

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика қорықтарының электр жетегі және автоматтандырылу
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Сағитов П.Н., т.ғ.д., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Троллейбустың синхронды электр жетегі

5В071800 электроэнергетика мамандығы бойынша

Орындаған Ахметов М.Н. ЭАТКк -12-2
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Мұмашев К.К. т.ғ.д. профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша :

Ғ.Ф.К. профессор Жакупов А.А.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«03» 06 2016 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ата оқатушы Байзақова С.М.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«06» 06 2016 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

ата оқатушы Бестерскова А.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«06» 06 2016 ж.
(колы)

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрэнергетика факультеті
58071800 электрэнергетика мамандығы
енергетика қорғаныс-партиялық электржүйесі жп автоматтандырылуы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Ахметов Мады Куралыұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Троллейбусық синхронды электр жүйесі

ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

Троллейбусық электржүйесіде АТА-191 синхронды күштік
электрқозғалтқышы қолданылады.

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

1. Орнбасу аулбасының параметрін және қозғалтқыштың қосымша параметрін анықтау
2. Троллейбусық күштік синхронды электржүйесінің векторлы басқару жүйесін құрастыру
3. Әсіртіршілік қауіпсіздік бөлімі
4. Экономикалық бөлімі.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Қорықот қосалқы құрал-жабдықпен жабдықталған жетектік функцияларды сұйықты
2. ИПТ блогының функцияларды сұйықты
3. Аппараттар қозғалтқыштың өрші бөлу сұйықты, батарея диаграммасы
4. Треллейбуоттың механикалық шыйдың суретіндегі сұйықты
5. Электрліктің механикалық электрліктің сұйықты
6. Қозғалтқышталған роторы аппараты қозғалтқыштың айқалынаот кездікәт шыйыңдегі сұйықты

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Ефремов И.С. Треллейбуот. Чзг. 3, "Городской электротеский транспорт". М. "Высшая школа", 1969. - 458с
2. Байринева И.С., Шибанко В.В. Электротеская тега: Городской казенкаі транспорт: Утебике җәя техникүмөв. - М.: Транспорт, 1986. - 206с
3. Максимов А.Н. Городской электротранспорт. Треллейбуот. / Академийи Миллаасыз Максимов. - М.: Издательский центр "Академик", 2004. - 256с

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Арнайы бөлім ТОҚ және КОҚ	Жулатулов В.К. Байзақова С.А.	06.06.16	
Академикалық бөлім	Жакупов А.А.		

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыстың зерттеу нысаны троллейбустың күштік синхронды электржетегі.

Жұмыс мақсаты – троллейбус электржетегінің динамикалық сипаттамасын зерттеу.

Қалалық жолаушылар көлігіне талдау жүргізілді, ол талдауда троллейбустың артықшылығы мен кемшіліктері анықталды. Содан кейін троллейбус сипаттамалары салыстырылды, сондай ақ оларға қойылатын талаптарда салыстырылды. Троллейбусқа қойылатын заманауи талаптарға сүйене отырып, жекелей айтқанда троллейбустың электржетегіне, зерттеуге АКСМ 321 троллейбустың электржетегі таңдалды.

Қозғалтқыштың негізгі және қосымша параметрлеріне, орынбасу сұлбасының параметріне және механикалық жүйесінің параметрлеріне есептеу жүргізілді. Сондай ақ кедергі күшіне есептеу жүргізілді. Осы есептеулер негізінде электржетектің шектік механикалық сипаттамасы тұрғызылды, осылар электржетектің ұйғарымды айнымалы мәндерін және жұмыс аймағын анықтады. Тексеру үшін модельдеу жүргізілді, ол есептеулердің дұрыстығын растады.

Векторлы басқару жүйенің күштік синхронды электржетегінің мәндері есептелді, тағыда құрылымдық сұлбасының параметрлері есептелді. Модельдеу оптимумында реттеу контурлары оңтайландырылды. Құрастырылған оңтайландырғыш моделінде модельдендіріліп және ол баптамалардың дұрыстығын көрсетті.

Троллейбус паркіндегі зиянды және қауіпті факторларға талдау жасалды. Сонымен қатар электр қауіпсіздігі қарастырылды. Жөндеу цехындағы табиғи жарықтандыру жүйесіне есеп жүргізілді.

Троллейбус жөндеу цехын қайта құру және үлкейтуіне күрделі қаржы күйуды есептелді.

Аннотация

В этой дипломной работе объектом исследования является тяговый синхронный электропривод троллейбуса.

Цель работы – исследование динамических характеристик электропривода троллейбуса.

Поведен анализ городского пассажирского транспорта, в котором были выявлены преимущества и недостатки троллейбуса. Затем была произведена сравнительная характеристика троллейбусов, а так же предъявляемые к ним требования. На основании современных требований к троллейбусам, в частности к электроприводу троллейбуса, для исследования был выбран электропривод троллейбуса АКСМ 321.

Был произведен расчет основных и дополнительных параметров двигателя, параметров схемы замещения и параметров механической системы. Так же был произведен расчет сил сопротивления движению. На основании расчетов были построены предельные механические характеристики электропривода, которые определили область работы и допустимые значения переменных электропривода. Для проверки было произведено моделирование, которое подтвердило правильность расчетов.

Так же был произведен расчет системы векторного управления тяговым синхронным электроприводом, были рассчитаны параметры структурной схемы. Оптимизация контуров регулирования была произведена на модульный оптимум. На составленной имитационной модели было произведено моделирование, которое показало адекватность настроенной системы.

Был анализирован вредные и опасные факторы в троллейбусном парке. Так же рассмотрено безопасность электричества. Произведен расчет природного освещения на ремонтный цех.

Рассчитан копитальный вложение на ремонт и реконструкцию ремонтного цеха.

Annotation

In this thesis object of research is the traction synchronous electric drive of the trolleybus.

The work purpose – research of dynamic characteristics of the electric drive of the trolleybus.

The analysis of city passenger transport in which advantages and shortcomings of the trolleybus were revealed is moved. Then the comparative characteristic of trolleybuses, and requirements which are also imposed to them was made. On the basis of modern requirements to trolleybuses, in particular to the trolleybus electric drive, for research the electric drive of the AKCM 321 trolleybus was chosen.

Calculation of the key and additional parameters of the engine, parameters of an equivalent circuit and parameters of mechanical system was made. Also calculation of forces of resistance to the movement was made. On the basis of calculations limit mechanical characteristics of the electric drive which defined area of work and admissible values of variables of the electric drive were constructed. Modeling which validated calculations was made for check.

Also calculation of system of vector control of the traction synchronous electric drive was made, parameters of the block diagram were calculated. Optimization of contours of regulation was made on a modular optimum. On the made imitating model modeling which showed adequacy of the adjusted system was made.

It was analyzed harmful and dangerous factors in trolleybus park. It is also considered safety of electricity. Calculation of natural lighting on a repair shop is made.

It is calculated capital an investment on repair and reconstruction of a repair shop.

Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Негізгі бөлім.....	10
1.1 Троллейбустардың салыстырмалы бағасы және троллейбус құрастырудың келешекте дамуы.....	11
1.2 Троллейбустың АКСМ 321 күштік электрлік жетегінің құрылысы.....	12
2 Электржетектің сипаттамалары және негізгі параметрлерін есептеу.....	18
2.1 Орын басу сұлбасының параметрін және қозғалтқыштың қосымша параметрін анықтау.....	18
2.2 Механикалық жүйенің параметрлерін есептеу.....	24
2.3 Қозғалысқа кедергі келтіретін күшті анықтау.....	27
2.4 Түрлендіргіш-қозғалтқыштың ашық жүйесінің ақырғы сипаттамасын есептеу.....	28
2.5 Қозғалтқышты тікелей қосу кезіндегі өтпелі процессті есептеу.....	33
3 Троллейбустың күштік асинхронды электржетегінің векторлы басқару жүйесін құрастыру.....	37
3.1 Күштік синхронды электржетектің векторлы басқару жүйесін есептеу.....	37
3.2 Тоқ контурын оңтайластыру.....	41
3.3 Түйдекілінісу контурын оңтайландыру.....	46
3.4 Жылдамдық контурын оңтайландыру.....	49
4 Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі.....	52
4.1 Троллейбус паркіндегі зиянды және қауіпті факторларға талдау жасау.....	52
4.2 Электр қауіпсіздігі. Троллейбуста электр зарядының адамға әсеріне талдау жасау, қорғану шаралары.....	54
4.3 Жөндеу цехындағы табиғи жарықтандыру жүйесіне есеп жүргізу.....	57
5 Экономикалық бөлім.....	59
5.1 Троллейбус жөндеу цехын қайта құру және үлкейтуіне күрделі қаржы құйуды есептеу.....	59
Қорытынды.....	65
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	66
Қосымша А.....	67

Кіріспе

Заманауи қалалардың транспортты инфраструктурасының даму келешегі біріншіден электрлі көліктердің дамуымен анықталады. Электрлі жолаушыларды тасымалдау көліктерінің ішінде троллейбус ең келешектісі. Троллейбус, автобус пен трамвайдың көптеген жақсы қасиеттерін өз бойына сіңірген. Троллейбус дыбыссыз қозғалады, көмірқышқыл газын бөлмейді, салыстырмалы жоғары маневрлілікпен және жақсы динамикалық қасиетке ие. Көшенің қарапайым бөлігін қолданады, троллейбусті пайдалану қаржылық көп шығынды талап етпейді. Алайда ол салыстырмалы төмен жылдамдыққа ие, контактілі желі және күштік қосалқыстанция қажет.

Қазіргі уақытта көптеген троллейбустардың электржетектері жиелікті түрлендіргіш теристорлы асинхронды қысқартуықталған қозғалтқыш негізінде жасалады. Күштік жартылайөткізгіш техникаларының дамуы, жекелегенде, технологиялық зерттемелерді дайындау: бекітілетін күштік теристорлар және оқшауланған бекітпесі бар биполярлы транзисторлар (IGBT - транзисторлар), бұлар бізге асинхронды жетекті және кез-келген сатыдағы қиындықты басқаруды қуатты энергетикалық жүйеде жасауға мүмкіндік берді. Мұндай басқару жүйесінің габариті мен салмағы аз болады, қызмет көрсетілуіде арзанырақ, сондай ақ тиімді басқару жетегі арқасында электрэнергияны қосымша үнемдейді.

Жолаушыларға жайлылықты қамтамасыз ету өзекті мәселе болып отыр. Электржетекте жайлылық электрқозғалтқышты іске қосқанда жүлқынуды шектеу және троллейбус екпіндеу кезінде үдеуді шектеу арқылы жүзеге асырылады.

Осы жұмыс мақсаты троллейбустың күштік электржетегінің басқару сапасын жоғарылату.

Осы қойылған мақсатқа жету үшін келесі тапсырмаларды шешу керек:

- троллейбустың жұмыс шартына талдау жүргізу және оның күштік электржетегіне шарттар тұрғызу;
- күштік асинхронды электржетектің басқару жүйесін таңдап оны есептеу;
- троллейбустың күштік асинхронды электржетектің еліктендіру моделін жасау;
- электрқозғалтқышты іске қосқанда жүлқынуды шектеу және троллейбус екпіндеу кезінде үдеуді шектеуді қамтамасыз ету;
- өтпелі процесс және перегрузка кезінде ток секірісінің азаюын қамтамасыз ету;
- электржетектің басты жұмыс режимдерін зерттеу.

1 Негізгі бөлім

1.1 Троллейбустардың салыстырмалы бағасы және троллейбус құрастырудың келешекте дамуы

Троллейбуста электрлік темір жол көліктері мен автокөлікті типті көліктердің конструктивті бөлшектері мен агрегаттары үйлестірілген. Бүкіл ходовой бөлігі, күштік берілісі және басқару бөліктерінде автобустың құрал-жабдықтарымен бірдей. Күштік электрқозғалтқыш, электрлі басқару жүйесі және электраппараттарының электрлік темір жол көліктерің құрал-жабдықтарымен ортақ заттары өте көп. Троллейбус қалалық электр көліктерінің рельссіз контактілі түрі болып келеді және қозғалуына арнайы жол салынуын талап етпейді. Ол қала ішіндеші желіде қолданылады және орташа дәрежедегі жолаушылар ағынына арналған.

Троллейбустар еңістігі 12% аспайтын көшелерге пайдалануға беріледі.

Троллейбустың басқа тасымал көліктерінен едәуір артықшылығы, ол қозғалыс кезіндегі дыбыссыздығы және ауаға зиянды газдарды бөліп шығармайтындығы, бұл қаланы көркейтуде өте маңызды. Троллейбустың жолаушыларды тасу мүмкіндігі, оның сыйымдылығынан және қозғалыс жиелігінен сондай ақ троллейбустың тасымалдау жылдамдығына байланысты 4000-нан 10000 жол/сағ тасымалдай алады.

Трамваймен салыстырғанда, троллейбус икемділік пен басқарылымшылыққы ие, сондай ақ контактілі сымның осьтік сызығынан екі жаққада 4,5 метрге ауытқи алады және осының арқасында жолында тұрған немесе алдында келе жатқан көліктен оза алады. Ал трамвай тоқтап қалған жағдайда артындағы трамвайғада тоқтауға мәжбүр болды. Троллейбус трамвайға қарағанда аяалдамаға келгенде тратуарға жақындайды және осынысымен жолаушылардың қауіпсіз мініп түсуін қамтамасыз етеді. Троллейбустың электрмен қамтамасыздандырғыш жүйесі екі сымды сондықтан ол трамвайлардағыдай жерасты қаңғыма тоқтары пайда болмайды. Трамваймен салыстырғанда троллейбустың кемшіліктері: салыстырмалы түрде екіполусты тоққабылдағышының конструкциясының күрделілігі, олар кей-кезде контакті сымынан шығып кетіп жатады, әсіресе қиылыстар мен нұсқарларда; трамвайға қарағанда электр қуатын көбірек шығындайды, сондықтан жолаушыны тасымалдау құны жоғарырақ; трамваймен салыстырғанда тасымалдау мүмкіндігі аз.

Троллейбус автобустың алдында жоғарыда айтылғандармен қатар келесі артықшылықтарға ие: ол арзан электр қуатын қолданады сондықтан жолаушыларды тасымалдау құны арзан; троллейбустың күштік электрқозғалтқышы іштей жану қозғалтқышына қарағанда сенімдірек және аз күтім қажет етеді; троллейбустың автобусқа қарағанда қызмет ету мерзімі ұзағырақ. Троллейбустық қожалықтың ең басты кемшілігі ол қосалқы станция мен контактілі желіге үлкен бастапқы қаржылай салыным керек. Соңғы кемшілігі ол қала көшелерін ыбырсытады, контактілі желіге жеке желілердің жалғануы мен қиылыс түйінінде арнайы бөліктердің болуы троллейбустың

жылдамдығын автобуспен салыстырғанда айтарлықтай төмендетеді. Осыдан бөлек контактілі желімен байланысқан троллейбус салыстырмалы түрде маневрлілігі аз.

Жоғарыда айтылған троллейбустың кемшіліктері құрастырушыларды жаңа конструктивті принцип іздеуге мәжбүрлейді, көліктік кәсіпорындарда троллейбустарды пайдалануға берудің оңтайлы әдістерін қолдануға мәжбүрленді.

Кей елдерде заманауи троллейбустарға арнайы шарттар ойластырылып қойылған:

- негізгі параметрлердің стандартталуы және қала автобустарымен ыңғайлы сәйкестендірілуі тиіс;
- сенімділіктің жоғарылатылуы және автобуспен салыстырғанда конструкциясының төзімді болуы;
- контактілі сымсыз автономды қозғалуы;
- электрқуатын рекуперациялай алу мүмкіндігі;
- жөндеу және түйіндер мен агрегаттарға қызмет көрсеткенде оларға қол жетуін жақсарту;
- жүріс кезінде комфортты жоғарылату;
- конструкцияның жалпы қауіпсіздігін жоғарылату.

Троллейбус құрастырудың дамуының негізгі бағыттарын талдау бизге келесі даму бағыттарын анықтауға мүмкіндік бері:

- троллейбустарды үшфазалы асинхронды күштік қозғалтқышпен қамтамасыз ету, контактілі желі (750 В) жоғары кернеу көзіне өту және электрбөлшектерді көлік төбесіне шығару;
- шығын тоқтар деңгейін бақылайтын құрылғы қондыру;
- қысқа арақашықтыққа жолаушыларды тасымалдау үшін қосалқы іштей жану қозғалтқышты қондыру немесе аккумуляторлық батареяларды қондыру керек;
- төмен деңгейлі еденді және тоққабылдағыштары пневматикалық арақашықтықтан басқару бөлшекпен қамтамасыздандырылуы;
- екі түрлі күштік қондырғымен жабдықталған біріктірілген троллейбус жасау: күштік электрқозғалтқыш және қуаты шамалас іштей жану қозғалтқышы;
- оңашаланған жолмен жүретін аса үлкен сымдылықты үшзвенолық троллейбус жасау (мұндай троллейбустарға арналған жол Германия, Швеция және Францияда бар).

Рельссіз электрлі көліктерін келесі белгілерге байланысты конструктивті жасалуын классифициялауға болады: қабаттар саны, осьтер саны, кузов және рама конструкциясына, күштік электрқозғалтқыштың санына және басқару жүйесінің түріне байланысты. Қозғалмалы құрамалар сәйкесінше екі, үш, төрт осьті болуы мүмкін, бір және екі қабатты қолданылады, жартылай және тұтас металдан жасалады, рамалы немесе рамасыз кузов, бір, екі немесе төрт тұрақты немесе айнымалы тоқты күштік электрқозғалтқыш болады (асинхронды), контактілі-резисторлы немесе тиристорлі-импультік басқару жүйесі.

Тиристорлы жүйені қолдану электрқуатты 30%-ға дейін үнемдеуі мүмкін. Қазіргі уақытта троллейбустарда микропроцессорлы басқару жүйесі және борттық техникалық диагностика құралдары кең қолданылу үстінде.

1.2 Троллейбустың АКСМ 321 күштік электрлік жетегінің құрылысы

Күштік электрлік жетек, микропроцессорлық басқару жүйесі бар IGBT-транзисторлармен базаландырылған ИПТ (инвертора переменного тока) блогынан тұрады, олар қосымша сыртқы жабдықтармен және асинхронды күштік электрқозғалтқышпен жиынтықталған. Күштік электрлік жетек троллейбустың күштік және тежегіштік сипаттамаларын қамтамасыз етуге арналған.

Күштік электрлік с келесі қорғаныстарды қамтамасыз етеді: 1000А қоректендіруші желіні қысқа тұйықталу тоғынан; 1000А күштік қозғалтқышты қысқа тұйықталу тоғынан; Күштік жетекті 90 °С және күштік қозғалтқышты 150 °С қызып кетуден қорғайды; 1000 В фильтрлі конденсаторды перенапряжениядан; перегрузка тоқтарынан қорғайды; жүріс контроллерінің істен шыққан кезде өздігінен қозғалудан қорғайды; нөлдік қорғаныс – бос жүріс педалінің басулы кезінде қоректендіруші кернеу қайта пайда болған жағдайда қозғалысқа тиым салу; тежегіш режимнің жүріс режимінен басымдылығы; аккумуляторлық батареяның рұқсатсыз разрядталуынан; көліктің қозғалыс кезінде есіктің ашылуына тиым салу; контактілі желінің арнайы бөлігінен өткенде рекуперацияны шектеу; бұзылғанда қозғалысты шектеу; жүріс және тежеу контроллерының жұмысының дұрыстығын бақылау.

Жұмыс режимдері:

- алдыға қозғалу режимі, 65 км/сағ жылдамдықта шектелген;
- артқа қозғалу режимі, 10 км/сағ жылдамдықта шектелген;
- алдыға қозғалу режимі, үдеуі шектелген;
- алдыға қозғалу режимі, берілген максималды моментпен шектелген;
- тежелу режимі, шектеулі үдеумен;
- тежелу кезіндегі дөңгелекті бекітуді бақылау режимі;
- екпіндеу кезіндегі дөңгелектің текке айналуын бақылау режимі;
- еңісте шегінуді бақылау режимі;
- контактілі желіге диагностикалық программаның көмегімен берілетін тұрақтандыру кернеуімен рекуперативті тежелу режимі;
- контактілі желіде рекуперация қуатына қойылатын шарттар болмаған кездегі, реостатты тежелу режимі;
- инвертор кірісіндегі полярностьтың дұрыстығын қамтамасыз ететін, басқару аппараттарымен контактілі желіде полярность кернеуін анықтайтын және полярностьтың бар-жоқтығын анықтайтын режим;
- тоқ астындағы стрелканың жүріп өту жолы режимі;
- тоқты есепке алу басқарма құрылғысымен және борттық түрлендіргіштердің жұмысын басқару режимі;

- 380 В-пен қосалқы тұтынушыларды қоректендірудің коммутациялық тоқсыздық режимі;

Жетектің функционалды сұлбасы 1.1- суретте көрсетілген.

