

Жаңа нұсқа үшін:

$$U_{о.и.н.} = P_{нд} \cdot 0,003 \cdot N_{см} = 2 \cdot 0,8 \cdot 548 = 876,8 \text{ теңге/жыл.}$$

Нұсқалар бойынша ағымдық жөндеуге және электр қондырғыны ұстауға кететін шығындарды анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша:

$$U_{три} = 3 \cdot 9,2 = 27,6 \text{ мың теңге/жыл.}$$

Жаңа нұсқа үшін:

$$U_{три} = 2 \cdot 9,2 = 18,4 \text{ мың теңге/жыл.}$$

Тұтынушыларда жылдық ағымдық шығындарды есептеу нәтижесінде келесідей жазуға болады:

Базалық нұсқа бойынша:

$$\begin{aligned} U_{б1} &= U_{з.п.} + U_{нэб} + U_{олб} + U_{трб} = 1236412,56 + 11782,4 + 1315,2 + 27,6 \\ &= 1248360,08 \text{ теңге/жыл.} \end{aligned}$$

Жаңа нұсқа үшін:

$$U'_u = U_{з.п.} + U_{уэи} + U_{оуи} + U_{тр} = 1236412,56 + 469,76 + 876,8 + 18,4 = 1237783,52 \text{ теңге/жыл.}$$

Қосымша капитал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta K = K_{nn}/e ; \quad (6.11)$$

мұндағы K_{nn} – өндірістік шығындар;

A_2 – есептелінетін жылда жаңа бұйымдардың өндірісінің көлемі.

Тура есептеу әдісімен сұлбаларды дайындауға және шығаруға T_n конструкторларының еңбекті шығындарының жалпы көлемін есептейміз:

$$T_n = T_u \cdot K_c \cdot K_u \cdot K_m \cdot K_3/100, \quad (6.12)$$

мұндағы $T_n = 4,7$ адам/сағ – 1 – ші қиындылық тобы және 4 – ші жаңалық тобы бойынша №11 форматты бір сызбаны шығару үшін керек уақыт.

$M = 400$ дана - №11 сызбаларының саны;

$K_c = 1.6$ – қиындылық тобының коэффициенті;

$K_u = 0.8$ – жаңалықтар тобының коэффициенті;

$K_m = 0.5$ – ерекшелігі бойынша дәрежесіне байланысты жұмыстық еңбек сыйымдылығының төмендеу коэффициенті;

$K_3 = 25\%$ - конструкторлы жұмыстың жалпы еңбек

сыйымдылығына % - да сатылық еңбек сыйымдылығы.

$$T_n = 4,7 \cdot 400 \cdot 1,6 \cdot 0,5 \cdot 0,25 = 300 \text{ адам/сағ}$$

Осындай жолмен алынған құрылысты жұмыстардың жалпы еңбек сыйымдылығы 0,12 коэффициент бойынша адам – күнге келтірілуі мүмкін.

$$T_n = 300 \cdot 0,12 = 36 \text{ адам/сағ}$$

Сонда құрылысты жұмыстардың жалпы еңбек сыйымдылығы:

$$T_{\Sigma} = T_k + 1,2T_k = 79,2 \text{ адам/сағ}$$

Құрылысты құжаттаманы дайындаудың бағасын анықтаймыз:

$$S_{к.д.} = T_{\Sigma} \cdot K \cdot Z_{тд} \cdot K_{к.д.} ; \quad (6.13)$$

$K = 0,9$ – орындаушылардың квалификациясын ескеруші коэффициент.

$Z_{тд} = 1400$ теңге/күн – құрылысты бюроның бір жұмысшысының еңбегінің орташа бағасы.

$$S_{к.д.} = 79,2 \cdot 0,9 \cdot 1400 \cdot 2,5 = 249480 \text{ теңге.}$$

Тәжірибелік - конструкторлық жұмыстар жоспарының барлық құнын анықтаймыз:

$$S = \frac{S_{к.д.}}{0,6} = \frac{249480}{0,6} = 415800$$

$A = 5$ – жылына жаңа техника бірліктері кезінде ΔK – ны анықтаймыз:

$$\Delta K = 415800/5 = 83160 \text{ теңге.}$$

6.4 Жылдық экономикалық нәтиже

Жылдық экономикалық нәтижені анықтаймыз:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & C_6 \cdot a - (C_H + E \cdot \Delta K) + \frac{(C_6' - a - U_H) + E_u(K_6 \cdot a_1 \cdot K_r)}{P_{ам} + E_H} = 5040 \cdot 1,36 - (6000 + 0,15 \cdot 83160) + \\ & + \frac{(1248360,08 \cdot 1,35 - 1237783,52) + 0,15(11011,874 \cdot 1,25 - 5525,568)}{0,874 + 0,15} = 426601,571 \text{ теңге/жыл} \end{aligned}$$

Өтемділік мерзімін есептеу.

