

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Самиева Асыл Асқарқызы

«Электромобильдің автоматтандырылған электр жетекті жүйесін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071600 – “Аспап жасау”

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов
« 23 » мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электромобильдің автоматтандырылған электр жетекті жүйесін зерттеу»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Самиева Асыл Асқарқызы

Ғылыми жетекшісі
тех.ғылым магистрі,
лектор

Бигалиева Ж.С.

« 23 » мамыр 2020 ж.

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов

« 23 » қаңтар 2020 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Самиева Асыл Асқарқызы

Тақырыбы: Электромобильдің автоматтандырылған электр жетекті жүйесін зерттеу

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №726-б «27» қаңтар 2020 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмысқа бастапқы мәліметтер: Электромобиль, автоматтандырылған электр жетекті жүйе, механикалық сипаттама.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

а) *Электромобильге шолу жасау;*

б) *Базалық модель ретінде Volkswagen Golf Blue-E-Motion автомобильін қарастыру, зерттеу;*

в) *Қозғалтқыштың магниттік және механикалық сипаттамаларын құру;*

г) *Matlab Simulink бағдарламасында электромобиль қозғалысын модельдеу ;*



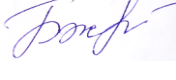
д) *Компас 3D бағдарламасында Volkswagen Golf Blue-E-Motion автомобильінің сызбасын сызу.*

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
ұсынылған 13 слайд жұмыс презентациясы


Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 әдебиеттер тізімі

КЕСТЕ
дипломдық жобаны дайындау


Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпе
Технологиялық бөлім	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындалды
Есептеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпе
Технологиялық бөлім	22.01 – 15.02.2020 ж.	
Есептеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	

Консультанттардың және нормобақылаушылардың
жобаның оларға қатысты бөлімдерін көрсете отырып
қолдартанбалар

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, Т.А.Ж. (уч. степень, звание)	Қол қойылған күні	Қол
Нормобақылау	Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор	23.05.2020 ж.	

Ғылыми жетекшісі  Бигалиева Ж.С.

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады  Самиева А.А.

Күні

« 23 » мамыр 2020 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада электромобильдің автоматтандырылған электр жетекті жүйесіне зерттеулер жасалынған. Негізгі нысаны- электромобиль.Технологиялық бөлімде жалпы электромобильге шолу жасалынып, оның жұмыс істеу принципі және басқару жүйелері туралы толық мәлімет келтірілген.

Жобада электромобильге жасалынған зерттеулер есептеулер жасалынып, кесте және график түрінде көрсетілген. Зерттеу нәтижесі бойынша қорытынды жазылған.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте выполнены исследования автоматизированной системы электропривода электромобиля. Основная форма электромобиль. В технологической части произведен обзор общего электромобиля, приведены подробные сведения о принципе его работы и системах управления.

В проекте были разработаны расчеты на электромобили, приведены в таблице и графическом виде. По результатам исследования написано заключение.

ABSTRACT

In this diploma project, research has been carried out on the automated electric vehicle drive system. The main form is an electric car. The technological part provides an overview of the General electric vehicle, provides detailed information about the principle of its operation and control systems.

The project has developed calculations for electric vehicles, shown in a table and graphic form. According to the results of the study, a conclusion is written.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Технологиялық бөлім	10
1.1 Электромобильге шолу	10
1.2 Электромобиль компоненттерін талдау	11
2 Зерттеу бөлімі	13
2.1 Автоматтандырылған және автоматтандырылмаған электр жетегі	14
2.2 Базалық модель ретінде Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігіне шолу	16
3 Есептеу бөлімі	19
3.1 Қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларын құру	19
3.2 Электромобиль қозғалысын Matlab Simulink бағдарламасында модельдеу	23
3.3 Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігінің КОМПАС-3D v18 бағдарламасындағы сұлбасы	25
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда, заманның дамуына байланысты жаңадан шығып жатқан автокөліктердің сан алуан түрлері шығарылуда. Сәйкесінше, автокөліктердің көбеюі олардан шығатын уландырғыш газдар мен ластаушы заттардың саны да күн сайын артуына алып келетіні анық жағдай. Көптеген өңірлердегі тұрақсыз экономика және қажетті отын бағасының артуы да үлкен мәселеге айналып барады. Осындай мәселелерді шешуге электр көліктерінің үлкен көмегі болуы мүмкін.

Электромобильдерді пайдалану мегаполистер үшін өзекті мәселе болып табылады. Электробиль, көлік құралы ретінде дәстүрлі автомобильдермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие екені бәрімізге белгілі. Олардың ең бастысы деп жұмыс процесінде атмосфераға зиянды шығарындылардың болмауын атап өтсек болады. Сонымен қатар, шу деңгейінің төмендігі, қоршаған ортаның аз қызуын және жоғары ПӘК болатынын да ескеру қажет. Электробильдердің қазіргі уақытқа дейін кең таралуы жолындағы басты кемшілік және негізгі кедергі, олардың электр энергиясы - аккумуляторлардың жетілмегендігі болып табылады.

Бүгінгі күні электромобильдерді дамыту саласында көптеген жұмыстар жүргізілуде. Соған қарамастан, жақын арада барлық автомобильдер электромобильдермен алмастырылатын болады деп айтуға ерте. Негізгі себептің бірі деп көптеген автокөлік иелерінің өздерінің қарапайым автомобильдерін электромобильге ауыстырғысы келмеуімен түсіндіруге болады. Олар, көліктің шу деңгейі мен олардан шығатын ластағыш заттарға, қызмет көрсетуінің қымбаттығына қарамастан іштен жану қозғалтқыштары бар, өздерінің әдеттегі автокөліктеріне үйреніп қалғаны анық. Дегенімен, болашақта электромобиль саны автокөлік санынан артып кетуі әбден мүмкін. Қазіргі уақыттың өзінде электрвелосипедтермен немесе электр-сутерлермен жүрген адамдарды қаланың кез-келген бұрышынан көре аламыз.

Бұл дипломдық жобаның мақсаты электромобильдің автоматтандырылған электржетекті жүйесін зерттеу болып табылады.

Дипломдық жоба міндеті зерттеулерді электромеханикалық және күштік сипаттамалар жасап және олардың графиктерін тұрғызу негізінде жүргізу және электромобиль сұлбасын КОМПАС-3D v18 сызу болып табылады.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Электромобильге шолу