Функционалды сұлбада келесі қысқартулар мен белгілер қолданылды:

АБС – дөңгелекті антиблокодалық жүйесі (антиблокировочная система колес);

БАХ - автономды жүріс блогы (блок автономного хода);

Блок ИПТ - айнымалы тоқ инверторының блогы (блок инвертора переменного тока);

БКПП – полярлылық контактілерінің блогы (блок контакторов полярности);

БКЗ – заряд контактілерінің блогы (блок контакторов заряда);

БР – тежегіш резисторлардың блогы (блок резисторов тормозных);

ВИПТ - ИПТ блогының желдеткіші (вентилятор блока ИПТ);

ВТД – күштік электрқозғалтқыштың вентиляторы (вентилятор тягового электродвигателя);

ВФ – кіріс фильтрі (входной фильтр);

ДвВ – қозғалыс бағытын таңдайтын қосқыш ВПЕРЕД (переключатель выбора направления движения ВПЕРЕД);

ДвН - қозғалыс бағытын таңдайтын қосқыш НАЗАД (переключатель выбора направления движения НАЗАД);

ДК – компрессор қозғалтқышы (двигатель компрессора);

ДНН – пневматикалық жүйедегі төмен қысым датчигінің контактісі (контакт датчика низкого давления в пневматической системе);

ДТем - күштік электрқозғалтқыштың температура датчигі (датчик температуры тягового электродвигателя);

ДУ – диагностикалық құрылғы (диагностическое устройство);

ДЧВ - күштік электрқозғалтқыштың айналу жиілігінің датчигі (датчик частоты вращения тягового электродвигателя);

КИ - индуктивтілік катушқасы (катушка индуктивности);

КХ – жүріс контроллері (контроллер хода);

КТ – тежегіш контроллері (контроллер торможения);

КТУ – жылыстау тоғын басқару құрылғысы (устройство контроля токов утечек);

ПСЧ – қоректендіргіш желінің арнаулы бөлімін ауыстырып қосу өтпесі (переключатель проезда спецчастей питающей сети);

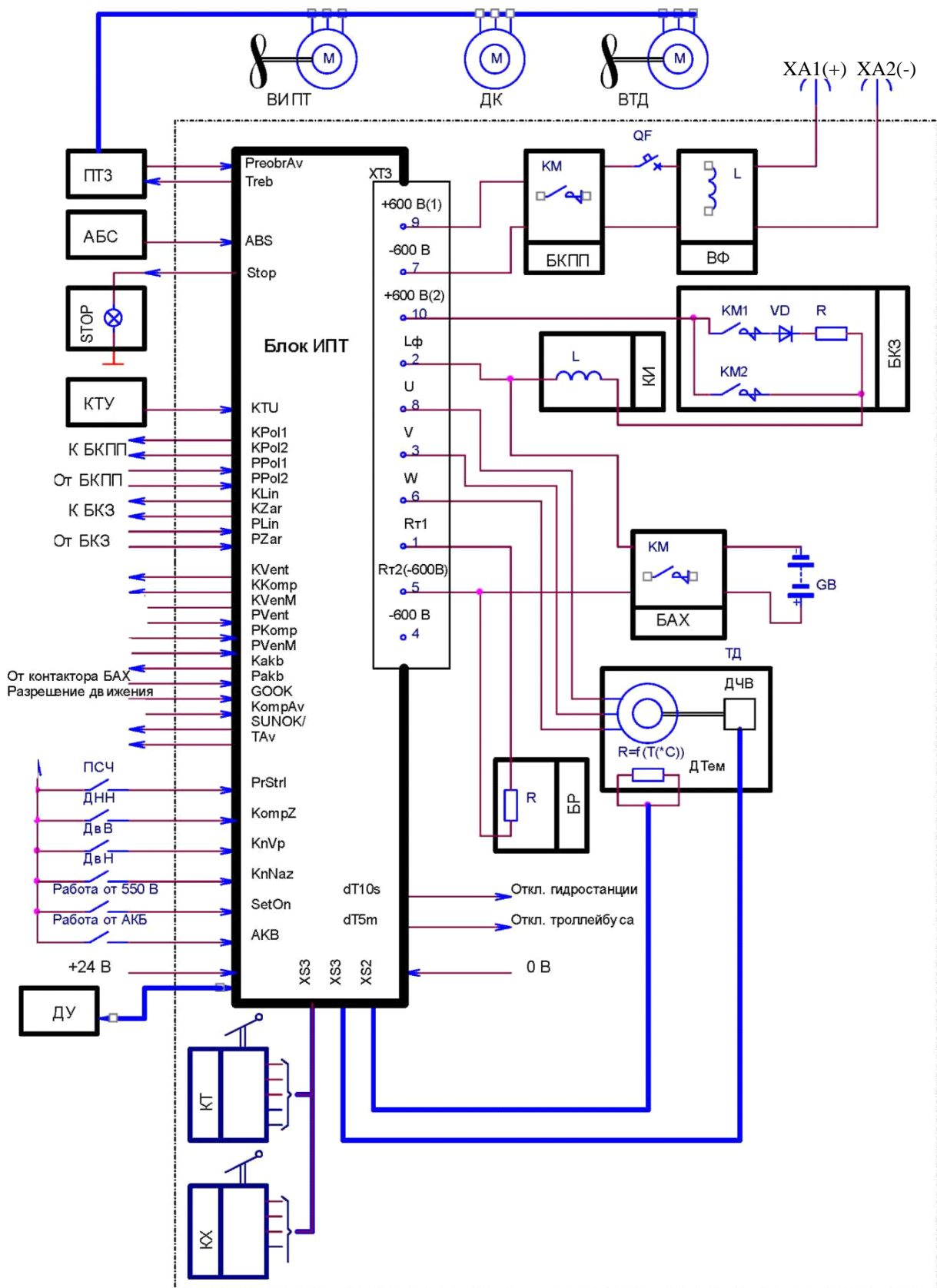
ПТЗ - 600 В тұрақты тоқты 380 В айнымалы тоққа түрлендіргіш (преобразователь 600 В постоянного тока в 380 В переменного тока);

ТД - күштік электрқозғалтқыш (тяговый электродвигатель);

GB - автономды жүрістің аккумуляторлық батареялары (аккумуляторные батареи автономного хода);

STOP – тежелу кезіндегі СТОП сигналының артқы шамдары (задние фонари сигнала СТОП при торможении);

QF - автоматы ажыратқыш (автоматический выключатель);



1.1 сурет - Сыртқы қосалқы құрал-жабдықпен жабдықталған жетектің функционалды сұлбасы

ВФ блогы рекуперация мен қоректенуші тоқтың айнымалы құраушыларын төмендетуге, сондай ақ оптокедергілерді басуға арналған.

БР блогы контактілі желіде тұтынушылардың қуаты жеткіліксіз немесе жоқ болса тежегіш электр энергиясын сейілтуге арналған, желідегі кернеудің қойылған нормадан жоғардаған кезде жетектің күштік қондырғыларды қорғайды, сондай ақ нұсқаушаны солға қарай қозғалу кезінде керек мөлшердегі токпен қамтамасыз етеді. БР блогының активті кедергісі 1,35 Ом құрайды, қалыпты қуаты 25 кВт.

БКПП блогы «мост» тәріздес 4 контактіден тұратын сұлба және дұрыс полярлы кернеуді жетекке камутациялау үшін арналған, сонымен қатар жетек пен троллейбустың қондырғыларын апаттық жағдайда қорғайды.

БКПП блогы троллейбус электрқондырғыларын шығын тоқтарын анықтағанда қорек көзінен ажыратады.

БКЗ блогы 2 контактіден, резистордан және диодтан тұратын сұлба. Оның мақсаты R шектеуіш резисторының тізбектегі зарядын КМ1 контакторын қолдану арқылы ИПТ блогының сүзгішті конденсаторның бастапқы зарядын жүзеге асыру, сызықты КМ2 контакторының кейін қосылуы арқылы.

БАХ блогы ИПТ блогына бағытталған GB аккумулялық батареялардың маневрлі автономды жүрістерін жүзеге асыруға арналған, жетек пен троллейбустың төменвольтты тізбектерін жоғары кернеуден қорғайды.

КИ троллейбустың қосалқы күштік қондырғыларындағы айнымалы ток құрауыштарын төмендетуге арналған, сондай ақ радиокедергілерді басуға арналған.

КХ оптоэлектрлік түрлендіргіш болып табылады, жүріс педалінің қалпы Грей кодында және күштік қозғалтқыштың жүріс моментінің мәнін көрсетуге арналған.

КТ оптоэлектрлік түрлендіргіш болып табылады, тежегіш педалінің қалпы Грей кодында және күштік қозғалтқыштың тежеу моментінің мәнін көрсетуге арналған.

ИПТ блогы келесілерге арналған:

-контактілі желідегі тұрақты кернеуді айнымалы амплитудалы тоққа және жиелікке, күштік электрлі қозғалтқышты қоректендіруге арналған;

-электр энергиясын тежелу режимінде рекуперациямен қамтамасыз етеді.

ИПТ блогы келесілерді өз құрамына қосады: СБ күштік элементтері бар радиатор, басқару драйверлері және күштік кілтердің қорғанысы және тиристорлар, температура құрылғылары ВК1, ВК2 и РК, сүзгілі конденсатор инверторлары С, кернеу датчиктері ДН1, ДН2 және ток датчиктары ДТ1...ДТ3.

VS тиристорлары келесі жағдайларда контактілі желіге электр энергиясының рекуперациясын болдырмауға арналған:

- контактілі желіде қысқа тұйықталу болғанда;

- контактілі желіде кернеу жоқ болғанда.

VS тиристорлары сөндірілгенде электрлі тежелу реостатты болады. VS тиристорлары R-C тізбекпен қорғалған, олар коммутациялық перенапряжениелерді тегістеуге арналған.

Сондай ақ ИПТ блогының құрамына келесілер кіреді: қоректендіру блогы БП, ол ДРР1...ДРР7 драйверлерін айнымалы кернеумен 18 В және жиелігі 25 кГц қоректендіреді, датчиктер ДН1, ДН2, ДТ1...ДТ3 тұрақты екіполярлы кернеумен 24 В және түрлендіргіш ПСДТ тұрақты кернеумен +24 В. ИПТ блогының негізгі элементі БУ басқару блогы болып табылады.

ИПТ блогының функционалды сұлбасы 1.2-суретте көрсетілген.

Функционалды сұлбада келесі қысқартулар мен белгілер қолданылды:

БУ – ИПТ басқару блогы (блок управления ИПТ);

БП – қоректендіру блогы (блок питания);

ДРР1...ДРР7 – инвертордың күштік кілттің драйверлері (драйвера силовых ключей инвертора);

ДРР_Тир – тиристор драйвері (драйвер тиристора);

ДТ1 – контактілі желіден қоректенетін ток датчигі (датчик тока потребляемого из контактной сети);

ДТ2, ДТ3 – күштік қозғалтқыштың фазасындағы ток датчигі (датчики тока в фазах тягового двигателя);

ДН1 – контактілі желінің кернеу датчигі (датчик напряжения контактной сети);

ДН2 – күштік блок инверторындағы сүзгілі конденсаторының кернеу датчигі (датчик напряжения на фильтровом конденсаторе инвертора силового блока);

ПСДТ – күштік қозғалтқыштың температура датчигінің сигналын түрлендіргіш (преобразователь сигнала датчика температуры тягового двигателя);

СБ – күштік блок (силовой блок);

С – инверторындағы сүзгілі конденсатор (фильтровой конденсатор инвертора);

ВК1 – 90 °С температурада іске қосылатын термоконтакт (термоконтакт с температурой срабатывания 90 °С);

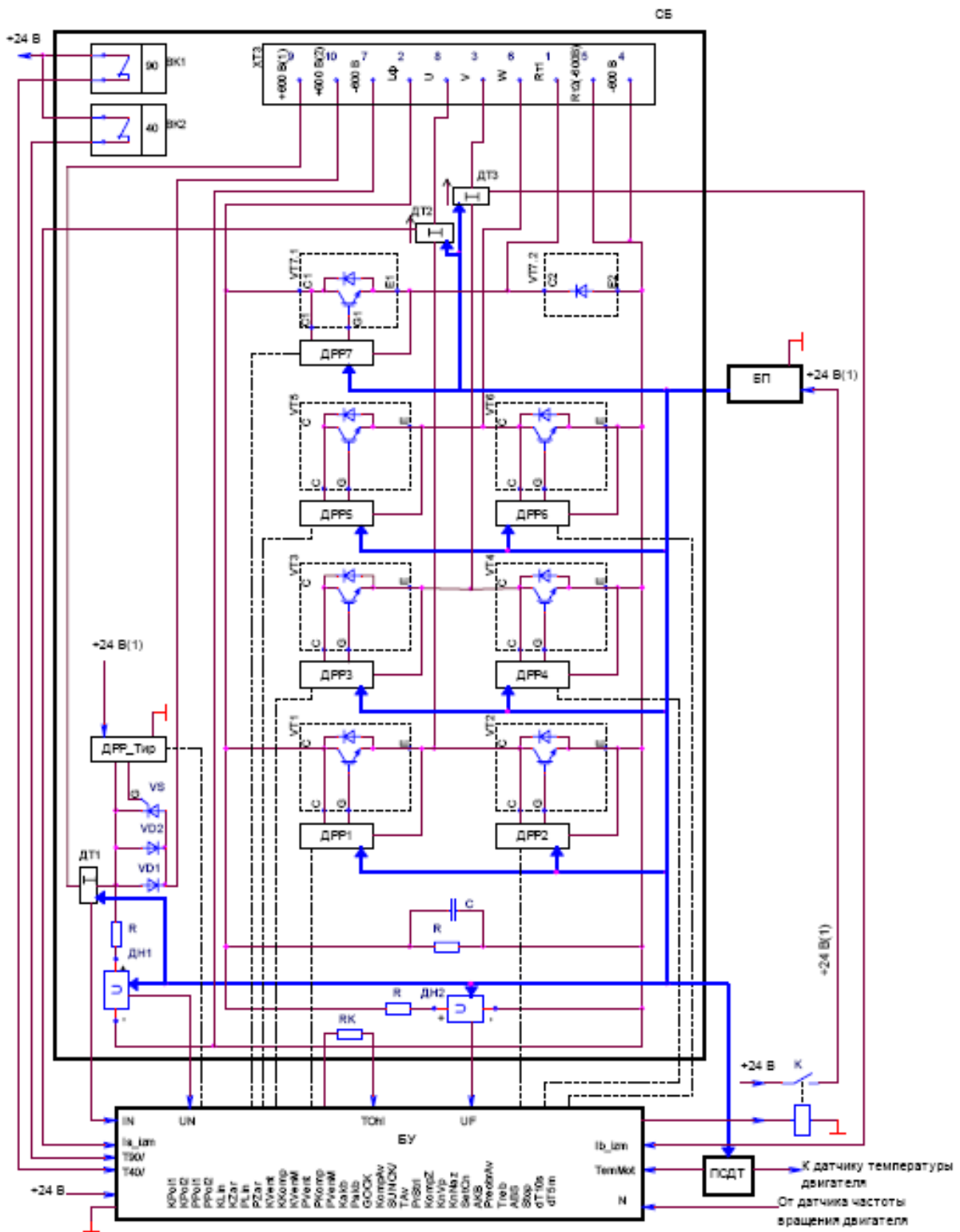
ВК2 – 40 °С температурада іске қосылатын термоконтакт (термоконтакт с температурой срабатывания 40 °С);

РК – терморезистивті датчигі (терморезистивный датчик);

VS – рекуперация тиристоры (тиристор рекуперации);

VT1...VT6 – инвертордың күштік кілттері (силовые ключи инвертора);

VT7 – тежегіштік реостаттар блогының күштік кілті (силовой ключ блока тормозных реостатов);



1.2 сурет - ИПТ блогының функционалды сұлбасы

2 Электржетектің сипаттамалары және негізгі параметрлерін есептеу

2.1 Орын басу сұлбасының параметрін және қозғалтқыштың қосымша параметрін анықтау

Троллейбус электржетегінде ДТА-1У1 синхронды күштік электрқозғалтқыш қолданылады. Паспорттық мәліметтері (2.1 және 2.2 кестеде) берілген.

Кесте 2.1 - ДТА-1У1 қозғалтқыш параметрі

Атауы	$n_0, \left[\frac{\text{айн}}{\text{мин}} \right]$	$U_{\text{лин}}, [В]$	$P_{\text{дов.н}}, [Вт]$	Қалыпты жүктеме кезінде			$S_K, \%$
				S_H	$\cos\varphi$	η_H	
ДТА-1У1	1500	407	$180 \cdot 10^3$	1,5	0,9	93	8,6

Кесте 2.2 - ДТА-1У1 қозғалтқыш параметрі

Атауы	$J_{\text{дв}}, [кг \cdot м^2]$	$k_{\Pi} = \frac{M_{\text{ПУСК}}}{M_H}$	$k_M = \frac{M_{\text{МАКС}}}{M_H}$	$k_{\text{ДВ}} = \frac{I_{\text{ПУСК}}}{I_H}$	Қорғаныс деңгейі
ДТА-1У1	3,2	2,7	2,8	6,7	IP54

Синхронды бұрыштық айналу жиілігі:

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3.14 \cdot 1500}{30} = 157.08, \text{ рад/с}. \quad (2.1)$$

Қозғалтқыштың қалыпты айналу жиілігі:

$$n_{\text{дов.н}} = (1 - S_H) \cdot n_0 = (1 - 0.015) \cdot 1500 = 1478 \text{ айн/мин}. \quad (2.2)$$

немесе

$$\omega_{\text{дов.н}} = (1 - S_H) \cdot \omega_0 = (1 - 0.015) \cdot 157.08 = 154.712, \text{ рад/с}. \quad (2.3)$$

Қозғалтқыштың қалыпты моменті:

$$M_{\text{дов.н}} = \frac{P_{\text{дов.н}} \cdot 10^3}{\omega_{\text{дов.н}}} = \frac{180 \cdot 10^3}{154.712} = 1163, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.4)$$

Статордың қалыпты фазалық кернеуі және қалыпты фазалық тоғы. Қалыпты фазалық тоқты анықтау үшін статор орамаларының жалғану сұлбасын білуіміз керек. Егер орамалардың жалғану сұлбасы белгісіз болса, онда есептеу барысында Y қолдану керек.

$$U_{1\phi n} = \frac{U_{1лн}}{\sqrt{3}} = \frac{407}{\sqrt{3}} = 234,982, B. \quad (2.5)$$

$$I_{1\phi n} = I_{1лн} = \frac{P_{\text{об.н}}}{3 \cdot U_{1\phi n} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n} = \frac{180 \cdot 10^3}{3 \cdot 234,982 \cdot 0,9 \cdot 0,93} = 305, A. \quad (2.6)$$

Ескертпе: $I_{1лн}$ - қозғалтқыштың қалыпты жұмыс режимінде желіден тұтынатын тоғы. Қозғалтқыштың тікелей іске қосу кезіндегі максималды тұтынатын тоғы:

$$I_{1\text{макс}} = k_{iДВ} \cdot I_{1лн} = 6,7 \cdot 305 = 2043,5, A. \quad (2.7)$$

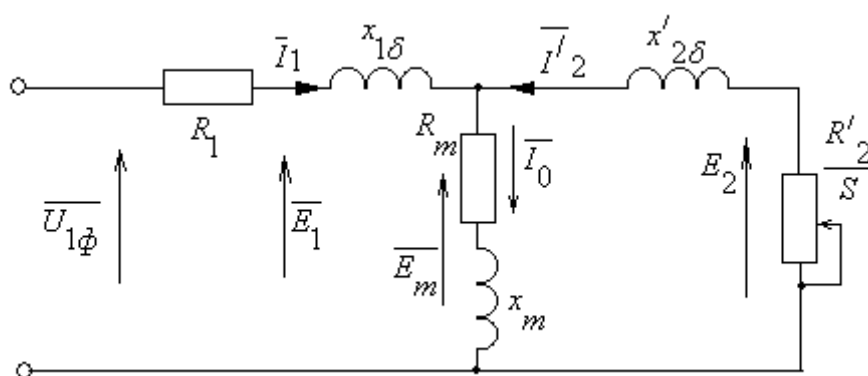
Қозғалтқыштың табиғи сипаттамасындағы критикалық моменті:

$$M_k = k_M \cdot M_{ДВН} = 2,8 \cdot 1163 = 3258, H \cdot m. \quad (2.8)$$

Қозғалтқыштың тікелей іске қосу кезіндегі іске қосу моменті:

$$M_{ДВПУСК} = k_{II} \cdot M_{ДВН} = 2,7 \cdot 1163 = 3141, H \cdot m. \quad (2.9)$$

Синхронды қозғалтқышты қарапайым және ыңғайлы есептеуге Т-тәрізді орын басу сұлбасын қолданған тиімді:



2.1 сурет - Синхронды қозғалтқыштың орын басу сұлбасы

мұндағы, $U_{1\phi}$ –қозғалтқыштың статор орамасына берілетін фазалық кернеу;

I_1 –статор орамасының тоғы;

R_1 –статор орамасының активті кедергісі;

$X_{1\sigma}$ –статор орамасының шашырап тарауының индуктивті кедергісі;

I_2' –ротор орамасынан статор орамасына келтірілген тоқ;

R_2' –ротор орама тізбегінен статор орама тізбегіне келтірілген активті кедергісі;

$$I_{11} = \frac{p_{жс} \cdot P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_{pжс} \cdot \eta_{нржс}} = \frac{0,75 \cdot 180000}{3 \cdot 234,982 \cdot 0,88 \cdot 0,93} = 233,999 \text{ A}$$

- қозғалтқыштың жарым-жартылай енгізу кезіндегі статор;

$\eta_{нржс} = \eta_H = 0,93$ - жарым-жартылай енгізу кезіндегі ПӘК,

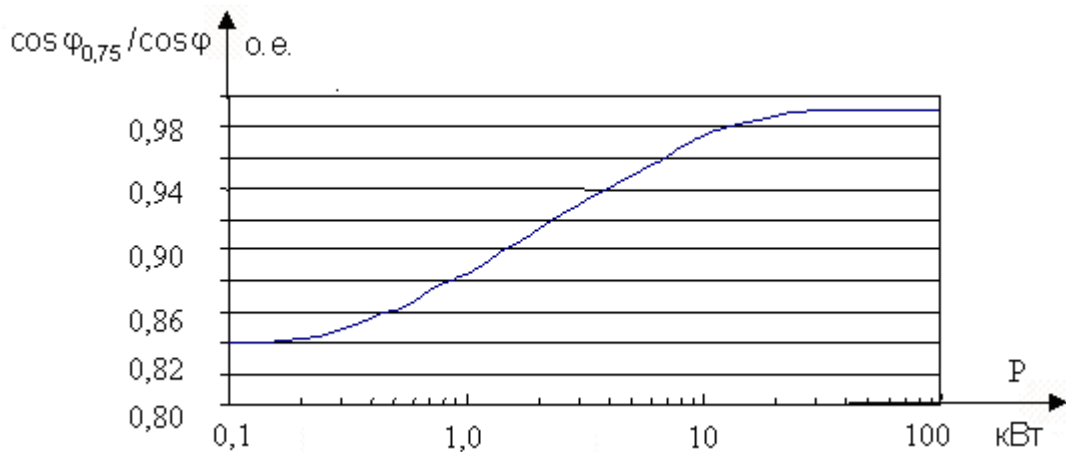
$\cos \varphi_{pжс} = \cos \varphi \cdot \left(\frac{\cos \varphi_{0,75}}{\cos \varphi} \right) = 0,9 \cdot 0,88 = 0,88$ - жарым-жартылай енгізу кезіндегі

қуат коэффициенті.