Жылдық экономикалық өтемділік мерзімі келесі формула бойынша есептеледі:

$$T_{от} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}}; \quad (6.14)$$

$$T_{от} = \frac{415800}{426601,571} = 0,9 \text{ жыл}$$

Демек, тұрақты ток қозғалтқышының орнына сызықты тұрақты ток қозғалтқышын енгізуден жылдық экономикалық әсер қайтадан түсуші қозғалысты іске асыру қажет болған жағдайда 426601,571 теңге/жыл құрайды.

Жүйе электр жетектің принципті жаңа түрі болады және сызықты тұрақты ток қозғалтқышын қолдану облысын зерттеу бойынша экономикалық әсер өсе береді.

7. ӨМІР ТІРШЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

7.1. Электр тоғымен зақымдау дәрежесі бойынша құрылғыны талдау

Адамдардың тоқпен зақымдалу жағдайларының барлығы оның электр тізбегінің арлығында біршама кернеу болатын екіден кем емес нүктеге жанасу салдары болып табылады. Мұндай жанасудың қауіптілігі адам денесі арқылы өтетін тоқпен немесе ол қандай кернеу астында қалатынымен, яғни бірқатар факторларға: адамның электр тізбегіне қосылу сұлбасына, желінің кернеуіне, желінің өз сұлбасына, нейтрал режиміне, ток жүргізуші бөліктердің жерге қатысты изоляция дәрежесіне тәуелді жанасу кернеуімен бағаланады.

Осылайша, көрсетілген қауіптілік біркелкі емес: бір жағдайларда адамның электр тізбегіне қосылуы ол арқылы аз тоқтың өтуімен қатар жүреді және қауіпті болмайды, ал басқа жағдайда тоқтар үлкен мәнге жетіп, өлімге әкеп соқтыруы мүмкін.

Ең жағымсыз жағдай бұл екі әр түрлі фазаға бір уақытта жанасу болып табылады, бұл кезде адам сызықтық кернеу астына түседі және адам арқылы өтетін тоқ анықталады:

$$I_h = \frac{U_l}{R_h}$$

мұндағы, R_h - адамның кедергісі.

Алайда бұл жағдай типтік емес. Зақымдануларды 80 % бір фазалық жанасуда болады.

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + r_0}; r_0 = 4 \text{ Ом. } R_h = 1000 \text{ Ом. } R_0 \leq R_h$$

$$I_h = \frac{U_a}{R_h} = \frac{220}{1000} = 220 \text{ mA}$$

Тоқтың мөлшері адам өміріне қауіпті, сондықтан қорғаныс шараларын орындау керек.

Бойлық-сүргілеу станоктарына қызмет көрсету барысындағы жұмыс қауіпсіздігі ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралармен қамтамасыз етіледі.

Берілген дипломдық жобада басты қозғалыс жүргізілетін тұрақты тоқты электр қозғалтқышы пайдаланылады. Қозғалтқыштың айналымы редуктор арқылы тісті доңғалаққа беріледі, ол тісті рейка көмегімен үстелдің ілгермелі қозғалысы жүзеге асырылады.

Заманауи реттелетін тұрақты тоқты электр жетектер әдетте тристорлы түрлендіргіштен қоректенетін тәуелсіз қоздыру қозғалтқыштары негізінде орындалады.

Қозғалтқыш шудың көзі болғандықтан шудың акустикалық есебін жүргізу керек және дыбыстық қысым деңгейі рұқсат етілген дыбыстық қысым деңгейінен аспайтынын тексеру қажет.

