

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Қалкенұлы Исатай

Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік
трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 - «Энергетика»

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетикн
и машиностроения

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған
профессор

Е.А. Сарсенбаев

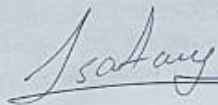
«19» 06 2024ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның
күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу»

6B07101-«Энергетика»


Орындаған



Қалкенұлы И.

Пікір беруші

М.Тынышпаев атындағы АЛТ
университеті, Энергетика
кафедрасының ассистент-профессоры

т.ғ.к.  А.Т. Егзекова

«17» 06 2024ж.

Ғылыми жетекші

PhD,
қауымдастырылған профессор

 Н.Е. Балгаев

«31» 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

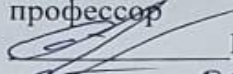
«Энергетика» кафедрасы

6B07101-«Энергетика»

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған
профессор

 Е. А. Сарсенбаев
«15» 01 2024 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Қалкенұлы Исатай

Тақырыбы: «Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу»

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен .

Бұйрық № 548-п/ө «04» желтоқсан 2023 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» мамыр 2024 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Электромобильдің мәліметтері;

ә) Алматы қаласы бойынша зарядтты станциялардың салыну картасы;

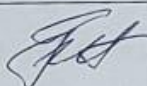

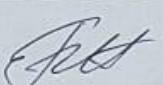
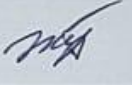
Сызбалық материалдар тізімі сызбалық материалдар слайдтармен көрсетілген;


Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 8 атау.

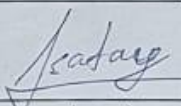
**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электромобильдер мен зарядтау станцияларындағы технологияларына шолу	13.05.2024 - 27.05.2024	шоу
Электромобиль құрамындағы батареяны зерттеу	20.05.2024 - 24.05.2024	шоу
Электромобильдер үшін зарядтау станцияларын оңтайлы орналастыру алгоритмін әзірлеу	27.05.2024 - 31.05.2024	шоу

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, А.Ә.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Электромобильдер мен зарядтау станцияларындағы технологияларына шолу	Н.Е. Балгаев PhD, қауымдастырылған профессор	17.05.2024	
Электромобиль құрамындағы батареяны зерттеу	Н.Е. Балгаев PhD, қауымдастырылған профессор	17.05.2024	
Электромобильдер үшін зарядтау станцияларын оңтайлы орналастыру алгоритмін әзірлеу	Н.Е. Балгаев PhD, қауымдастырылған профессор	17.05.2024	
Норма бақылаушы	Ә. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	19.05.2024	

Жоба жетекші  Н.Е. Балгаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  И.Қалкенұлы
(қолы)

Күні «19» маусым 2024 ж.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста электромобильдердің түрлері бойынша мәселелер қарастырылған, онда төрт доңғалақты электр қозғалтқышы бар электромобильдерге шолу, сондай-ақ механикалық беріліс қорабы бар төрт доңғалақты электромобильдің энергетикалық электр станциясын әзірлеу қарастырылған.

Арнайы бөлімде трансформаторларға арналған зарядтау станцияларының әсері туралы мәселелер қарастырылған.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрены вопросы по видам электромобилей, где приведена обзор электромобилей с полноприводной силовой установкой, а также разработана энергетической силовой установки полноприводного электромобиля с механической трансмиссией.

В специальной части рассмотрены вопросы по влиянию зарядных станций для трансформаторов.

Annotation

In this thesis, the issues of types of electric vehicles are considered, which provides an overview of electric vehicles with an all-wheel drive power plant, as well as the development of an energy power plant of an all-wheel drive electric vehicle with a manual transmission.

In a special part, the issues of the influence of charging stations for transformers are considered.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	7
1	Электромобильдер мен зарядтау станцияларындағы технологияларына шолу	8
1.1	Экологиялық мәселелер	8
1.2	Электромобиль технологиясы	12
1.3	Типтік тахограмманы талдау	16
2	Механикалық беріліс қорабы бар толық жетекті электромобильдің энергетикалық қуат қондырғысын әзірлеу	20
2.1	Энергетикалық электр станциясының құрылымдық схемасын әзірлеу	20
2.2	Механикалық беріліс қорабы бар төрт доңғалақты электромобильдің қуат қондырғысы үшін элементтер мен құрылғыларды таңдау	21
2.3	Зарядтау станцияларын оңтайлы орналастырудың критерийлері, факторлары және шектеулері	28
2.4	Сұраныс нүктелерін анықтауға арналған иерархиялық кластерлеу әдісі	30
2.5	Зарядтау станцияларын орналастыруды оңтайландыру алгоритмі	34
3	Зарядтау станцияларының қуат трансформаторына әсері	37
3.1	Зарядтау станцияларын модельдеу	39
3.2	Электрлік желіден көлікке (G2V) зарядтағыш моделі	41
3.3	Көліктен электрлік желіге (V2G) зарядтағыш моделі	44
3.4	Төмен вольтты желілерді модельдеу	45
3.4.1	Зарядтағыштарды модельдеу 22 кВт және 40 кВт	47
3.4.2	Зарядтағыштарды модельдеу 200 кВт	48
3.4.3	Зарядтағыштарын модельдеу 40 кВт V2	49
	Қортынды	52
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	53

КІРІСПЕ

Автокөлік бүгінде ең кең таралған және ыңғайлы қозғалыс тәсілі болып табылады. Бірақ оның артықшылықтарына қарамастан, ол қоршаған ортаға зиянның негізгі бөлігін - 63% - ға дейін құрайды және ластану өндіріс сатысында да, пайдалану процесінде де, автомобильдерді, майлар мен отындарды кәдеге жарату кезінде де жүреді. Бензинді жағу атмосфераға тонна күкірт пен азот оксидтерін шығарады, бұл қышқыл жаңбырды тудырады. Сондай-ақ, бензинмен жүретін автомобильдер өте қымбат көлік түрі болып табылады. Бұл фактілер прогрессивті елдерді электромобильдерді жобалауға және жасауға мәжбүр етті.

Электромобильдер бензинмен немесе дизельмен емес, аккумуляторлық батареяларда сақталатын электр энергиясымен жұмыс істейді және зиянды емес түріне жатады. Көлік құралдарының бұл түрі күшті болуы мүмкін дәстүрлі көліктерге бәсекелес, бірақ энергияны сақтаудың қымбаттығына байланысты арзан аккумуляторлар жасау немесе электромеханикалық жүйені ұтымды конфигурациялау қажет.

Қазіргі кезде біздің өміріміз автомобильдермен тығыз байланыста. Жолаушыларды, жүктерді, азық - түлікті тасымалдау, арнайы қызметтердің жұмысы-мұның бәрі автомобильдерсіз мүмкін емес. Бірақ әртүрлі саяси және экономикалық қиындықтарға байланысты жанармайдың құны үнемі өсіп отырады, бұл азық-түлік пен тасымалдауға байланысты қызметтердің қымбаттауына әкеледі.

1 Электромобильдер мен зарядтау станциялары технологияларына шолу

Нарықтың салыстырмалы түрде қалыптасу жағдайына қарамастан, электр машиналары ең экологиялық таза көлік құралдары болып табылады, өйткені олар мүлдем шығарындыларсыз (өндіруші зауыттың шығарындыларын қоспағанда). Электр көліктері жақын арада жанармай тапшылығын жеңуге ықпал ететіні сөзсіз. Электр машиналарын қолдау үшін жаңа зарядтау станцияларының айналасында электр желісін қайта құру қажет болады және пайдалану мүмкіндігі тұрғысынан жоғары сапалы қызмет көрсету үшін оларды тәулік бойы дайындауды жоспарлау қажет.

Көлік өндірушілері қазірдің өзінде жаңа көліктерді навигациялық және ақпараттық ойын-сауық құрылғыларымен, сондай-ақ 3G және болашақ 4G ұялы желілері қамтамасыз ететін инфрақұрылыммен көлік құралының байланысын қолдау үшін сымсыз технологиялармен жабдықтауда. Әрине, бұл үрдіс электр көліктері үшін де жалғасуы мүмкін. Болашақ көлік құралдарында зарядтау станциясының орналасқан жері және оның жағдайы туралы кептелістер саны мен қазіргі уақыттағы орташа күту уақыты бойынша жаңартылған ақпарат берілуі мүмкін. Бұл ақпарат жеке пайдаланушыларға зарядтау станциялары үшін қысқартылған іздеу уақыты, тарифтер және жалпы қысқартылған өшіру уақыты бойынша саяхатын динамикалық түрде оңтайландыруға көмектеседі.

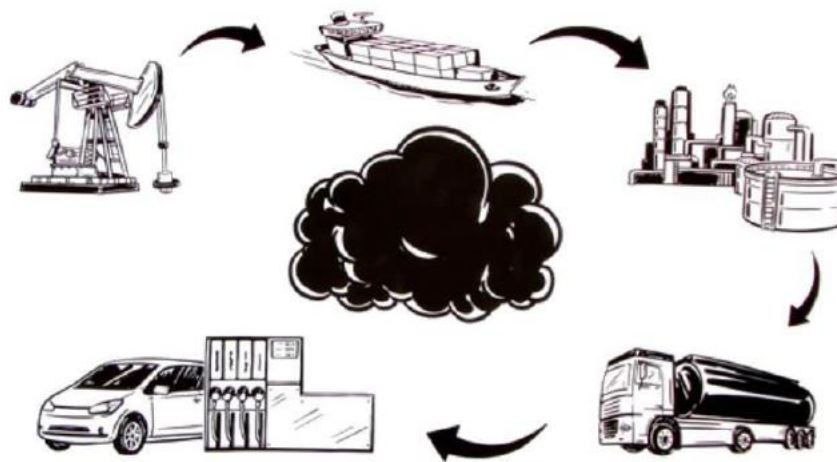
Тіпті үкіметтер бұл Интеллектуалды көлік инфрақұрылымын тиісті саясат арқылы ластануды азайтуды ынталандыру үшін пайдалана алады (мысалы, тарифтерді бейімдеу кезінде). Сонымен қатар, ең жоғары уақытта ең жақсы таңдауды қамтамасыз ету үшін көлік құралдарын ағымдағы жол жағдайлары туралы хабардар ете алады. Соңғы көзқарас-зарядтау инфрақұрылымын тиімді пайдалану үшін ынтымақтасатын электр көліктерінің желісі. Желілік электр көліктері аккумулятордың төмен зарядын тапқанға дейін сапар шегеді және олар, мысалы, көлік желісіне немесе ұялы желіге қосылғандықтан, олар зарядтау станциялары туралы ақпарат алады және сол станцияларға барады. Бүгінгі технологиямен автокөлікті зарядтау әлі де көп уақытты алады, дегенмен батареяны тез зарядтауға қабілетті Жылдам зарядтау жүйелері жасалуда.

1.1 Экологиялық мәселелер

Тікелей және жанама электромобильдер шығарындылары

Бұл мәселе электромобильдердің барлық қарсыластарының негізі болып табылады. Электрокарлар зиянды заттардың шығарылуын азайтуға көп әсер етпейді және қоршаған ортаға оң әсер етпейді деп айтылады. Бұл ең танымал қате

түсінік қарапайым түрде тегістеледі. Ол үшін "көміртегі ізі" ұғымын мысалға келтіру жеткілікті.



1-сурет. Зиянды шығарындылар тізбегі немесе көміртегі ізі

Бұл анықтама электромобильдің артықшылықтарын көрсетеді. Ұғымы көміртегі ізі ішкі жану қозғалтқышы бар автомобильдерді пайдаланумен байланысты зиянды шығарындылардың барлық кезеңдерін қамтиды және бұл тек шығарындылар ғана емес, сонымен қатар белгілі бір автомобильдерді қозғалысқа келтіру үшін пайда болатын барлық шығарындылар. Бұл мұнай өндіру және тасымалдау, оны отынға өңдеу, жанармай құю станциясына тасымалдау кезіндегі шығарындылар, автомобильдер өндірісіне және оларға техникалық қызмет көрсетуге байланысты шығарындылар.

Көріп отырғаныңыздай, зиянды шығарындылар тізбегі немесе көміртегі ізі өте үлкен. Енді электромобильді пайдалану кезінде осы тізбектен қанша жағымсыз сәттер алынып тасталатынын қарастырайық. Мүмкін, автомобильдерді өздері өндіруге және тасымалдауға кететін белгілі бір шығындардан басқа бәрі. Нәтижесінде электр машиналарының тікелей және жанама шығарындылары дәстүрлі автомобильдерден едәуір төмен екендігі байқалады.

Электромобильдер санының артуымен энергияны тұтыну артады, ол ең экологиялық таза жолмен өндірілмейді.

Бүгінгі таңда бұл скептикалық бағалауды әлі де ақтауға болады. ИЯ, шын мәнінде көптеген елдер мен Украинаның электр жүйелері, соның ішінде электромобильдерді жаппай пайдалануға дайын болмауы мүмкін.

Электр энергиясын көбінесе жылу және атом станциялары өндіреді, оларды экологиялық таза деп атауға болмайды. Бірақ! Шынында да, үлкен мұнай өңдеу зауыты немесе олардың бірнешеуі жылу электр станцияларына қарағанда аз қауіп төндіреді. Адамдар Атом станциялары энергиясын өндіретін электронды

гаджеттерді жаппай пайдалануға қарсы болды ма? Жалпы, кім білмейді, қазіргі заманғы электромобиль батареяларды тез зарядтауға шамамен 30 минут жұмсайды, бұл кейде ескі ұялы телефон немесе ноутбук зарядталғаннан аз.