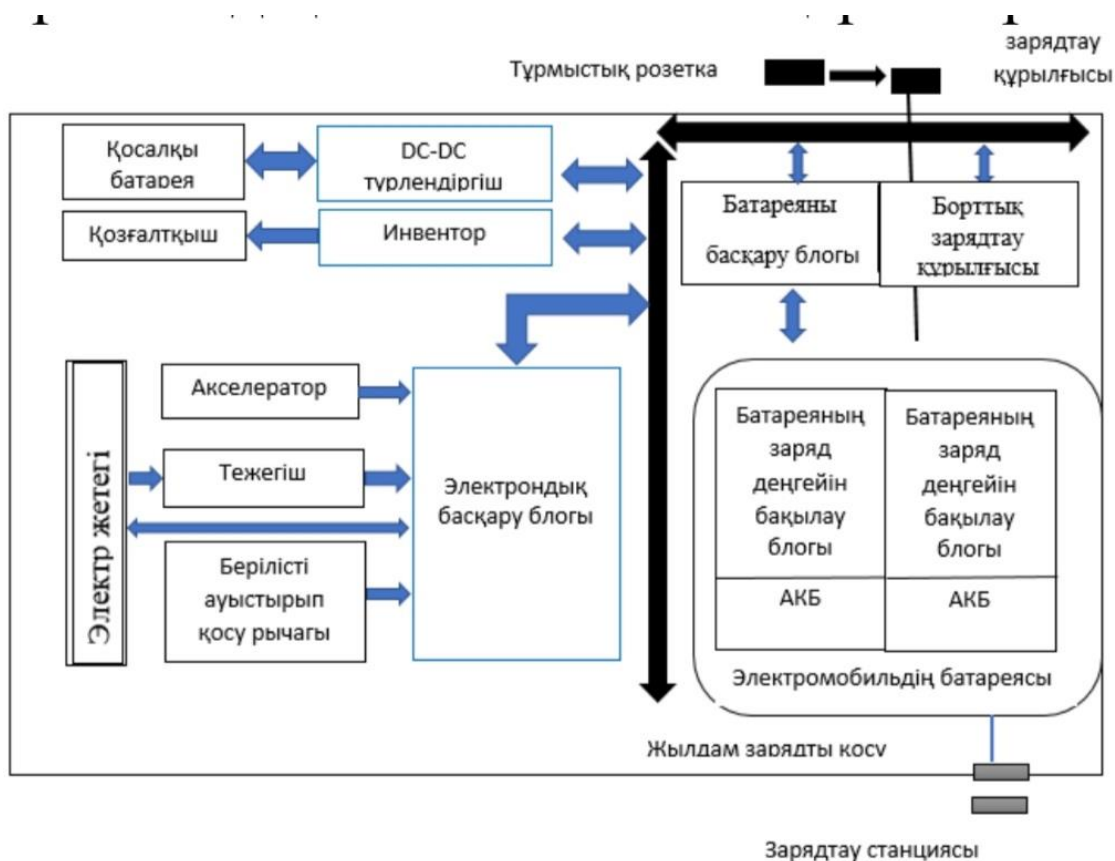
Электромобиль дегеніміз – бірнеше электр қозғалтқыштарымен қозғалатын, аккумулятордан немесе отын элементтері арқылы қоректенетін автомобиль болып табылады. Оның алғашқы аналогы 1841 жылы пайда болды. Электр қозғалтқыштарымен қозғалатын автокөлік бензинді қозғалтқышы бар автокөліктен бұрын пайда болса да оларға деген қызығушылық көп.

XX ғасырдың 60-шы жылдары ғана пайда болды, себебі экологиялық мәселелер және отын бағасының өсуіне себепші болған энергетикалық дағдарыстар болды.

Электр көлігінің жалпы түрлері электр пойыздарын, электр мотоциклдерін, электр автокөліктерін және гибриді автокөліктерді қамтиды.

Электромобиль тарту электржетегіне жатады. Тартқыш электр жетегі-Көлік құралдарын (электровоздар, электр поездар, тепловоздар және электр жетегі бар теплоходтар, трамвайлар, троллейбустар, электромобильдер және т.б.) қозғалысқа келтіруге арналған жетек. Тартқыш электр жетегі ток түрі (Тұрақты және ауыспалы ток), қозғалтқыш білігінен жылжымалы механизмге (жеке және топтық электр жетегі бар) айналмалы күштерді беру жүйесі, желдету жүйесі (өздігінен желдету, тәуелсіз және аралас вентиляциясы бар) бойынша жіктеледі. Тұрақты токтың электр қозғалтқышы, тізбекті және тәуелсіз қозудың электр қозғалтқышы, тұрақты магнитті синхронды қозғалтқыштар және үш фазалы асинхронды электр қозғалтқыштары.

Электромобильдің автомобильден сапалы айырмашылығы дәстүрлі бензиннің орнына асинхронды немесе синхронды үшфазалы электрқозғалтқышты пайдалану болып табылады. Электрқозғалтқыштың моторын басқару белгілі бір жылдам әрекетті және білікке қажетті моментті жасауды талап етеді. Бұл мақсаттар үшін электрқозғалтқышты басқарудың түрлі жүйелерін пайдаланады. Электрқозғалтқыштың машинада қандай орын алатынын және қалай басқару болатынын түсіну үшін 1-суретте көрсетілген перспективалы электромобильдің блок-сызбасын қарастырамыз.



1.1 сурет - Электромобильдің блок-схемасы

Электрқозғалтқыштың негізгі элементтері:

1. Электрқозғалтқыш;
2. Қоректендіргіш аккумуляторлы батарея;
3. Бір сатылы редуктормен жабдықталған оңайлатылған трансмиссия;
4. инвертор;
5. Тұрмыстық розеткадан зарядтау мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін борттағы зарядтау құрылғысы;
6. Конструкция элементтерін басқарудың электрондық жүйесі;
7. DC-DC түрлендіргіш;
8. Климатты-бақылаудың, аудиожүйенің, жарықтандырудың қоректендіргіш элементі ретінде пайдаланылатын қосалқы батарея;
9. Электромобильді басқару.

1.2 Электромобиль компоненттерін талдау

Автомобиль жасауда электр энергиясынан жұмыс істейтін қозғалтқыштар қолданылады. Олар іштен жану қозғалтқыштарынан өзіндік сипаттамалары мен функциялары арқылы ерекшеленеді. Электромобильге арналған қозғалтқыш өздігінен немесе іштен жану қозғалтқышымен қатар жұмыс істей алады. Электр қуатында жұмыс істейтін қозғалтқыштың пайдалы әсер коэффициенті 90%-ға дейін жақындайды, яғни бөлінген энергияның іс жүзінде барлық көлемі

қозғалысқа барады деп айта аламыз. Электрқозғалтқышты энергияның бір түрін екінші түрге түрлендіргіш ретінде қарастыруға болады, атап айтқанда, электрлік энергияны жылу сәулесі бар механикалық түрге түрлендіргіш ретінде.

Қазіргі заманғы электробильдер ішкі жану қозғалтқышы бар бәсекелестерінен сыртқы айырмашылығы аз болғанымен, оларда электрқозғалтқыштың ерекше сипаттамаларының арқасында жетектің мүлдем басқа құрылымы бар. Қазіргі уақытта асинхронды және синхронды қозғалтқыштар қолданыста және болашақта қозғалтқыштың қандай түрі басым болатынына нақты болжам жасау өте қиын.

Электр қозғалтқышының негізгі ерекшеліктеріне бірнеше маңызды сипаттамалар жатады. Біріншіден, мотордың айналмалы моменті бірден қосылу кезінде өзінің жоғарғы мәніне жетеді, осылайша электромобильдер іштен жану қозғалтқыштарына тән стартерлер мен тіркеулердің болуын талап етпейді. Екіншіден, агрегаттың жұмысы кең көлемді айналымда жұмыс істеу себебінен, электробиль берілісті ауыстырып қосу қорабынсыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Қозғалтқыштың айналу бағытын өзгерту үшін (артқы жүрісті қосу) полярлықты өзгерту жеткілікті.

Заманауи электрлік тарту автомобильдерінің сериялық өндірістерінде электр қозғалтқыштарының үш түрін жиі қолданады:

1. Асинхронды қозғалтқыштар-ротордың айналу жылдамдығы қоректену көзінен пайда болған магнит өрісі есебінен пайда болған кернеу потенциалымен ерекшеленетін тұрақты емес ток моторлары. Агрегаттардың асинхронды типті бір, екі және үшфазалы түрлері бар.

2. Синхронды қозғалтқыштар-айнымалы токпен жұмыс істейтін, ротордың қозғалысымен толық симметриялы электромагниттік өріс. Мұндай электр қозғалтқыштар жоғары қуатта қолданылады. Синхронды қозғалтқыштардың вентильді және қадамдық түрлері бар. Вентильді түрінде ротордың нақты бір орамда орналасады. Бұл жағдайда ротор орнын өзгерту үшін орамдар арасындағы кернеуді қайта бағыттау қажет.

3. Қозғалтқыш-доңғалақ - нақты дөңгелекке есептелген айналу моменті және кернеу күшінің электр моторының түрі. Электржетектің бұл түрі ішкі жану қозғалтқышы бар гибриді автомобильдердің жұмыс тандемінде жиі қолданылады.