Жарым-жартылай енгізу кезіндегі қуат коэффициенті және ПӘК техникалық әдебиетте өте сирек, ал көптеген электрикалық машиналарға мұндай мәліметтер анықтамаларда жоқ. Бұл параметрлерді келесі әдістерге сүйене отырып табуға болады:

- заманауи асинхронды қозғалтқыштар мынадай жолмен жасалады, ең үлкен ПӘК қалыпты жағдайдан 10-15% аз жүктелгенде алынады. Қозғалтқыштардың олай есептелу себебі, олардың көбі толық қуатпен жұмыс істемеуі. Сондықтан ПӘК қалыпты жүктелгенде және $p_* = 0,75$ жүктелгенде өзара тең болып саналады, яғни $\eta_H \approx \eta_{0,75}$

- қуат коэффициенті дәл сол жүктемеде $p_* = 0,75$ қалыпты жүктеме кезіндегі қуат коэффициентінен едәуір өзгеше болады, бұл өзгешелік көбінесе қозғалтқыштың қуатына байланысты және асинхронды қозғалтқыштардың белгілі серияларына дәлдік тәуелсіздігіне бағынады, 2.1.3-суретте келтірілген.



2.3 сурет - $\cos \varphi_{0,75} / \cos \varphi_H$ синхронды қозғалтқыштың қуатқа тәуелділігі

$$I_0 = \sqrt{\frac{234,982^2 - \left(0,75 \cdot 305 \cdot \frac{1-0,015}{1-0,75 \cdot 0,015}\right)^2}{1 - \left(0,75 \cdot \frac{1-0,015}{1-0,75 \cdot 0,015}\right)^2}} = 79,967 \text{ A.} \quad (2.14)$$

Клосс формуласынан критикалық сырғанауды табу үшін өзара байланысты есептейміз. Бірінші жуықтауда $\beta = 1$ қабылдаймыз.

$$S_K = S_H \cdot \frac{k_{\max} + \sqrt{k_{\max}^2 - [1 - 2 \cdot S_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)]}}{1 - 2 \cdot S_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)} =$$

$$= 0,015 \cdot \frac{2,8 + \sqrt{2,8^2 - [1 - 2 \cdot 0,015 \cdot 1 \cdot (2,8 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0,015 \cdot 1 \cdot (2,8 - 1)} = 0,086 \text{ o.e.} \quad (2.15)$$

Коэффициент мәнін табамыз:

$$C_1 = 1 + \left(\frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{1H}} \right) = 1 + \left(\frac{79,967}{2 \cdot 6,7 \cdot 305} \right) = 1,02. \quad (2.16)$$

Енді синхронды қозғалтқыштың статор орамасына келтірілген ротордың активті кедергісін анықтауға болады:

$$R_2' = \frac{3 \cdot U_{1H}^2 \cdot (1 - S_H)}{2 \cdot m_K \cdot P_{дв.н} \cdot C_1 \cdot \left(\beta + \frac{1}{S_K} \right)} = \frac{3 \cdot 234,982^2 \cdot (1 - 0,015)}{2 \cdot 2,8 \cdot 180000 \cdot 1,02 \cdot \left(1 + \frac{1}{0,086} \right)} = 0,012 \text{ Ом.} \quad (2.17)$$

Статор орамасының активті кедергісі:

$$R_1 = C_1 \cdot R_2' \cdot \beta = 1,02 \cdot 0,012 \cdot 1 = 0,013 \text{ Ом.} \quad (2.18)$$

Енді γ параметрін анықтаймыз, ол бизге x_{KH} қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісін анықтауға мүмкіндік береді:

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{1}{S_K} \right) - \beta^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{0,086^2} \right) - 1^2} = 11,581. \quad (2.19)$$

Қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісінің мәнін табамыз:

$$x_{KH} = \gamma \cdot C_1 \cdot R_2' = 11,581 \cdot 1,02 \cdot 0,012 = 0,146 \text{ Ом.} \quad (2.20)$$

Статорға келтірілген ротор орамасының индуктивті кедергісін анықтаймыз:

$$x'_{2H} = 0,58 \cdot \frac{x_{KH}}{C_1} = 0,58 \cdot \frac{0,146}{1,02} = 0,083 \text{ Ом.} \quad (2.21)$$

Статор орамасының индуктивті кедергісін анықтаймыз:

$$x_{1H} = 0,42 \cdot x_{KH} = 0,42 \cdot 0,146 = 0,061 \text{ Ом.} \quad (2.22)$$

E_1 магниттеу бұтағының ЭҚК табу үшін $\sin \varphi$ табамыз:

$$\varphi = \arccos(\cos \varphi); \varphi = 0,451 \quad (2.23)$$

$$\sin \varphi = 0,436$$

E_1 магниттеу бұтағының ЭҚК тауып, қалыпты режимде статор орамасына ауа зазоры арқылы бағытталады:

$$\begin{aligned} E_1 &= \sqrt{(U_{1H} \cdot \cos \varphi - R_1 \cdot I_{1H})^2 + (U_{1H} \cdot \sin \varphi - x_{1H} \cdot I_{1H})^2} = \\ &= \sqrt{(234,982 \cdot 0,9 - 0,013 \cdot 305)^2 + (234,982 \cdot 0,436 - 0,061 \cdot 305)^2} = 240,372 \text{ В.} \end{aligned} \quad (2.24)$$

Сол кездегі индуктивті кедергінің магниттелуі:

$$x_{\mu H} = \frac{E_1}{I_0} = \frac{240,372}{79,967} = 3,006 \text{ Ом.} \quad (2.25)$$

Статор орама фазасының индуктивтілігі:

$$L_{1\sigma} = \frac{X_{1\sigma}}{2\pi \cdot 50} = \frac{0,061}{314,159} = 0,00019 \text{ Ом.} \quad (2.26)$$

Ротор орама фазасының индуктивтілігі:

$$L_{2\sigma} = \frac{X_{2\sigma}}{2\pi \cdot 50} = \frac{0,083}{314,159} = 0,00026 \text{ Ом.} \quad (2.27)$$

Магниттелу тізбегінің индуктивтілігі:

$$L_{1\mu} = \frac{X_{1\sigma}}{2\pi \cdot 50} = \frac{3,006}{314,159} = 0,00957 \text{ Ом.} \quad (2.28)$$

Электромагниттік үздіксіз уақыты:

$$T_3 = \frac{\sigma_{1\sigma}}{R_3} = \frac{0,956 \cdot 0,009763}{0,024} = 0,384 \text{ с.} \quad (2.29)$$

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} = \frac{0,009832}{0,012} = 0,797 \text{ с.} \quad (2.30)$$

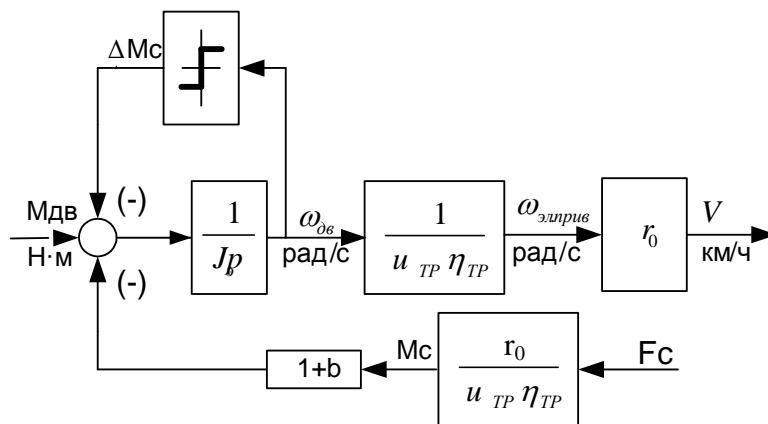
мұнда,

$$R_3 = R_1 + R_2 \frac{L_2^2 \mu}{L_1^2} = 0,013 + 0,012 \frac{0,009568^2}{0,009832^2} = 0,024 \text{ Ом.} \quad (2.31)$$

$$\sigma = \frac{L_2^2}{L_2 L_1} = \frac{0,009568^2}{0,009832 \cdot 0,009763} = 0,954. \quad (2.32)$$

2.2 Механикалық жүйенің параметрлерін есептеу

Троллейбустың механикалық жүйесінің құрылымдық сұлбасы 2.4 - суретте көрсетілген



2.4 сурет - Троллейбустың механикалық жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Көпірдің беріліс санын троллейбустың максималды жылдамдығымен таңдаймыз:

$$u_{ТР} = \frac{0,377 \cdot r_0 \cdot n_{дв.макс}}{V_{макс}} = \frac{0,377 \cdot 0,25 \cdot 4000}{65} = 5,8. \quad (2.33)$$

мұнда, r_0 – жетекші дөңгелектің есептік радиусы, м;

$n_{дв.макс}$ – күштік электрқозғалтқыштың максималды айналу жиілігі, айн/мин.;

V – троллейбустың максималды ұйғарымды жылдамдығы.

Электрқозғалтқыштың максималды жылдамдығын анықтау:

$$\omega_{ЭП.МАКС} = \frac{V_{макс} \cdot u_{ТР}}{r_0 \cdot 3,6} = \frac{65 \cdot 5,8}{0,25 \cdot 3,6} = 418 \text{ рад/с.} \quad (2.34)$$

Максималды жылдамдықтың жөнделігін электрқозғалтқыштың екінші реттеу аймағында анықтау:

$$\omega_{ЭП.РЕК} = \frac{m_k}{1,3} \cdot \frac{(1-s_k)^2}{(1-s_H)} \cdot \omega_0 = \frac{2,8}{1,3} \frac{(1-0,086)^2}{(1-0,015)} \cdot 157 = 286,9 \text{ рад/с.} \quad (2.35)$$

Трансмиссияның ПӘКі $\eta_{ТР}$ трансмиссиядағы шығынды сипаттайды және оның тетігінің ПӘКіне тең (карданды беріліс, жетекші көпірдің механизмдері)

$$\eta_{ТР} = \eta_M \cdot \eta_{КП} = 0,97 \cdot 0,95 \cdot 0,995 = 0,915. \quad (2.36)$$

мұнда, η_M - жетекші көпірдің ПӘКі;

$\eta_{КП}$ - карданды берілістің ПӘКі;

Жобалық есептеулер үшін жеке трансмиссия механизмдеріне келесі ПӘК мәндерін алу керек:

карданды шарнир $\eta_{КШ} = 0,995$;

негізгі беріліс $\eta_{ГЛ} = 0,93 - 0,97$;

дөңгелекті беріліс (редуктордың) $\eta_{КП} = 0,96 - 0,98$.

Оңай математикалық модельдерде троллейбустың ілгерілемелі қозғалысы айналмалы маховикке алмастырылған. Математикалық модельдерде шын троллейбустың динамикалық ұқсастығын сақтау үшін маховиктің маховикті массасын мынадай әдіспен таңдау, олардың әрқайсысының кинетикалық қуаты олардың ауыстырып отрған салмақтың кинетикалық қуатына тең болу.

2.5,а-суретте бірден үдеудің негізгі бағалау белгілерін аңғаруға болады. Жүргізуші инерция моменті J_1 күштік қозғалтқыштың айналуы еліктетуі, J_2 , трансмиссия бөлшектерінің айналуын еліктетуі, жүргізуші дөңгелек және троллейбустың ілгерілемелі қозғалысы, маховиктер троллейбусты зерттеу үшін тұрақты сандары бар:

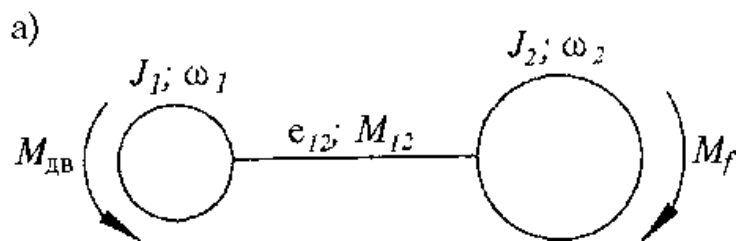
$$J_2 = J_{ТРОЛ} + J_{ТР} + \sum J_K, \quad (2.37)$$

мұнда, $J_{ТРОЛ}$ – маховиктің инерция моменті, троллейбустың ілгерілемелі қозғалысын еліктетеді;

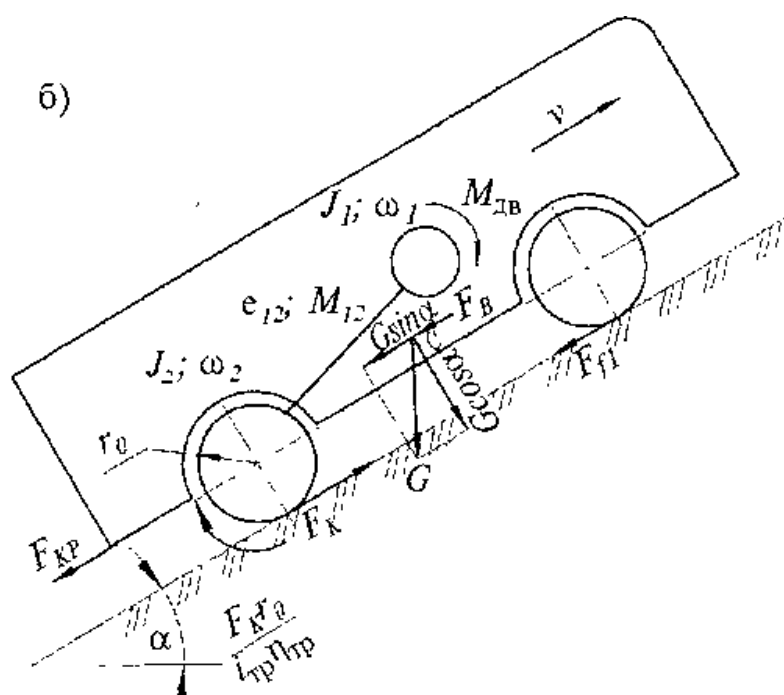
$J_{ТР}$ – трансмиссияның айналмалы бөлшектерінің жалпы инерция моменті;

J_K – жүргізуші дөңгелектің инерция моменті.

J_2 кіретін барлық инерция моменттері күштік қозғалтқыштың білігіне келтірілген. Трансмиссияның айналмалы бөлшектерінің жалпы инерция моменті $J_{ТРОЛ}$ және $\sum J_K$ инерция моменттерімен салыстырғанда өте аз сондықтан оны көп жағдайда ескермейді.



а – Троллейбустың динамикасы айналмалы маховиктермен еліктетілуі



б – Троллейбустың динамикасы ілгерілемелі қозғалыс жүгімен еліктетілуі

2.5 сурет - Троллейбустың динамикасы

Механизмнің инерция моменті:

$$J_1 = 1,1 \cdot J_{об} = 1,1 \cdot 3,2 = 3,52 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.38)$$

Троллейбустың ілгерілемелі қозғалысына еліктеуші маховиктің инерция моменті:

$$J_2 = J_{ТРОЛ} = m \left(\frac{r_0}{u_M} \right) = 19000 \left(\frac{0,25}{5,8} \right) = 35,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.39)$$

мұнда, m – троллейбус салмағы, кг (қосымша А).
 Жетектің балама инерция моменті:

$$J_{\ominus} = J_1 + J_2 = 3,52 + 35,3 = 38,8, \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.40)$$

2.3 Қозғалысқа кедергі келтіретін күшті анықтау

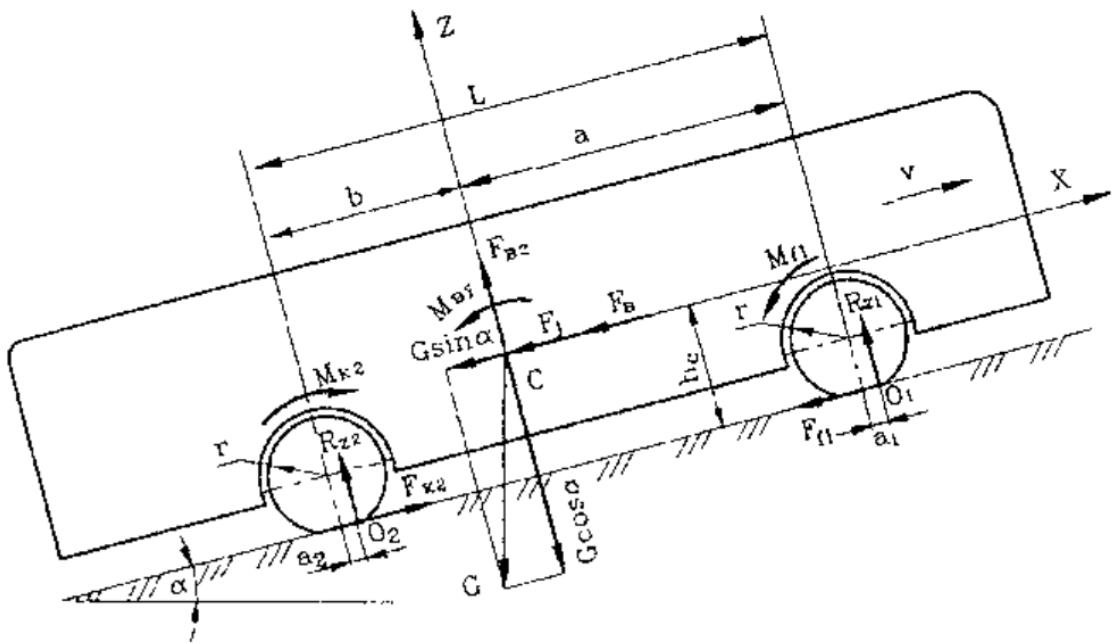
Троллейбусқа әсер етуші күштер, қозғаушы күш, оның бағыты жылдамдық бағытымен бағыттас болып келеді, және кедергі күші, бағыты жылдамдық бағытына қарама-қарсы болады. Күштер осылай бөлінгенде бірнеше шарттар болады, сондықтан әртүрлі қозғалыс жағдайларда бір күш әртүрлі бағыт көрсетуі мүмкін (инерция күші, ауырлық күшінің құраушылары $G \sin \alpha$, жолмен дөңгелектің үйкеліс күші).

Троллейбустың ілгерілемелі қозғалысының теңдеуі

$$m\ddot{x} = F_k - F_f - F_a - F_v - F_{кр}, \quad (2.41)$$

мұнда, $F_k, F_f, F_a, F_v, F_{кр}$ - троллейбусқа әсер етуші күштер.

Троллейбус жолмен жүргенде оған мынадай күштер әсер етеді:



2.6 сурет - Троллейбустың жалпы жүріс кезінде әсер етуші күштер

Ауырлық күші: $G = mg = 19000 \cdot 9,8 = 186200 \text{ Н}. \quad (2.42)$

Жүргізуші дөңгелектің үйкеліс күші F_k – жүргізуші дөңгелектің қозғаушы күші;

$$F_k = \frac{M_{\text{дв}} \cdot u_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}}}{r_0} = \frac{1163,45 \cdot 5,8 \cdot 0,915}{0,25} = 24708 \text{ Н.} \quad (2.43)$$

Шайқалуға қарсы күш F_f - әр дөңгелектің шайқалуға қарсы күшіне қарсы бағытталған жалпы күш:

$$F_f = f_k \cdot G \cos a = 0,02 \cdot 186200 \cdot 0,985 = 3667,42 \text{ Н.} \quad (2.44)$$

мұнда, f_k – әр дөңгелектің шайқалуға қарсы күшін есептейтін коэффициент (көңілден шығарлық асфальтты жол деп қабылдау керек); жолдың еңіс бұрышы $a =$ от 0 до 12% осы есепте 12% қабылдаймыз;

Көтерілуге кедергі келтіретін күш F_a – троллейбус a бұрышы бар еңіспен жүрген жағдайда пайда болады:

$$F_a = G \sin a = 186200 \cdot 0,174 = 32333 \text{ Н.} \quad (2.45)$$

Ауаның маңдай кедергісінің күші F_v – толық аэродинамикалық күштің құраушысы:

$$F_v = \frac{C_x \cdot S_{\text{ТРОЛ.ЛОБ}} \cdot \rho \cdot V^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 9,165 \cdot 1,225 \cdot 65^2}{2} = 9487 \text{ Н.} \quad (2.46)$$

мұнда, $C_x=0,4$ – ауаның маңдай кедергісінің коэффициенті;

$S_{\text{ТРОЛ.ЛОБ}}=9,165 \text{ м}^2$ – троллейбус маңдайының ауданы;

$\rho=1,225 \text{ кг/м}^3$ -ауа тығыздығы;

$V = 65 \text{ км/сағ}$ – троллейбустың максималды жылдамдығы (қосымша А)

2.4 Түрлендіргіш-қозғалтқыштың ашық жүйесінің ақырғы сипаттамасын есептеу

Магниттік ағын векторлық басқару кезінде:бірінші аймақта тұрақты

$\psi_{2X} = \psi_{2XH} = \text{const}$, екінші аймақта тәуелділікке байланысты әлсірейді

$$\psi_{2X} = \psi_{2XH} \cdot \frac{\omega}{\omega_H},$$

Есептеп және нақ механикалық сипаттамасын:

$$M(\omega) = \frac{3 \cdot U_{1H}^2 \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}} \right)^2 + x_{KH}^2 \right]}, \quad (2.47)$$

Есептеп және нақ электрмагниттік сипаттамасын тұрғызамыз:

$$I_1(\omega) = \sqrt{I_0^2 + I_2'(\omega)^2 + 2 \cdot I_0 \cdot I_2'(\omega) \cdot \sin \varphi_2(\omega)}, \quad (2.48)$$

мұнда, $I_2'(\omega)$ - ротор тоғының сырғудан кенлтірілген мәні

$$I_2' = \frac{U_{1H}}{\sqrt{\frac{(R_1 + \frac{R_2'}{\omega - \omega_0})^2 + (x_{1H} + x_{2H}')}{\omega_0}}}, \quad (2.49)$$

$$\sin \varphi_2(\omega) = \frac{X_{KH}}{\sqrt{\frac{(R_1 + \frac{R_2'}{\omega - \omega_0})^2 + X_{KH}^2}{\omega_0}}}, \quad (2.50)$$