Барлық өнеркәсіптік негативтерге қарамастан, атом және жылу электр станциялары қалалардан тыс жерде, көбінесе жеке өндірістік орын құратындығын, сонымен бірге нөлдік шығарындылары бар электромобильдер ішкі жану қозғалтқыштары бар автомобильдердің көптігінен зардап шегетін тығыз қоныстанған мегаполистерде тікелей пайдалануға арналған деп айтуға болмайды. ластанудың негізгі көзі болып табылады. Бұл электр машиналарының басты плюс, халық тығыз орналасқан аймақтарды зиянды пайдаланудан тазарту, түтіннің пайда болуына жол бермеу және ірі қалаларды өмір сүруге ыңғайлы ету.

Сонымен қатар, әлем баламалы энергияның нақты бастатамасын кешуде, ол өндірілетін энергияның жалпы санының едәуір пайызын алады. Көптеген электромобиль өндірушілері күн батареяларын шығаратын компаниялармен ынтымақтастықта жұмыс істейді, олар негізгі электр желілерін пайдаланбай электр машинасын балама түрде зарядтай алады.



2-сурет. Электромобильдерге арналған күн зарядтау станциясы

Электр машиналарын сынға алатын тағы бір мәселе-электр машиналарының көп бөлігі түнде зарядталады, бұл ең төменгі тарифтер мен энергияның көптігі, сондықтан белгілі бір жағдайларда электромобильдер тіпті өндірілетін және тұтынылатын энергияның тепе-теңдігін теңестіруге көмектеседі.

Электромобильдерге арналған аккумуляторлық батареяларды өндіру-ең зиянды салалардың бірі.

Электромобильдерге арналған аккумулятор өндірісі ең жасыл сала емес, бірақ пайыздық қатынаста батареяларды шығару бұрын көрсетілген "көміртегі ізіне" қарағанда экологиялық таза емес. Ия, олар химиялық зиянды

компоненттерді пайдаланады, иә мұнай туындылары қолданылады, бірақ сонымен бірге аккумулятор компоненттері толықтай өңделеді және жойылады, бұл өңделмеген материалдың аз мөлшерін қалдырады. Сонымен қатар, соңғы өнім ретінде электромобильдердің батареялары мүлдем қауіпсіз, тотықпайды, зиянды және улы түтін шығармайды. Бұл туралы айтатын болсақ, аккумулятор жинақтары бар батып бара жатқан кеме Парсы шығанағы жағалауындағы жарылған мұнай платформасына немесе жарылған мұнай платформасына қарағанда қоршаған ортаға әлдеқайда қауіпсіз.

Егер сіз электромобильдің дизайнын елестетсеңіз, электромобильдің беріліс қорабының компоненттерінің жалпы саны қарапайым автомобильге қарағанда ондаған есе аз екені анық болады. Тиісінше, сыну қауіпі, белгілі бір бөлікті ауыстыру қажеттілігі айтарлықтай төмендейді. Сонымен қатар, пайдалану, техникалық қызмет көрсету шығындары азаяды және нәтижесінде электромобильдің жалпы мазмұны төмендейді.

Аккумуляторлық батареялар, ең маңызды қауіп төндіретін көптеген адамдар айтқандай, барлық дерлік электромобильдерде 98% жойылады. Айтпақшы, неге эколог-балуандардан барлық қорғасын-сілтілі аккумуляторлар қайда кететінін сұрамау керек, қазіргі автомобильдердің қауіпсіз және қайта өңделетін бөлшектері.

Сондай-ақ, қазіргі заманғы электромобильдер болашақта жеке компоненттерді ғана емес, оларды толық кәдеге жарату мүмкіндігін ескере отырып шығарылады. Сонымен қатар, көптеген модельдер қайта өңделген материалдардан жасалған.

Электромобильде 10 жыл жұмыс істегеннен кейін аккумуляторлық батареялар күн энергиясының сақтау жүйесінде әлі де көп жұмыс істей алады, содан кейін ғана толығымен қайта өңделеді. Ал ішкі жану қозғалтқышы әлемінде 20 жыл ішінде 4 көлікті ауыстыру қажет болады және олардың жойылатыны немесе жойылмайтыны әлі белгісіз.

Электромобильдердің тұрақтылығы үшін келтірілген дәлелдердің көптігіне қарамастан, мұндай көліктің таралу тенденциясын сыншылардың жеке мәлімдемелері атап өтілгенін ескеру қажет. Экология үшін электр тартқышы бар машиналардың зияны туралы бірдей пікір әлі жоқ.

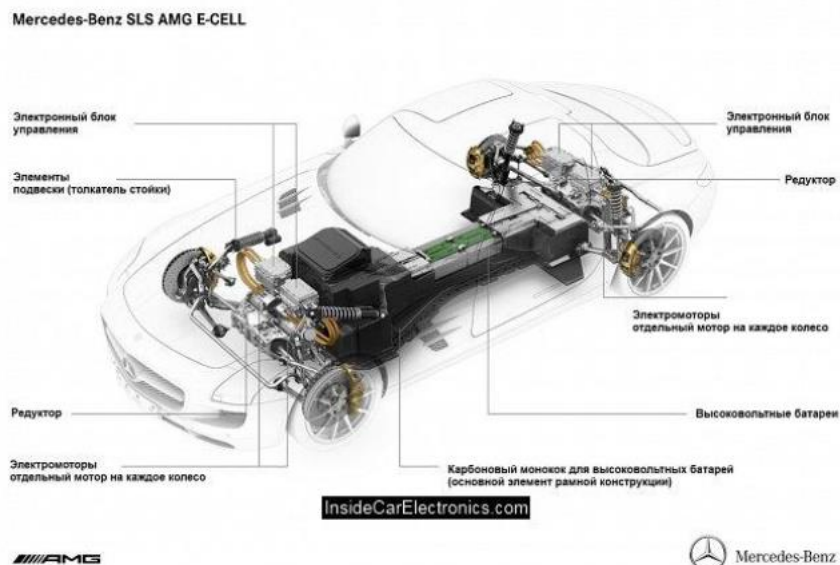
Электромобильдерді пайдаланумен байланысты қоршаған орта проблемаларының бар екендігі туралы жеткілікті сенімді дәлелдерді жариялаған бірқатар зерттеушілердің сенімдеріне қарамастан, мұндай машиналарды өндіру мен жұмыс істеудің салдары туралы ғылыми саладағы даулар тоқтамайды. Жалпы алғанда, электр қуатымен жүретін автомобильдерді енгізуге ғылыми қоғамдастық та, мемлекеттердің билігі де қарсы емес.

Электромобильдердің қымбаттығы мен техникалық сипаттамаларының жетілмегендігіне байланысты олардың қарапайым машиналарға қарағанда жалғыз артықшылығы-ластаушы сорғыштардың болмауы. Егер

электромоторлардың ішкі жану қозғалтқыштарына қарағанда айқын экологиялық артықшылықтары болмаса, тіпті одан да көп, егер электромобильдер табиғатқа үлкен зиян келтіретіні анық болса, онда олар жеңіске жеткен позицияларды тапсырып, болашақта бензинмен жүретін машиналарды есептеу мүмкіндігін толығымен жоғалтатыны анық.

1.2 Электромобиль технологиясы

Электромобильдің электр жетегінің классикалық орналасу схемасы (3-сурет) мыналардан тұрады: тарту батареясы, қуат түрлендіргіші (айнымалы немесе тұрақты ток), басқару жүйесі және электр қозғалтқышы (синхронды, асинхронды немесе тұрақты ток қозғалтқышы). Бірақ бұл конфигурацияда айтарлықтай кемшілік бар, өйткені аккумуляторлық батареялардың меншікті қуатының аздығы массаның айтарлықтай өсуіне және электромобильдің төмен диапазонына әкеледі.



3-сурет. Mercedes-Benz SLS AMG E-CELL электромобильді құрастыру

Электромобильдердің диапазонын химиялық ток көздерін басқа энергия көздерімен біріктіру арқылы арттыруға болады. Басылымдарға сәйкес бұл бағытта кең ауқымды жұмыстар жүргізілуде. Ток көздерінің әртүрлі комбинацияларына мысалдар келтіруге болады. Олардың ішіндегі ең танымалын қарастырайық.

Қайта зарядталатын батарея - байланыс желісі. Мұндай комбинацияның мысалы ретінде "вестбери корпорациясының транзиті" фирмасы ұсынған жүйені

келтіруге болады (Transit System Corporation Westboro, АҚШ). "СтарКар" (Starcar) электромобилінде аккумуляторлық батареялар пайдаланылды, сонымен қатар сыртқы қуат көзінен қуат алу мүмкіндігі қарастырылды; электромобиль қозғалтқышты қуаттандыратын "үшінші рельс" бар арнайы жабдықталған жолда 96 км / сағ жылдамдықпен жүреалады. Тұрақ орнынан ең жақын нүктеге қосылуға болады электрлендірілген жол, қуат көзі аккумуляторлық батареялар болды. Содан кейін электромобиль жалпы ағынға құйылды және болашақта автоматты түрде басқарылды, ол үшін жүргізуші тек құрылғыға тағайындалған орынды теруі керек еді. Арнайы станцияларда аккумуляторлық батареяларды қосымша зарядтау мүмкіндігі жоққа шығарылмады.

Әйтпесе, АҚШ-та әзірленген жобаға жоғары жылдамдықты автомобиль жолдарының бір бөлігі троллейбус типті электр жетектерімен жабдықталуы керек, оған қосылу арқылы электромобиль қозғала алады, мүмкін автоматты түрде, жоғары жылдамдықпен және батареялардың энергиясын ысырап етпей, тіпті оны толықтыра алады.



4-сурет. Электр көлігін қуаттандыру үшін электр желісін пайдалану

Қайта зарядталатын батарея-күн батареясы. Күндіз бұлтсыз ауа-райында электромобильдің қайта зарядталатын батареяларын электромобильдің төбесінде орналасқан күн батареяларынан зарядтауға болады. Мұндай электромобильдің максималды жылдамдығы-50 км / сағ, ал диапазоны - 100 км-ге дейін.

Қайта зарядталатын батареялар - жанармай ұяшықтары. 60-шы жылдардың аяғы мен 70-ші жылдардың басында Англия мен АҚШ-та электромобильдердің бірқатар прототиптері жасалды.

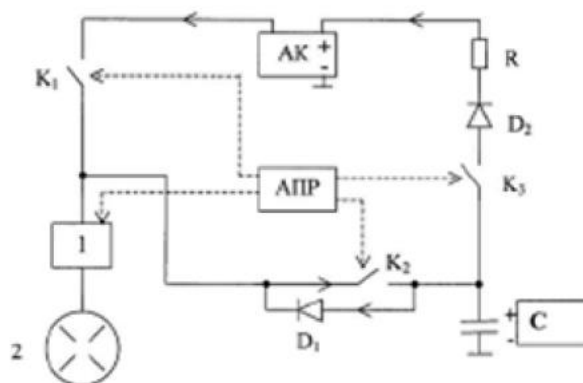
Сонымен, Англияда голландиялық ДАФ-44 автомобильінің негізінде аккумуляторлық батареялардан және гидрозиялық-ауа отын элементтерінен

аралас қуат жүйесі бар, меншікті қуаты 160 Вт/ Кг болатын электромобиль құрылды. мұндай электромобильді үдеткіш режимінде жұмыс істегенде негізгі жүктеме аккумуляторлық батареяларға түседі, ал басқа режимдерде отын элементтері жұмыс істейді, батареяларды зарядтау.

АҚШ-та сілтілі сутегі-ауа элементтері мен қорғасын-қышқылды қайта зарядталатын батареяларды қамтитын аралас жүйесі бар ағылшын "Остин А-40" (Остин а-40) жеңіл автокөлігі негізінде электромобиль жасалды. Зерттеу жұмыстарының мәліметтері бойынша мұндай электромобильдің ауқымы 320 км-ге жетеді.

Тәжірибелік пайдалану нәтижелері бойынша қалалық жағдайларда осындай электромобильдерді қолданудың орындылығы туралы қорытындылар жасалды. Сондай-ақ, қалалық электромобиль үшін оның массасын төмендетуге, беріктігі мен энергия қайтарымын арттыруға мүмкіндік беретін аралас электр жүйесін жетілдірудің айтарлықтай мүмкіндіктері бар екендігі атап өтілді.

Энергияны қалпына келтіру тиімділігін арттыру үшін комбинация қолданылады, сыйымдылығы жоғары конденсатор-қайта зарядталатын батарея. Құрылғыда регенеративті тежеу тиімділігін арттыру электромобильдерде үлкен электр сыйымдылығы, үш автоматтандырылған қосқыш, коммутациялық диодтар және шектеу кедергісі енгізіледі.



5-сурет. Электромобильдегі рекуперативті тежелуді жоғарылату құрылғысының сұлбасы

Құрылғыда доңғалақ осіне бекітілген электр қозғалтқышы, АК аккумуляторы, С электр сыйымдылығы, АПР режимдерінің автоматы, үш автоматтандырылған К1, К2 және К3 қосқыштары, D1, D2 диодтары және R кедергісін шектейтін электр қозғалтқышы бар.

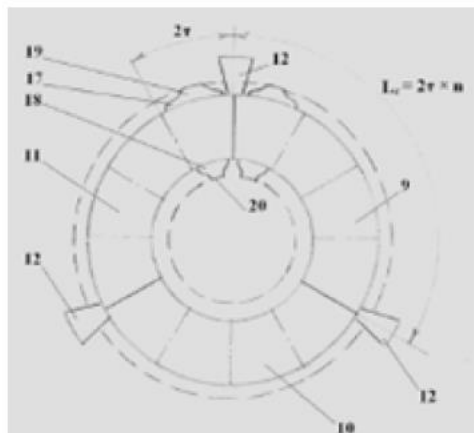
Электромобильдердегі регенеративті тежеу тиімділігін арттыру құрылғысы келесідей жұмыс істейді. Тежеу кезінде АПР режимдерінің автоматтандырылған қосқышы Электр қозғалтқышын электр энергиясын

генерациялау режиміне қояды, К2 кілтін қосады, ал С конденсаторы тұрақты ток генераторынан зарядталады.