Аккумулятор-электромобиль энергиясының көзі. Оған көлік құралының жұмыс істеу мерзімі, зарядтауға қажетті уақыты тікелей байланысты. Батареяларды зарядтау тұрмыстық желіден де, арнайы зарядтау станцияларынан да жүзеге асырылады. Тұрмыстық желіден зарядтау баяу зарядтау деп аталады, ол 8 сағатқа дейін уақыт алады, арнайы станцияларда зарядтау жылдам деп аталады, ол 30 минутқа дейін созылады. Электромобильдерді зарядтау үшін арнайы ХЭК (Халықаралық электротехникалық комиссия) реттейтін стандартты электрондық құрылғылар бар. Бүгінгі күні IEC 62196 негізгі халықаралық

стандарттардың бірі болып табылады. Ол қосқыштардың түрлерін (штепсель ашаларын, желілік розеткаларды, электрокардың қоректену кірісін), токпен зарядтау режимдерін, қосуды теңшеуді және қауіпсіздік нормалары мен ережелерін сақтау талаптарын қоса алғанда, басты сипаттамаларды анықтайды.

Электрқозғалтқышты басқаруды реттеуге келетін болсақ, аккумуляторлық батареялардағы тұрақты токты үш фазалы айнымалы токқа түрлендіруі үшін инвертор жауап береді. Трансмиссия – ілінісу мен беріліс қорабының рөлін атқарады, көбінесе бір сатылы тісті редуктормен беріледі. Электрқозғалтқыштың қалған жұмыс параметрлері электромобиль немесе гибридтің әрбір маркасы үшін жеке басқарудың электрондық жүйесін реттейді.

Электржетек (жиі автоматтандырылған) деп машиналардың жұмыс органдарын қозғалысқа келтіруге және олардың технологиялық процестерін басқаруға арналған, беріліс құрылғысынан, электр қозғалтқыштан, түрлендіргіш және басқарушы құрылғылардан тұратын электромеханикалық құрылғы аталады.

Автоматтандырылған электр жетегінің көмегімен металл кесетін станоктарда, әртүрлі өңдеу машиналарында, көлік құралдарында, көтергіш қондырғыларда және т. б. қажетті орын ауыстырулар жүзеге асырылады.

Электржетектің дамуының 3 кезеңін ажыратады:

Бірінші кезең-топтық ЭҚ, қозғалтқыш механикалық энергияны бірнеше агрегаттарға береді. Ол әрбір жетектің жылдамдығын бөлек реттей алмайды. Жылдамдықты реттеу механикалық беріліс арқылы жүзеге асады. Екінші кезең-жеке ЭҚ, әрбір жұмыс машинасының өзінің электр қозғалтқышы болады. Үшінші кезең-көп қозғалтқышты ЭҚ, бір қозғалтқыштың орнына жұмыс органының қозғалысы үшін бірнеше қозғалтқыш қолданылады.

2.1 Автоматтандырылған және автоматтандырылмаған электр жетегі

Автоматтандырылмаған электр жетегі.

Бұл құрылғы жұмыс істегенде, кез-келген координаттарды реттеу бойынша барлық әрекеттер қолмен орындалады. Яғни, құрылғының осы түрінің жұмысы үшін оператор қажет, ол процестердің дұрыс орындалуын қадағалайды. Мысал ретінде кран электржетегін келтіруге болады, онда барлық әрекеттер оператормен орындалады.

Автоматтандырылған электр жетегі.

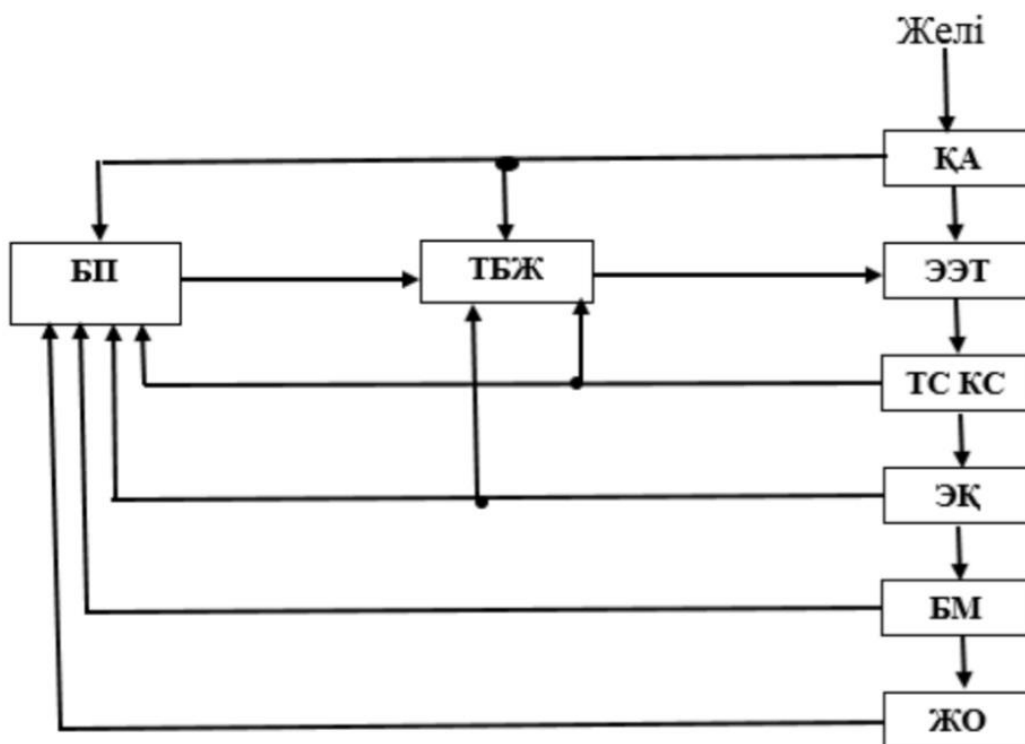
Автоматтандырылған электр жетегінде энергия ағындарын басқару үшін қажетті ақпаратты өңдеу автоматты түрде жүзеге асырылады. АЭЖ қолдану арқасында адам ауыр дене еңбегінен ғана емес, сонымен қатар одан ақпаратты тиісті өңдеу функциялары де алынып тасталады. Оның үш негізгі элементі:

1. Беріліс тетігі мен атқару тетігін қамтитын жетектің механикалық бөлігі. Механикалық энергияны жұмыс машинасының атқарушы органына беруге және қозғалыс түрі мен жылдамдығын және айналу моментін өзгертуге арналған.

2. Электр энергиясын механикалық энергияға немесе механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіруге арналған электр қозғалтқышы құрылғысы (ЭҚК).

3. Күштік түрлендіргіш бөлігінен, басқару құрылғысынан, беретін құрылғыдан және кері байланыс датчиктерінен тұратын басқару жүйесі (басқару құрылғысы). Ол электржетектің зияткерлік бөлігі.

Автоматтандырылмаған жетектерден айырмашылығы, автоматтандырылғандарда координаттар немесе параметрлер (қозғалтқыш тогы, жылдамдық, жағдай, сәт) бойынша кері байланыс сигналдары бар. Құрылымдық сұлбасы 2.1-суретте келтірілген:



2.1 сурет - Автоматтандырылған электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

ҚА – қорғаныс аппаратурасы (автоматты ажыратқыштар, сақтандырғыштар және т. б.);

ЭЭТ – электр энергиясын түрлендіргіш;

ТС – ток сенсоры;

КС – кернеу сенсоры;

ТБЖ – түрлендіргішті басқару жүйесі;

БП – басқару пульті;

БМ – беріліс механизмі (муфта, редуктор және т. б.);

ЖО – жұмыс органы;

ЭҚ — электрқозғалтқышы.