Жоғарыда көрсетілген формулалар арқылы 2.5 және 2.6 суреттерде көрсетілген механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларды тұрғызамыз:

1. Алынған механикалық сипаттамаларға $M(\omega)$ (сурет 7) ұзақ және қысқа уақытты жұмыс режимі үшін шекаралық сипаттама тұрғызамыз:

$$-M_{C.МИН}(\omega) = F_f \cdot \left(\frac{r_0}{u_{TP} \eta_{TP}} \right) + \Delta M_{C.ДВ} = 3667 \cdot \left(\frac{0,25}{5,8 \cdot 0,915} \right) + 116 = 289 \text{ Нм}. \quad (2.51)$$

$$\begin{aligned} -M_{C.СР}(\omega) &= (F_f + F_B(\omega)) \cdot \left(\frac{r_0}{u_{TP} \eta_{TP}} \right) + \Delta M_{C.ДВ} = \\ &= (3667 + 9487) \cdot \left(\frac{0,25}{5,8 \cdot 0,915} \right) + 116 = 735 \text{ Нм}. \end{aligned} \quad (2.52)$$

$$\begin{aligned} -M_{C.МАКС}(\omega) &= (F_f + F_B(\omega) + F_a) \cdot \left(\frac{r_0}{u_{TP} \eta_{TP}} \right) + \Delta M_{C.ДВ} = \\ &= (3667 + 9487 + 32330) \cdot \left(\frac{0,25}{5,8 \cdot 0,915} \right) + 116 = 2258 \text{ Нм}. \end{aligned} \quad (2.53)$$

2. Электрқозғалтқыштың максималды ұйғарымды моментінің $M_{ДВ.МАКС}(\omega)$ тәуелділігі тұрғызылып және есептеледі, жұмыс аймағындағы қалыпты ағын ($f_{И} \leq f_{IH}$) және жұмыс аймағындағы әлсіреген ағынмен ($f_{И} \geq f_{IH}$) осындай болғанда $\omega_0 \cdot (1 - S_K) < \omega \leq \omega_{ЭП.МАКС}$. (сурет 7 нүк.18-19-20):

$$M_{\text{ДВ.МАКС}}(\omega) = \begin{cases} M_K \cdot \left[\frac{\omega_0(1-S_K)}{\omega} \right] & \text{при } \omega_0 \cdot (1-S_K) < \omega \leq \omega_{\text{ЭП.МАКС}} \\ M_K & \text{при } \omega_{\text{ЭП.МИН}} < \omega \leq \omega_0 \cdot (1-S_K) \end{cases} \quad (2.54)$$

$$M_K = \frac{3 \cdot U_{\text{IФН}}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot \left\{ R_1 + \sqrt{(R_1^2 + X_{\text{КН}}^2) \cdot \left[1 + \left(\frac{R_1}{X_\mu} \right)^2 \right]} \right\}} = \frac{3 \cdot 234,98}{2 \cdot 157 \cdot \left\{ 0,013 + \sqrt{(0,013^2 + 0,146^2) \cdot \left[1 + \left(\frac{0,013}{3} \right)^2 \right]} \right\}} = 3321 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.55)$$

Есеп нәтижесі 2.3-кестеде келтірілген

Кесте 2.3 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $M_{\text{ДВ.МАКС}}(\omega)$

ω , рад/с	0	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$M_{\text{ДВ.МАКС}}$, Н·м	3258	3023	1630	1117

3. Электрқозғалтқыштың ұзақ ұйғарымды тоғы есептеліп және тәуелділігі тұрғызылады $I_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega)$ (сурет 8 нүк. 10-11-12) мәжбүрлемелі вентиляциясы бар қозғалтқышқа арналған:

$$I_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega) = I_{\text{ДВН}} \text{ болғанда } \omega_{\text{ЭП.МАКС}} \geq \omega \geq \omega_{\text{ЭП.МИН}}, \quad (2.56)$$

Есеп нәтижесі 2.4-кестеде келтірілген

Кесте 2.4 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $I_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega)$

ω , рад/с	0	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$I_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega)$, А	305	305	305	305

4. Электрқозғалтқыштың ұзақ ұйғарымды моменті есептеліп және тәуелділігі тұрғызылады $M_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega)$ жұмыс аймағындағы қалыпты ағын ($f_{\text{И}} \leq f_{\text{ИН}}$) және жұмыс аймағындағы әлсіреген ағынмен ($f_{\text{И}} \geq f_{\text{ИН}}$) (сурет 7 нүк. 10-11-12):

$$M_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega) = M_{\text{ДВН}} \text{ болғанда } \omega \leq \omega_{\text{ДВН}}, \quad (2.57)$$

$$M_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega) = M_{\text{ЭМ.Н}} \cdot \left(\frac{\omega_{\text{ДВН}}}{\omega} \right) \text{ болғанда } \omega_{\text{ДВН}} < \omega \leq \omega_{\text{ЭП.МАКС}},$$

Есеп нәтижесі 2.5-кестеде келтірілген .

Кесте 2.5 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $M_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}(\omega)$

ω , рад/с	0	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$M_{\text{ДВ.ДЛИТ.ДОП}}$, Н·м	180	1163	627	429

5. Есептеліп және тәуелділігі тұрғызылады $I_{\text{С МАКС}}(\omega)$, $I_{\text{С СР}}(\omega)$, $I_{\text{С МИН}}(\omega)$ (сурет 8 нүк. 5-6-7.), жүктемеге сәйкесінше ұзақтықпен $M_{\text{С}}(\omega) = \text{const}$. Ол үшін $M_{\text{С}}$ анықтыуымыз тиіс, сырғу мәні s_{T} , s қатынастық тендеуін шешіп.

$$M_{\text{С}} = \frac{3 \cdot U_{1\phi\text{H}}^2 \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot s \cdot \left[(X_{\text{KH}})^2 + \left(R_1 + \frac{R_2}{s} \right)^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s \cdot X_{\mu}} \right)^2 \right]}, \quad (2.58)$$

Одан мынаны аламыз $s_{\text{T.5}} = 0,031$. Одан әрі тоқ мәнін есептейміз $I_{\text{С МАКС}}$ және жылдамдықты ω_{T5} . Одан мынаны аламыз.

$$I_{\text{С МАКС}} = 573 \text{ А},$$

$$\omega_{\text{T5}} = \omega_0 (1 - s_{\text{T.5}}) = 152 \text{ рад/с},$$

$I_{\text{С МАКС}}(\omega)$ тәуелділікті келесілермен есептейміз:

$$I_{\text{С МАКС}}(\omega) = I_{\text{С МАКС}} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{T5}}} \right) \text{ болғанда } \omega \geq \omega_{\text{T.5}}, \quad (2.59)$$

$$I_{\text{С МАКС}}(\omega) = I_{\text{С МАКС}} \text{ болғанда } \omega \leq \omega_{\text{T.5}},$$

Басқа нүктелерге есептеулер дәл осылай жүргізіледі.

Есеп нәтижесі 2.6,2.7,2.8-кестелерде келтірілген.

Кесте 2.6 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $I_{\text{С МАКС}}(\omega)$

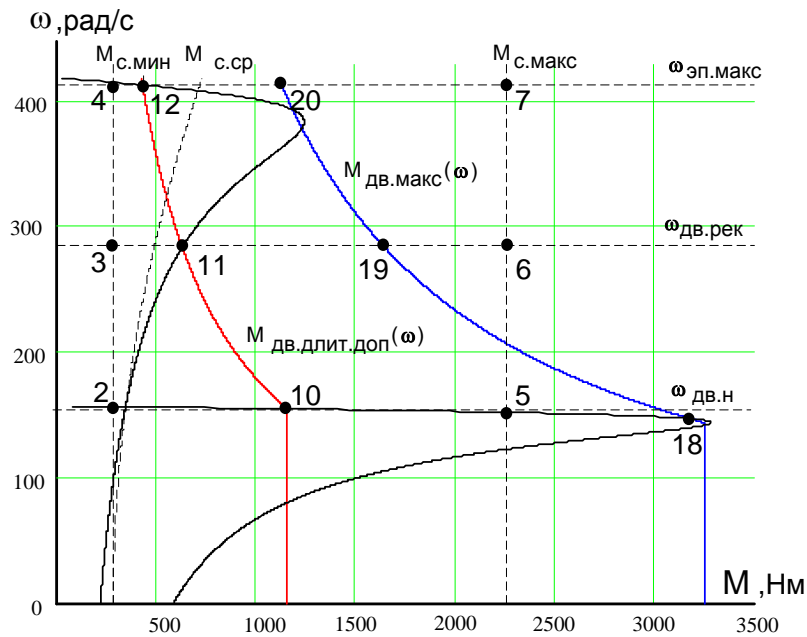
ω , рад/с	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$I_{\text{С МАКС}}(\omega)$, А	582	1081	1580

Кесте 2.7 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $I_{\text{С ДЛИТ}}(\omega)$,

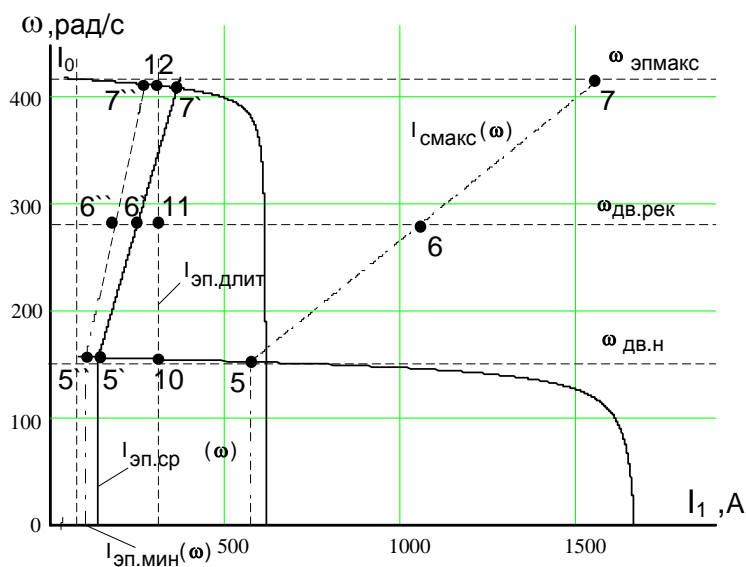
ω , рад/с	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$I_{\text{С СР}}(\omega)$, А	103	256	373

Кесте 2.8 - Тәуелділіктің есеп нәтижесі $I_{C\text{МИН}}(\omega)$

ω , рад/с	$\omega_{\text{ДВН}} = 154$	$\omega_{\text{ЭП.РЕК}} = 287$	$\omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 419$
$I_{C\text{МИН}}(\omega)$, А	139	190	277



Сурет 2.7 - Электржетектің механикалық сипаттамасы және векторлы басқару кезіндегі жүктеме

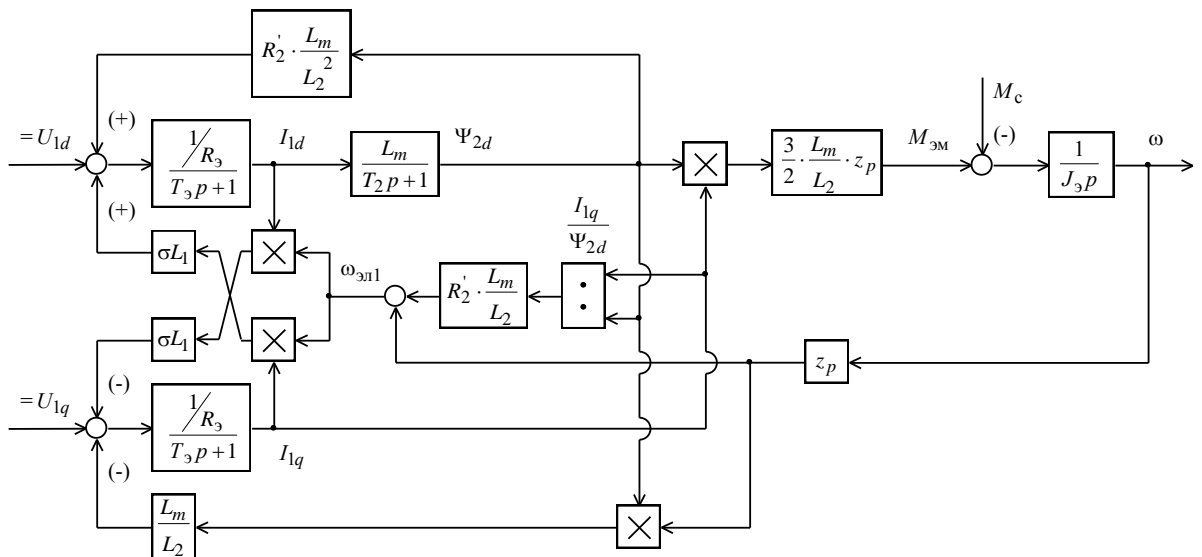


2.8 сурет - Электржетектің электрмехикалық сипаттамасы және векторлы басқару кезіндегі жүктеме

2.5 Қозғалтқышты тікелей қосу кезіндегі өтпелі процессті есептеу

2.9 - суретте көрсетілген синхронды қозғалтқыштың динамикалық моделін айналмалы координат жүйесіне сәйкесінше. Қозғалтқышты тікелей қосуын модельдеу үшін электрқозғалтқыштың есептік параметрлерінің саймасайлығын дәлелдеу керек, әрі қарай электржетектің модельдеу жүйесін және контурды реттеу мақсатында.

Синхронды қозғалтқышты модельдеу тоқтың, моменттің, қуаттың абсолютты айнымалы мәндерімен жүзеге асырылады.



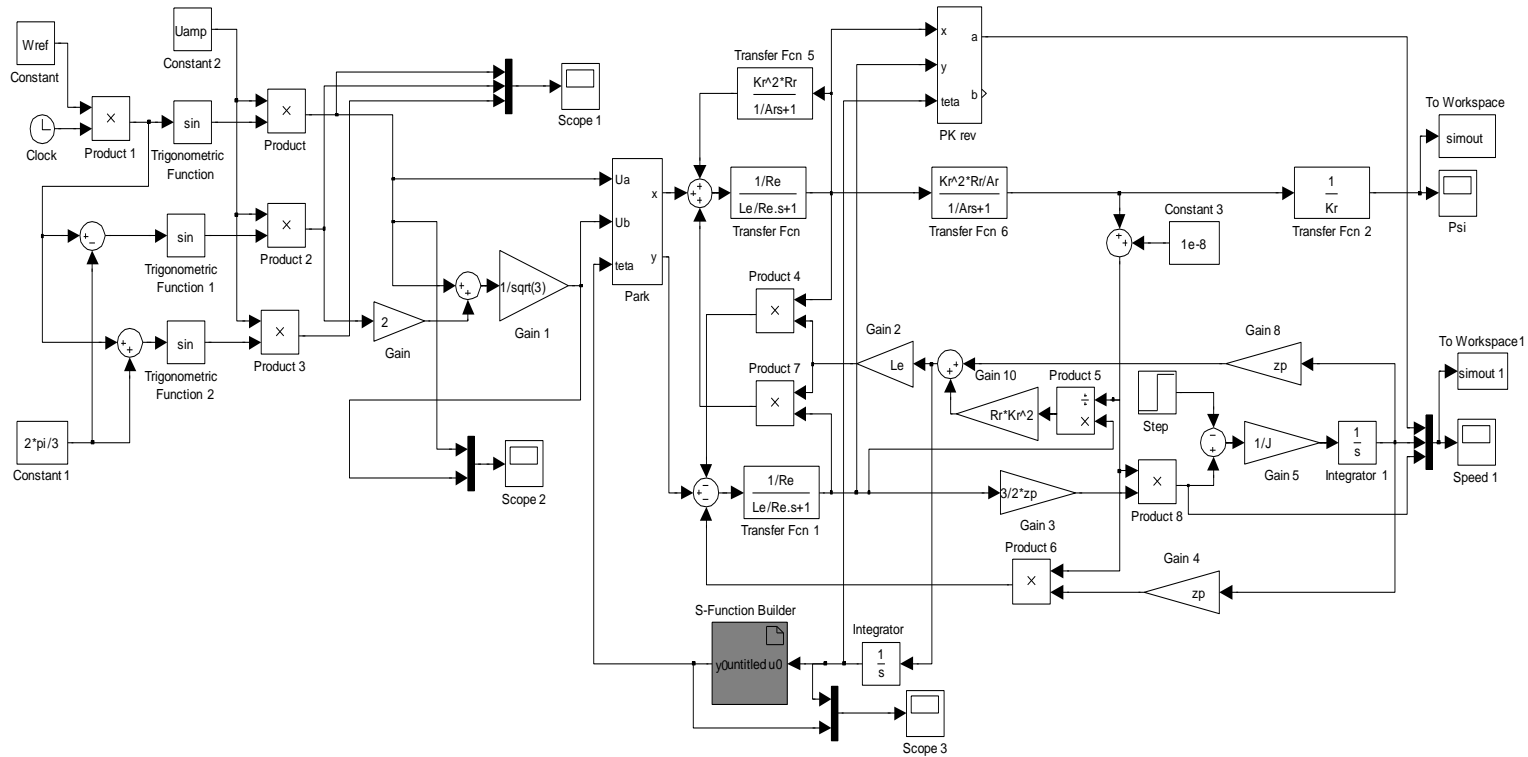
2.9 сурет - Қысқатұйықталған роторлы синхронды қозғалтқыштың динамикалық моделінің айналмалы координат жүйесіндегі құрылымдық сұлбасы

Simulink программасында құрылымдық сұлбасына сәйкесінше асинхронды қозғалтқыштың динамикалық процесстерің модельденуі еліктендірілді.

Статор орамасының кернеуінің қалыпты бұрыштық жиелігінің мәні

$$\omega_6 = 2 \cdot \pi \cdot f_{1H} = 314,159. \quad (2.60)$$

2.10-суретте қысқатұйықталған роторлы синхронды қозғалтқыштың айналмалы координат жүйесіндегі толық сұлбасы келтірілген.



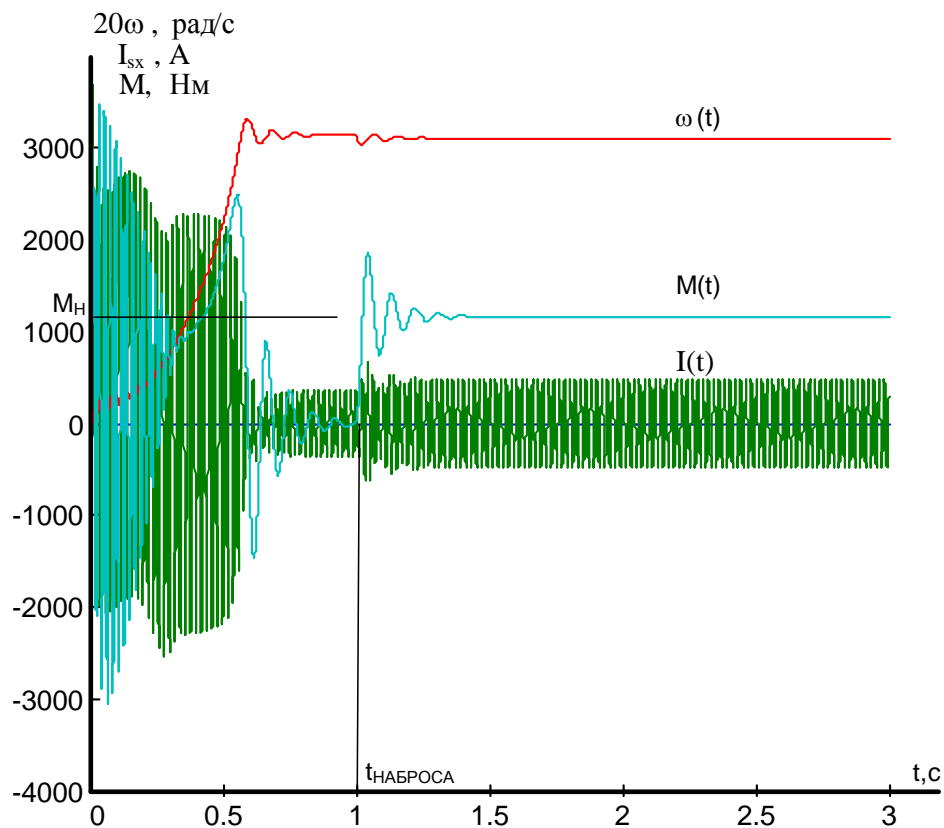
Енгізілетін
параметрлер
хаттамасы:

$f=50;$
 $R_s=0.012;$
 $R_r=0.013;$
 $L_{s_}=0.000194;$
 $L_{r_}=0.000263;$
 $L_m=0.0095681;$
 $p=4;$
 $J=3.2;$
 $L_s=L_{s_}+L_m;$
 $L_r=L_{r_}+L_m;$
 $z_p=p/2;$
 $K_r=L_m/L_r;$
 $R_e=R_s+R_r*K_r;$
 $L_e=L_s L_m^2/L_r;$
 $U_{amp}=220*\sqrt{2};$
 $A_r=R_r/L_r;$
 $W_{ref}=2*\pi*f;$
 $h=0.00001;$

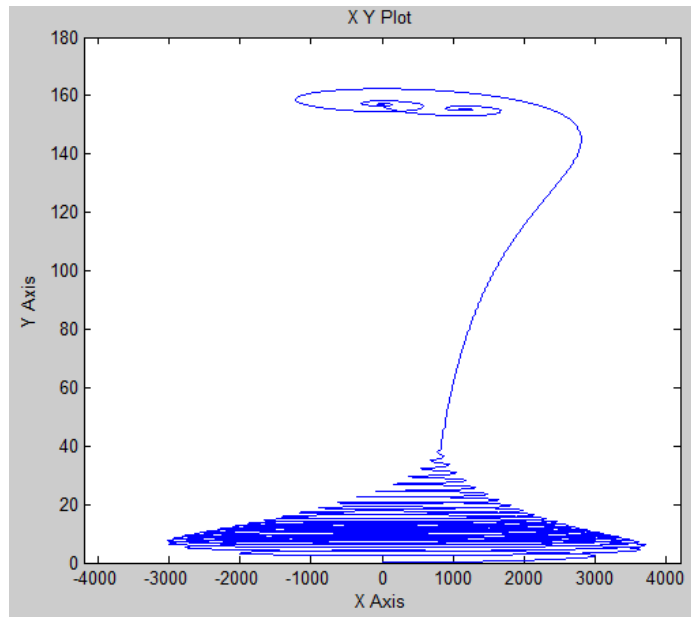
2.10 сурет - Қысқатұйықталған роторлы синхронды қозғалтқыштың айналмалы координат жүйесіндегі сұлбасы.