Жұмыс режимінде үдеткіш және көтеру кезінде қозғалыстың басында автоматтандырылған режим қосқышы электр генераторын электр қозғалтқышы режиміне қояды, К1 кілтін қосады және К2 және К3 кілттерін ашады, ал электр қозғалтқышы дөңгелекті АК аккумуляторынан және конденсатордан келетін электр қуатын пайдаланып айналдырады.

Автотұрақта Arg режимдерінің автоматтандырылған қосқышы К1, К2 кілттерін ашады және К3 кілтін қосады, бұл ретте АК аккумуляторы с конденсаторынан К3 кілті арқылы зарядталады, D2 қосқыш диоды және R кедергісін шектейді. D1 және D2 қосқыш диодтары с конденсаторынан электр қозғалтқышына немесе АК аккумуляторына ток өткізеді, егер с конденсаторындағы кернеу кернеуден асып кетсе АК батареясында.

Электр көлігінің массалық көрсеткіштерін оңтайландыру үшін беріліс қорабы бар Электр қозғалтқышын пайдаланудың орнына қозғалтқыш дөңгелектері қолданылады. "Мотор-доңғалақ" электромеханикалық жүйесінде айналу моментінің әрекет ету бағыты бойынша статор екі жақты бүйірлік белсенді беттермен секцияланып орындалады, секцияның белсенді ұзындығы Қос полюсті бөліну шамасының еселігі, әрбір Қос полюсті бөліністегі орамалардың фронтальды бөліктері топтық бұралуға біріктіріледі, ротор екі бүйірлік дискісі бар ролик түрінде орындалады, олар екі белсенді бетке орналастырылады статор, ролик негізінің ұзындығы статор мен ротор арасындағы кеңістіктің екі еселенген мөлшеріне үлкен статор қалыңдығы, ал шассидің статорды бекіту тораптары секциялардың қосылу аймағында орналасқан.



6-сурет. Статор екі белсенді бетінің бірі

"Мотор-доңғалақ" электромеханикалық жүйесі электр машинасының соңғы статорынан тұрады, магниттік өткізгіші бар, электрлік Болат таспадан

жасалған. Магниттік желінің айналасында көп фазалы орам бар. Статор көлік бірлігінің осіне коаксиалды орналасқан және оның шассиіне бекітілген. Ротор көлік бірлігінің осіне бекітілген дөңгелекпен тығыз байланысты .

Статор секцияланған моменттің әрекет ету ұзындығы бойынша орындалады. Үш бөлімнен тұратын Статор. С секциясының белсенді ұзындығы 2Т Қос полюсті бөліну шамасының еселігі, яғни:

$$Ц = m \cdot n \quad (1.1)$$

мұндағы m - полюстің бөліну ұзындығы, n - бүтін натурал сан.

Сонымен, көрсетілген статор үшін бөлімдер тең $N = 4$. Көлік бірлігінің шассиіне статорды бекіту бөлімдердің қосылу аймағында орналасқан бекіту түйіндерінің көмегімен жүзеге асырылады. Статор магниттік сымында бүйір беттерінде және орамасы бар радиалды ойықтар жасалады. Осылайша, статорда екі бүйірлік белсенді бет бар.

Әрбір 2т қос полюсті бөлімдегі орамалардың фронтальды бөліктері топтық бөліктерге біріктірілген. Ротор негізі және екі бүйірлік дискілері бар ролик түрінде жасалған және статордағы екі белсенді бетте де орналасқан. Роликтің негізінің ұзындығы статор мен ротор арасындағы кеңістіктің екі еселенген мөлшеріндегі статор қалыңдығынан үлкен.

Үш фазалы сақиналы ораманы үш фазалы кернеу көзіне қосқанда, статордың бүйірлік белсенді беттерінде және ауа аралықтарында айналмалы электромагниттік өріс пайда болады, оның әсерінен бүйірлік дискілерде роторда индукцияланған токтар беріледі. Статордың айналмалы электромагниттік өрісі мен ротордың индукцияланған токтарының өзара әрекеттесуі нәтижесінде электромагниттік момент пайда болады, оның әсерінен ротор дөңгелекпен тығыз байланысып, электромагниттік моменттің әсер ету бағытында айналмалы қозғалыс жасайды.

1.3 Типтік тахограмманы талдау

Көлік құралының жетек қозғалтқышының оңтайлы қуатын есептеу кешенді көп факторлы міндет болып табылады. Қамтамасыз ету керек автокөліктің динамикалық қасиеттері, компоненттердің салмағы мен құны және көлік үнемділігі арасындағы белгілі бір орамға келу қаражат. Біз көлік құралының динамикасына қойылатын талаптарға сүйене отырып, қажетті жетек параметрлерін есептейміз.

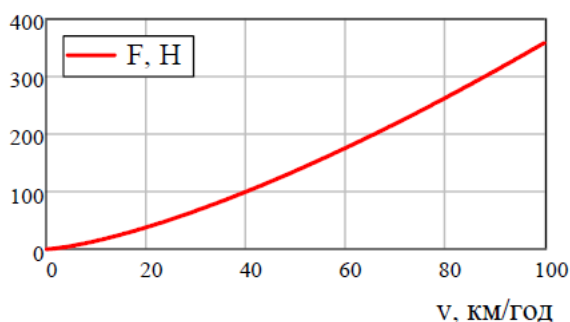
Біріншіден, біз көлік құралының қозғалысына қарсылық күшінің жылдамдыққа тәуелділігін талдаймыз. Күштің екі күші бар екені белгілі негізгі компоненттер-және, бұл жылжымалы үйкеліс кедергісімен анықталады және

аэродинамикалық кедергімен анықталады. Екі компонент те көптеген факторларға байланысты, олардың негізгілері-дененің пішіні және көлік құралының жылдамдығы. Мысалы, орта деңгейлі седан үшін алынған тәуелділікті сипаттауға болады теңдеу:

$$F_{\text{рез}} = k_f \cdot v^\alpha \quad (1.2)$$

мұндағы V -автомобильдің сызықтық жылдамдығы, м / сек;
 $k_f = 3,43$, $\alpha = 1,4$ -көмекші коэффициенттер.

Тәуелділік (1.1) 7-суретте көрсетілген.



7-сурет. Көлік қозғалысына төзімділіктің тәуелділігінің жылдамдығы

100 км/сағ жылдамдықта қозғалысқа төзімділікті жеңу үшін қажетті қуат

$$P_{100} = F_{\text{рез}} \cdot v = 350 \cdot \frac{100}{3,6} = 9,722 \text{ кВт} \quad (1.3)$$

Динамикалық компонент көлік құралының үдеуі мен салмағы арқылы анықталады:

$$F_{\text{dyn}} = m_{\text{vehicle}} \frac{dv}{dt}, \quad (1.4)$$

мұндағы m_{vehicle} -көліктің салмағы, кг

Көлік құралының жетегін қамтамасыз етуі тиіс алынған күш көрсетілген құрамдас бөліктердің қосымшасымен айқындалады.

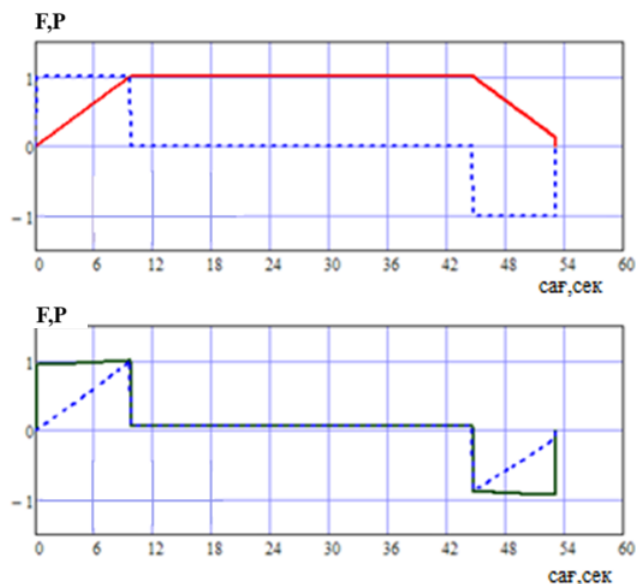
Қалалық циклде қозғалыс кезінде көлік құралын дамытатын қуат пен күшке тәуелділік туралы зерттеу жүргізейік. Модельдеудің шығыс параметрлері 1.1-кестеде келтірілген.

Кесте 1.1-Көлік құралының динамикалық параметрлерін модельдеу параметрлері

№	Параметрлері	Өлшем бірлігі	Мәні	Ескерту
1	Автомобиль салмағы	кг	1350	қосымша компоненттерді ескере отырып
2	Жүру қашықтығы	м	23,262	қалалық циклге тән
3	Максималды жылдамдық	км/жыл	97,4	
4	Үдеу уақыты 100 км/жыл	с	12	
5	Тежелу уақыты 100 км/жыл	с	12	

Біз біртіндеп тежеу жүреді деп есептейміз, өйткені апаттық тежеу кезінде жинақталған энергия механикалық тежеу жүйесінде таралады және осылайша бұл қуат жетек талаптарына әсер етпейді. Бұл кезеңде біз механикалық берілістегі шығындарды да ескермейміз-доңғалақтағы күшке қатысты жетекке қойылатын талаптарды есептейміз (барлық шамаларды біртіндеп қозғалысқа дейін азайтамыз). Келтірілген қашықтыққа сүйене отырып, біз үдеу мен тежеу аймағын есептейміз. Үдеу мен тежелу қарқынын сызықтық түрде белгілейік. Біз көлік құралының жиынтық массасын тұрақты деп санаймыз. Көрсетілген формулалар бойынша біз көлік құралының жетегі дамытатын күш пен қуатты есептейміз.

Модельдеу нәтижелері 8-суретте көрсетілген



8-сурет. Күш пен қуатты есептеу нәтижелері бойынша әдеттегі қалалық циклде тахограмманың үзіндісі

Модельдеу нәтижелері салыстырмалы бірліктерде ұсынылған, базалық шамалар жылдамдықтың, үдеудің, күш пен қуаттың максималды сәйкес мәндері қабылданады. Сонымен, ұсынылған тахограмма үшін күштің максималды мәні - 4,4 кН; қуаттың максималды мәні - 99,6 кВт. Тахограмманың ең "ауыр" орны - үдеудің соңында учаске-үдеу кезінде күштің динамикалық компоненті тұрақты болған жағдайда, қозғалысқа төзімділікпен байланысты статикалық компонент осы жерде максимумға жетеді.

Сонымен қатар, тұрақты қозғалыс кезінде жетек тек 263 Н күш пен 6 кВт-қа дейінгі қуатты дамытады. Эквивалентті қуат (циклдегі қуаттың орташа мәні) 20,9 кВт; күштің эквивалентті мәні (орташа геометриялық мән) 2,5 кН.

Ұсынылған диаграммалар мен есептеулерді талдау жоғары көрсеткішті көрсетеді күш пен қуат қатынасы динамикалық режимдерде эквивалентті мәндерге дейін. Максималды қуаттың эквивалентке қатынасы шамамен 5: 1, күштер $\approx 2: 1$. Қысқа қашықтық үшін коэффициенттер аз болады, ел қозғалысы үшін - көп. Мұндай қатынастар гибриді көлік құралының электр жетегінің түрін таңдау және оның механикалық сипаттамаларын қалыптастыру басымдықтары болып табылады: ең жоғары жүктеме қабілеті бар электр жетегін таңдау керек; екі аймақтық жылдамдықты реттеу немесе күрделі орамалары бар көп жылдамдықты қозғалтқыштарды қолдану ұсынылады; электр жетегінің гиперболалық механикалық сипаттамасын қалыптастыру керек.

Көліктің кинетикалық энергиясының максималды жылдамдықтағы қоры шамамен 444 кДж құрайды. Бұл мән энергия сақтау құрылғысының қуат сыйымдылығын таңдау үшін негіз болып табылады. "Энергия терезесінің" кіші

мәндері келесі жеделдету үшін энергияны қайта өңдеуге мүмкіндік бермейді. Үлкен мәндер үдеткіш-тежеудің бірнеше циклін орындауға немесе электр дискісінен қуат режимінде ГТЗ ұзақ жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

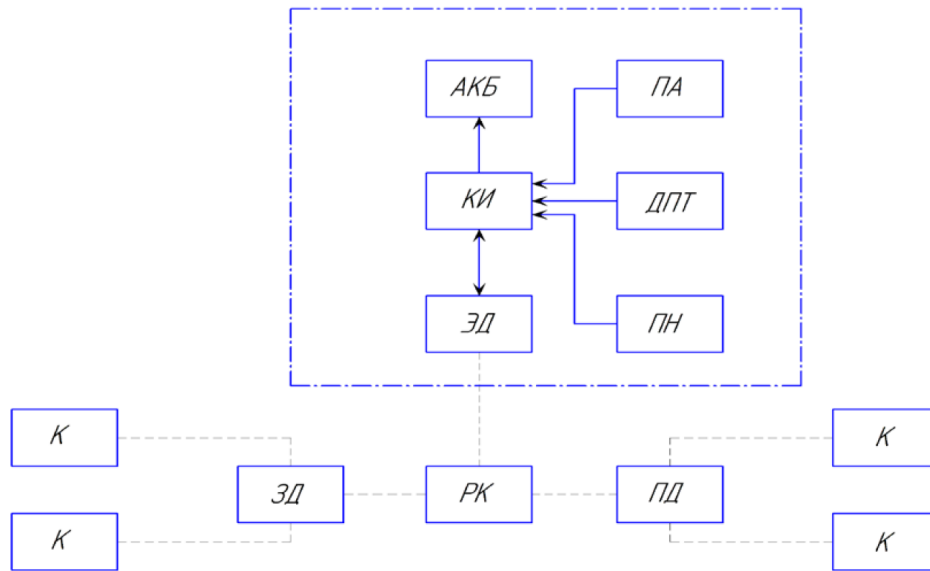
Қарастырылып отырған жағдайда жеделдету және тежеу режиміндегі қуат тең қабылданады. Тиісінше, регенеративті режимдегі орташа қуат 48 кВт құрайды. Бұл қуат сақтау құрылғысына қатаң талаптар қояды: қайта зарядталатын батареялардың барлық түрлері қарқынды қайта зарядтауды қамтамасыз ете алмайды. Мысалы, қорғасын-қышқылды аккумуляторлар үшін максималды разряд тогының қатынасы, заряд тогы шамамен 10: 1, литий-ионды батареялар үшін - 5: 1. Қажетті қуат зарядтау максималды рұқсат етілген мәннен аспайтындай етіп батареяны таңдау тым үлкен өлшемдер мен салмақты білдіруі мүмкін.