7.2. Нөлдеуді есептеу

Станокте кернеу астында бола алатын тристорлы түрлендіргіштер қолданылады. Оператордың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін тристорлы түрлендіргішті нөлдеуді қолданамыз. Нөлдеудің нысаны – электр қондырғының корпусына және корпусқа тұйықталу немесе басқа себептерге байланысты жерге қатысты кернеу астында қалған басқа да метал тоқ жүрмейтін бөлшектерге жанасу жағдайындағы қауіптілікті жою. Нөлдеу корпусқа тұйықталғанда максималды тоқтан қорғануды қамтамасыз етеді. Нөлдеуді есептеу мақсаты оған жүктелген тапсырмаларды – зақымданған қондырғыларды желіден ажыратуды және сол уақытта адамның нольдік корпусқа апатты периодтта жанасуының қауіпсіздігін қамтамасыз етуді орындайтын шарттарды анықтау. Есептеу к.з. тоғы үшін есептеледі, ол қорғанысты және сақтандырғыштың балқығыш ендімесінің номинал тоғын айтарлықтай өсіреді.

Бастапқы мәліметтер:

Желінің кернеуі – 0,4 кВ

Электр қабылдағыштың қуаты – $P=15\text{кВт}$

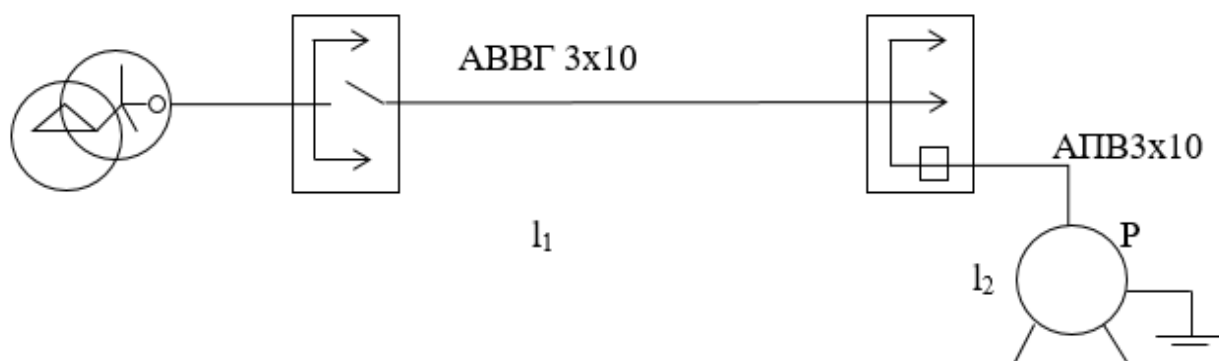
Трансформатор қуаты – $S=35\text{кВА}$

$\cos\alpha=0,8$

$n=5$ – іске қосу тоғының еселігі

$l_1=70\text{ м}$

$l_2=15\text{ м}$



380/220 В линиясы қуаты 35 кВт 6/0,4 кВ трансформатордан қоректенеді. Құрылғы үлестіруші пункттен (РП) қоректенеді. Фазалық сымдар алюминий, l_1 участкісіндегі нольдік өткізгіш болат құбырда жалғасқан. Қорғаныс аппараты ретінде балқығыш ендірмелерін қабылдаймыз.

Жүктеме тоғын есептейміз:

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 28,5 \text{ A}$$

Сақтандырғыштың алқығыш ендіріменің есептік тоғы мына формуламен анықталады:

$$I_{\text{ПЛ ВС}} = \frac{nI_H}{\alpha}$$

мұнда, $n=5$ – іске қосу тоғының еселігі.

$\alpha=2,5$ – құрылғының іске қосу шартын ескеретін коэффициент

$$I_{\text{ПЛ ВС}} = \frac{nI_H}{\alpha} = \frac{28,5 \cdot 5}{2,5} = 57 \text{ A}$$

Фазалық және нольдік өткізгіштердің кедергісін есептейміз.

$$R_{\Phi} = \rho \frac{l_1}{S_{\Phi}} = 0,028 \frac{70}{10} = 0,196 \text{ Ом}$$

мұнда, $S_{\Phi}=10 \text{ мм}^2$ – фазалық сымның қимасы

$X_{\Phi}=0$ – түсті метал үшін

Болат құбырдың активті және индуктивті кедергілері диаметрі 40мм және ұзындығы 70 мм күтіліп жатқан қысқа тұйықталу тоғына тәуелді анықталады.

Тоқтың тығыздығын анықтайтын формула:

$$\gamma = \frac{3 \cdot I_{\text{ПЛ ВС}}}{S_{\text{ТР}}} = \frac{3 \cdot 57}{35} = 4,88 \text{ А/мм}^2$$

ПН2-100: $I_{11}=60 \text{ A}$ сақтандырғышын орнатуға қабылдаймыз

$r_w=5,24 \text{ Ом/км}$; $x_w=3,14 \text{ Ом/км}$.