Жоғарыда көрсетілгендей, электр жетегі батарея мен зарядтау құрылғысын реттеу үшін басқару блогы бар жоғары кернеулі аккумулятор батареясынан, электрқозғалтқышынан немесе электрондық басқарылатын генератордан, беріліс қорабынан (оның ішінде дифференциал) және тежегіш жүйеден тұрады.

Электромобиль, көлік құралдарының барлығы кем дегенде бір электр қозғалтқыштың көмегі арқылы қозғалысқа келтіріледі. Электр қозғалтқышы электромобильде жетек элементі болып қызмет атқарады. Ол тікелей төрт дөңгелекке немесе жетекші оське жетек ретінде орналасуы мүмкін. Атап айтқанда, мысалы 2.2-суретте дөңгелектер қозғалтқышқа тікелей қосылған. Бұл қосылыс, көбінесе, электрлік скутерлер мен велосипедтерде, мүгедек жандарға арналған арбаларда қолданылады. Техникалық жағынан алғандағы негізгі

артықшылығы болып толық жетек қосу мүмкіндігі саналады. Сонымен қатар, артықшылықтарына тиімділігінің жоғары екенін, дифференциалды қажет етпейтіндігін де атап айтса болады.



2.2 сурет - Дөңгелектердің қозғалтқышқа тікелей қосылуы

Екінші қосылу түрі болып дөңгелектердің қозғалтқышқа жетек біліктері және беріліс қорабы арқылы жалғануы табылады. Ол 2.3-суретте көрсетілген.



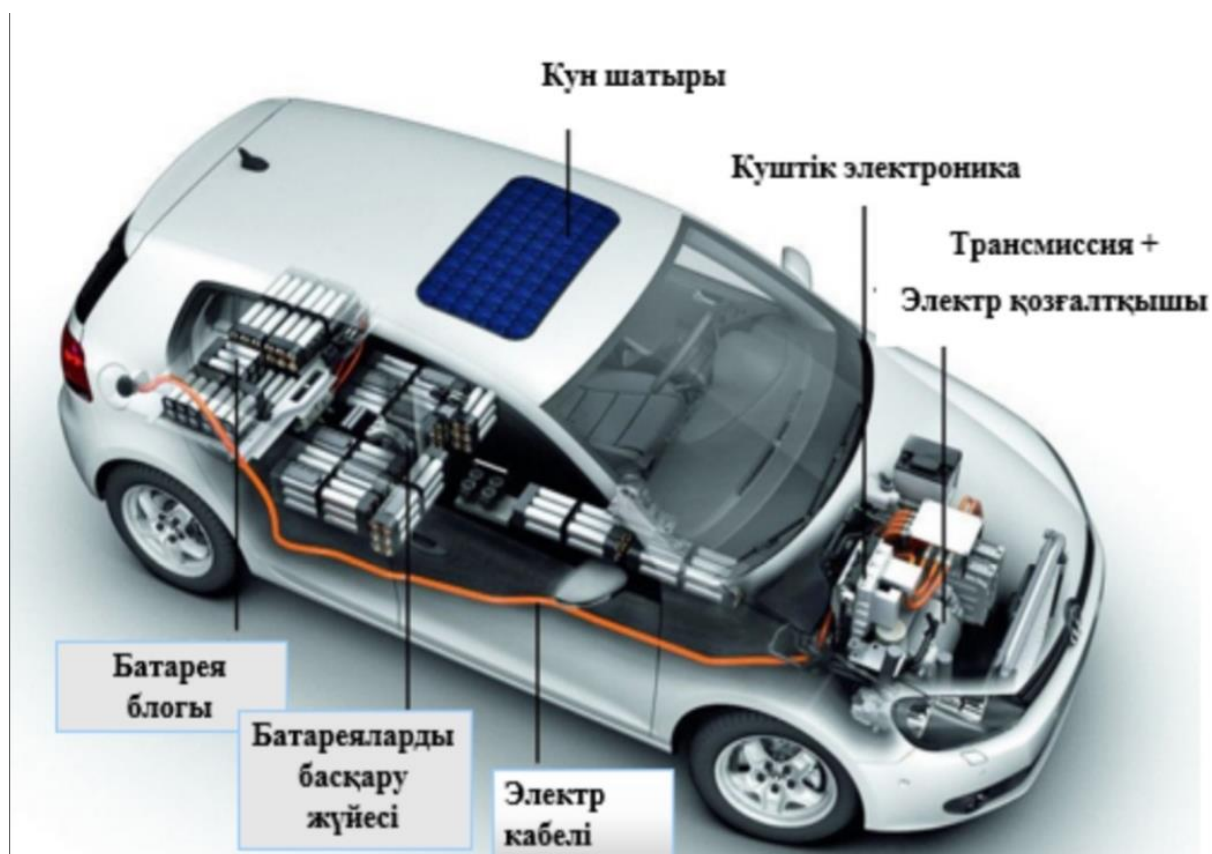
2.3 сурет - Дөңгелектердің қозғалтқышқа жетек біліктері және беріліс қорабы арқылы қосылуы

2.2 Базалық модель ретінде Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігіне шолу

Бұл дипломдық жұмыста қалалық электробильдің автоматтандырылған электржетегі қарастырылады. Автомобильдің базалық моделі ретінде Volkswagen Golf Blue-E-Motion автомобилін аламыз, оның негізгі техникалық сипаттамалары 2.1-кестеде келтірілген.

2.1 кесте - Volkswagen Golf Blue-E-Motion автомобилінің техникалық сипаттамалары

Габариттік өлшемдері:	
Ұзындығы	4204 м
Ені	1759 м
Биіктігі	1804 м
Қозғалтқыш түрі	Электр қозғалтқышы
Жетек түрі	Алдыңғы жетек
Шина өлшемі	205/55 R16



2.4 сурет - Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігінің ішкі бейнесі

2.4-суретте Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігінің ішкі бейнесі көрсетілген. Жалпы Volkswagen Golf Blue E-motion Еуропада кеңінен танымал, ішкі жану қозғалтқышы жоқ электромобиль. Қуаты 85 кВт болатын электр қозғалтқышы/генераторы беріліс қорабы және дифференциалды пайдалана

отырып жетекші доңғалақтарға қуат бере алады. Жоғары вольтты жүйеге қосымша, автомобильде 12В борттық желі және 12В қуат батареясына ие. Ол өзінің алдыңғы капот астында орнатылған электр қозғалтқышымен айналмалы моменті арқылы ерекшеленеді. Батареясы литий-ионды және ол 150 шақырымға дейінгі жүру қорын қамтамасыз етеді. Оны тек рекуперативті тежелу немесе сыртқы қуат көзі арқылы зарядтауға болады. Батарея модульдерінің жалпы салмағы 315 килограмм.

Автокөлікте энергия шығынын көрсететін индикатор орналасқан, соның арқасында электромобиль жүргізушісі барынша төмен деңгейдегі энергия тұтынуды қолдана алады. Сонымен қатар Golf blue-e-motion тербеліске ең төзімді электромобильдердің бір түрі болып табылады. Көпфункционалды дисплейден климаттық қондырғы мен салон желдеткішінің электр энергиясының шығынын көруге болады. Қолайлы тепе-теңдікті анықтайтын жайлылықты, динамиканы және жүріс қорын реттеу үшін профильдерді таңдау мүмкіндігі бар. Таңдалған профильге байланысты электрқозғалтқыштың қуаты, климаттық қондырғыны реттеу, максималды жылдамдық бапталады. Таңдалған профиль көп функциялы дисплейде көрсетіледі.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларын құру

Қазіргі уақытта электромобильдер электрқозғалтқышын жетек элементі ретінде қолданады. Электрқозғалтқышы электржетектің күштік бөлігінің негізі болып табылады. Электржетектің динамикалық және статикалық сипаттамалары көбінесе электржетектің құрамына кіретін қозғалтқыштың электр механикалық сипаттамаларына байланысты болады. Қозғалтқыштың статикалық сипаттамаларының математикалық өрнегін оңай ұсыну үшін, біз салыстырмалы бірліктердің кең қолданыстағы мәндерімен және номиналды мәндермен жұмыс істейтін боламыз. Бұл тарауда қозғалтқыштың электрлік және механикалық қасиеттері мен сипаттамалары сипатталады.