Біріктірілген тізбектерді қолдануды қамтамасыз ету керек, мысалы, ультра конденсатормен бірге, олар үшін заряд / разряд қуатының қатынасы шамамен 1: 1 құрайды.

2 Механикалық беріліс қорабы бар толық жетекті электромобильдің энергетикалық қуат қондырғысын әзірлеу

2.1 Энергетикалық электр станциясының құрылымдық схемасын әзірлеу

Механикалық беріліс қорабы бар төрт доңғалақты электромобильдің электр станциясының құрамына мыналар кіреді: электр қозғалтқышы (ЭҚ), контроллер-инвертор (КИ), аккумуляторлық батарея (АКБ) және басқару элементтері, мысалы, үдеткіш педаль (ҮП), қозғалыс бағытын ауыстырып-қосқыш (ҚБАҚ) және тежегіш педальды басу сенсоры (ТП), ол коммутатор болып табылады, ол іске қосылған кезде электр қозғалтқышын басқару контроллері Электр қозғалтқышын генератор режиміне ауыстырады. Бұл электр станциясының маңызды ерекшелігі-алдыңғы және артқы дифференциалдарымен механикалық байланысқан механикалық тасымалдау қорабының (ҚР) болуы, ал дифференциалдар өз кезегінде жартылай осьтер арқылы төрт жетекші дөңгелектермен механикалық байланысты. Механикалық беріліс қорабы бар төрт доңғалақты электр станциясының құрылымдық схемасы 9-суретте көрсетілген.



9-сурет. Механикалық беріліс қорабы бар толық жетекті электромобильдің электр станциясының құрылымдық схемасы

2.2 Механикалық беріліс қорабы бар төрт доңғалақты электромобильдің қуат қондырғысы үшін элементтер мен құрылғыларды таңдау

Қуаты 15-тен 20 кВт-қа дейінгі электр қондырғысы үшін электр қозғалтқышын таңдау керек. Golden Motor НРМ-20KW роторының орналасу датчиктері бар тұрақты магниттерден қозған коллекторсыз үш фазалы тұрақты ток қозғалтқышы таңдалды (10-сурет). Қозғалтқыштың сипаттамалары қойынды бетінде 2.1-кестеде [11] көрсетілген.



10-сурет. НРМ -20KW электр қозғалтқышының сыртқы түрі

Кесте 2.1 НРМ-20KW электр қозғалтқышының сипаттамалары

Номиналды кернеу $U_{номЭК}$, В	96
Номиналды қуат $P_{номЭК}$, кВт	20
Максималды қуат P_{max} ЭД, кВт	50
Номиналды айналу моменті $M_{ном ЭД}$, Н*м	80
Максималды айналу моменті M_{max} ЭД, Н*м	160
Айналу жиілігінің номиналды мәні $n_{ном ЭД}$, об/мин	3500
Максималды айналу жиілігі n_{max} ЭД, об/мин	6000
ПЭК $\eta_{эд}$, %	90
Массасы $m_{эд}$, кг	39

Қозғалтқыштың бұл түрін таңдау энергияны тұтынатын электромагниттердің орнына тұрақты магниттерден қозу әдісін қолдануға байланысты оның жоғары тиімділігіне байланысты. Сондай-ақ, электр қозғалтқыштарының бұл түрінде ресурсы шектеулі щетка-коллекторлық қондырғы қолданылмайды.

Аккумуляторлық батареяны таңдағанда, электр қозғалтқышының номиналды шығыс қуаты кезінде аккумулятордың разряд тогының номиналды мәні өндіруші көрсеткен мәндерден аспауы керек, ал электр қозғалтқышының максималды шығыс қуаты кезінде аккумулятор тогының рұқсат етілген ең ұзақ мәні аккумулятор берген номиналды токтың мәнінен кемінде 2 есе көп болуы

керек. Жоғарыда аталған талаптарды ескере отырып, НПО СТК 230/Сз-Аh-50V литий-темір-фосфатты аккумуляторы таңдалды, сыйымдылығы аккумулятор АКБ= 230 А*сағ аккумулятордың сипаттамалары 2.2-кестеде келтірілген [12].

Кесте 2.2 Батарея сипаттамалары

АКБ кернеуі $U_{акб}$, В	50
АКБ сыйымдылығы $C_{акб}$, А*ч	230
Заряд разряд циклдарының саны	3000
АКБ разрядының номиналды тогы $I_{ном}$ раз акб, А	230
АКБ разрядының максималды тогы I_{max} раз акб, А	1150
АКБ ішкі кедергісі $r_{вн}$, МОм	5
АКБ зарядтау тұрақты тоғының максималды мәні I_{max} зар, А	230
АКБ толық зарядталған кернеу U_{max} акб, В	58
АКБ кернеуінің толығымен босатылған U_{min} акб, В	45
Масса $m_{акб}$, кг	92

Электр қозғалтқышының қуат кернеуінің номиналды мәніне сәйкес келетін батарея кернеуінің мәніне жету үшін, сондай-ақ берілетін энергияны арттыру үшін екі бірдей, тізбектей қосылған батарея қолданылады. Бұл ретте, аккумуляторды құрастыру кернеуінің номиналды мәні бір аккумулятордың кернеу мәніне қатысты екі есе артады:

$$U_{акб\ сб} = U_{акб} * 2 = 50 * 2 = 100 \text{ В.}$$

Толық зарядсыздандырылған аккумуляторды құрастыру кернеуі:

$$U_{min\ сб} = U_{min\ акб} * 2 = 45 * 2 = 90 \text{ В.}$$

Толық зарядталған батареяны құрастыру кернеуі:

$$U_{max\ сб} = U_{max\ акб} * 2 = 58 * 2 = 116 \text{ В.}$$

Батареяны құрастырудың ішкі кедергісі:

$$r_{вн\ сб} = 2 * r_{вн} = 0,005 * 2 = 0,01 \text{ Ом.}$$

Осы аккумулятор жинағында жинақталған Энергия:

$$W_{сб} = C_{акб} * U_{акб\ сб} = 230 * 100 = 23000 \text{ Вт*ч.}$$

Екі аккумулятор тізбектей қосылған кезде, осы аккумулятор жинағының тізбегіндегі ток мәні бір аккумулятор тізбегінің ағымдық мәні сияқты болады, сондықтан аккумулятор жинағының ток сипаттамалары өндіруші көрсеткен аккумулятордың ток сипаттамаларына ұқсас болады.

Таңдалған электр қозғалтқышы мәні бойынша ротордың орналасу сенсоры бар үш фазалы синхронды машина болып табылады, ал электр қозғалтқышының бұл түрін тұрақты кернеумен қуаттандыру үшін контроллер-инвертор қажет – ротордың үш ораманың әрқайсысына қатысты орнын анықтайтын және белгілі бір уақытта роторды айналдыру үшін қажетті белгілі бір полярлық орамаларға кернеу беретін электронды жүйе. Жоғарыда аталған функциялардан басқа, қозғалтқышты басқарудың бұл электронды жүйесі электр қозғалтқышының қуатын қалпына келтіру және басқару сияқты қосымша функциялары бар электромобильдің электр станциясында қолданылуы керек. Жоғарыда аталған талаптарды ескере отырып, Golden Motor НРС700Н контроллер-инверторы таңдалды (11-сурет), әсіресе электромобильдердің электр станцияларында жұмыс істеуге арналған [13]. Контроллердің сипаттамалары 2.3-кестеде келтірілген.



11-сурет. НРС700Н контроллерінің көрінісі

Кесте 2.3 НРС700Н инвертор контроллерінің сипаттамалары

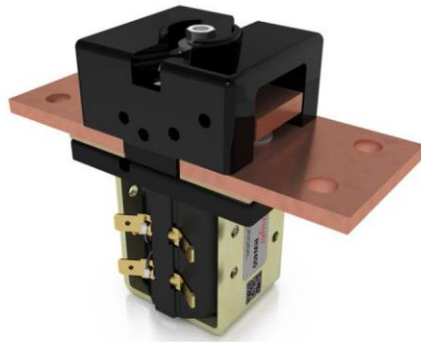
Номиналды кернеу $U_{\text{ном кнт}}$, В	96
АКБ тізбекбегі максималды орташа тұрақты ток $I_{\text{мах кнт}}$, А	280
Электр қозғалтқышының тұрақты фазалық тогының максималды мәні $I_{\text{мах ф кнт}}$, А	560
Контроллер тұтыну тогының тұрақты мәні $I_{\text{пит кнт}}$, А	4
Электр қозғалтқышына берілетін токтың нысаны	трапецеиалдық
Электр қозғалтқышының моментін басқару	Үдеткіш педальдан
ПӘК $\eta_{\text{кнт}}$, %	98
Масса $m_{\text{кнт}}$, кг	5,7

Инвертор контроллерінде 280 А іске қосу тогы бар оң полярлықты аккумулятор тізбегінде сыртқы балқитын сақтандырғыш бар, сонымен қатар инвертор контроллерінде электр станциясының жұмысына қажетті қосымша Пайдалы функциялар бар:

- регенеративті тежеу;
- кері айналу қосу мүмкіндігі;
- кіріс кернеуін тұрақтандыру;
- батареяны шамадан тыс зарядтаудан қорғау;
- аккумулятордың толық разрядынан қорғау;
- батарея тогын шектеу;
- фазалық токты шектеу;
- максималды айналу жиілігін шектеу;
- контроллер-инвертордың қызып кетуінен қорғау.

Электр қозғалтқышы үшін токтың шекті кіріс және шығыс мәндерін орнату контроллерді компьютерге USB кабелі арқылы қосу арқылы бағдарламалық түрде жүзеге асырылады.

Қуат тізбегін ауыстыру және контроллер-инверторға кернеуді беру үшін контактордың электромагниттік катушкасынан кернеуді беру немесе алу кезінде контактілері сәйкесінше жабылатын және ашылатын қуат контакторы қажет. Контактордың қуат контактілері басқару контроллерінің максималды батарея тогымен жұмыс істеу үшін есептелуі керек, ол 280 А, ал катушканың рұқсат етілген қуат кернеуі батарея кернеуінен кем болмауы керек, ол 100 В. Осы талаптарға сәйкес Albright RW400 контакторы таңдалды (12-сурет). Контактордың сипаттамалары 2.4-кестеде көрсетілген [14].



12-сурет. Albright RW400 қуат контакторы

Кесте 2.4 RW400 қуат контакторының сипаттамалары

Қуат контактілерінің максималды тогы I_{max} КК, А	400
Электромагниттік катушканың қуат кернеуі $U_{кат}$, В	6...240
Контактілердегі кернеудің төмендеуі $I_{КК} = 400$ А, $U_{П КК}$, мВ	40
Іске қосу саны	>1000000

Қуат контакторының электромагниттік катушкасының тізбегін ауыстыру кілтті бұру арқылы тұтану қосқышы арқылы жүзеге асырылуы керек. Сол сияқты, контроллердің батарея жинағынан қуат қосқышы бар.

Басқару контроллерін токтың шамадан тыс жүктелуінен қорғау үшін басқару контроллерінің қуат тізбегінде балқымалы сақтандырғыштарды пайдалану керек, олардың іске қосылуы 4 А басқару контроллерінің қосымша қуат тогының максималды деңгейінде болады, Littelfuse L15S004.T сақтандырғышы таңдалады. (13-сурет) 4А номиналды токпен және көлік құралының корпусына мықтап бекітілуі керек сақтандырғыш ұстағышымен (14-сурет) [15].



13-сурет. L15S004.T сақтандырғышы



14-сурет. *Littelfuse LSCR001* сақтандырғыш ұстағыш

Басқару контроллерінің Қуат Батарея тізбегін қорғау үшін номиналды тогы 275 А болатын Eaton FSO-250 В сақтандырғышы таңдалды [16]. Бұл сақтандырғыш басқару контроллерінің корпусындағы жиналмалы қосылыстардың блогына орнатылады. Сақтандырғыштың сыртқы түрі 15-суретте көрсетілген.



15-сурет-Eaton FWA-250b сақтандырғышы

Электр қозғалтқышының моментін басқару басқару контроллеріне қосылған Sauroon ЖКН Холл сенсоры бар электронды үдеткіш педаль арқылы жүзеге асырылады. Холл элементінің қоректенуі контроллердің ішкі кернеу көзінен, кернеуі 5 В.үдеткіш педальдан шығатын сигналдың кернеуі 1,1-ден 4,2 В-қа дейін [17]. Үдеткіш педальдың сыртқы түрі 16-суретте көрсетілген.