$R_H=r_w \cdot l_1=5,24 \cdot 0,07=0,366 \text{ Ом}$

$X_H=x_w \cdot l_2=3,14 \cdot 0,07=0,219 \text{ Ом}$

$X_n=x_n \cdot l_1=0,6 \cdot 0,07=0,042 \text{ Ом}$

мұнда $x_n=0,6$ - меншікті сыртқы индуктивті кедергі.

Фаза-ноль ілмегі кедергісі келесідей анықталады:

$$Z_n = \sqrt{(R_H + R_{\Phi})^2 + (x_{\Phi} + x_H + x_n)^2}$$

$$Z_n = \sqrt{(0,196+0,366)^2 + (0+0,219+0,042)^2} = \sqrt{0,315+0,068} = 0,618 \text{ Ом}$$

$Z_1=0,312 \text{ Ом}$ – трансформатор орамдарының кедергісі.

Қысқа тұйықталу тоғын мына формуламен анықтаймыз:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_n}$$

$$I_{кз} = \frac{220}{\frac{0,312}{3} + 0,618} = 304,7 \text{ A}$$

Сақтандырғыштың іске қосылу шарттарын тексереміз:

$$I_{кз} \geq 3 \cdot I_{пл \text{ BC}}$$

$$304,7 \geq 3 \cdot 57;$$

$$304,7 \geq 171$$

$l_2 = 15$ м екінші учасок үшін

$$X_{\phi} = 0$$

$$X_n = 0,6 \cdot 0,015 = 0,009 \text{ Ом}$$

Фазлық және нольдік өткізгіштердің кедергісін анықтаймыз:

$$R_{\phi} = 0,028 \frac{15}{10} = 0,042 \text{ Ом}$$

$$R_H = 5,24 \cdot 0,015 = 0,0786 \text{ Ом}$$

$$X_H = 3,14 \cdot 0,15 = 0,0471 \text{ Ом}$$

Әрі қарай фаза-ноль ілмегінің кедергісін анықтаймыз:

$$Z_n = \sqrt{(R_H + R_{\phi})^2 + (X_{\phi} + X_H + X_n)^2}$$

$$Z_n = \sqrt{(0,042 + 0,0786)^2 + (0 + 0,009 + 0,0471)^2} = 0,1326 \text{ Ом}$$

$Z_1 = 0,312$ Ом – трансформатор орамдарының кедергісі.

Қысқа тұйықталу тоғын мына формуламен анықтаймыз:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_n}$$

$$I_{кз} = \frac{220}{\frac{0,312}{3} + 0,1326} = 929,83 \text{ A}$$

Сақтандырғыштың іске қосылу шарттарын тексереміз:

$$I_{кз} \geq 3 \cdot I_{пл \text{ BC}}$$

$$929,83 \geq 3 \cdot 57;$$

$$929,83 \geq 171$$

Қорытынды: $I_{кз} \geq 3 \cdot I_{пл\text{ в с}}$ шарты орындалған, демек біздің жүйе сәндірілуге сенімді.

7.3. Шуды акустикалық есептеу

Адамды қоршаған ортадағы шу әр түрлі және көптеген көздерден пайда болады. Оның негізгілеріне: көлік құралдары, техникалық құрылғылар (қозғалтқыштар, трансформерлер, генераторлар және т.б.), өнеркәсіптік кәсіпорындар, вентеляциялық, компрессорлық қондырғылар жатады. Өнеркәсіптік кәсіпорындармен, технологиялық құрылғылармен түзетілетін шу (цехтар, шеберханалар) рұқсат етілген спекторынан аспау керек.

Өндірістегі қарқынды шу ойдың нашарлауына және жұмыс орындау кезіндегі қателердің өсуіне әсер етеді және әсіресе реакция шапшаңдығына, ақпарат жинақталуына және аналитикалық үрдістерге әсер етеді, шудың кесірінен еңбек өнімділігі төмендейді және жұмыс деңгейі нашарлайды. Шу жұмысшылардың цехішілік көліктің ескертуші сигналдарына дер кезінде назар аударуын қиындатады да, нәтижесінде өндірісте бақыстсыз жағдайлардың орын алуына әкеледі.