$n_{\text{НОМ}} = 3600$ айн/мин және $P_{\text{есепт}} = 20461,6$ тВ өлшемдерін ала отырып 3ДТ-84 қозғалтқышының механикалық сипаттамаларын құрамыз. Бізге белгілі мәліметтер 3.1-кестеде көрсетілген:

3.1 кесте - Қозғалтқыш параметрлері

$P_{\text{НОМ}}$, кВт	$U_{\text{НОМ}}$, В	$\eta_{\text{НОМ}}$, %	$n_{\text{НОМ}}$, айн/мин	n_{max} , айн/мин	$m_{\text{к}}$, кг	$I_{\text{н}}$, А
21	110	83	3600	5500	125	230

Қозғалтқыштың номиналды бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_{\text{НОМ}} = \frac{\pi * n_{\text{НОМ}}}{30} = 376,8 \text{ рад/с} \quad (3.1)$$

Сәйкесінше қозғалтқыш моментінің номиналды мәнін табамыз:

$$M_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{21000}{376,8} = 55,7 \text{ Нм} \quad (3.2)$$

Есептеулерді қоздыру тогының әр түрлі мәніне жүргізетін боламыз:

$$I_{\text{к}} = \alpha * I_{\text{з}} \quad (3.3)$$

Бұл жерде $I_{\text{з}}$ - зәкір қозғалтқышының тогы.

Зәкір тізбегінің кедергісі келесі формуламен анықталынады:

$$R_{\text{зт}} = 0,75 * \frac{U_{\text{н}}}{I_{\text{н}}} * (1 - \eta) = 0,75 * \frac{110}{230} * (1 - 0,83) = 0,06 \text{ Ом} \quad (3.4)$$

$C * \Phi_H$ - қозу тогына байланысты қозғалтқыштың магниттік сипаттамасынан табылған магнитті ағынға конструктивтік тұрақты қозғалтқыштың номиналды туындысы. Оның мәнін анықтасақ:

$$C * \Phi_H = \frac{U_{\text{НОМ}} - I_3 * R_{3T}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{110 - 230 * 0,06}{376,8} = 0,255 \frac{\text{В} * \text{с}}{\text{рад}} \quad (3.5)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын келесідей анықтаймыз:

$$\omega = \frac{U_3}{C * \Phi_K(i_K)} - \frac{I_3 * R_{3T}}{C * \Phi_K(i_K)} \quad (3.6)$$

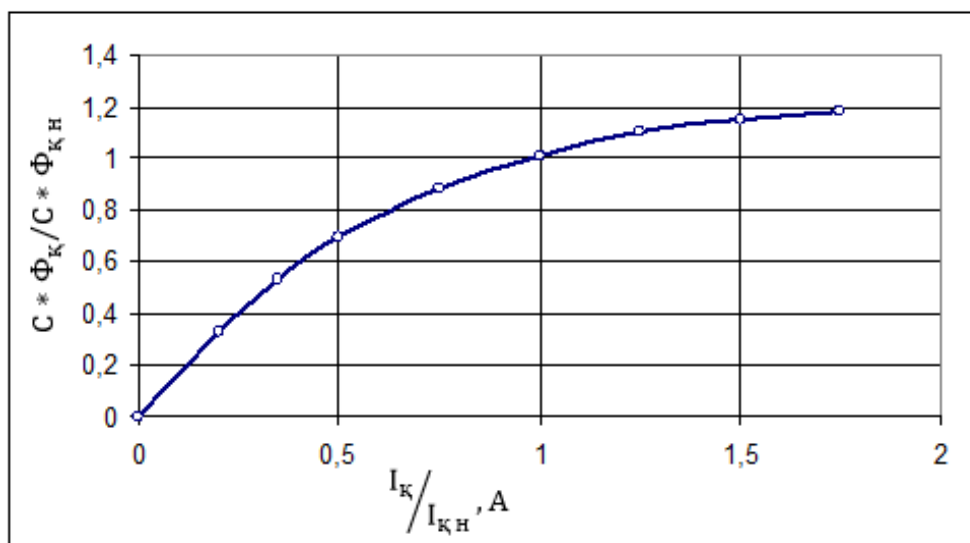
Бұл жерде:

U_3 – қозғалтқыш зәкірінің кернеуі;

I_3 – қозғалтқыш зәкірінің тогы;

R_{3T} - қозғалтқыштың зәкір тізбегінің кедергісі;

$C * \Phi_K(i_K)$ - қозу тогына байланысты қозғалтқыштың магниттік сипаттамасынан табылған магнитті ағынға конструктивтік тұрақты қозғалтқыштың туындысы.



3.1 сурет - Қозғалтқыштың магниттік сипаттамасы ЗДТ-84

Толық ағын кезінде электромеханикалық сипаттамаларды есептеу нәтижелері ($\alpha=1$) төменгі кестеде келтірілген.

3.2 Кесте - $\alpha=1$ кезіндегі электромеханикалық сипаттаманы есептеу

Аталуы	Есептеу параметрлері (Iз/Iзт)							
	0,2	0,35	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75
$I_з, A$	46	80,5	115	172,5	230	287,5	345	402,5
$I_к, A$	46	80,5	115	172,5	230	287,5	345	402,5
$I_к / I_{кн}, A$	0,2	0,35	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75
$C * \Phi_к / C * \Phi_{кн}$	0,39	0,53	0,63	0,81	1	1,11	0,93	0,76
$C * \Phi_к$	0,11	0,14	0,16	0,21	0,255	0,28	0,24	0,19
M, H^*M	11,1	19,5	27,9	41,8	55,7	69,6	83,6	97,5
$\omega_н, рад/с$	75,4	131,9	188,4	282,6	376,8	471	565,2	659,4

Ұңғыманың әртүрлі мәндері үшін электромеханикалық сипаттамаларды есептейміз γ .

Ең төменгі ұңғыма-бұл ұңғыма γ_{min} , ток $I_{min}=49 A$ болғанда жылдамдық нөлге тең болатын ұңғыма. γ_{min} табамыз.

$$Y_{min} = \frac{I_з * R_{зт}}{U_{ном}} = \frac{49 * 0,06}{110} = 0,027 \quad (3.7)$$

Сонда ұңғыма 0,027-ден 1 аралығында.

Ұңғыманың келесі мәнін аламыз: 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

Қозғалтқыш зәкіріндегі кернеу:

$$U_з = \gamma * U_{зн} \quad (3.8)$$

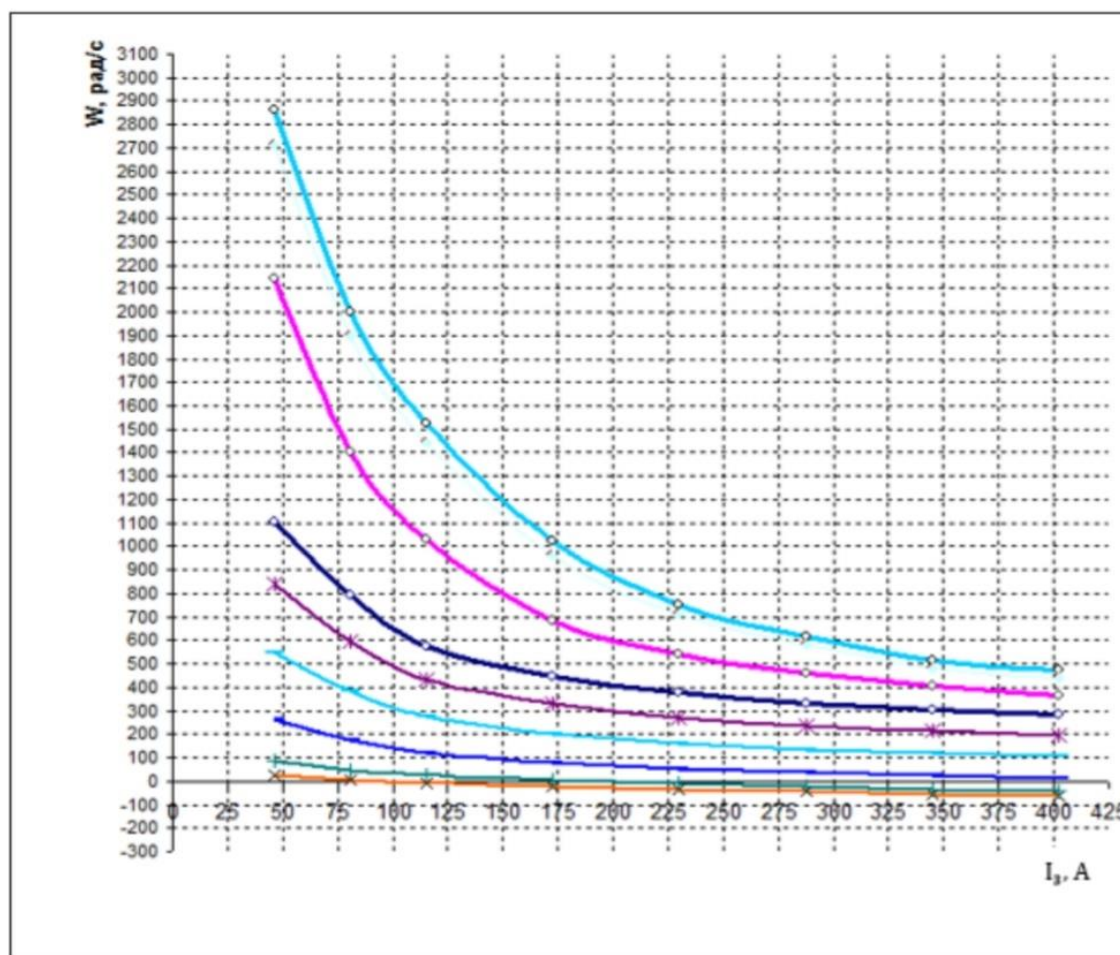
$U_{зн}$ – номиналды кернеу ($U_{зн}=110 B$).

3.5 Кесте - $\gamma=0,05$ кезіндегі электромеханикалық сипаттаманы есептеу

Аталуы	Есептеу параметрлері (Iз/Iзт)							
	0,2	0,35	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75
$I_з, A$	46	80,5	115	172,5	230	287,5	345	402,5
$I_к, A$	15,2	26,6	38	56,9	75,9	94,9	113,9	132,8

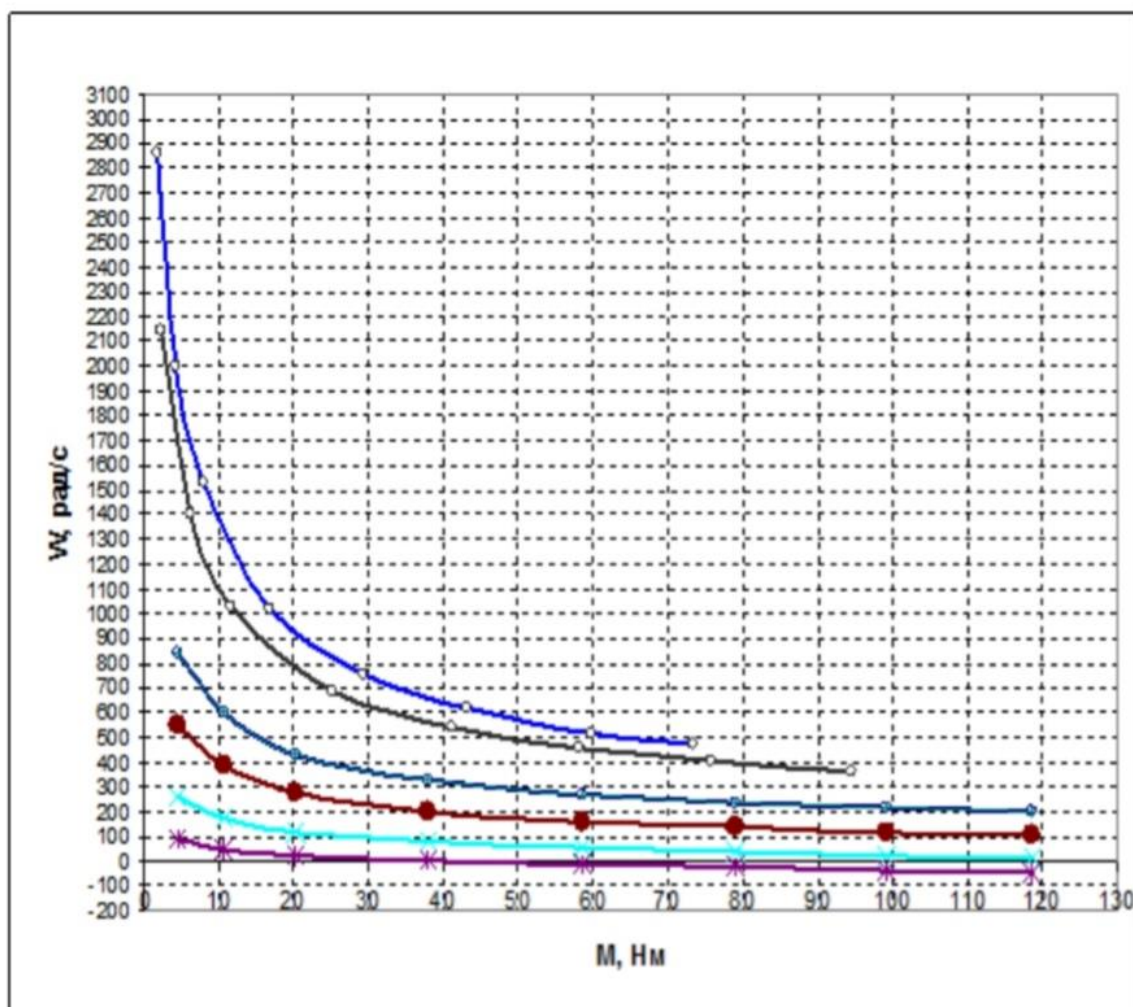
$I_K / I_{KH}, A$	0,07	0,12	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58
$C * \Phi_K / C * \Phi_{KH}$	0,15	0,21	0,27	0,39	0,5	0,6	0,695	0,73
$C * \Phi_K$	0,04	0,05	0,07	0,1	0,13	0,15	0,17	0,18
M, H^*M	2,3	6,04	11,5	25	41	58,2	75,9	94,6
$\omega_H, рад/с$	2860	2003	1527	1022	755	618	514	470
γ	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Алынған деректер бойынша және жылдамдық пен ток бойынша шектеуді есепке ала отырып жасалған электромеханикалық сипаттамалар 3.2-суретте көрсетілген.



3.2 сурет - 3ДТ-84 қозғалтқышының электромеханикалық сипаттамасы

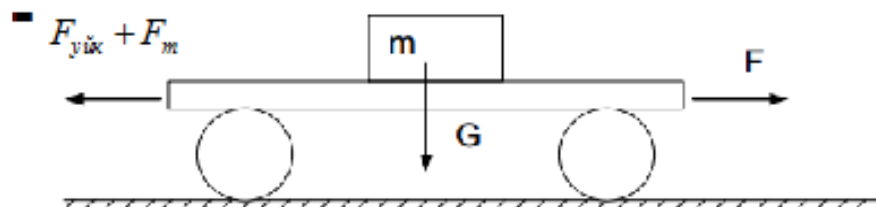
Берілген мәліметтер бойынша және жылдамдық пен ток бойынша шектеуді ескере отырып жасалған механикалық сипаттамалар 3.3 суретте көрсетілген.