16-сурет. Saooon ЖН электронды үдеткіш педальының көрінісі

Тежегіш педальды басқан кезде қалпына келтіру режимін қосу үшін ішкі жану қозғалтқышы бар автомобильдің борттық желісінде қолданылатын сериялық тежегіш датчигін пайдалану жеткілікті, бұл жылжымалы коннекторы бар кәдімгі қосқыш.

2.3 Зарядтау станцияларын оңтайлы орналастырудың критерийлері, факторлары және шектеулері

Электромобильдердің зарядтау инфрақұрылымын жоспарлау кезінде көптеген факторлар мен шектеулерді ескеру қажет. Біріншіден, зарядтау станцияларын кім және не үшін орнататындығын ескеру қажет. Бұл жеке ұйым болуы мүмкін – электромобильдерді зарядтау станциялары желісінің иесі. Оның мақсаты, ең алдымен, минималды шығындармен пайданы көбейту. Мұндай ұйым станцияларды ықтимал пайдаланушыға ыңғайлы ең жоғары сұранысқа ие жерлерде орналастыруға тырысады. Егер муниципалды органдар инфрақұрылымды орналастырумен айналысса, онда шешім қабылдаушылар логистикалық және әлеуметтік факторларды ескеруі керек. Зарядтау станцияларын тиісті орындарға орнату арқылы белгілі бір дәрежеде қалалық трафикті қайта бағыттауға, жолдардың проблемалық учаскелерін түсіруге, қаланың жекелеген аудандарының дамуын ынталандыруға болады.

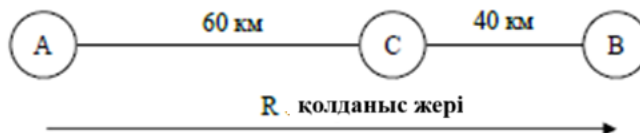
Электр желісіне қосылу нүктелерінің болуы маңызды шектеу болып табылады. Трансформаторлық қосалқы станциялар зарядтау станциясын орнатудың болжамды орнына мүмкіндігінше жақын орналасуы керек, бұл қоректендіру желісіндегі шығындарды азайтуға және жеткізуді ұйымдастыруға кететін шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Қалай болғанда да, негізгі шектеу зарядтау станцияларының желісін орналастыру құны болып табылады. Муниципалды немесе жеке кәсіпорында болсын, ресурстар шексіз емес, ол тек зарядтау станцияларының белгілі бір санын орната алады және одан көп емес. Дегенмен, электромобильдердің болжамды санын ескере отырып, олардың зарядтау сұранысын қанағаттандыру үшін зарядтау станциялары көп болады деп есептейміз. Яғни, зарядтау станцияларының немесе қосылу нүктелерінің саны, сондай-ақ олардың өткізу қабілеттілігі қаладағы барлық электромобильдерді зарядтауға жеткілікті болуы керек.

Біз зерттеу саласын баяу зарядтау станцияларымен, яғни айнымалы токпен жұмыс істейтін және шамамен 7 кВт қуат беретін станциялармен шектейміз. Бұл режимде электромобиль 3-4 сағат ішінде толық зарядтай алады. Иелері электромобильдерін түнде автокөлік үй маңында немесе гаражда болған кезде, сондай-ақ электромобиль электр зарядтағышпен жабдықталған автотұрақта болған кезде зарядтай алады.

Қазіргі заманғы электромобильдердің батареяларының сыйымдылығы-25-40 кВт*сағ, толық зарядта жүгіру-120-180 км. Біз әр электромобиль күнделікті зарядталады деп есептейміз, оның күнделікті жүрісі мүмкіндігінше аз болуы мүмкін. Шын мәнінде, шектеулі жүгіріс пен кепілдендірілген және жылдам зарядтау мүмкін невожможстігі туралы алаңдаушылық әлемдік нарықта электромобильдердің жылдам енгізілуін тежейтін негізгі факторлардың бірі болып табылады [1].

Электромобильдерге арналған зарядтау инфрақұрылымын жоспарлауға арналған әртүрлі дереккөздерде зарядтау станциясының "қызмет көрсету радиусы" ұғымы айтылған [2]. Негізінде, бұл жай ғана көлік құралының километрмен жүру шамасын немесе электромобиль белгілі бір уақыт ішінде бір зарядтан кейін жүре алатын қашықтықты білдіреді. Осылайша, қызмет көрсету радиусы шындықтан үлкен екенін ескеріңіз. А және В нүктелерінде делік (17-сурет) 100 км қашықтықта орналасқан зарядтау станциялары бар. Бастапқыда толық заряды бар Электромобиль А пунктiнен В пунктiне жетуi мүмкiн, алайда, көбінесе көлік құралының иесі белгілі бір С пунктiне жетіп, қайтып оралғысы келеді. Бұл жағдайда нақты километраж үлкен болады.



17-сурет. Зарядтаушы станцияның қамтитын радиусы

Сонымен қатар, бастапқы және соңғы нүкте арасындағы қашықтықты тек геометриялық түрде қарастыруға болмайды, өйткені автомобильдің нақты траекториясы түзу емес.

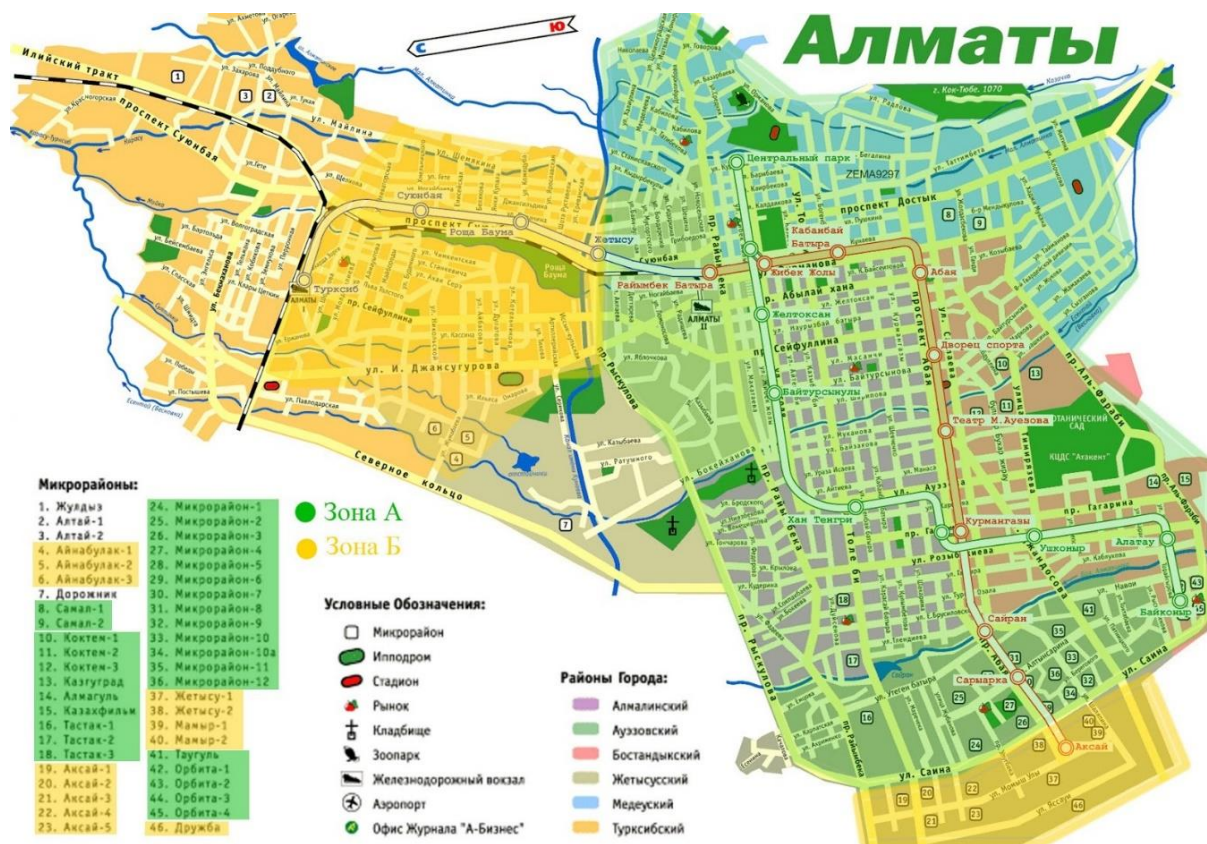
Осылайша, міндет қойылады: сұранысты қанағаттандыратындай етіп электромобильдерді зарядтау станцияларының ең аз санын орналастыру, оларды орнатуға ең аз шығындар болған жағдайда нақты қызмет көрсету радиусын қамтамасыз ету.

2.4 Сұраныс нүктелерін анықтауға арналған иерархиялық кластерлеу әдісі

Кез келген нысандарды оңтайлы орналастыруға қатысты көптеген математикалық тәсілдер бар [3-5]. Ең сәтті-иерархиялық кластерлеу әдісі [6]. Авторлар қаланы кластерлерге бөлетін тәсілді ұсынады, ал "сұраныс нүктелері" - зарядтау станциясын орнатудың қажетті орны, автомобиль трафиінің көлеміне қарай анықталады. Ол үшін жол қозғалысын бақылау камераларындағы деректерді немесе мысалы, жол төсемінің астына орнатылған кейбір датчиктерді/есептегіштерді пайдалану ұсынылады.

Біз станцияларды жылдам зарядтаудан гөрі баяу орналастыру мәселесін қарастырып жатқандықтан, әр аудандағы тұрғындардың санынан дұрысырақ болады. Электромобильдердің қажетті зарядтау нүктелерінің саны аудан тұрғындарына пропорционалды деп есептейік. Содан кейін өзгертілген кластерлеу әдісі келесідей болады.

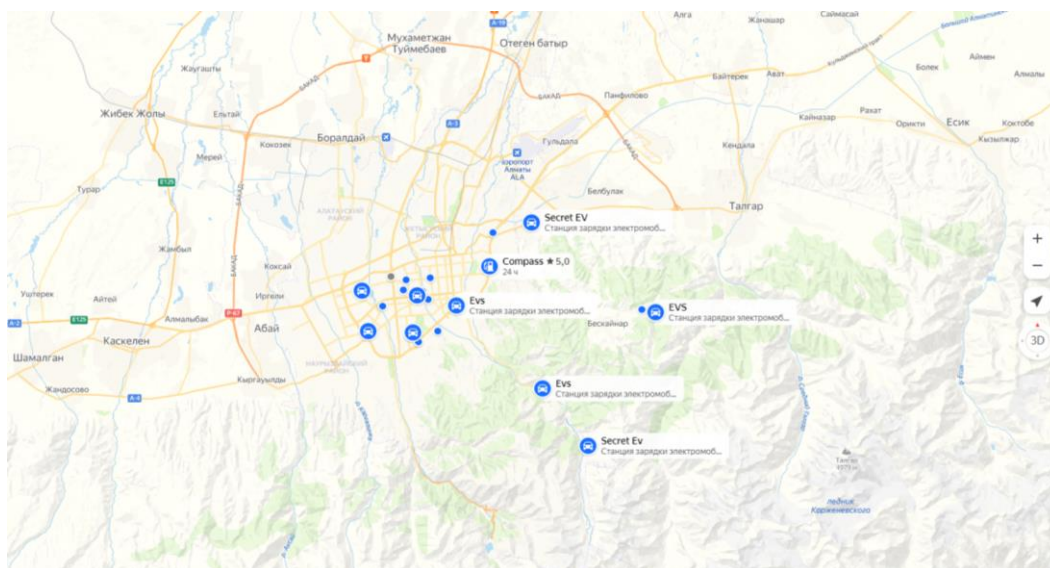
Біріншіден, қала картасы аудандарға бөлінеді, олардың әрқайсысында тұрғындардың саны анықталады. Суретте көрсетілгендей қаланың әкімшілік аудандарын пайдалануға болады. 18-суретте ірі тұрғын үй массивтерінің координаттарын қолмен орнатыңыз немесе тіпті ортогональды торды қолданыңыз.



18-сурет. Әкімшілік бөлініс картасы Алматы қаласы

Тор ұяшығы немесе қала аймағы және кластер деп аталады.

Содан кейін әр кластердегі тұрғындардың шамамен саны анықталады. Әкімшілік және кеңсе ғимараттары шоғырланған қаланың орталық бөліктері үшін тіркелген тұрғындардың санын емес, ғимараттардағы адамдардың санын алуға болады. Болашақта зарядтау станциялары ықтимал тұтынушылар санын ескере отырып орналастырылатын болады.



19-сурет. Алматы қаласының сұраныс нүктелері бар картасы

Аудандар бойынша сұраныс нүктелерінің координаттары және халық саны (2017 жылғы мәліметтер [7]) 2.5-кестеде келтірілген.

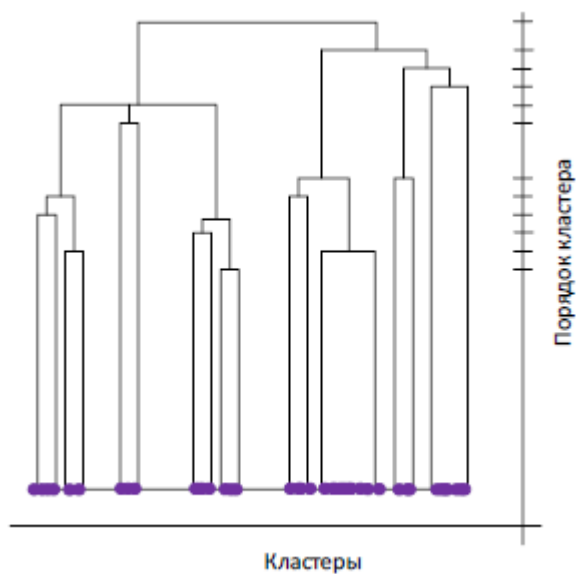
Кесте 2.5- Кластерлердің координаттары және халық саны.