Синхронды қозғалтқыштың динамикалық механикалық сипаттамасын тек өтпелі процесстер нәтижесі арқылы анықтауға болады, қозғалтқышты тікелей қосу әдісі арқылы желіге қосарда өтпелі процесстер жылдамдығының графигін, момент пен статор тоғын келтіреміз (2.11 және 2.12 суреттерде келтірілген).

Синхронды қозғалтқыштың тікелей қосу динамигін зерттеу үшін қозғалтқышты бос қып, сосын $t=1$ уақыт моментінде қалыпты жүктеме қосылады $M_{н(паспорт)} = 1163 \text{ Н} \cdot \text{м}$.



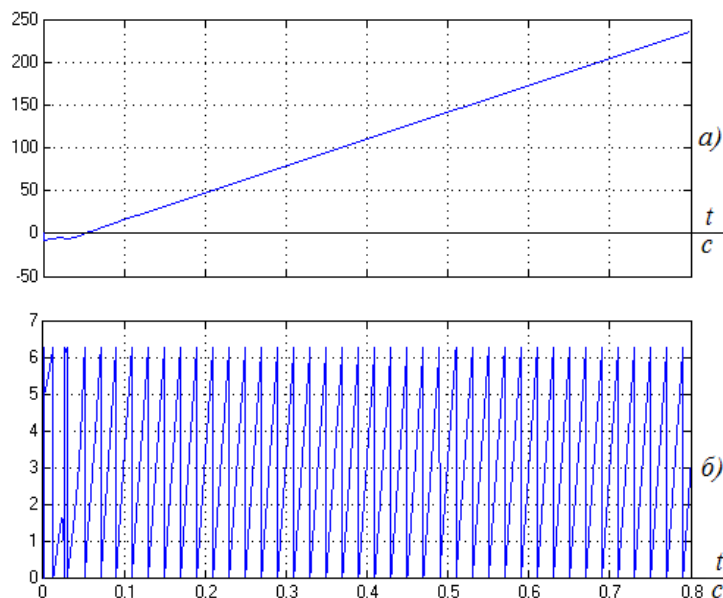
2.11 сурет - Қысқатұйықталған роторлы синхронды қозғалтқыштың ДТА-1У1 желіге тікелей қосылып сосын жүктеме қосылған кезіндегі жылдамдықтың өтпелі процессі, моменті, статор тоғы



2.12 сурет - Синхронды қозғалтқыштың ДТА-1У1 желіге тікелей қосылып сосын жүктеме қосылған кезіндегі динамикалық механикалық сипаттамасы

S- untitled блогының функциясы (2π дәрежесіндегі θ бұрыштың интегралдау шегі) – 2.13-суреттегі сұры түсті блок

```
static float in1;
in1=u0[0];
while (in1>=6.28) in1=in1-6.28;
while (in1<0) in1=in1+6.28;
y0[0]=in1;
```



2.13 сурет - θ бұрыштың өтпелі процесі: а) интегралдауды шектегенше; б) 2π дәрежесіндегі интегралды шектеуден кейін

Тікелей қасу кезінде синхронды қозғалтқыштың өтпелі үрдіс түрінде электромагниттік қисықтың моментінде тұрақсыздықтың бар екендігін көрсетті, ол $-3000 + 3800$ Н·м арасында өзгеріп отырады және қозғалтқыш үдеген сайын азаяды. Қозғалтқыштың тұрақты динамикалық бөлік екендігін өтпелі үрдіс делелдеді.

Синхронды қозғалтқыштың орын басу сұлбасының параметрлері дұрыс таңдалғанын статикалық және динамикалық есептеулер нәтижесінен көруге болады.

3 Троллейбустың күштік синхронды электржетегінің векторлы басқару жүйесін құрастыру

3.1 Күштік синхронды электржетектің векторлы басқару жүйесін есептеу

Векторлы басқарылатын екіаймақты синхронды электржетектің сызықты үздіксіз АБЖ жиелікті-реттеуінің құрылымдық сұлбасы 3.1-суретте келтірілген.

Сұлбада келесі мәндер келтірілген:

$W(p)_{рТ}, W(p)_{рΨ}, W(p)_{рс}$ – тоқ реттеушілерінің беріліс функциялары, түйдекілінісуі және жылдамдығы.

k_T – тоқ бойынша кері байланыс коэффициенті, $\frac{В}{А}$;

$k_Ψ$ – ротордың түйдекілінісуі бойынша кері байланыс коэффициенті, $\frac{В}{Вб}$;

k_c – жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті, $\frac{В \cdot с}{рад}$;

$$T_{\mu O} = \frac{T_{CT}}{3}, \quad (3.1)$$

– тоқ бойынша кері байланыс тізбектің аз уақыттағы тұрақтылығы, с;

$$T_{CT} = \frac{1}{f_{ШИМ}} \cdot n_T, \quad (3.2)$$

– тоқты түрлендіру нәтижесін есептеу интервалы, с;

n_T – тоқты өлшеу үшін модуляция периодының саны;

$$T_{\mu \psi O} = \frac{T_{C\Psi}}{3}, \quad (3.3)$$

– түйдекілінісу бойынша кері байланыс тізбектің аз уақыттағы тұрақтылығы;

$$T_{C\psi} = \left(16 \cdot \frac{1}{f_{ШИМ}} \right) n_{\psi}, \quad (3.4)$$

– түйдекілінісуін есептеу интервалы, с;

n_{ψ} – түйдекілінісуді өлшеу үшін модуляция периодының саны;

$$T_{\mu CO} = \frac{T_{CC}}{3}, \quad (3.5)$$

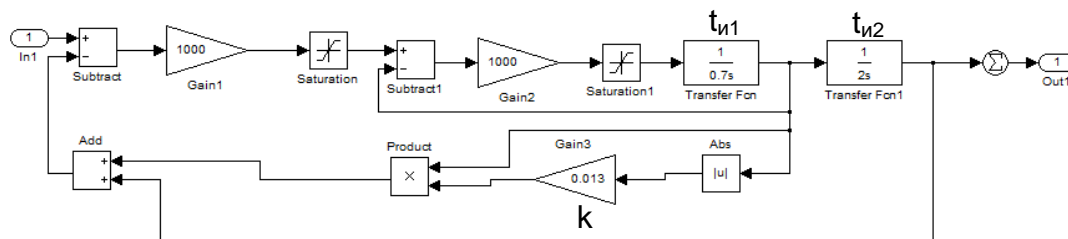
– жылдамдық бойынша кері байланыс тізбектің аз уақыттағы тұрақтылығы, с;

$$T_{CC} = \left(16 \cdot \frac{1}{f_{ШИМ}} \right) \cdot n_c, \quad (3.6)$$

– жылдамдықты есептеу интервалы, с;

n_c – жылдамдықты өлшеу үшін модуляция периодының саны.

ЗИ – жүйе бөлігі «Zadatchik»



3.2 сурет - Жүйе бөлігі «Берілу қарқындылығы»

Задачниктің қарқындылық параметрі:

$$T_{m1} = t_1 = 0,7 \text{ с,}$$

$$T_{m2} = t_1 + t_2 = 0,7 + 2 = 2,7 \text{ с,} \quad (3.7)$$

$$k = 0,05 \cdot \frac{t_1}{t_1 + t_2} = 0,05 \cdot \frac{0,7}{0,7 + 2} = 0,0125, \quad (3.8)$$

Реттеу контурын баптауға келесі жүйенің қосалқы параметрлерін табуымыз керек:

– қозғалтқыштың қалыпты түйдекілінісудің мәні

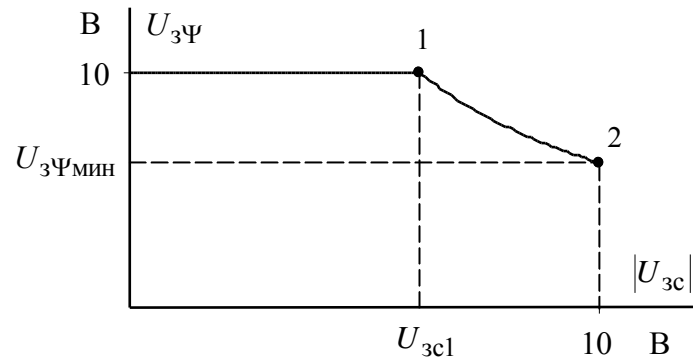
$$\Psi_{2н} = \sqrt{2} \cdot I_0 \cdot L_m = 1.082 \text{ Вб.} \quad (3.9)$$

– тоқтың максималды ұйғарымды мәні

$$I_{Iq \text{ макс}} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{I_{\text{эн макс}}^2 - I_0^2} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{760^2 - 79} = 1000 \text{ А.} \quad (3.10)$$

Екіаймақты электржетекте екінші аймақта жылдамдық өскен кезде қозғалтқышты қоздыратын ағынды азайту керек. Осы мақсатта түйдекілінісу контурының кірісіне түйдекілінісудің тапсырмасын құрастыратын блок қойылады, оның шығыс кернеуі берілген жылдамдық функциясы болып келеді.

Екіаймақты электржетектің түйдекілінісудің тапсырмасын құрастыратын блоктың сипаттамасы 3.3-суретте келтірілген.



3.3 сурет - Екіаймақты электржетектің түйдекілінісудің тапсырмасын құрастыратын блоктың сипаттамасы

түйдекілінісудің тапсырмасын құрастыратын блок S-функциясының негізінде жасалды.

```
static float in1;
in1=u0[0];
if (u0[0]<=3.59) in1=10;
if (u0[0]>3.59) in1=10/(u0[0]/3.59);
if (u1[0]<149) in1=10;
y0[0]=in1;
```

Ағынның әлсіреп бастауына мысал ретінде 2.7-суретте табылған электрқозғалтқыштың $\omega_{дв} = \omega_{т.18}$ жылдамдығын таңдаймыз. Сонда параметр сипаттамасы келесі жолмен анықталады:

$$U_{3c1} = U_{3c\max} \cdot \frac{\omega_{т.18}}{\omega_{эп\max}} = 10 \cdot \frac{150}{418} = 3,589, \text{ В.} \quad (3.11)$$

мұнда, $U_{3c\max} = 10 \text{ В}$

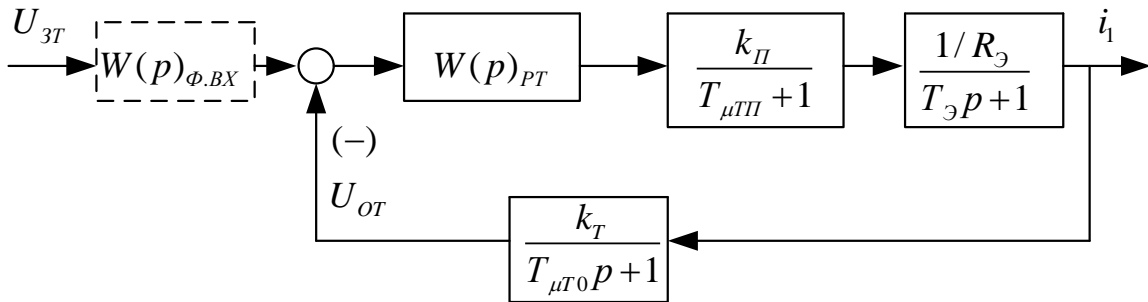
$$U_{3\Psi}(U_{3c}) \Big|_{\substack{U_{3c} = 0 \\ |U_{3c}| = U_{3c1}}} = U_{3\Psi\max}, \text{ В,} \quad (3.12)$$

мұнда, $U_{3\Psi\max} = 10 \text{ В};$

$$U_{3\Psi}(U_{3c}) \Big|_{\substack{|U_{3c}| = U_{3c1} \\ |U_{3c}| = U_{3c\max}}} = U_{3\Psi\max} \cdot \frac{U_{3c1}}{|U_{3c}|}, \text{ В,} \quad (3.13)$$

3.2 Тоқ контурын оңтайластыру

Инерционды кері байланысы бар тоқ контурының құрылымдық сұлбасы 3.4- суретте берілген.



3.4 сурет - Тоқ контурының құрылымдық сұлбасы

Тоқ контурына i_{sx} баптау жүргізіледі (контурда кері байланыс түрінде қосымша бөлшектер бар).

Жиілікті-ретелетін электржетектің ерекшелігі контур реттеішіндегі кері байланыс тізбегіндегі салыстырмалы үлкен инерттілігі болып табылады. В.А.Котельниковтың теоремалық қосымшасынан қарап статордағы тоқтың лездік мәнін аз уақыт ішінде табуға болады. Келесі шарт орындалса ақпараттар бұрмаланбайды:

$$k_k \cdot f_H \leq f_{TO}, \quad (3.14)$$

мұнда, f_H – кернеу инверторының тұрақты жиілігі;

f_{TO} – статор тоғының лездік мәнінің есептелу жиілігі;

$k_k \geq 2$ – коэффициент.

Сол кезде статор тоғының лездік мәнін есептеудегі минималды кешігу уақыты:

$$T_{TO} \geq \frac{1}{f_{TO}} = \frac{1}{k_k \cdot f_H}, \quad (3.15)$$

Инвертордың үлкен тұрақты жиілігі f_H қозғалтқыштың статор тоғын синусоидалдыға жақын датады. Бұл инвертордың тұрақты жұмыс жиелігін ондаған килогерцқа көтеруінің бірден-бір себебі. Бірақта тұрақты жиілікті тым көп көтеру инвертор кілтінде коммутациялық шығынға әкеледі. Тұрақты жиіліктің мәні барынша статор тоғының синусоидалды мәніне жақын болуы керек және инвертор кілтіндегі шығын ұйғарымды болуы тиіс.

Тұрақты жиіліктің мәнін келесідей қабылдаймыз $f_H=8000$ Гц және $k_k=2$.

Сол кездегі статор тоғын есептеу периоды:

$$T_{\Gamma 0} \geq \frac{1}{f_{\Gamma 0}} = \frac{1}{k_K \cdot f_H} = \frac{1}{2 \cdot 8000} \geq 0,0000625 \text{ с.} \quad (3.16)$$

U_{3T} -токқа беріліс кернеуі;

$T_{\mu\Pi\Pi}$ -тіке каналдағы уақыттың кіші тұрақтылығы, с;

$T_{\mu\Pi\Pi} = T_u = 0.0000625 \text{ с};$

$T_{\mu\Gamma 0}$ - кері байланыс тізбегіндегі уақыттың кіші тұрақтылығы, с.

Тоқ реттегішінің ПИ беріліс функциясы

$$\omega_{PT}(p) = k_{PT} \cdot \frac{T_{PT} \cdot p + 1}{T_{PT} \cdot p} = 1,834 \cdot \frac{0,019 \cdot p + 1}{0,019 \cdot p}, \quad (3.17)$$

Тоқ реттегішінің күшейту коэффициенті

$$k_{PT} = \frac{T_{\mathcal{E}} \cdot R_{\mathcal{E}}}{\kappa_H \cdot \kappa_T \cdot a_T \cdot (T_{\mu\Pi\Pi} + T_{\mu\Gamma 0})} = \frac{0,019 \cdot 0,024}{33,231 \cdot 0,009356 \cdot 2 \cdot (6,25 \cdot 10^{-5} + 0,000333)} = 1,834 \quad (3.18)$$

мұнда, $k_T = \frac{U_{3TMAX}}{I_{1ymax}} = \frac{10}{1068} = 0,009356, B / A. \quad U_{3TMAX} = 10B;$

$a_T = 2$ - оңтайландыру коэффициенті

Тоқ реттегішінің тұрақтылық уақыты

$T_{PT} = T_{\mathcal{E}} = 0,384 \text{ с};$

Тоқ контурының келесі беріліс функциялары бар

- тұйықталмаған контур

$$W(p)_{PA3.T} = \frac{1}{a_T \cdot T_{\mu\Pi\Pi} \cdot T_{\mu\Gamma 0} \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}} \cdot p^3 + a_T \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}}^2 \cdot p^2 + a_T \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}} \cdot p} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 0,0000625 \cdot 0,000333 \cdot 0,0003958 \cdot p^3 + 2 \cdot 0,0003958^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 0,0003958 \cdot p}, \quad (3.19)$$

- тұйықталған контур

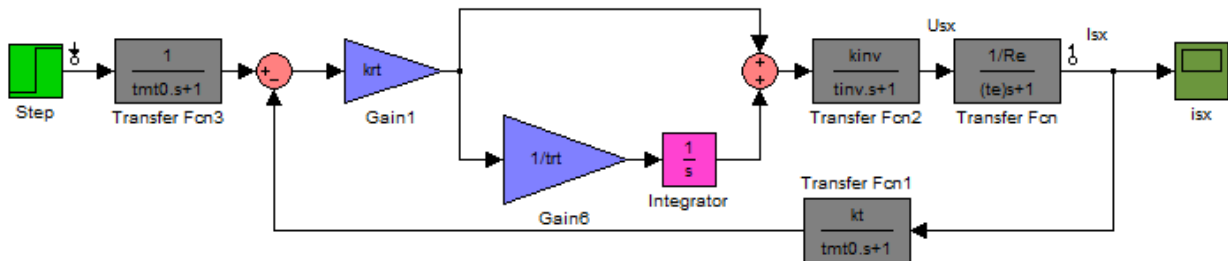
$$W(p)_{PA3.T} = \frac{\frac{1}{k_T} \cdot (T_{\mu\Gamma 0} + 1)}{a_T \cdot T_{\mu\Pi\Pi} \cdot T_{\mu\Gamma 0} \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}} \cdot p^3 + a_T \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}}^2 \cdot p^2 + a_T \cdot T_{\mu\Gamma \mathcal{E}} \cdot p + 1} \approx$$

$$\approx \frac{\frac{1}{0,009356} \cdot (0,000333 + 1)}{2 \cdot 0,0003958^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 0,0003958 \cdot p + 1}, \quad (3.20)$$

$T_{\mu I \Theta} = T_{\mu III} + T_{\mu I 0} = 0,0000625 + 0,000333 = 0,0003958$, c - оңтайландырылған контурдың эквивалентті уақыттың кіші тұрақтылығы.

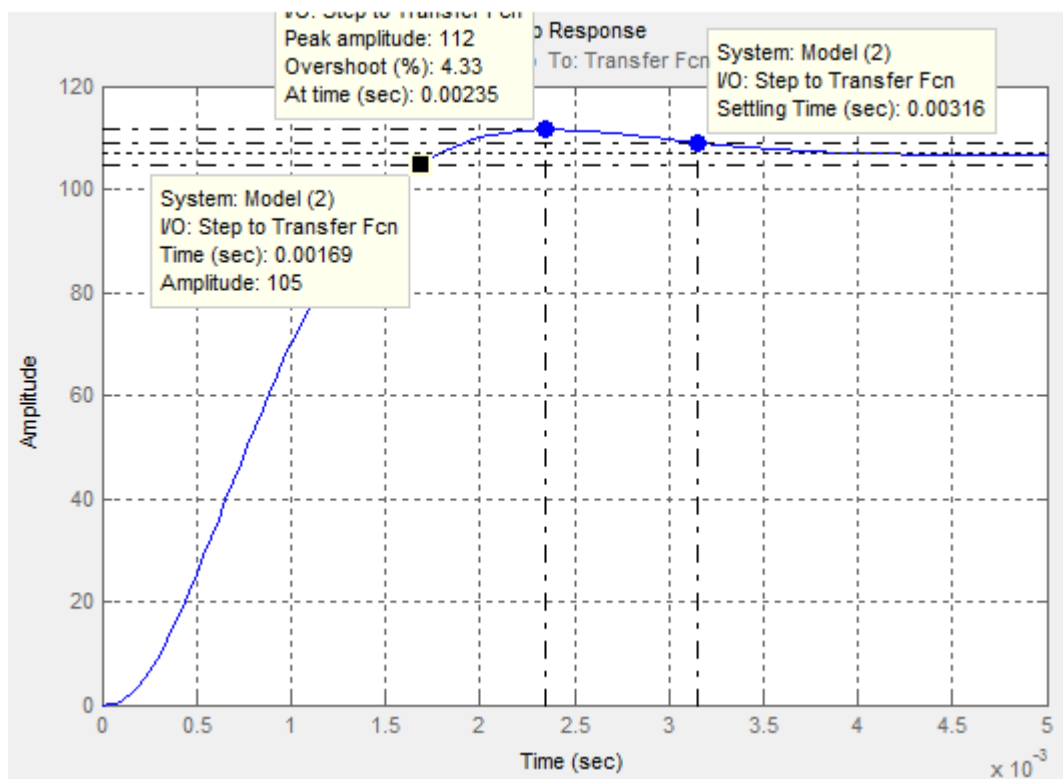
Контур баптамасы модульды оптимум (МО) 2-тәртіптік жүйесінің баптамасына жақын.

Контур 1- тәртіптік астатикалық жүйе болып табылады.