Акустикалық есептеу орташа геометриялық жиілігі 63-тен 8000 Гц дейінгі сегіз октавалық жолақтарда орындалады. Акустикалық есеп өзіне қосады:

1. шу көздерін табу және олардың шулық сипаттамаларын анықтау;
2. есептелу жүргізілетін бөлменің нүктелерін анықтау;
3. есептеуші нүктелер үшін $L_{доп}$ дыбыстық қысымының рұқсат етілген деңгейлерін анықтау;
4. шуды төмендету шараларын жүргізгенге дейін есепшу нүктелердегі L дыбыс қысымының күтілетін деңгейін анықтау;
5. есептелтін нүктедегі қажетті дыбыс қысымының төмендеуін қамтамасыз етуге арналған шаралар мен қорғаныс әрекеттерін таңдау (қажет болса).

Берілген:

Құрылғы түрі – көлденең-жоңғыш станогы

Құрылғы саны – 1 дана

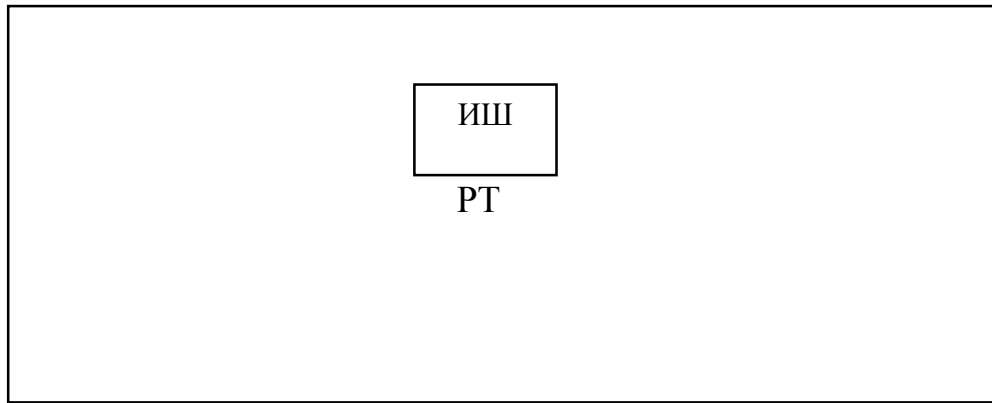
Бөлме көлемі – $V=200 \text{ м}^2$

$L_{\text{МАХ}}=1,4 \text{ м}$

$V/S_{\text{ОРГ}}=0,1$ (СНиП)

Көлемі $V=200 \text{ м}^2$ өндірістік бөлмеде бір шу көзі - көлденең-жоңғыш станогы орнатылған (1 сурет). Тұрақты шудың сипаттамалары Дб-дағы дыбыс қысымы деңгейлері болып табылады (2.1 – кесте). Шу көзі (станок) еденде орнатылған, сондықтан ол үшін $\Phi=1$ деп қабылдаймыз.

Есептеу нүктесі бөлменің ортасында еденнен 1,5 м биіктікте $r=1.5 \text{ м}$ орналасқан.



1 сурет – Есептеуіш нүктенің орналасуы (РТ) және шу көзі (ИШ)

Құрылғы түрі	Октавалық жолақтың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Станок	74	80	82	80	79	82	78	78

Есептеліші нүктелердегі дыбыстық қысымның октавалық деңгейлері төмендегі формуламен анықталады:

$$L = L_p + 10 \lg \frac{K\Phi}{S}$$

мұнда L_p - шу көзінің Дб-дағы дыбыс қуатының октавалық деңгейі

x – жақын акустикалық өрістің әсерін ескеретін және r көздің акустикалық центрі мен есептелінуші нүкте арасындағы арақашықтықтың график бойынша шу көзінің L_{MAX} максимал габаритіне қатынасына байланысты қабылданады.

Φ – шу көзінің бағытталу факторы, өлшемсіз, тәжірбиелік мәліметтер бойынша анықталады. Дыбысты бірқалыпты тарататын шу көздері үшін $\Phi=1$ деп алу қажет.

S – көзді қоршайтын және есептелуші арқылы өтетін дұрыс геометриялық пішінде елестетілген беттің m^2 – тағы ауданы.