Нүкте №	Координата, км		Халық саны мың адам	ауданы
	х	у		
1	-11,4	0	163	Медеу
2	-9,2	1,6		
3	-6	0		
4	-7,6	2,2		
5	-5,8	3		
6	-1,8	1,8	58	Бостандық
7	0	1		
8	-2,2	-0,4		
9	-1	-2,6		
10	1,2	-0,2	141	Алмалы
11	1,2	-2		
12	2,8	-1,8		
13	2,6	-4,2	158	Жетісу
14	3,8	-6		
15	2	-3,6		
16	3,2	4,4		
17	-0,8	6,4	113	Наурызбай
18	-1,6	8,4	144	Әуезов

19	-2,4	4,8		
20	0,6	2,8		
21	1,6	2,2		
22	2	2,6		
23	3,8	5	126	Алатау
24	5,6	6,4		
25	5	11,2		
26	5	0		
27	2,6	-2,8		
28	10	-6,6	73	Талғар
29	8,2			
30	7,6			
Барлығы			976	

Бастапқыда әрбір тұрғын үй/әкімшілік ғимарат, сауда кешені немесе автотұрақ сұраныс нүктесі ретінде қызмет ете алады. Мұндай нүктелер зарядтау станцияларының санынан әлдеқайда көп. Сондықтан бұл нүктелер тұрғындар санының критерийі бойынша кластерлерге біріктірілуі керек. Біріктірілген нүктелер екінші деңгейлі кластерді құрайды, бірнеше

Екінші деңгейдегі біріктірілген кластерлер үшінші деңгейдегі кластерді құрайды және т.б. Графикалық түрде бұл суретте көрсетілген "иерархиялық ағаш" деп аталады 20-суретте.



20-сурет. Иерархиялық кластер ағашы

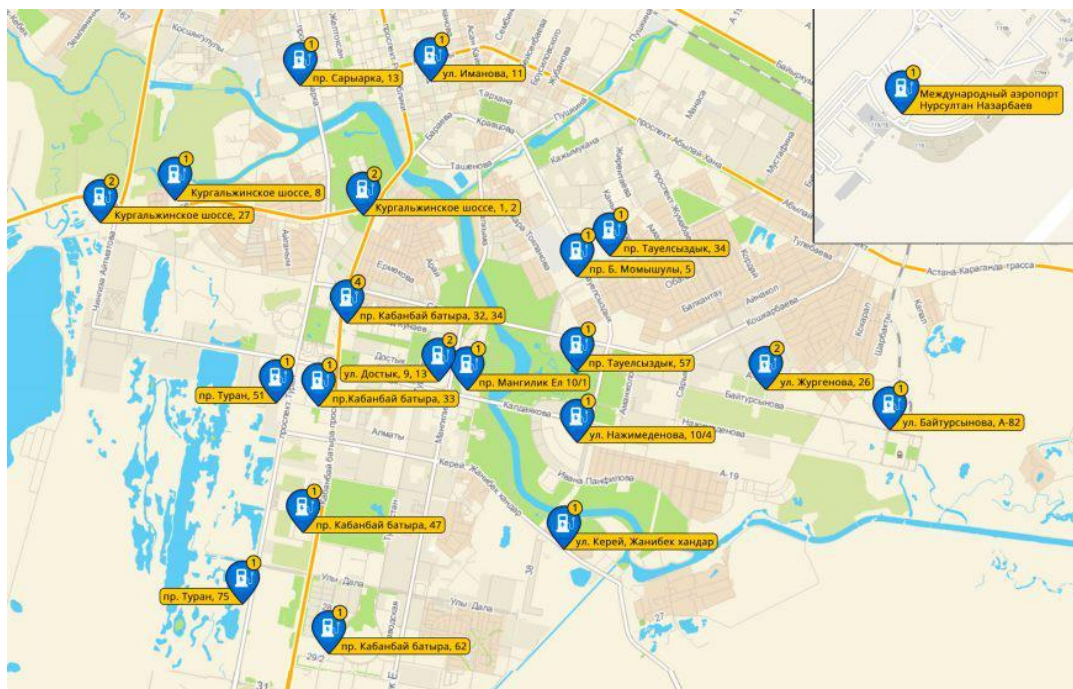
Әрбір жаңа жоғары деңгейлі кластердің орталығы ол біріктіретін нүктелердің немесе кластерлердің "масса орталығында" орналасқан. Яғни, кластердің орталығы халықтың тығыздығы жоғары нүктелерге қарай жылжиды.

Осылайша, иерархия деңгейі жоғарылаған сайын картада кластерлер азаяды. Бұл шешім қабылдаушыларға олардың иелігіндегі ресурстардың санын ескере отырып, иерархияның ең қолайлы деңгейін таңдауға мүмкіндік береді.

2.5 Зарядтау станцияларын орналастыруды оңтайландыру алгоритмі

Зарядтау станцияларын орнатудың мүмкін орындары-автотұрақтар, гараж кооперативтері, сауда-ойын-сауық кешендеріне іргелес аумақтар, паркингтер, қарапайым автомобильдерге арналған қолданыстағы жанармай құю станциялары және т.б. мұндай орындарды зарядтау станцияларын орналастыруға "үміткерлер" деп атайық.

21-суретте Алматы қаласының аумағында зарядтау станцияларын орнатуға үміткер нүктелер көрсетілген.

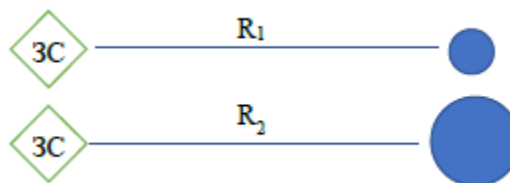


21-сурет. Электромобильдерді зарядтау станцияларын орналастыруға үміткер нүктелердің орналасуы

Зарядтау станцияларының орналасу алгоритмін әзірлеуге арналған бастапқы ақпарат зарядтау станцияларының саны әрқашан ықтимал кандидат нүктелерінің санынан аз болады деген болжам болып табылады. Үміткерлер

арасында Біз оңтайландыру критерийінің максимумы қамтамасыз етілетін нүктені іздейміз.

Зарядтау станциясының орналасқан жерін таңдаудың негізгі критерийі ретінде әрқайсысының салмағын ескере отырып, кластерлердің орталықтарына дейінгі қашықтықтардың қосындысын қабылдаймыз. Яғни, бірдей қашықтық әртүрлі сандары бар аудандар үшін әртүрлі бағаланады.



22 –сурет. Оңтайландыру критерийінің түсіндірмесі

Оңтайландыру критерийі келесідей есептеледі:

$$Q = \sum_i (R_i \cdot P_i) \rightarrow \min \quad (2.1)$$

мұндағы i -кластер нөмірі;

P_i - i -кластердегі халық саны.

Біздің мысалда 32 кластер, зарядтау станцияларының қол жетімді саны – 8 дана.

Зарядтау станцияларын орналастыру алгоритмін келесідей тұжырымдаймыз.

1. Біз иерархия деңгейімен белгіленеміз, ол қарастырудағы кластерлердің саны мен параметрлерін анықтайды

2. Электромобильдерге арналған зарядтау станцияларын орнатуға үміткерлер мен кластерлер орталықтарының координаттарын анықтаймыз

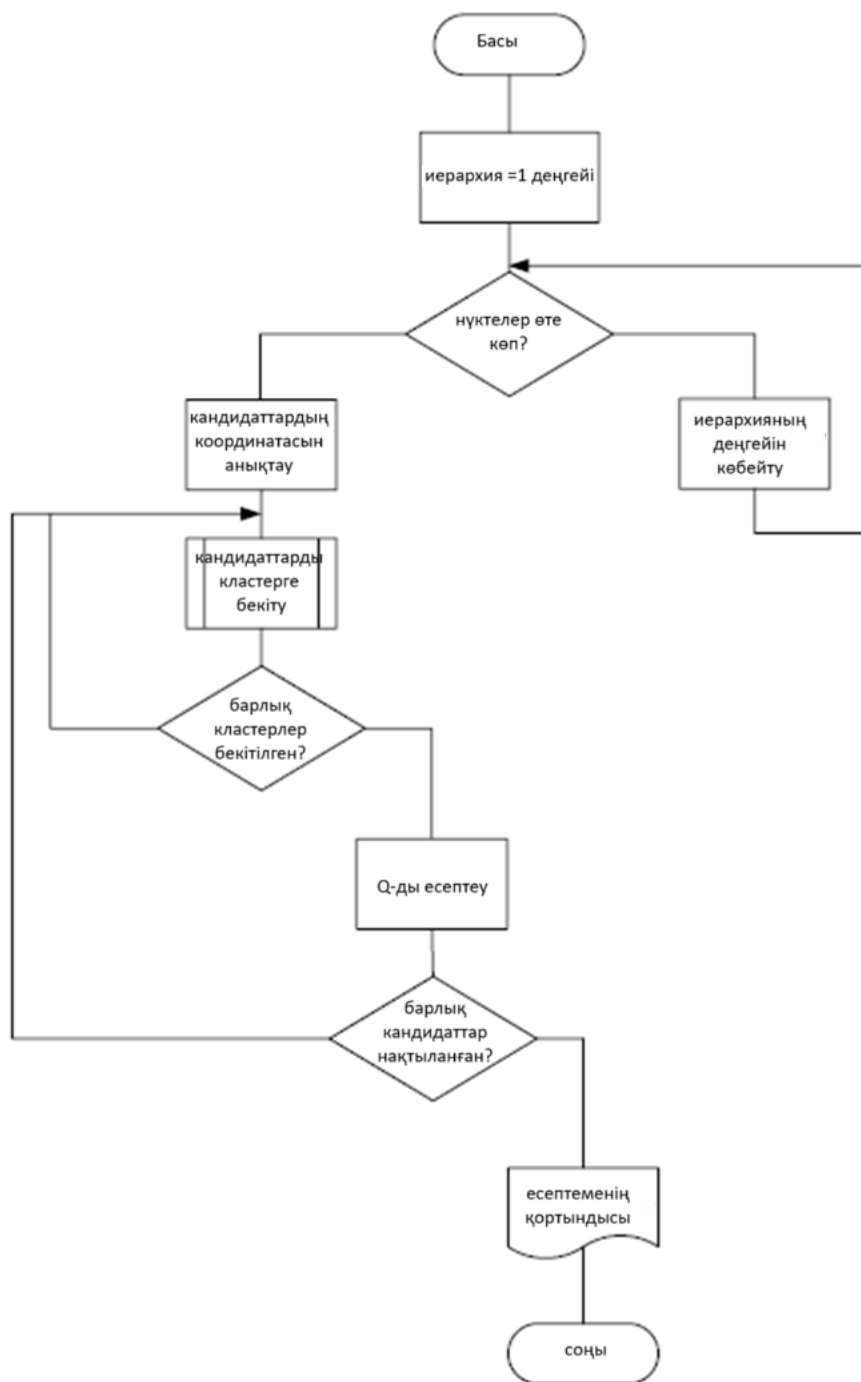
3. Әрбір үміткер нүктеге біз зарядтау станциясының қызмет көрсету радиусына негізделген кластерлерді бекітеміз. Бекітілген кластерлер ағымдағы итерациядағы тізімнен сызылып тасталады (басқа үміткер үшін есептелмеу үшін).

4. Барлық кластерлер үміткерлерге бекітілген кезде оңтайландыру критерийі есептеледі.

5. Есептеу нәтижесі (кандидат-нүктелер жиынтығы және алынған оңтайландыру критерийі) сақталады және итерацияға қатысқан үміткер-нүктелер тізімнен сызылып тасталады.

6. 1-5-тармақтар барлық үміткерлер қайта қабылданғанға дейін қайталанады.

Оңтайландыру алгоритмі 23-суретте көрсетілген.



23-сурет. Оңтайландыру алгоритмінің схемасы

"Салмақ" факторы ретінде басқа көрсеткіштер қолданылуы мүмкін екенін ескеріңіз, мысалы, әлеуметтік маңыздылық немесе жол-көлік желісі тұрғысынан ыңғайлылық, ұпайлармен көрсетілген.

Осылайша, ұсынылған алгоритм масштабталатын және икемді. Қолда бар ресурстарға сүйене отырып, шешім қабылдайтын адамдар кластер

иерархиясының деңгейін таңдай алады және оңтайландыру критерийіне әртүрлі мақсатты параметрлерді қоя алады.

3 Зарядтау станцияларының қуат трансформаторына әсері

Электромобильдердің заряд процесін және оның қосалқы станцияның қуат трансформаторының жұмысына әсерін талдау қазіргі энергетикадағы маңызды міндет болып табылады. Жолдардағы электромобильдер санының үнемі өсуімен бұл процестің энергетикалық инфрақұрылымға әсерін зерттеу және зарядтау станцияларын басқарудың оңтайлы әдістерін табу қажет.

Электромобильдерді зарядтау процесін бірнеше кезеңге бөлуге болады, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері мен ықтимал проблемалары бар. Бірінші кезең - электромобильді зарядтау станциясына қосу. Зарядтау станциясының түріне байланысты (жылдам немесе баяу) қосылу уақыты бірнеше минуттан бірнеше сағатқа дейін өзгеруі мүмкін [12].