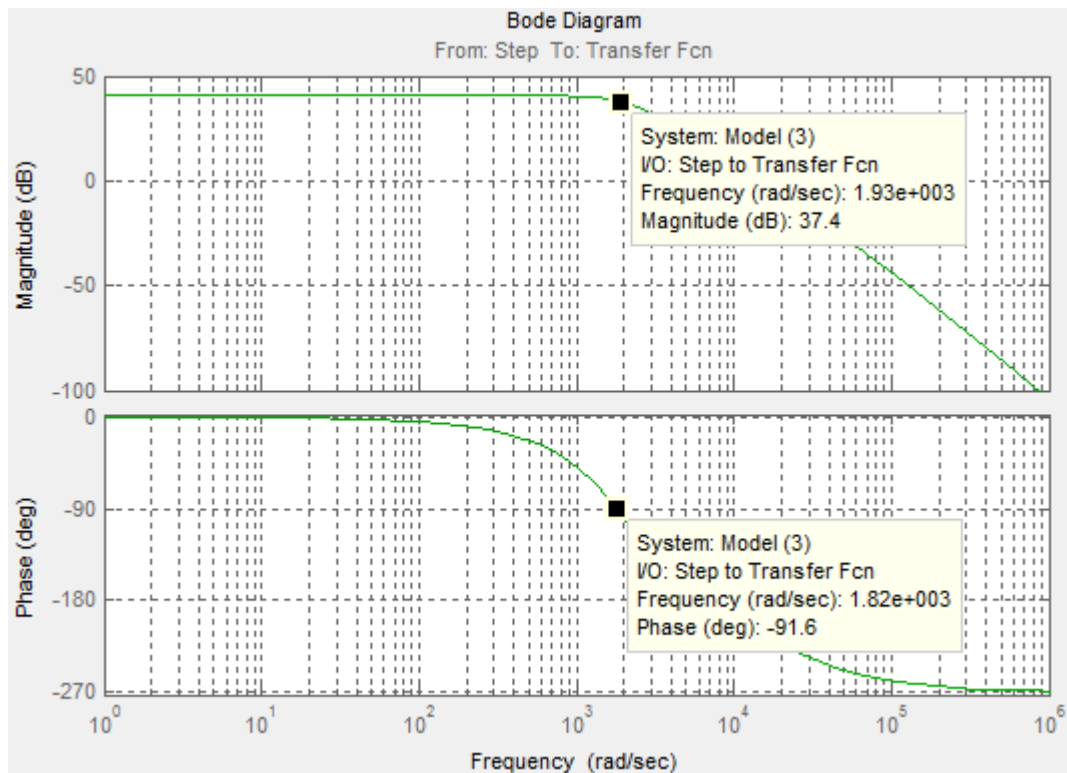


3.5 сурет - Тоқ контурының i_{sx} MATLAB Simulinkте оңтайландырылған моделі

Модульды оптимумға бапталған және кіріс әсері $U_{зт} = 10\text{В}$ сатылы өңделген кездегі тоқ контурының өтпелі үрдісін модельдеу нәтижесі 3.6-суретте өтпелі сипаттама түрінде $i(t)$ келтірілген.



3.6 сурет - Тоқ контуры $U_{зт} = 10\text{ В}$ өтпелі процесс



3.7 сурет - Модулбдық оптимумда бапталған тұйықталған ток контурының логарифмдық жиелікті сипаттамасы

Модельдеу нәтижелерін 3.1-кестеге енгіземіз.

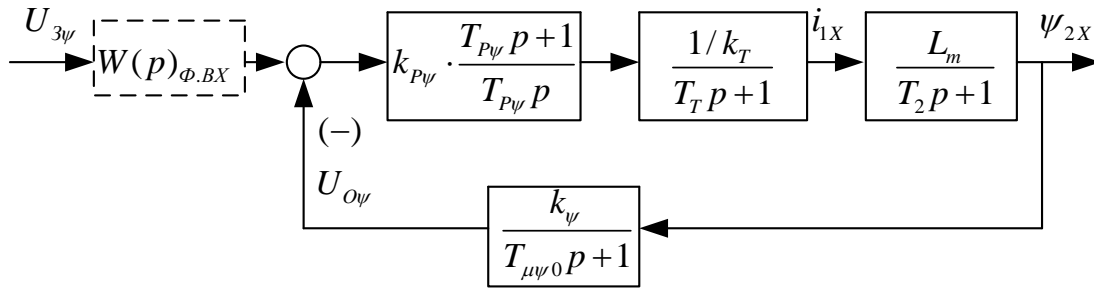
Кесте 3.1 - Ток контурының жұмыс көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Күтілетін	Алынған
$\sigma, \%$	4,3	$4,33(i_{sx}) - 4,39(i_{sy})$
$t_{py1}^{(5)}, c$	0.001623	0,0017
$t_{py2}^{(5)}, c$	0.001623	0,0031
$\Delta I_{yem}, A$	0	0
$\omega_{II}^{(M)}, рад/c$	1794	1930
$\omega_{II}^{(\Phi)}, рад/c$	1794	1820

Модельдеудің нәтижесі бізге алынған нәтижелердің күтілген нәтижелерден айырмашылығы көп еместігін көрсетті. Бұл дерек ток контурының баптамасы дұрыстығын білдіреді. Контурларды модельдеу нәтижелері i_{sx} және i_{sy} мәндері өте жақын, өтпелі процесстердің негізгі сапа көрсеткіштері теңбе-тең, сондықтан, модельді оптимумда бапталған ток контурын i_{sx} өзгертпей i_{sy} ток контурында қолдануға болады.

3.3 Түйдекілінісудің контурын оңтайландыру

Инерционды кері байланысы бар тоқ контурының құрылымдық сұлбасы 3.8-суретте көрсетілген.



3.8 сурет - Түйдекілінісу контурының құрылымдық сұлбасы

Түйдекілінісудің контурын оңтайландыру кезінде ішкі оңтайландырылған тұйық контур тоғы 1-тәртіпті сейітілген беріліс функциясы арқылы көрсетілген

$$W(p)_{3AM.T} \approx \frac{1}{k_T} \approx \frac{106,884}{0,0007917 \cdot p + 1} \approx \frac{106,884}{0,0007917 \cdot p + 1}, \quad (3.21)$$

мұнда,

$$T_T = a_T \cdot T_{\mu T \Sigma} = a_T \cdot (T_{\mu T \Pi} + T_{\mu T 0}) = 2 \cdot (0,0000625 + 0,000333) = 0,0007917 \text{ с,}$$

оңтайландырылған контур тоғының эквивалентті тұрақты уақыты.

$$W(p)_{P\psi} = k_{P\psi} \cdot \frac{T_{P\psi} \cdot p + 1}{T_{P\psi} \cdot p} = 15,105 \cdot \frac{0,797 \cdot p + 1}{0,797 \cdot p}, \quad (3.22)$$

мұнда, $T_{P\psi} = T_2$.

Күшейту коэффициенті және түйдекілінісу реттегішінің тұрақты уақыты келесідей жолмен табылады

$$k_{P\psi} = \frac{T_2 \cdot k_T}{L_m \cdot k_\psi} \cdot \frac{1}{a_\psi \cdot (T_T + T_{\mu\psi 0})} = \frac{0,797 \cdot 0,0093}{0,0095 \cdot 9,242} \cdot \frac{1}{2 \cdot (0,0007917 + 0,002)} = 15,105. \quad (3.23)$$

$$\text{мұнда, } k_\psi = \frac{U_{3\psi \text{ МАКС}}}{\psi_{2\text{ хн}}} = \frac{10}{1,082} = 9,242 \text{ В / Вб; } U_{3\psi \text{ МАКС}} = 10 \text{ В;}$$

$a_\psi = 2$ -оңтайландыру коэффициенті.

ПИ-реттегішімен бапталған түйдекілінісу контуры келесідей беріліс функцияларына ие:

- түйықталмаған контур

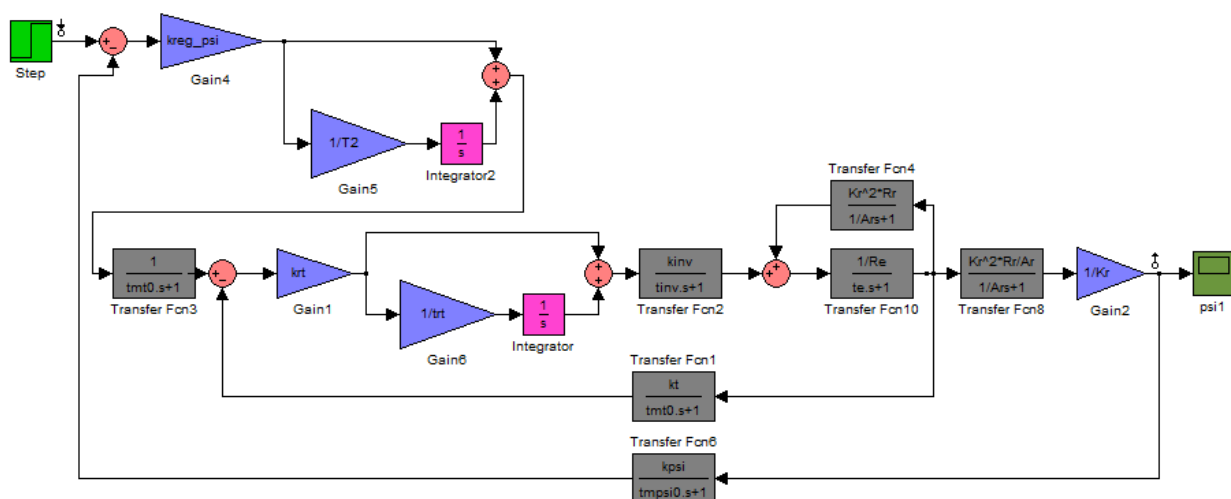
$$W(p)_{paз\psi} = \frac{1}{a_T \cdot T_T \cdot T_{\mu\psi 0} \cdot T_{\mu\psi \partial} \cdot p^3 + a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial}^2 \cdot p^2 + a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial} \cdot p} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 0,0007917 \cdot 0,002 \cdot 0,0027917 \cdot p^3 + 2 \cdot 0,0027917^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 0,0027917 \cdot p}, \quad (3.24)$$

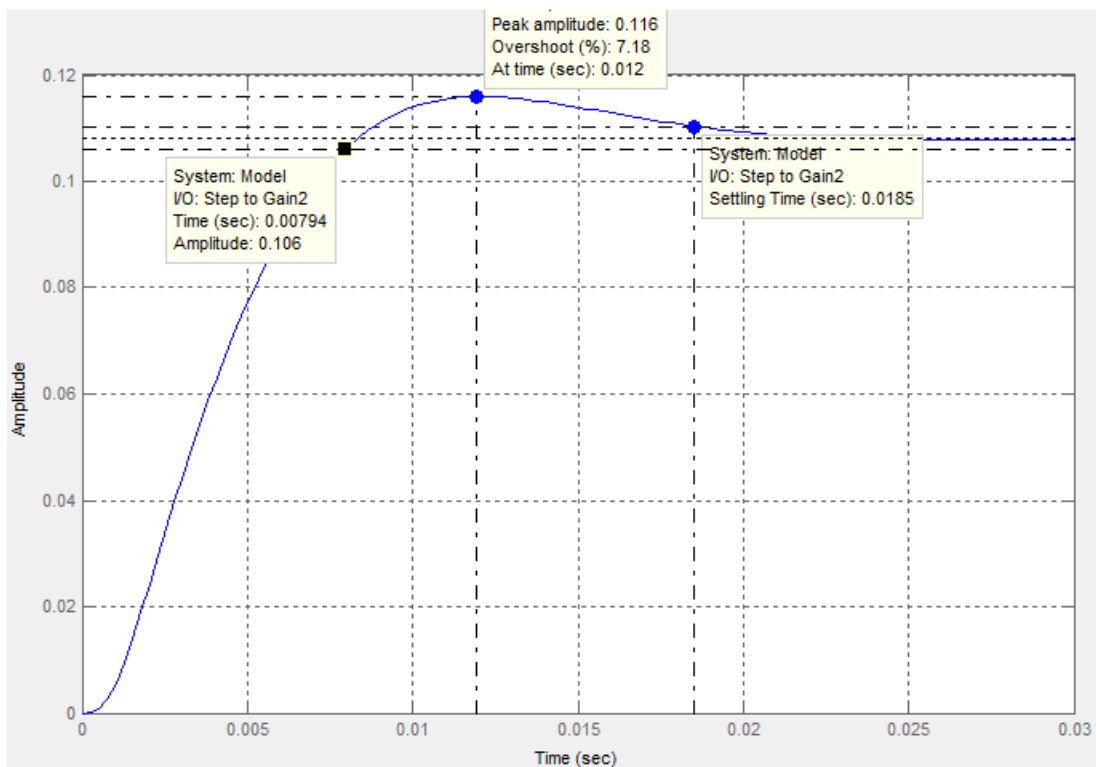
$$W(p)_{paз\psi} = \frac{\frac{1}{k_\psi} \cdot (T_{\mu\psi 0} \cdot p + 1)}{a_T \cdot T_{\mu\psi T} \cdot T_{\mu\psi 0} \cdot T_{\mu\psi \partial} \cdot p^3 + a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial}^2 \cdot p^2 + a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial} \cdot p + 1} \approx$$

$$\approx \frac{\frac{1}{k_\psi} \cdot (T_{\mu\psi 0} \cdot p + 1)}{a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial}^2 \cdot p^2 + a_\psi \cdot T_{\mu\psi \partial} \cdot p + 1} \approx \frac{1}{96242} \cdot (0,002 \cdot p + 1), \quad (3.25)$$

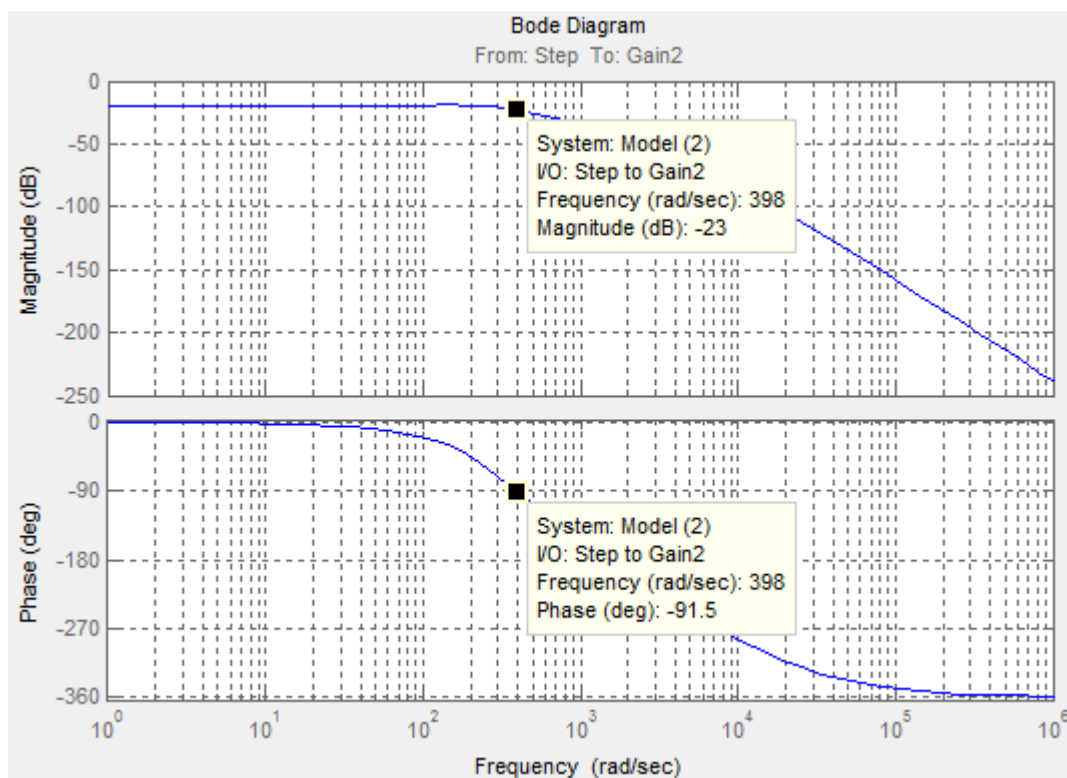
$T_{\mu\psi \partial} = T_T + T_{\mu\psi 0} = 0,0007917 + 0,002 = 0,0027917, c$ - оңтайландырылған контурдың эквивалентті уақыттың кіші тұрақтылығы.



3.9 сурет - MATLAB Simulink программасында түйдекілінісу контурының моделәнің еліктетілуі



3.10 сурет - түйдекілінісудің контуры $U_{3\psi}=10$ В тең болған кездегі өтпелі процесс



3.11 сурет - Симметриялық оптимумда бапталған түйықталған түйдекілінісү контурының логарифмдық жиеліктегі сипаттамасы

Модельдеу нәтижесін 3.2-кестеге енгіземіз.

Кесте 3.2- Түйдекілінісу контурының жұмыс көрсеткіштері

Өтпелі процесс көрсеткіштері			
Басқару бойынша			
$t_{py1}^{(5)}$	$t_{py2}^{(5)}$	$\sigma, \%$	$\Delta\psi_{уст}, Bб$
Күтілетін көрсеткіштер			
0.011÷0.0076	0,02	(4.3÷6.7)	0
Модельдеу көрсеткіштері			
0,0079	0,018	7.18	0

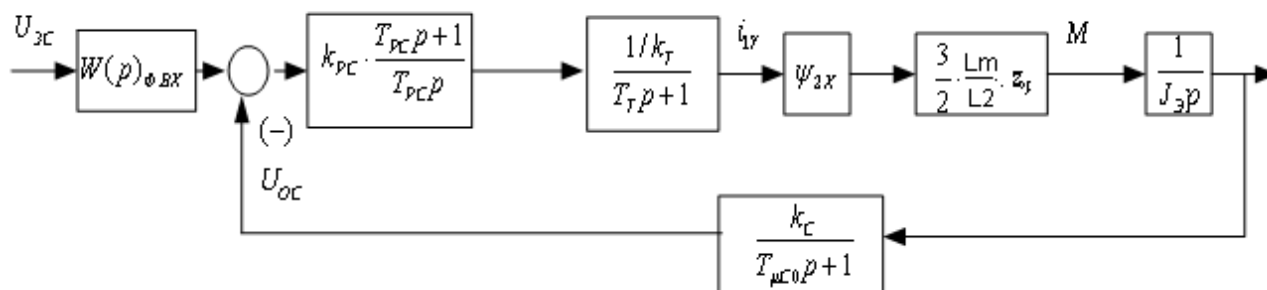
$$\omega_{II}^{(M)} = \omega_{II}^{(\Phi)} = \frac{(0.71 - 0.9)}{T_T + T_{\mu\psi 0}} = \frac{0,9}{0,0007917 + 0,002} = 322,338 \text{ рад/с}; \quad \text{сипаттамадан}$$

көретіміз $\omega_{II}^{(M)} = \omega_{II}^{(\Phi)} = 398 \text{ рад/с};$

Модельдеу нәтижелері күтілген нәтижеден өзгешелеу екендігін көрсетті. Бұл кері байланыс каналында инерциялықтың болуымен түсіндіріледі.

3.4 Жылдамдық контурын оңтайландыру

ПИ-реттегіші және инерциялды кері байланысы бар жылдамдық контурының құрылымдық сұлбасы 3.12-суретте келтірілген.



3.12 сурет - ПИ-реттегіші бар жылдамдық контурының құрылымдық

ПИ-реттегішінің беріліс функциясы

$$W(p)_{pc} = k_{pc} \frac{T_{pc} \cdot p + 1}{T_{pc} \cdot p} = 855,453 \cdot \frac{0,011 \cdot p + 1}{0,011 \cdot p}, \quad (3.26)$$

Күшейту коэффициенті және жылдамдық реттегішінің тұрақты уақытын келесі жолмен табады

$$k_{PC} = \frac{J_{\varepsilon} \cdot k_T}{\psi_{2X} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{Lm}{L_2} \cdot z_p \cdot k_C} \cdot \frac{1}{a_C \cdot (T_T + T_{\mu C0})} =$$

$$= \frac{38,5 \cdot 0,009356}{1,082 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,009568}{0,0098} \cdot 2 \cdot 0,024} \cdot \frac{1}{2 \cdot (0,0027)} = 855,453. \quad (3.27)$$

$T_{PC} = b_C \cdot a_C \cdot (T_T + T_{\mu C0}) = 2 \cdot 2 \cdot (0,0007917 + 0,002) = 0,011, c$ - оңтайландырылған контурдың эквивалентті уақыттың кіші тұрақтылығы.