3.3 сурет - 3ДТ-84 қозғалтқышының механикалық сипаттамасы

3.2 Электромобиль қозғалысын Matlab Simulink бағдарламасында модельдеу

Электромобильдің математикалық моделін құру мақсатында оған түсетін күштерді қарастырамыз.



3.4 сурет – Электромобильге түсетін күштер

3.4 сурет бойынша: F - Электромобильдің тарту күші; $F_{\text{үйк}}$ - үйкеліс күші; F_m - өз белгісін өзгерте алатын ауырлық күшінің тангенциалды қосымшасы ("+" белгісі жоғары қарай қозғалғанда, "-" төменге қарай қозғалған кезде); G - электромобиль салмағы; m - электромобиль массасы.

3.4 Сурет негізінде келесі формуланы аламыз:

$$m \frac{dv}{dt} = F - F_{\text{үйк}} - F_m \quad (3.8)$$

Сонымен қатар келесі формуланы да ескергеніміз жөн:

$$F_{\text{үйк}} = F_{\text{үйк1}} + F_{\text{үйк2}} = K_{\text{үйк1}} mg + K_{\text{үйк2}} mv^2 / r \quad (3.9)$$

Бұл жерде: $K_{\text{үйк1}}$ - электромобильдің тік жүрісті қозғалысы кезіндегі дөңгелектердегі үйкеліс күші коэффициенті;

$K_{\text{үйк2}}$ - ортадан тепкіш күш $F_{\text{ом}} = mv^2 / r$ әсер еткен кездегі дөңгелектердегі үйкеліс күш коэффициенті;

r - қисық бөліктегі электромобиль қозғалысының айналым радиусы;

g - еркін түсу үдеуі;

$$F_m = mg \sin \alpha ;$$

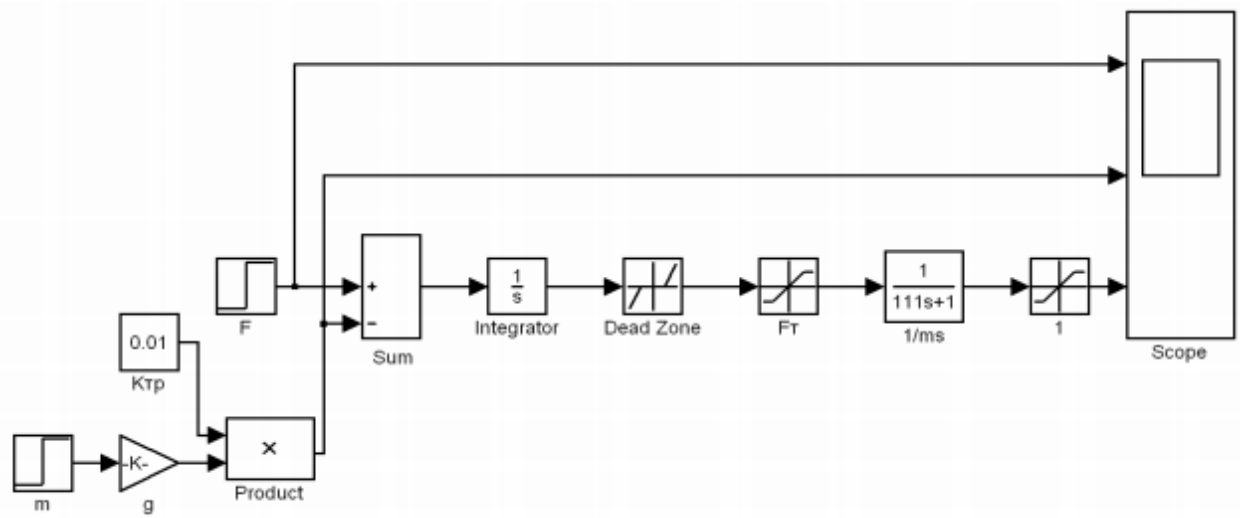
α - жолдың еңіс бұрышы. Сонда келесі өрнекті аламыз:

$$m \frac{dv}{dt} = F - (K_{\text{үйк1}} mg + K_{\text{үйк2}} mv^2 / r) \pm mg \sin \alpha \quad (3.10)$$

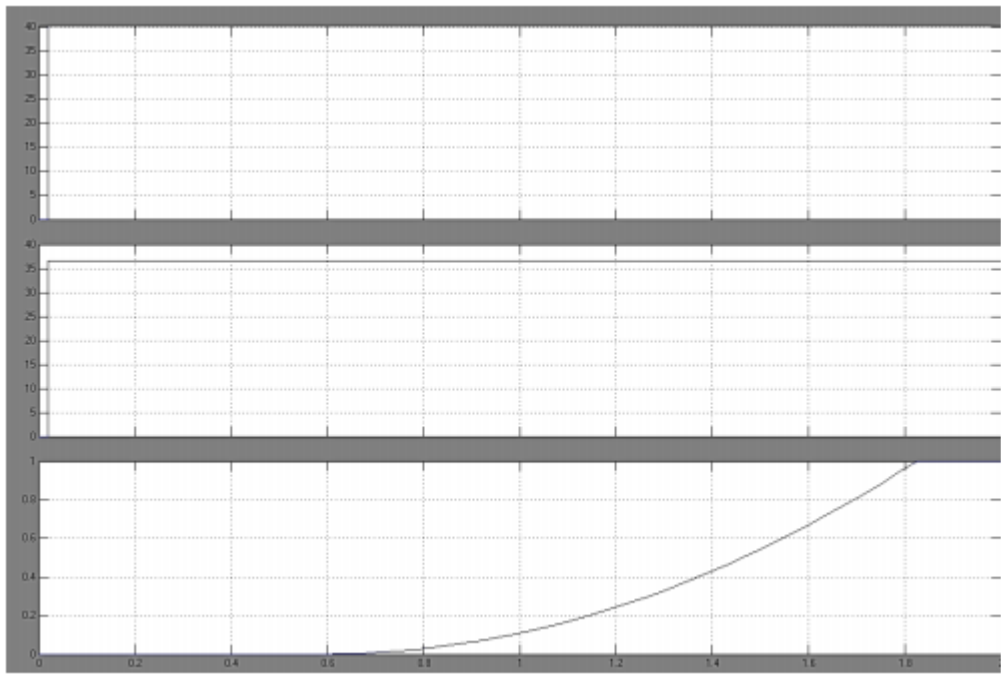
Қарастырылып отырған жағдайда $F_{\text{үйк2}} \ll F_{\text{үйк1}}$ және $F_m = 0$ екенін ескере отырып келесі өрнек түрін аламыз:

$$V(p) = \frac{F - K_{\text{үйк1}} mg}{mp} \quad (3.11)$$

(3.11) формуласын қолдана отырып электромобильдің қозғалысының моделін құрамыз.