Екінші кезең-белсенді заряд. Осы кезеңде, электромобиль электр энергиясын қосалқы станцияның қуат трансформаторынан алады. Маңыздысы, электромобильдер, әсіресе жылдам зарядтау жағдайында, айтарлықтай қуат тұтынуы мүмкін. Бұл трансформатордың шамадан тыс жүктелуіне және оның температурасының жоғарылауына әкелуі мүмкін [1].

Үшінші кезең-зарядты аяқтау. Белгілі бір заряд деңгейіне жеткеннен кейін электромобиль зарядтау станциясынан ажыратылады. Алайда, кейбір жағдайларда электромобильдер зарядтау станцияларына ұзақ уақыт қосыла алады, бұл энергияны қажетсіз тұтынуға және қуат трансформаторының шамадан тыс жүктелуіне әкелуі мүмкін [3].

Зарядтау станцияларының қосалқы станцияның қуат трансформаторына әсері айтарлықтай болуы мүмкін. Бірінші және айқын әсер трансформаторға жүктеменің артуы болып табылады. Электромобильдер, әсіресе жылдам зарядтау кезінде, көп қуат тұтынады. Бұл трансформатордың шамадан тыс жүктелуіне және оның температурасының жоғарылауына әкелуі мүмкін, бұл оның істен шығуына әкелуі мүмкін.

Алайда, зарядтау станцияларының қосалқы станцияның қуат трансформаторына әсері тек жүктемені арттырумен шектелмейді. Электромобильдер сонымен қатар ең жоғары жүктеме мәселелерін тудыруы мүмкін. Электромобильді зарядтау станциясына қосу кезінде электр қуатын тұтынудың күрт өсуі мүмкін, бұл электр тұрақтылығының проблемаларына және электр энергиясының сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Зарядтау станцияларына қатысты тағы бір маңызды мәселе-жүктемені басқару қажеттілігі. Бір уақытта бірнеше электромобильдер зарядтау станцияларына қосылған жағдайда, пайдаланушылар мен энергетикалық

компания арасында мүдделер қақтығысы туындауы мүмкін. Пайдаланушылар өз көліктерін тез зарядтағысы келуі мүмкін, ал Энергетикалық компания жүктемені трансформатордың шамадан тыс жүктелуіне жол бермейтін етіп басқаруы керек.

Бұл мәселелерді шешу үшін зарядтау станцияларын басқарудың оңтайлы әдістерін жасау қажет. Мүмкін болатын шешімдердің бірі-энергетикалық компанияға электр көліктері арасында энергияны тиімдірек бөлуге және қуат трансформаторының шамадан тыс жүктелуіне жол бермеуге мүмкіндік беретін зарядтау станцияларын динамикалық басқаруды енгізу.

Сондай-ақ, электромобильдерді зарядтау кезінде жаңартылатын көздерден энергияны пайдалану мүмкіндігін ескеру маңызды. Бұл қосалқы станцияның қуат трансформаторына жүктемені азайтуға және зарядтау станцияларының энергетикалық инфрақұрылымға теріс әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, электромобильдердің заряд процесін талдау және оның қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсері көптеген факторларды ескеруді қажет ететін күрделі міндет болып табылады. Зарядтау станцияларын оңтайлы басқару, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану және жаңа технологияларды әзірлеу зарядтау станцияларының қуат трансформаторына теріс әсерін азайтуға және энергетикалық инфрақұрылымның тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге көмектеседі.

Соңғы жылдары электромобильдер танымал бола бастады және бұл олардың жұмысын қамтамасыз ету үшін тиімді зарядтау жүйелерін дамыту қажеттілігін тудырды. Электромобильдерді зарядтаудың әртүрлі технологиялары қазірдің өзінде бар, бірақ олар әлі де белсенді даму және жетілу сатысында. Бұл бөлімде біз электромобильдерді зарядтау жүйелерінің даму перспективаларын және олардың қуат трансформаторларына әсерін қарастырамыз.

Электромобильдерді зарядтау технологияларын дамытудың негізгі тенденцияларының бірі зарядтау станцияларының қуатын арттыру болып табылады. Қазіргі уақытта көптеген зарядтау станцияларының қуаты 3-тен 22 кВт-қа дейін, бұл электромобильдерді бірнеше сағат ішінде зарядтауға мүмкіндік береді. Дегенмен, технологияның дамуымен және электромобильдердегі батарея сыйымдылығының артуымен жылдамырақ зарядтау қажет. Осыған байланысты қуаты 350 кВт-қа дейінгі зарядтау станциялары әзірленуде, бұл электромобильдерді бірнеше минут ішінде зарядтауға мүмкіндік береді. Алайда, зарядтау станцияларының мұндай жоғары қуаты қосалқы станцияның күштік трансформаторларына теріс әсер етуі мүмкін [1].

Қуат трансформаторлары электр желісінің негізгі элементтері болып табылады және кернеуді түрлендіруге және электр жабдықтарының тұрақты жұмысын қамтамасыз етуге арналған. Алайда, зарядтау станцияларының қуатының артуымен күш трансформаторларының шамадан тыс жүктелу қаупі бар. Жоғары зарядтау қуаты бар бірнеше электромобильдерді бір трансформаторға қосқанда, шамадан тыс жүктеме пайда болуы мүмкін, бұл оның

зақымдалуына немесе тіпті істен шығуына әкелуі мүмкін. Сондықтан күштік трансформаторларға жүктемені басқару жүйелерін әзірлеу және енгізу электромобильдердің сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды міндет болып табылады [7].

Қуат трансформаторларының шамадан тыс жүктелуінің бір ықтимал шешімі-ақылды желілерді (Smart Grid) пайдалану. Ақылды желілер электр энергиясын тұтынуды, соның ішінде электромобильдерді зарядтауды тиімдірек басқаруға мүмкіндік береді. Ақылды желілердің көмегімен зарядтау станциялары арасында қуатты динамикалық бөлуге болады, бұл трансформаторлардың шамадан тыс жүктелуіне жол бермейді. Сонымен қатар, ақылды желілер электр желісінің ағымдағы жүктемесін ескеруге және оның өзгеруін болжауға мүмкіндік береді, бұл электромобильдердің зарядтау қуатын оңтайлы бөлуге және қуат трансформаторларына жүктемені азайтуға мүмкіндік береді [13].

Электромобильдерді зарядтау жүйелерін дамытудың тағы бір перспективалы технологиясы-сымсыз зарядтау. Қазіргі уақытта зарядтау станцияларының көпшілігі аккумуляторды зарядтау үшін электромобильді сымды қосуды қажет етеді. Алайда, сымсыз зарядтау энергияны электромагниттік өріс арқылы тасымалдауға мүмкіндік береді, бұл ыңғайлы және қауіпсіз. Сымсыз зарядтаудың артықшылықтары бар, бірақ ол қуат трансформаторларына да әсер етуі мүмкін. Электромагниттік өріс арқылы энергияны беру қосымша қуатты қажет етеді, бұл трансформаторларға көбірек жүктеме әкелуі мүмкін. Сондықтан, электромобильдерді сымсыз зарядтау жүйелерін әзірлеу кезінде олардың күштік трансформаторларға әсерін ескеру және оларды қорғау үшін тиісті шараларды қарастыру қажет.

Осылайша, электромобильдерді зарядтау жүйелерін дамыту перспективалары зарядтау станцияларының қуатын арттыруды және электр энергиясын тұтынуды тиімді басқару үшін ақылды желілерді дамытуды қамтиды. Алайда, бұл технологиялардың күштік трансформаторларға әсерін ескеру және оларды шамадан тыс жүктемелерден қорғау үшін тиісті шараларды әзірлеу қажет. Сымсыз зарядтаудың даму перспективалары да бар, бірақ оның қуат трансформаторларына әсерін ескеруді қажет етеді. Тұтастай алғанда, электромобильдерді зарядтау жүйелерінің дамуы электромобильдер мен жалпы электр желісінің сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін электр желісі мен қуат трансформаторларының дамуымен келісілуі керек.

3.1 Зарядтау станцияларын модельдеу

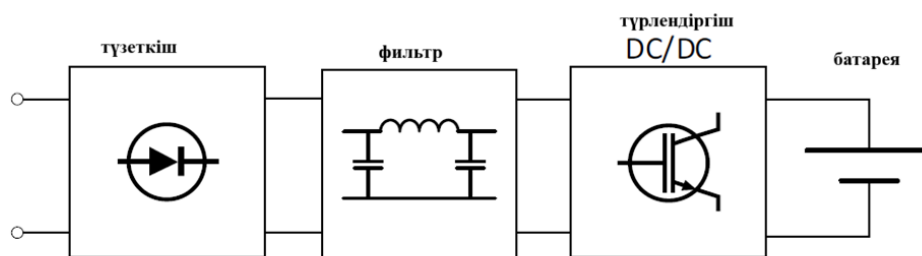
Зарядтағыштың жұмысының сипаттамасын жеңілдете отырып, зарядтағыштың міндеті кернеуді көлік құралының ішіндегі батареялардың қауіпсіз зарядталуын қамтамасыз ететін деңгейге дейін түзету және реттеу болып

табылады деп айтуға болады. Әрбір зарядтағыш екі негізгі бөліктен тұрады: зарядтағыш және DC/DC ток түрлендіргіші [3]. Зарядтағыш айнымалы токты тарату желісінен тұрақты токқа түрлендіреді, оның көмегімен аккумуляторды электромобильде зарядтауға болады. DC/DC ток түрлендіргіші, керісінше тұрақты кернеуді батареяның ағымдағы SoC - реттеуге жауап береді және зарядтау процесін басқарады.

Электрлік желіден көлікке энергия ағыны бар зарядтағыштар бар: олар электр желісінен қуат алады және олардың конструкциясы энергияны желіге қайта жіберуге мүмкіндік бермейді, мұнда екі жартысын түзету қамтамасыз етіледі. диодты көпір жүйесі арқылы [4]. Электр желісі мен зарядтағыш арасындағы электр энергиясының екі бағытты ағынын қамтамасыз ететін жүйелер барған сайын танымал бола бастады: оларға $v2g$ зарядтау жүйелері кіреді, онда екі басты ректификация транзисторлық-диодты жүйемен жүзеге асырылады [5].

Осы жұмыстың мақсаты үшін бір бағытты және екі бағытты зарядтағыштардың модельдері жасалды. Электрлік желіден көлікке энергия ағыны бар зарядтағыштар бар: олар электр желісінен қуат алады және олардың конструкциясы энергияны желіге қайта жіберуге мүмкіндік бермейді, мұнда екі жартысын түзету қамтамасыз етіледі. диодты көпір жүйесі арқылы [4]. Электр желісі мен зарядтағыш арасындағы электр энергиясының екі бағытты ағынын қамтамасыз ететін жүйелер барған сайын танымал бола бастады: оларға көліктен электрлік желіге зарядтау жүйелері кіреді, онда екі басты ректификация транзисторлық-диодты жүйемен жүзеге асырылады [5].

Осы жұмыстың мақсаты үшін бір бағытты және екі бағытты зарядтағыштардың модельдері жасалды. 24-суретте электромобильді зарядтағыштың жеңілдетілген блок-схемасы көрсетілген.

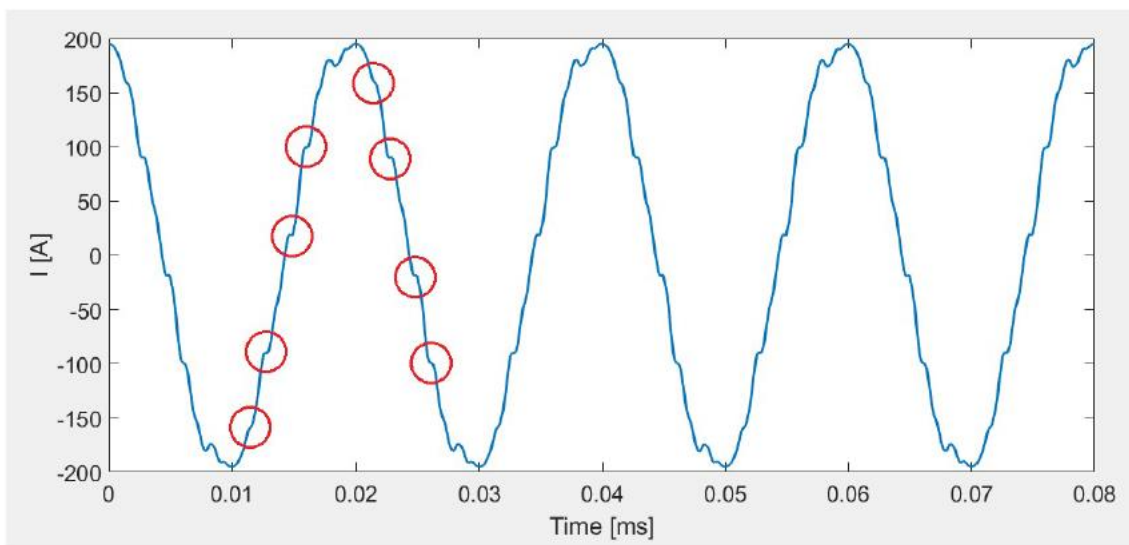


24-сурет. Электромобильді зарядтау жүйесінің блок-схемасы

3.2 Электрлік желіден көлікке (G2V) зарядтағыш моделі

G2V зарядтағышының жеке элементтерін тандау алдында қолда бар әдебиеттерді егжей-тегжейлі талдау және жүргізілген өлшеулерді талдау жүргізілді, оның барысында ток пен кернеу ағымының сипаттамалары алынып тасталды және ток пен кернеудің жоғары гармоникасының таралуы тіркелді., сипатталғандай [6-8].