Қарастырылып жатқан көздің ең үлкен габаритті өлшемі $L_{MAX}=1,4$ м сондықтан график бойынша $x=2$ (2.2 – сурет). Қабырғаның бетіндегі есептелінетін бет ауданы $S=2\pi r^2$ формуласымен есептеледі.

$$S=2\pi r^2 = 2 * 3,14 * 1,5^2=14,13 \text{ м}^2$$

Әрі қарай барлық мәліметтерді мына формулаға қоямыз:

$$L = L_p + 10 \lg \frac{K\Phi}{S}$$

$$L = 74 + 10 \lg \frac{2*1}{14,13} = 65,5 \text{ (дБ)}$$

$$L = 80 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 71,51(\text{дБ})$$

$$L = 82 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 73,5(\text{дБ})$$

$$L = 80 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 71,51(\text{дБ})$$

$$L = 79 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 70,51(\text{дБ})$$

$$L = 82 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 73,5(\text{дБ})$$

$$L = 78 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 69,51(\text{дБ})$$

$$L = 78 + 10 \lg \frac{2 \cdot 1}{14,13} = 69,51(\text{дБ})$$

Әрі қарай алынған дыбыс қысымдарының деңгейлерін рұқсат етілген дыбыс қысымы деңгейімен 2.7- кесте бойынша салыстырамыз.

$L = 65,5$	$L_1 \text{ доп} = 99$
$L = 71,51$	$L_2 \text{ доп} = 92$
$L = 73,5$	$L_3 \text{ доп} = 86$
$L = 71,51$	$L_4 \text{ доп} = 83$
$L = 70,51$	$L_5 \text{ доп} = 80$
$L = 73,5$	$L_6 \text{ доп} = 78$
$L = 69,51$	$L_7 \text{ доп} = 76$
$L = 69,51$	$L_8 \text{ доп} = 76$

Қортынды: $L_i < L_i \text{ доп}$ болғандықтан, яғни $L_i < L_i \text{ доп}$ -тен аспайтындықтан, шуды төмендетуден ешқандай шаралар қажет емес.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломды жобада жасалынған есептеулер негізінде тристорлы түрлендіргіш тоқтың, айналу жиілігінің нақтырақ реттелуін қамтамасыз етілетінін қорытуға болады. Сонымен қатар жоғары тез әрекеттілікке ие болады. Статикалық және динамикалық сипаттамалар оларға қойылған талаптарды қанағаттандырады. Есептелінген көлденең-жоңғыш станоктерінің берілісті электр жетегі бірқатар артықшылықтар мен кемшіліктерге ие:

1. электр жетегі жұмысындағы сенімділік жоғарлауы
2. бүкіл реттеу жүйесінің тез әрекеттілігінің артуы
3. бүкіл жүйеге қызмет көрсету уақытының азаюы
4. капиталды шығындардың азаюы.

Реттелетін тұрақты тоқты электр жетектер реттеу дәлдігі және жоғары тез әрекеттілік сияқты артықшылықтарға ие. «Тристорлы электр жетегі - қозғалтқыш» жүйесі (ТП-Д) күрделі аналогтық және сандық басқару жүйелерімен, сонымен қатар жетектің реттегіш мүмкіндіктерін толық қолдануға мүмкіндік беретін микропроцессорлық жүйелермен жинақталады.

ӘДИБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Ключев В.И., Терехов В.М. «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов» Москва, 1978 ж
2. Сандлер А.С. «Электропривод и автоматизация металлорежущих станков» Москва., 1972 ж
3. Елисеев В.А., Шинянский А.В. «Справочник по автоматизированному электроприводу» Москва, 1983 ж
4. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. «Автоматическое управление электроприводами» Москва, 1979 ж
5. «Дипломное проектирование» методические указания. Алматы, АИЭС, 2001 ж
6. Вишеневский С.Н. "Характеристики двигателей в электроприводе" Москва, 1977 ж
7. Л.А. Рогозовский Автоматическое управление электроприводами - Методические указания по курсовой работе для студентов всех форм обучения специальности 21.04. –Электроснабжение и электрификация» Алматы, АИЭС, 1999 ж
8. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. «Теория электропривода» Санкт-Петербург, 2000 ж.
9. Н.Н. Синягин, Н.А. Афанасьев, С.А. Новиков. «Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики» Москва, 1978 ж
- 10.«Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума» методическое указание к выполнению дипломного проекта. Алматы, АИЭС, 1995 ж
- 11.«Расчет зануления» методическое указание к выполнению раздела «Охрана труда и окружающая среда» в дипломном проекте. Алматы, АИЭС, 1991 ж
12. Долин, П. А. «Основы техники безопасности в электрических установках» Москва, 1977 ж
- 13.Воронина А.А., Шибенко Н.Ф. «Охрана труда в энергосистемах» Москва, 1973 ж.
- 14.Князевский Н.А. «Охрана труда» Москва, 1982 ж