3.5 сурет – Электромобиль қозғалысының моделі

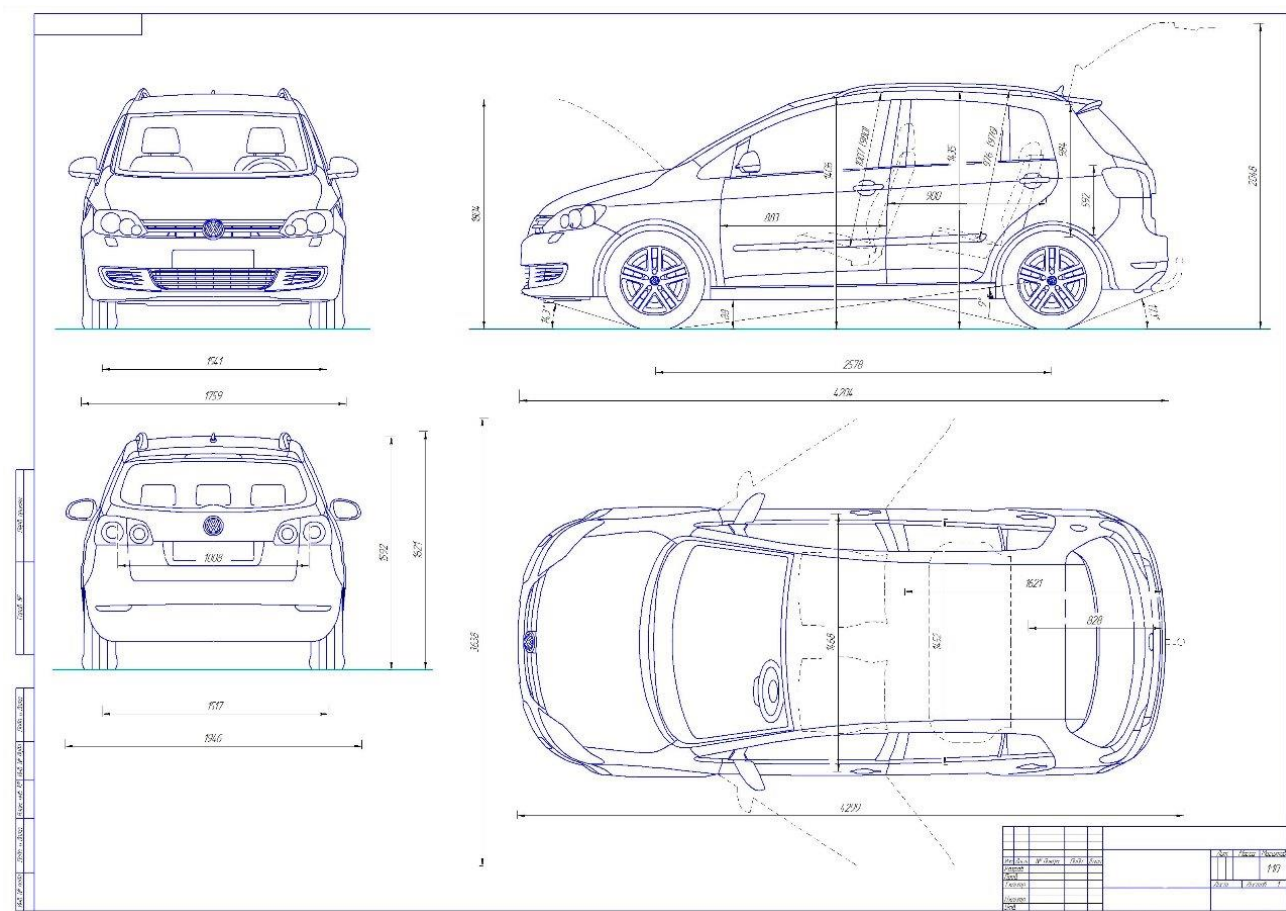


3.6 сурет – Электромобиль екпінінің диаграммасы

3.6 - суретте бірінші және екінші ось электромобиль тарту күшін, ал үшінші ось горизонтальды орын ауысудағы жылдамдықты көрсетеді.

3.3 Volkswagen Golf Blue-E-Motion автокөлігінің КОМПАС-3D v18 бағдарламасындағы сұлбасы

Жоғарыда қарастырылған Golf Blue-E-Motion автокөлігінің КОМПАС-3D v18 бағдарламасындағы сұлбасы 3.2.1-суретте көрсетілген. Габариттік өлшемдері де жоғарыда көрсетілген мәліметтер бойынша алынған.



3.5 сурет - Golf Blue-E-Motion автокөлігінің сұлбасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба негізінде электромобильдің автоматтандырылған электржетекті жүйесі қарастырылып, зерттеулер жасалынды. Golf Blue-E-Motion автокөлігі мысал ретінде алынып, шолу жүргізілді. Сонымен қатар Matlab Simulink бағдарламасындағы электромобильдің қозғалыс моделі және КОМПАС-3D v18 бағдарламасындағы сұлбасы келтірілді. Жоба бойынша, электромобильдің электрқозғалтқышының магниттік және электромеханикалық сипаттамалары есептеліп, кесте және график түрінде ұсынылды. Жасалынған зерттеулер негізінде автоматтандырылған электржетекті жүйесі бар электромобильдің қазіргі автокөліктерден артықшылығы көп және тиімді екені анықталды.

Қорыта айтқанда, қазіргі таңда көлік саласының дамуына байланысты, электромобильдер үлкен қарқындылықпен дамып, барлық болмаса да, көптеген елдерде қолданысқа шығу мүмкіндігі өте жоғары. Болашақта автокөлік орынын электркөліктерінің басуы сөзсіз. Сол кезде ғана мегаполистер мен қалалар тыныш, әрі ауасы таза болары анық. Оны электркөліктер дәуірі деп айтсақ да артық емес.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Б.И. Фираго, Л.Б. Палявчик. Теория электропривода. – Мн.: Техперспектива”, 2004г
2. Справочник по электрическим машинам: В 2т. / Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клюкова. Т.1. □ М.: Энергоатомиздат, 1988 – 456 с.: ил.
3. В.И. Ключев, В.М. Терехов «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов». Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980
Клепиков В.Б., Семиков А.В., Гончар А.С., Моисеев А.Н., Касторный П.М., Тимошенко А.В., Пшеничников Д.А., Ковтун В.В., Банев Е.Ф., Хорева А.В. Из опыта создания электропривода электромобиля с суперконденсаторным накопителем энергии // Вестник НТУ «ХПИ». – 2015. – Вып. № 112 (1121). – С. 195–198.
4. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Моделирование транспортных устройств // XVII Всероссийская конференция «Информационные и технологии в науке и управлении» труды. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2012. С.90-95.
5. Семиков А.В. Компьютерное моделирование электромагнитных процессов в электроприводе электромобиля с суперконденсаторной батареей // Вестник НТУ «ХПИ». – 2015. – Вып. № 112 (1121). – С. 93–95.
6. Сидоров В.Г. конспект лекций по “Автоматизированный электропривод типовых промышленных установок”.
7. Параметры циклов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dieselnet.com/standards/> 7. Fuhs Allen E. Hybrid vehicles and the future of personal transportation. – Taylor & Francis Group, 2009. – 471 с.
8. Zhang Jianlong, Yin Chengliang, and Zhang Jianwu, Design and Analysis of Electro-mechanical Hybrid Anti-lock Braking System for Hybrid Electric Vehicle Utilizing Motor Regenerative Braking [J], Chinese Journal of Mechanical Engineering, Vol.22, No.1, 2009
9. Sharma, P. A review on electrochemical double-layer capacitors / P. Sharma, T. S. Bhatti // Energy Conversion and Management. – 2010. – Vol. 51 (12). – P. 2901– 2912.
10. <http://masters.donntu.org/2017/etf/dybchenko/diss/index.htm>
11. https://revolution.allbest.ru/transport/00474798_0.ht
12. Ставров О.А. Электромобили. М.: Транспорт. 1968. 342с.
13. Касьянов В.А. Физика. М.: АСТ. 2008. 412с.
14. Щетина В.А., Морговский Ю.Я. Электромобилб. М.: Техника и экономика. 1987. 473с.
15. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7+ + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН-Пресс. 2005. 576с.
16. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5+ Simulink 4/5. Основы применения. М.: СОЛОН-Пресс. 2004. 768с.
17. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. Спб.:

КОРОНА Принт. 2001. 320с.

18. Ставров О.А. Автомобилестроение. Том I, Электромобили. М., ВИНТИ, 1973, 264 с. с ил.

19. Драчев Г.И. Теория электропривода: Учебное пособие// Челябинск: Изд. ЮУрГУ-2002г.

20. Галкин Ю.М. Электрические аккумуляторные автомобили. «НаркомхозРСФСР», 1932г.