ПИ-реттегішімен бапталған жылдамдық контуры келесідей беріліс функцияларына ие:

- түйықталмаған контур

$$W(p)_{PA3.C} = \frac{a_C \cdot b_C \cdot (T_{\mu C\varepsilon} \cdot p + 1)}{b_C \cdot a_C^4 \cdot T_T \cdot T_{\mu C0} \cdot T_{\mu C\varepsilon}^4 \cdot p^4 + b_C \cdot a_C^3 \cdot T_{\mu C\varepsilon}^3 \cdot p^3 + b_C \cdot a_C^2 \cdot T_{\mu C\varepsilon}^2 \cdot p^2 + b_C \cdot a_C \cdot T_{\mu C\varepsilon} \cdot p + 1} =$$

$$= \frac{2 \cdot 2 \cdot (0,00292 \cdot p + 1)}{2 \cdot 2^4 \cdot 0,0007917 \cdot 0,002 \cdot 0,002792^4 \cdot p^4 + 2 \cdot 2^3 \cdot 0,002792^3 \cdot p^3 + 2 \cdot 2^2 \cdot 0,002792^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 2 \cdot 0,002792 \cdot p + 1} \quad (3.28)$$

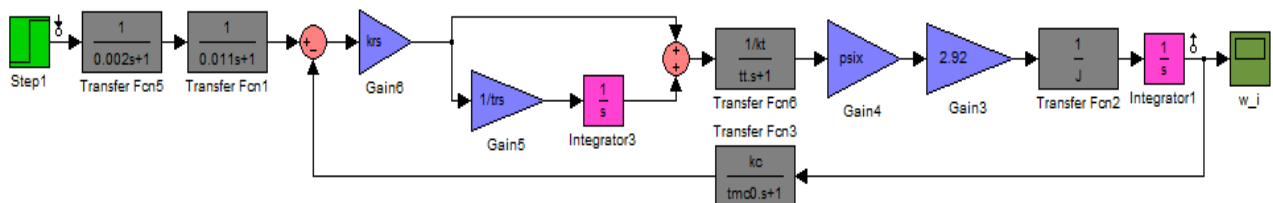
- басқару бойынша түйықталған контур

$$W(p)_{PA3.C} = \frac{1}{k_C} \cdot \frac{a_C \cdot b_C \cdot (T_{\mu C\varepsilon} \cdot p + 1) \cdot (T_{\mu C0} \cdot p + 1)}{b_C \cdot a_C^2 \cdot T_T \cdot T_{\mu C0} \cdot T_{\mu C\varepsilon}^2 \cdot p^4 + b_C \cdot a_C^2 \cdot T_{\mu C\varepsilon}^3 \cdot p^3 + b_C \cdot a_C^2 \cdot T_{\mu C\varepsilon}^2 \cdot p^2 + b_C \cdot a_C \cdot T_{\mu C\varepsilon} \cdot p + 1} =$$

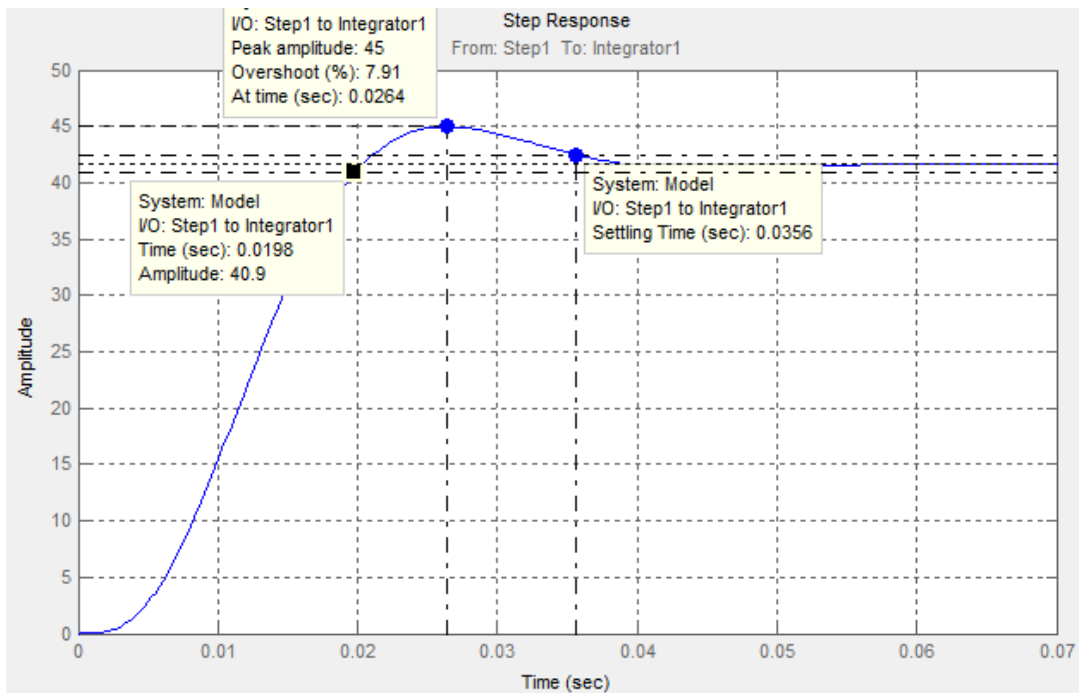
$$= \frac{1}{0,071} \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot (0,00292 \cdot p + 1) \cdot (0,002 \cdot p + 1)}{2 \cdot 2^2 \cdot 0,0007917 \cdot 0,002 \cdot 0,002792^4 \cdot p^4 + 2 \cdot 2^2 \cdot 0,002792^3 \cdot p^3 + 2 \cdot 2^2 \cdot 0,002792^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 2 \cdot 0,002792 \cdot p + 1} \quad (3.29)$$

$T_{\mu C\varepsilon} = T_T + T_{\mu C0} = 0,0007917 + 0,002 = 0,002792, c$ - эквивалентті уақыттың кіші тұрақтылығы.

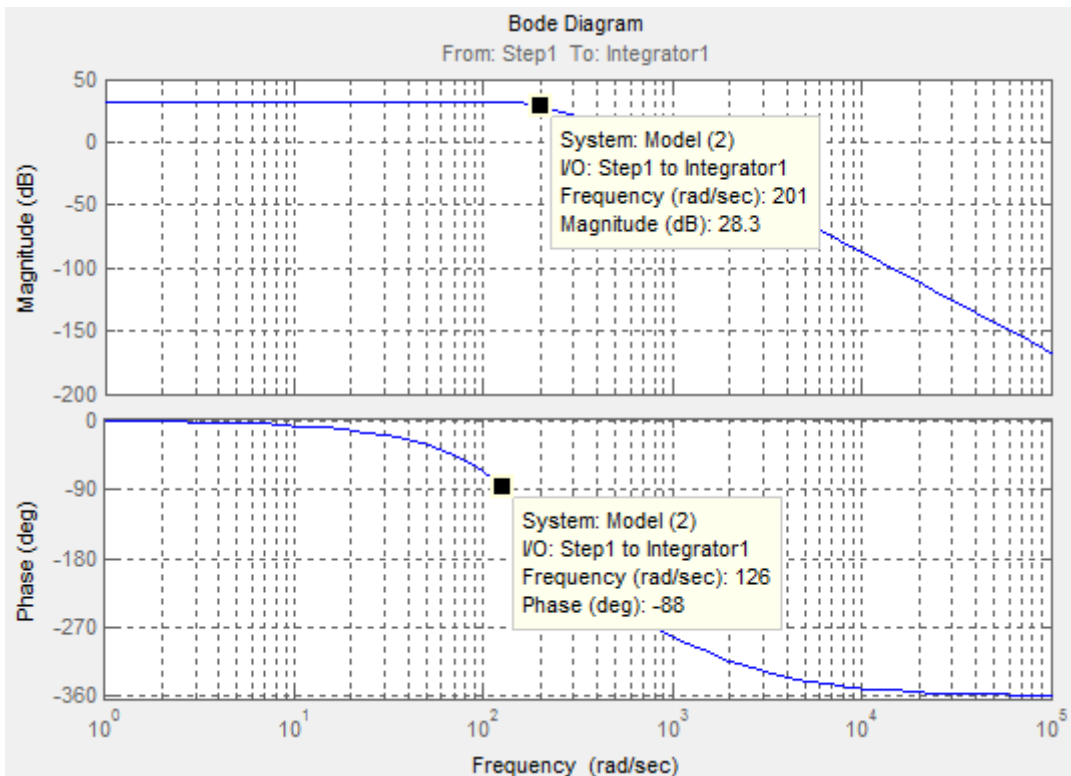
Оңтайландырылған контурды сатылы басқару өндегенде тез әсер етуін көп жағдайда қамтамасыз етеді ал қата реттеу кезінде 43% шамасында қамтамасыз етеді. Контурды кірксінде сүзгісіз баптаған СОда баптағанға ұқсас.



3.13 сурет - MATLAB Simulink программасында кірісінде сүзгісі бар жылдамдық контурының моделәнің еліктетілуі



3.14 сурет - Жылдамдық контуры $U_{zc}=10$ В болған кездегі өтпелі процесс



3.15 сурет - Симметриялық оптимумда бапталған тұйықталған жылдамдық контурының логарифмдық жиеліктегі сипаттамасы

$$\omega_{II}^{(M)} = \frac{(0,5 \div 0,54)}{T_T + T_{\mu CO}} = \frac{(0,5 \div 0,54)}{0,0007917 + 0,002} = 181,1 \text{ рад/с.} \quad (3.30)$$

$$\omega_{II}^{(M)} = \frac{(0,71 \div 0,9)}{T_T + T_{\mu CO}} = \frac{(0,36 \div 0,42)}{0,0007917 + 0,002} = 133,3 \text{ рад/с.} \quad (3.31)$$

Модельдеу нәтижесін 3.3- кестеге енгіземіз.

Кесте 3.3- Жылдамдық контурының жұмыс көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Күтілетін	Алынған
$\sigma, \%$	8,1 ÷ 10	7,9
$t_{py1}^{(5)}, \text{ с}$	0,014 ÷ 0,011	0,019
$t_{py2}^{(5)}, \text{ с}$	0,023 ÷ 0,019	0,035
$\Delta\omega_{уст}, \text{ рад/с}$	0	0
$\omega_{II}^{(M)}, \text{ рад/с}$	181,1	207
$\omega_{II}^{(\Phi)}, \text{ рад/с}$	133,3	130

Модельдеу нәтижелері күтілген нәтижеден өзгешелігі өте аз екендігін көрсетті. Бұл жылдамдық контурының дұрыс бапталғандығының көрсеткіші.

4 Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі

4.1 Троллейбус паркіндегі зиянды және қауіпті факторларға талдау жасау

Адамға еңбек ету барысында қауіпті (жарақаттануға әкеліп соғуы мүмкін) және зиянды (ауруларға әкеліп соғуы мүмкін) өндірістік ықпалдылықтар әсер етеді. Қауіпті және зиянды өндірістік ықпалдылықтар 4 топқа бөлінеді: физикалық, химиялық, биологиялық және психологиялық.

Қауіпті физикалық ықпалға жататындары: тетіктің және көліктің қозғалысы; әртүрлі көтергіш-көлік жабдықтары; өндірістік жабдықтардың қорғалмаған қозғалмалы элементтері; өңделіп жатқан материалдар мен жабдықтардың ұшқындары; электрлік тоқ, саймандардың температурасының өсуі және тағы басқалар.

Зиянды физикалық ықпалдарға жататыны: Жұмыс аймағының ауасының температурасының жоғары немесе төмен болуы; жоғары ылғалдылық және жоғары ауа қозғалысының жылдамдығы; әртүрлі жылулық сәулелену, ультрадыбыс, электрмагниттік, діріл және шуыл деңгейінің жоғары болуы; Зиянды физикалық ықпалдарға тағыда жұмыс аймағының ауасының шаңдылық деңгейі және газдылық деңгейінің көп болуы жатады; Жұмыс орнының жеткіліксіз жарықтануы және сәуле ағынының пульсациялануы.

Химиялық қауіпті және зиянды ықпалдары: Улану, тітіргену, секемдену, ісіктің пайда болуы жатады.

Бтологиялық қауіпті және зиянды ықпалдарға жұмысшыларға кері әсерін тигізетін бактерия, вирус, өсімдік және жануарлар жатады.

Психологиялық қауіпті және зиянды ықпалдарға шамадан тыс физикалық күш түсіру және шамадан тыс жүйкеге күш түсіру жатады.

Қауіпті және зиянды ықпалдардың арасында белгілі бір арақатынас байқалады. Көп жағдайларда зиянды ықпалдардың болуы жарақатқа әкеліп соғады. Мысалы, шектен тыс ауа ылғалдылығы және тоқ өткізгіш шаңның көп болуы адамның тоққа түсу ықтималдылығын көбейтеді.

Троллейбустардың жолаушылар тасымалдау бағытына троллейбус паркінен шығады, сонымен қатар паркте техникалық қызмет көрсетіледі, троллейбустар жұмысқа қабілетті болу үшін жөндеулер жүргізіледі, жұмыс уақытынан тыс кезде тұрақтайды.

Троллейбус паркінің негізгі құрылымдық бөлімдері:

а) цехтар және жер телімдері, осы жерлерде күнделікті және троллейбустың мезгілді техникалық қызметтері ұйымдастырылып және жүзеге асырылады. Сонымен қатар троллейбустарды жоспарлы жөндеуден өткізіледі, тетіктердің жөндеу жұмысы, түйіндердің және агрегаттардың, бояу және кузовтық жұмыстар, дөңгелектің монтажы және демонтажы жүргізіледі;

б) қозғалыс бөлімі, ол троллейбус жүргізушілерінің жұмысын ұйымдастырады, жөндеу тәртібі мен әрекеттерін қадағалайды, тағыда троллейбустың диспетчердің қойған бағытымен жүруін және қауіпсіз қозғалыс шамаларының орындалуын қадағалайды;

в) техникалық бөлім — троллейбустардың техникалық эксплуатациясының уақыт тәртібін құрастырып, оны енгізіп соны бақылаумен айналысады; троллейбустарды жөндеу және техникалық қызмет көрсетуді жоспарлау; техникалық шараларды ұйымдастырып жүзеге асыру арқылы жұмыс сапасын көтеріп және өндірісті тиімді ету; троллейбустардың техникалық ақаулары және дөңгелектері, агрегаттары туралы мәлімет жинап оны өңдеп, құжатқа енгізіп, есептеу; қауіпсіздік техникасы мен өндірістік тазалықты бақылауында ұстау;

г) бас механик бөлімі, бұл бөлім құралдардың, ғимараттардың күрделі және ағымдағы жөндеулерді жоспарлап жүзеге асырады; ауа ауыстыру жүйесі, жарықтандыру, құбырлық, жылыту жүйесімен, энергетикалық жұмыстарды орындайды; құралдарды жөндеу туралы және электрэнергияны тұтыну туралы есеп жүргізіп, көретіп отырады; барлық механизмдер мен ғимараттардың техникалық жағдайы мен қолданылуын қадағалайды;

д) экономикалық-жоспарлау бөлімі, парктің финансты-шаруашылығын жоспарлап есептеуін жүргізеді, есептеме құрастырып көрсетіп отырады, анализдеп сосын өндірістің тиімділігін көтеру үшін шаралар ұйымдастырады, парктің бөлімшелер арасында жарыстар ұйымдастырады; еңбек көлемі мен жалақы деңгейлерінің қажетті арақатынасын ескеріп, соны жүзеге асырып және бақылау шараларын қадағалайды;

е) бухгалтерия — парктің финанстық әрекетін есептеп бақылауында ұстайды; парктің жұмысын көрсететін ұпайлар мен есептемелерді

құрастырады; материалдар мен ақшалай қаражатты хаттаумен және есептеумен айналысады; бухгалтерия жүру ақысының есептелу, сақталу және жиналу жұмыстарын басқарады сондай ақ қаржыны банкке беру жұмысына жауапты, сонымен қатар жұмысшыларға жалақының уақытылы берілуін қадағалайды;

ж) кадр бөлімі келесі жұмыстарды атқарады: кадрларды жинаумен, рәсімдеумен, кәсіпорын кадрларын орналастырып және тәрбиелеумен, зейнетақымен қамтамасыз ету сұрақтарымен айналысады, жеке құрасаны есептейді, кадрдың кәсіптік біліктілігімен, уақытылы демалысқа жіберіліп және сыйақыларды үлестіреді, жұмысшылардың кәсіпқойлық деңгейі мен білімділігін көтеруге көмектеседі, кадрларды дұрыс таңдап және тиімді қолданумен айналысады;

з) әкімшілікті-қожалық бөлімі — парктің әкімшілікті және мәдени ғимараттарын қолдануға және тұтынуға, парктің әкімшілік-басқарушы тұлғаларға қажет жағдай жасау, іс-қағаздарды ұйымдастырып басқару, парк аймағын қоқыс пен қардан тазалауда міндетіне кіреді. Бұл бөлім парк аймағына өсімдіктің отырғызылуына жауапты.;

и) қамтамасыздандыру бөлімі — парктің өндірістегі және әкімшілігіндегі жұмыстардың тоқтаусыз жұмыс істеуі үшін қосалқы құралдармен, материалдармен, жабдықтармен, инвенторлармен, арнайы киіммен қамтамасыз етуі тиіс, сонымен қатар оларды ұқыпты және оңтайлы пайдалануын бақылау; қойма жұмысын ұйымдастырып, материалды құнды заттарды қоймада сақтауға жақсы жағдай жасау;

к) техникалық басқару бөлімі — парк қоймасына әкелінетін қосалқы құралдар және материалдардың сапасын тексеру, техникалық қызмет көрсетудің және барлық жөндеу жұмыстарының сапасын тексеру, жеткізушілерге сапасыз бұйымдар туралы ескерту, істелген жұмыстың жарамсыздығы анықталғанда сараптама жүргізу, осы жұмыстардың бәріне техникалық басқару бөлімі жауапты.

4.2 Электр қауіпсіздігі. Троллейбуста электр зарядының адамға әсеріне талдау жасау, қорғану шаралары

Электр қауіпсіздік — статикалық тоқтың және электрмагниттік өрістің, электрлік доғаның, электр тоғының жұмысшыға зияныны мен қаупінің алдын алудың техникалық тәсілі мен ұйымдастырылған шара жүйесі.

Электр қауіпсіздік өз құрамына келесілерді енгізеді: құқықтық, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдық-техникалық, санитарлық-тазалық, емдеу-профилактикалық, оңалту және тағыда басқа шаралар кіреді.

Электр қауіпсіздік ережесі құқықтық және техникалық құжаттармен, нормативті-техникалық қормен регламенттеледі. Электрқондырғыларға және электржабдықтарға қызмет көрсететін қызметкерлерге электр қауіпсіздіктің негіздерін білу міндетті.

Қауіпті кернеу, тоқ, жиелік

Электр тоғына байланысты көптеген қайғылы жағдайларды келтіруге болады, мысалы ретінде 12,36 және 65 Вольтты кернеулі электр тоғына түсудің өзі адамға өте қауіпті. Кей жағдайларда 4 Вольтты кернеудің өзі адам өмірін қиып жатады. Бұдан шығатын қорытынды: адам өміріне қауіп төндірмейтін кернеу жоқ. Осыған сай қауіпсіз тоқ күшіде болмайды. Ең көп тараған қателіктің бірі 100 миллиамперден төмен тоқ күші адамға қауіпсіздігі. Адам өміріне ең қауіптісі 50Гц айнымалы тоқ. Кей ақпарат көздеріне сүйенетін болсақ 400 Гц тоқ салыстырмалы түрде қауіпсіз саналады.

Тоққа түсу себептері:

1. Бағытталған кернеу: Айымалы тоқты жоғарывольтты беріліс желісі жерден оқшауланған кез-келген жақын орналасқан төменвольтты желіге, байланыс желісіне, үлкен айнымалы кернеуді бағыттап жіберуі мүмкін. Кей жағдайда автокөліктерде пайда болуы мүмкін.

2. Қалдық кернеу: Электр беріліс желісі үлкен электрлік сыйымдылыққа ие. Сол себепті электр тоғын сөндірген жағдайда да белгілі бір уақыт арасында потенциалдар айырымы болғанлықтан, бірнеше сымды бір мезетте ұстаған жағдайда электр соққысы пайда болады. Желіні бір рет жерлендіргіш көмегімен разрядтау жеткіліксіз болуы мүмкін. Қауіпті қалдық кернеу, құрамында конденсаторы бар радиожабдықтарда сақталып қалуы мүмкін.

3. Статикалық кернеу: Оқшауланған өткізгіш объектісіне электр зарядтарының жиналу нәтижесінде пайда болады.

4. Қадамдық кернеу: Жерге құлаған сымның адам аяқтарынан жатқан жері әртүрлілігінен екі аяқ арасында пайда болады.

5. Оқшаулағыштың бұзылуы. Келесі себептен болуы мүмкін:

- зауыттық жарамсыздық(заводской брак);
- ескіру;
- климат әсері, ластану;
- механикалық зақымдану, мысалы: құрал-сайманмен;
- механикалық тозу;
- арнайы түрде зақымдау.

6. Білместіктен, асығыстықтан, аландаушылық әсерінен кездейсоқ тоқөткізгіш бөлігіне тиуден.

7. Жерлендіргіштің болмауынан: Жерлендіргіш аппаратының оқшаулығышы тесілген жағдайда корпусқа қысқа тұйықталу тоғы өтіп кетеді және сақтандырғыштар істен шығады.

8. Апат нәтижесінде тұйықталу: Мысалы, қатты жел немесе басқа себептен электр тасымалдағыш әуе желісі жақын орналасқан теле немесе радио желісіне түссе, онда төменвольтты желі сымдары жоғарывольтты кернеу әсеріне түседі.

9. Келіспеушілік: бір жеке тұлға аппаратурада жұмыс жасап, ал екіншісі сол аппаратқа кернеу берсе.

Электрмагниттік өрістің адам ағзасына әсері.

Клиникалық зерттеулердің нәтижесі, ұзақ уақыт электрмагниттік өрістің әсерінде болуғ, «радиоволновая болезнь» деген ат алған аурудың пайда болуына әкеліп соғуы мүмкін. Бұл ауру ең алдымен жүйке жүйесі мен жүрек-қан тамырларының жұмыс істеу функциясын өзгеріске ұшыратады. Ұзақ уақыт сәулелену аймағында болған адамдар әлсіздікке, тітіргенгіштікке, тез шаршағандыққа, жадының әлсіреуіне, ұйқысының бұзылғандығына шағымданады. Көбіне осы белгілерге жүйке жүйесінің вегетативті функциясының бұзылуы қосылады. Жүрек-қан тамырлары жүйесінде гипотония, жүректе ауырлықтар, тамыр соғуының тұрақсыздығы пайда болады.

Сәулелену аймағында үздіксіз болатын адамдарда, жілік майының құрылысында ауытқу пайда болып, регенерация жылдамдығы өседі. 1–3 жыл өткен соң кейбіреулерде ішкі зорланушылық пен абыржушылық пайда болады. Назары мен жады бұзылады. Шаршағандық және ұйқының тиімсіздігіне арыз пайда болады. 5 немесе одан көп әсерге ұшыраған адамдарда психологиялық ауруға ұшырағандығы туралы мәліметтерде бар.

Бала ағзасының электрмагниттік өріске деген дәрменсіздігі назарға алынған. Электрмагниттік өріспен сәулелену 16 жасқа дейінгі балаларға зиянды әсері ересек кісіге қарағанда көбірек. Бала басының кішілігінен салытырмалы жұту қуатыда көп. Мысалы, жүкті әйелдің компьютермен жұмыс жасау кезінде, оның бүкіл денесі және дамығалы жатқан ұрықта электрмагниттік өріс әсеріне түседі. Электрмагниттік сәулелену тек жиналып қана қоймай, ол келешек ұрпаққа берілетіні дәлелденді.

Америкалық және швед ғалымдарының зерттеулері бойынша, олар адам ағзасына зиянсыз электрмагниттік өрістің қарқындылығының 0,2 мкТл екендігін анықтады. Біздің қолымызда бар мәліметтер бойынша, күнделікті қолданатын электрқөліктердің сәулелену деңгейі келесідей:

- Трамвай, троллейбус – 30 мкТл.
- Метро станциясында (поездар қозғалысы кезінде) – 50 – 100 мкТл.
- метро вагонында – 150 – 200 мкТл.

Электрлік және электрмагниттік өрістен қорғану

Электрлік және электрмагниттік өрістен адам ағзасына кері әсерін тигізеді. Айнымалы өріс әсерінен адам денесінде электрлік тоқтардың айналу іздері болады. Дене мүшелерінің арасында патенциалдар айырмасы пайда болады. Жерлендірілген металл бетімен жанасқанда, адам денесінде разряд болады, ол шаншу секілді сезіледі.

Өрістен қорғану амалдары:

1. Үнемі жерлендіріліп тұрған қалқан.
2. Қозғалмалы жерлендіргіш қалқандар. (металл тор немесе біртқтас металл бет).
3. Қалқандаушы киім (металл жіп қосылған матадан жасалған). Автокөлік корпусына бағытталған статикалық тоқ пен бағытталған кернеуден қорғану үшін корпус жерлендірілуі тиіс. Көлік дөңгелектерінің резинадан жасалғандықтан, шұбалған металл тізбекті қолдануға болады.

4.3 Жөндеу цехындағы табиғи жарықтандыру жүйесіне есеп жүргізу

Адамның өз денсаулығын сақтауға және жоғары еңбек өнімділігін сақтап қалу үшін жарық табиғи шарттың бірі.

Жарық дегеніміз - ол көз қарашығымен қабылданатын ауқымдық оптикалық ұзындығы 380-760 нм аралығында болатын электромагнитті толқындар.

Өндірісте негізінен жарықтың 3 түрі қолданылады:

Табиғи (қайнар көзі күн), жасанды (тек жасанды жарық көзі қолданылғанда); аралас (табиғи және жасанды жарық бірге қолданылғанда).

Аралас жарықтандыру тек қана табиғи жарық өндіріске қажет мөлшерде болмаған жағдайда қолданылады.

Табиғи жарық тек тіке күн көзінен және көкжиектің араласқан жарығынан пайда болады (атмосфераға тараған күн сәулелерінен). Табиғи жарық биологиялық тұрғыдан ең құнды болып табылады және оған адам көзі барынша бейімделген.

Өндірісте табиғи жарықтандырудың келесідей түрлері қолданылады: қабырғалық (қабырғада орналасқан терезе арқылы), төбелік (төбеде орналасқан терезе арқылы) және аралас (қабырғалық және төбелік терезе арқылы) болып бөлінеді.

Табиғи жарықтандыру табиғи жарықтандыру коэффициенті (ТЖК) арқылы сипатталады. Қабырғалық табиғи жарықтандыру кезінде жарықтандыратын терезе саңылауының ауданы есептеледі.

Жөндеу цехының өлшемі:

ұзындығы $L=65$ м;

ені $B=19$ м;

биіктігі $H=6$ м

Жұмыс кеңістігі еден деңгейінен $h=0,8$ м биіктікте жүргізіледі. Жөндеу цехы Алматы облысында болғандықтан, 4 жарықтану белдігісін аламыз. Терезенің жалпы ауданы келесі формула бойынша анықталады:

$$S_0 = \frac{S_n e_n \eta_0 K_{зд} K_3}{100 \tau_0 \tau_1}, \quad (4.1)$$

мұндағы, S_n - ғимарат еденінің ауданы;

e_n - ТЖК нормаланған мәні;

η_0 - терезенің жарықтылық сипаттамасы;

τ_0 - жарықтылықтың жалпы коэффициенті;

τ_1 - қабырғалық жарықтану кезіндегі ТЖК-ны ескеретін коэффициент;

$$S_{п} = B \alpha = 65 \cdot 19 = 1235 \text{ м}^2. \quad (4.2)$$

$$e_n = e_n \text{ m c} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,35. \quad (4.3)$$

$m=0.9$; $c=0.75$ жарықтық пен күн климатының еселеуіштері;
 $e_n = 2$ көру жұмысының разрядынан анықталатын еселеуіш; терезе жарықтығының мінездемесінің мағынасы келесідей анықталады.

$10 \div 3 = 3,33$; және η_0 анықтау үшін бөлме енінің жұмыс орнының биіктігінен терезе үстінің қатынасын білу керек $B:h_1=6:1,8=3,33$, мұнда $h_1 = 0.8 + 1 = 1,8\text{ м}$; терезе 1м басталғанынан $\Rightarrow \eta_0 = 8$;

Терезенің сипаттамаларын ескеретін коэффициенті:

$$\tau_1 = 0.9; \tau_2 = 0.6; \tau_3 = 0.8; \tau_4 = 1.$$

мұнда,

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 = 0.9 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.43. \quad (4.4)$$

Біржақты қабырғалық жарықтандыру үшін шағылыстыру коэффициенті:

$$\rho_{opt} = 0.5$$

$$S_0 = \frac{1235 \cdot 1.35 \cdot 8 \cdot 1.3}{100 \cdot 0.43 \cdot 0.9} = 448.1 \text{ м}^2.$$

Терезе биіктігі 4 м болғандықтан олардың биіктігі $65 \div 4 = 16.25$ м болады. Сонымен жарықтық ойығының ауданы $16,25 \text{ м}^2$ ($8,125 \cdot 2$) құрайды. Бөлмеде екі терезе бар қабырға ұзындығы 65 м, терезе ойығының ұзындығы $L=16,25$ м сонда терезелер арақашықтығы және қабырғадан шеткі терезеден:

$$L_1 = (65 - 16,25) / 3 = 16,25 \text{ м}.$$

Экономикалық бөлім

5.1 Троллейбус жөндеу цехын қайта құру және үлкейтуіне күрделі қаржы құйуды есептеу

Жөндеу цехын қайта құру және үлкейтуіне күрделі қаржы құю өз құрамына материалдарды сатып алу, жеткізіп беру, ескі цехты бөлшектеп, ал жаңа цехты құрастыру және жөндеу жұмыстарының құны кіреді.

Кесте 5.1 қосалқы қондырылатын құралдың құн схетасы

Сатып алынатын бұйым атауы	Бұйым саны	Баға көрсеткіші бойынша құны	Жалпы құны, тенге
Жөнделген КПП-ны ақырғы-бақылау стенды	1	240 000	240 000
Трансмиссияны тексеретін құрылғы	1	60 000	60 000
Ұсталық верстак	2	50 000	160 000
Барлығы	4		400 000

Күрделі қаржы құю сомасы келесідей есептеледі:

$$A = C_{\text{кк}} + C_{\text{жб}} + C_{\text{кж}}, \quad (5.1)$$

мұнда, $C_{\text{кк}}$ - қосалқы қондырылатын құралдың құны.

$C_{\text{жб}}$ - материалдарды жеткізіп беруге, бөлшектеуге, құрастыруға кететін шығын.

$C_{\text{кж}}$ - құрылыс жұмысының құны.

Техникалық картаға сәйкес:

$C_{\text{кк}} = 400\,000$ тенге

Қосалқы қондырылатын құралды бөлшектеуге, құрастыруға кететін шығын құралдың 10% құрайды, ал жеткізіп беру 5% құрайды (нәтижесінде 15%).

$$C_{\text{жб}} = 400\,000 \cdot 15 / 100 = 60\,000 \text{ тенге.} \quad (5.2)$$

Біздің жаңа жобамызда жұмыс ауданы 21 м^2 үлкейді; 60 м^2 (жаңа) - 39 м^2 (ескі).

мұнда, V – аймақтың үлкейген мөлшері;

$C_{\text{зд}}$ - 1 м^3 аймақтың қайта құру құны. Ескі аймаққа қосылған қосынды: $60 \text{ м}^2 - 39 \text{ м}^2 = 21 \text{ м}^2$, ғимарат биіктігі $4,5 \text{ м}$ болғанда көлемі келесідей болады:

$$21 \text{ м}^2 \cdot 4,5 \text{ м} = 94,5 \text{ м}^3.$$

Өндірістік ғимараттың 1 м^3 құны үлкейтілген көрсеткішпен анықталады.

Кесте 5.2 Құрылыс жұмысының схетасы

Жұмыс түрі	Өлшем бірлігі	Жұмыс бірлігінің құны, тенге.	Бірлік саны	Жалпы құны, тенге.
Өндіріс аймағын қайта құру	1 м^3	20.000	$94,5 \text{ м}^2$	1.890 000
Барлығы				1. 890 000

$C_{\text{жк}} = 20\ 000$ тенге, қабылдаймыз; сонда:

$$C_{\text{кж}} = 94,5 \cdot 20\ 000 \sim 1\ 890\ 000 \text{ тенге.} \quad (5.3)$$

Күрделі қаржы құю сомасы келесіні құрайды:

$$A = 400\ 000 + 60\ 000 + 1\ 890\ 000 = 2\ 350\ 000 \text{ тенге.}$$

Трансмиссияны жөндеу аймағындағы өндірістік жұмысшылардың жалақысы.

Жөндеу жұмысымен айналысатын жұмысшылардың жалақысын төлеу мерзімдік-сыйақы жүйесі арқылы жүзеге асырылады. Бұл жүйе арқылы жұмысшының кәсіби деңгейіне байланысты, жұмыс істеген уақытына байланысты аударылып отырады.

1-деңгейлі жұмысшының сағаттық мөлшерлемесі, тенге:

$$C'_d = C^1_{\text{ай}} / 156,3, \quad (5.4)$$

мұнда, $C^1_{\text{ай}}$ — 1-деңгейлі жұмысшының ең аз жалақысы, тенге (15 000 тенге деп аламыз);

156,3 – жұмыс уақытының ортаайлық қоры, сағат;

$$C'_d = 15\ 000 / 156,3 = 96 \text{ тенге/сағ.}$$

Жұмысшылардың сағаттық тариф мөлшерлемесін есептегенде кәсіптік деңгейіне байланысты тарифтік коэффициент мөлшерлемесіде есептеледі. Біздің аймағымызда екі электрик-слесарь жұмыс істеуде: біреуі 5-ші деңгейлі, екіншісі 4-ші деңгейлі. Осы деңгейлер үшін тарифтік коэффициентер келесідей: 4-ші-1,35; 5-ші-1,54.

Олардың сағаттық тариф мөлшерлемесі келесіге тең:

Бірінші жұмысшы:

$$T^c_1 = C^4_d \cdot K_4 = 96 \cdot 1,35 \sim 129,6 \text{ тенге/сағ.} \quad (5.5)$$

Екінші жұмысшы:

$$T_2^ч = C_д^5 \cdot K_5 = 96 \cdot 1,54 \sim 147,8 \text{ тенге/сағ.} \quad (5.6)$$

Олардың айлық тариф мөлшерлемесі келесіге тең:

Бірінші жұмысшы:

$$T_1^м = 129,6 \cdot 156,3 = 20\,256 \text{ тенге.}$$

Екінші жұмысшы:

$$T_2^м = 147,8 \cdot 156,3 = 23\,101 \text{ тенге.}$$

Негізгі өндірістік қорының бағасы амортизациялық үлкейтуді есептеу үшін қозғалмалы құраманың құнына пайыздық қатынаста анықталады.

Бір қозғалмалы құраманың бастапқы құны:

$$C_{\text{коз.к}} = C_{\text{көл}} \cdot K_{\text{жб}}, \quad (5.7)$$

мұнда, $C_{\text{көл}}$ – автокөлік құны (5 000 000 тенге);

$K_{\text{жб}}$ – автокөлікті жеткізіп беруге кететін шығынды есептейтін коэффициент (1,05 - 1,07)

$$C_{\text{коз.к}} = 5\,000\,000 \cdot 1,05 = 5\,250\,000 \text{ тенге.}$$

ТБ және ТЖ үдерісінде қызмет көрсетушілердің негізгі өндірістік қордың құны (тенге).

$$C^{\text{ТБ,ТЖ}} = C_{\text{коз.к}} \cdot A_{\text{көл.с}}^{-25/100}, \quad (5.8)$$

мұнда, $A_{\text{көл.с}}$ – автокөлік саны. (бастапқы дерек).

25 - жылжымалы құрамның құнынан негізгі өндірістік қорлардың құндық үлесі, %.

$C_{\text{коз.к}} \cdot A_{\text{көл.с}}$ — барлық жылжымалы құрамның құны, теңге.

$$C^{\text{ТБ,ТЖ}} = 5\,250\,000 \cdot 120 \cdot 25 / 100 = 157\,500\,000.$$

ТБ және ТЖ қызмет көрсетуші үрдістің негізгі өндірістік қорлардың амортизациясы, (тенге):

$$A^{\text{ТБ,ТЖ}} = C^{\text{ТБ,ТЖ}} \cdot H_{\text{ам}} / 100, \quad (5.9)$$

мұндағы, $N_{ам}$ - ғимараттың және қондырғының амортизациясының орташа бағамы, қызмет көрсетуші үрдіс ТБ және ТЖ, % (10% қабылданады)

$$A^{тб,тр} = 157\,500\,000 \cdot 10 / 100 = 15\,750\,000 \text{ теңге.}$$

Аумақты трансмиссияның жөндеу жұмысы бойынша қайта құрудың экономикалық тиімділігін анықтау.

Аумақты трансмиссияның жөндеу жұмысы бойынша қайта құрудың шараларын өткізу (ауданды үлкейту, қосымша қондырғыларды және жабдықтарды орнату, жұмыс орындарының санын арттыру, жұмыс жағдайын жақсарту, озық технологиялық үрдістерді пайдалану, жұмыс орындарының жақсы ұйымы және тағы басқалары), төмендегілерге мүмкіндік береді:

- жұмыстың сапасын көтеруге;
 - еңбек өнімділігін 10,7% -ға арттыруға;
 - жылына 1,2 сағат техникалық күтімде жанармай аппаратураларының жөндеуі кезінде бір автокөліктің бос тұру уақытын азайтуға;
 - жұмыс көлемін 11%-ға азайтуға;
 - қосымша жұмыс орнының салынуы автокөліктің бос тұру уақытын азайтуға және басқа ұйымдардың тапсырыстарын орындауға мүмкіндік берді.
- Жыл бойы осы тапсырыстар 1 120 000 теңге сомасына орындалды.

Жылына бір автокөліктің 1,2 сағат саябақта бос тұруын азайтудың және жүктасымалының қосымша көлемін ақшалай есептейміз.

Орта тәуліктік жүгіріс $L_{отж} = 45$ км, (бастапқы дерек).

1,2 сағатта жүгіріс:

$$L_{кос}^1 = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ км (жылына бір троллейбусқа),}$$

Саябақтағы қосымша жүгіріс:

$$L_{кос}^c = L_{кос}^1 \cdot A_{көл.с} = 36 \cdot 120 = 4320 \text{ км.} \quad (5.10)$$

Троллейбустың 1км арақашықтыққа жолаушыларды тасымалдау құны: $C_{п} = 80$ теңге

Тасымалдаулардың қосымша көлемі:

$$C_{кос}^c = L_{кос}^c \cdot C_{п} = 4320 \cdot 80 = 345\,600 \text{ теңге.} \quad (5.11)$$

Кесте 5.3 - Жанармай аппаратурасын жөндеуге дейін және кейінгі жұмыс көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	Қайта құруға дейін	Қайта құрудан кейін
1	1 троллейбустың жылдық айналымы (мың) км.	30 360 (бастапқы дерек)	30 360+36=30 396
2	Саябақтағы жолаушы тасымалының қосымша көлемі (теңге)	—	36•120•80 = 345 600
3	ТБ және ТЖ майлау жұмысының еңбекті көп қажетсінетін жұмыс (адам.сағ)	4800	4800 • 0,85 =4080
4	Капиталды салым, теңге	—	2 350 000
5	ТБ және ТЖ майлау жүйесін жөндеуінің өзіндік құны (теңге / 1000км).	22	20
6	Сырт ұйымдардың тапсырыстарын орындау мүмкіндігінен қосымша табыс (теңге / жыл)	—	1 120 000
7	ТБ және ТЖ жөндеу үшін жұмыстың өзіндік құны , (теңге / 1000км)	540	480,6

Қайта құрудан кейінгі меншікті капиталды салымдар:

$$K_{kc} = K_c / L = 2\,350\,000 / 30\,396 = 77.31 \text{ теңге / } 1000\text{км.} \quad (5.12)$$

Еңбек өнімділігінің жоғарылауы:

$$P_{ce} = 100 (4800 / 2720 - 1) = 10,7\%.$$

Жұмыстың өзіндік құнының төмендеуі:

$$P_{ok} = 100(0,22 / 0,20 - 1) = 11\%.$$

Жылдық экономикалық нәтиже:

$$\begin{aligned} \Delta_{ж} &= 540 - (480,6 + \text{ОД } 1 \cdot 75,49) \cdot 122\,880 = \\ &= (540 - 489) \cdot 30\,396 = 1\,550\,196 \text{ теңге.} \end{aligned} \quad (5.13)$$

Тасымалдаулар көлемінің көбеюінен қосымша пайда:

$$P_T = D_T \cdot 12 / 100 = 1\,915\,200 \cdot 12 / 100 = 229\,824 \text{ (1 жылда) теңге.} \quad (5.14)$$

Өзге ұйымдардың түйіндерді жөндеудегі және автокөліктердің шанақ жұмыстары тапсырыстарын орындаудан қосымша пайда:

$$П_T = Д_T \cdot 12 / 100 = 1\,120\,200 \cdot 12 / 100 = 134\,400 \text{ теңге.} \quad (5.15)$$

Жалпы жылдық экономикалық нәтиже:

$$Э_ж = 1\,550\,196 + 229\,824 + 134\,400 = 1\,914\,420 \text{ теңге.}$$

Капиталды салымдардың өтелу мерзімі:

$$T_{\text{өм}} = K_c / Э_ж = 2\,350\,000 / 1\,914\,420 = 1 \text{ жыл } 3 \text{ ай.} \quad (5.16)$$

Қорытынды

Бұл жұмыста жолаушыларға арналған электркөлікке талдау жасалды және троллейбустардың салыстырмалы бағалары келтірілді. Троллейбусты құрастырудағы заманауи үрдістер анықталды сонымен қатар троллейбустарға қойылатын заманауи талаптарда анықталды, оның ішінде электржетекке көңіл аса бөлінді.

Электржетектің параметрлері есептелінді, механикалық жүйенің есебіне сүйене отырып электржетек жұмысының шектік механикалық және электромеханикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Жұмыстың негізгі нәтижелері:

-векторлы басқарылатын троллейбустың күштік асинхронды электржетегінің басқару жүйесі есептелінді;

-негізгі сызықсыздықты ескеретін троллейбустың күштік асинхронды электржетегінің басқару жүйесінің еліктендіргіш үлгісі жасалды.

-өткізілген тәжірибелер электржетектің жұмыс режимінің негізгі талаптары орындалғанын көрсетті;

-өтпелі процесс кезінде және перегрузка кезінде тоқтың максималды ұйғарымды деңгейінде шектеумен қамтамасыз етіледі.

-задатчик интенсивностиді қолданғанымыз екпіндеу кезінде электржетектің үдеудін шектеуге және электржетекті іске қосу кезіндегі серпілісті шектеуге мүмкіндік берді;

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Нысанбаев Ә. – Алматы «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998, VIII том.
- 2 Богдан Н.В. Троллейбус. Теория, конструирование и расчет. под ред. Н. В. Богдана – Мн.: Ураджай, 1999. – 345 с.
- 3 Удут Л.С. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Мальцева О. П., Коянин Н.В.; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 448 с.
- 4 Удут Л.С., Мальцева О.П., Коянин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Теория оптимизации непрерывных многоконтурных систем управления электроприводов: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 164 с.
- 5 Максимов А. Н. Городской электротранспорт. Троллейбус. / Анатолий Николаевич Максимов. – М.: Издательский центр «академия», 2004. – 256 с.
- 6 Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. Расчет характеристик электроприводов переменного тока. Асинхронный двигатель, Томск, 2005 г. – 136 с.
- 7 Байрыева Л.С., Шевченко В.В. Электрическая тяга: Городской наземный транспорт: Учебник для техникумов. –М.: Транспорт, 1986. – 206 с.
- 8 Корягина Е.Е., Коськин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбус. Учебник для техникумов городского транспорта. – М.: Транспорт, 1982. – 296 с.
- 9 Ефремов И. С. Троллейбусы. Изд. 3, «Городской электрический транспорт». М. «Высшая школа», 1969. – 488 с.
- 10 Слепцов М.А. Основы электрического транспорта: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 464 с.
- 11 Черных И. В. Моделирование электрических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink – СПб.; М.: Питер: ДМК Пресс, 2008. – 288 с.
- 12 Инструкция по эксплуатации электропривода АКСМ 321. Минского государственного производственного унитарного предприятия «БЕЛКОММУНМАШ».
- 13 Власов В.М. “Техническое обслуживание и ремонт троллейбусов”. Учебник. Москва, издательский центр “Академия” 2003 г.
- 14 Коган Л.Я. Эксплуатация и ремонт троллейбусов – М., Транспорт, 2002. – 248 с.
- 15 Бузанов С.П., Харламов В.Ф. «Охрана труда на троллейбусных парках» Москва, «Транспорт» 1986 г.

Қосымша А

321 (32102, 32104) үлгідегі троллейбустың техникалық сипаттамасы

№	АТАЛУЫ	СИПАТТАМАСЫ
	ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТ	
1	Кәсіпорын коды	АКСМ
2	Үлгісі	321
3	Көлік категориясы	М3
4	ОКП коды	45 230
5	VIN коды	Y3J321040 5 0000000
6	Сәйкестік белгісін қондыру орны	Шығарушының СТБ 984-95 сәйкес мәлімет тақтайша бар. Ол тақтайша жүргізуші қалқанының сыртқы жағында орналасқан.
7	Шасси номерінің қондырылу орны	Буксирный кронштейндер арасында. Соқпа әдісімен жазылады.
8	Контактілі желінің қалыпты кернеуі	550
9	Контактілі желінің қалыпты кернеуінің ұйғарымды аралығы	400-720 В
10	Жалпы түрі	

Қосымша А жалғасы

	ЖАЛПЫ ТЕХНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ	
11	Габарит өлшемдері, мм : ұзындығы ені биіктігі базасы	 12307 2500 3666 5900
12	Еден деңгейі, мм	360
13	Алдыңғы ізарасы / артқы дөңгелектің, мм	2096/1898
14	Отыруға арналған орын саны	26
15	Пассажир сыйымдылығы, адам	115
16	Бос салмағы, кг	11400
17	Максималды техникалық салмағы, кг	19000 (19300)
18	Дөңгелек формуласы / жүргізуші дөңгелек	4x2/ артқы
19	Максималды техникалық салмақпен орнаған максималды жылдамдық, км/ч	65
20	Максималды техникалық салмақпен 50 км/с жылдамдығына дейін кеткен уақыт, с	26
21	Троллейбустың меңгеру еңісі, %	12
22	Шу деңгейі, дБА: - салонда -жүргізуші кабинасында	82 78