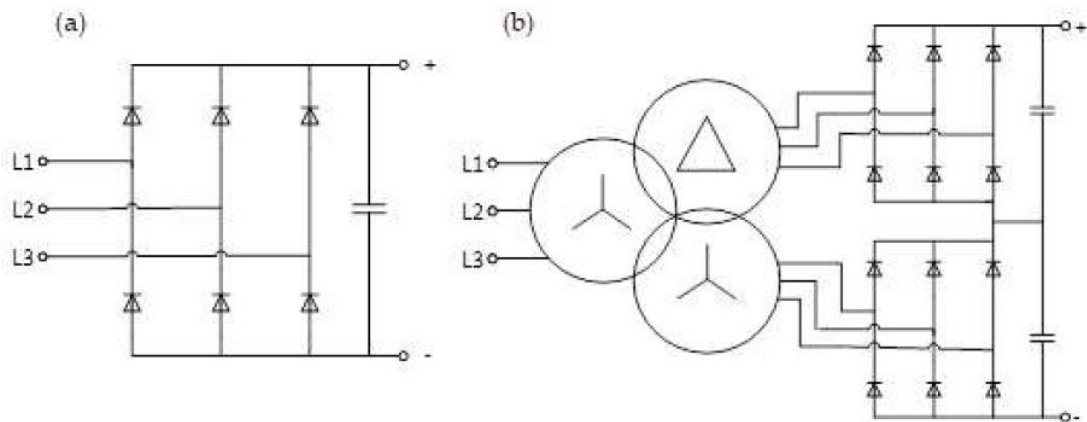
Түзеткіштің түрі имитацияланған токты қолданылатын түзеткіштің түрі белгілі жүйеде тіркелген өлшемдермен салыстыру негізінде таңдалды (25-сурет).



25-сурет. Электр көлігін зарядтау кезінде тіркелген L1 фазалық зарядтағыштың нақты кіріс тогы.

26-суретте көрсетілген ток кіріс жүйесі ретінде бақыланбайтын 12 импульсті түзеткішті қолдануға опасыздық жасайтын сипаттамалық "баспалдақтарды" (қызыл шеңберлермен белгіленген) көрсетеді [9]. Зерттеуге қажетті көбірек деректерді алу үшін өлшеу кезінде жоғары гармоникалық спектрлер жазылды және әр түрлі түзеткіштер үшін қабылданған жоғары гармониканың теориялық таралуымен салыстырылды.

Ұсынылған пайымдауларды пайдалана отырып, 12 импульсті түзеткішті қамтитын 200 квт зарядтағыш үлгісі әзірленді. 22 және 40 квт зарядтағыштардың үлгілерінде 6 импульсті түзеткіштер қолданылды-олар төмен номиналды қуатпен негізделген. Түзеткіш 29-суретте көрсетілген.

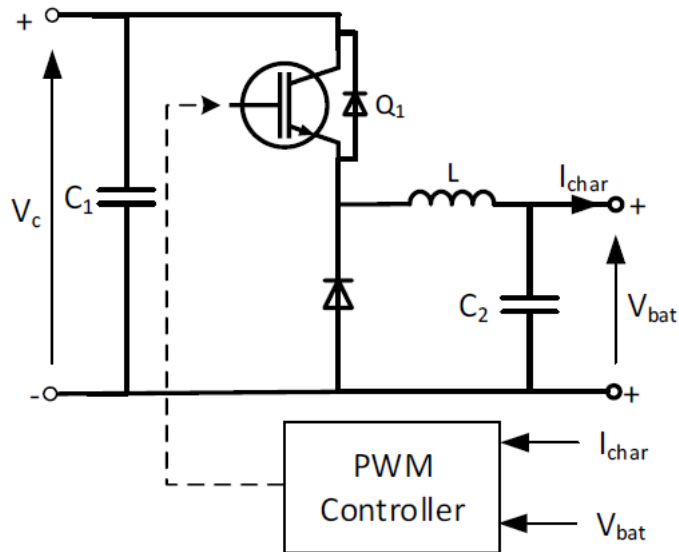


26-сурет. 6 импульсті (а) және 12 импульсті (б) түзеткіштердің қолданылған модельдері.

Жоғары қуатты жүйелерде (10 кВТ-тан жоғары) жоғары гармониканы демпферлеу үшін түрлендіргіш түзеткіштер, LC сүзгілері Т-жүйе, G-жүйе, немесе электромагниттік кедергі сүзгілері (ЕМІ сүзгілері) [10] жиі қолданылады. Бұл сүзгілерді пайдалану ток пен кернеудің берілуіне оң әсер етеді-олардың сипаттамалары тегіс болады, бұл зарядтау жүйелерінің электр энергиясының сапасына ықтимал теріс әсерінің төмендеуіне әкеледі. Егер сүзгілер жақсы пайдаланылса, зарядтағыштың түрін, зарядтағыштың кернеуінің мәнін және жүктеме тогының максималды мәнін ескеру қажет [1].

Қол жетімді топологиялардың бірімен құрастырылған DC/DC ток түрлендіргішін пайдалануға болады, мысалы, толық көпірлі немесе жартылай көпірлі трансформатор және трансформаторсыз бак, күшейту немесе бак-күшейту түрі [2]. Барлық топологияларда батареяны зарядтау тогы транзистордың жұмыс циклін өзгерту арқылы реттеледі. Бұл жиілік тарату желісінің жиілігіне қатысты өте жоғары және ондаған кГц-тен бірнеше МГц-ке дейін ауытқиды.

Электромобильді зарядтағыштардың әзірленген үлгілері бак топологиясында DC/DC ток түрлендіргішін пайдаланады. Бұл түрлендіргіш моделінің диаграммасы 27-суретте көрсетілген.



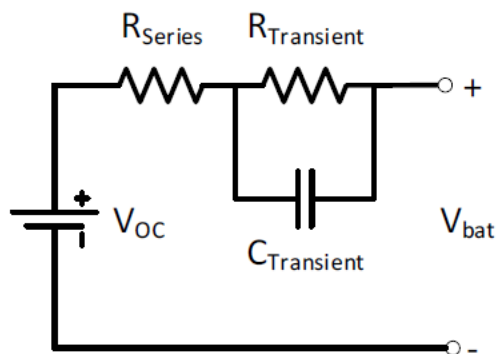
27-сурет. Бак типті инвертор моделі

Бұл топология негізінен электромобильдерді зарядтау жүйелерін модельдеуде көптеген қолданылуына байланысты таңдалды [2-4]. Бұл шешімнің танымалдылығы негізінен оның қарапайымдылығына және конвертер құрылысының соған байланысты төмен құнына байланысты. DC/DC түрлендіргіш моделінің дұрыс жұмыс істеуі Richtek компаниясының нұсқауларына сәйкес жасалған дұрыс таңдалған элементтермен қамтамасыз етіледі [5].

Түрлендіргішті басқару үшін транзистордың қосылуы мен қосылуын басқару үшін тікбұрышты сигнал шығаратын импульстің енін модуляциялаудың (PWM) автоматты басқару жүйесінің моделі жасалды. Бұл жүйе транзисторлық басқару сигналының жұмыс циклін басқару арқылы зарядтаудың ең жақсы жағдайларын қамтамасыз етеді. Максималды зарядтау тогы мен максималды зарядтау кернеуі анықтамалық мәндер ретінде берілген. Зарядтау тогының мәні ағымдағы мәннен төмен болған кезде, жүйе PWM жұмыс циклін қажетті мәнге—максималды зарядтау тогына жеткенше арттырады. Зарядтау тогы тым жоғары болса, жұмыс циклі азаяды.

Бұл процесс батарея кернеуі алдын ала орнатылған мәнге—максималды зарядтау кернеуіне жеткенше сақталады. Осы кезде жүйе зарядтау кернеуін тұрақтандыру режиміне ауысады.

[2-4] - те ұсынылған тәсілді қолдана отырып, Аккумулятордың моделі Тевениннің аккумуляторды ауыстыру схемасы негізінде әзірленді (28-сурет).

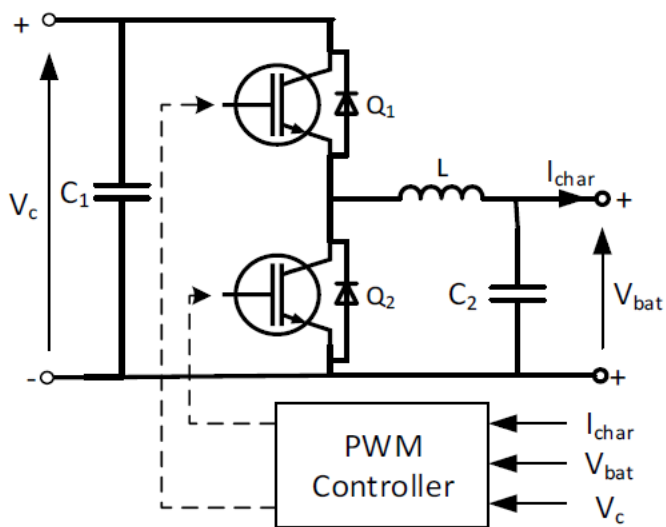


28-сурет. Батарейаның баламалы моделі.

3.3 Көліктен электрлік желіге (V2G) зарядтағыш моделі

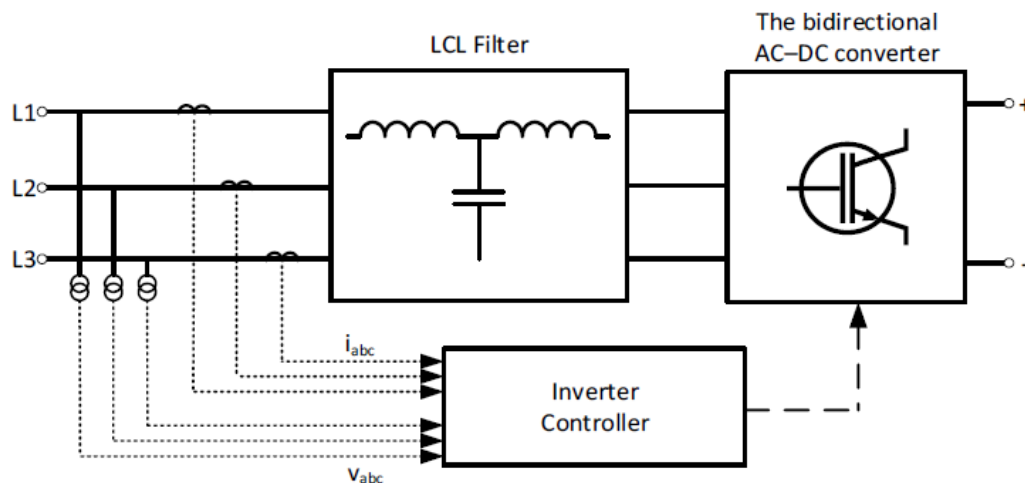
Бұрын әзірленген бак типті инвертор моделі электр көлігіндегі электр желісі мен аккумулятор арасындағы электр энергиясының екі бағытты ағынын қамтамасыз ететін зарядтағышты модельдеу үшін өзгертілді.

Зарядтағышты V2G режимінде қосуға мүмкіндік беретін маңызды қасиет-тұрақты ток кернеуі зарядтағышты беретін желілік кернеудің максималды мәнінен жоғары болуы. Демек, күшейту режимінде жұмыс істеуге мүмкіндік беретін күшейту топологиясының түрлендіргіші қолданылады (29-сурет). Бұл топология v2g зарядтағыш конструкцияларында жиі қолданылады [2,8].



29-сурет. Buck-boost түрлендіргішінің моделі.

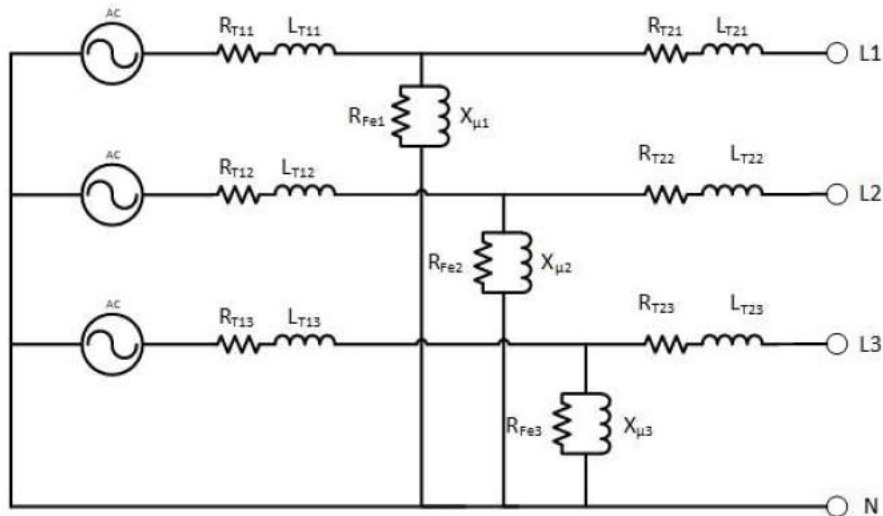
30-суретте көрсетілген модельде mosfet транзисторлық көпірі бар белсенді түзеткіш қолданылады. Бұл электр энергиясының екі жақты ағынын қамтамасыз етеді. G2V режимінде айнымалы токтың екі бағытты түрлендіргіші үш фазалы кернеуді тұрақты токқа дейін түзете алады [4]. Түзеткіш V2G режимінде жұмыс істегенде, ол тұрақты кернеуді айнымалы токқа түрлендіріп, қуатты желіге қайта жібере алады [3].



Сурет 30. MOSFET көпірі бар белсенді түзеткіштің моделі

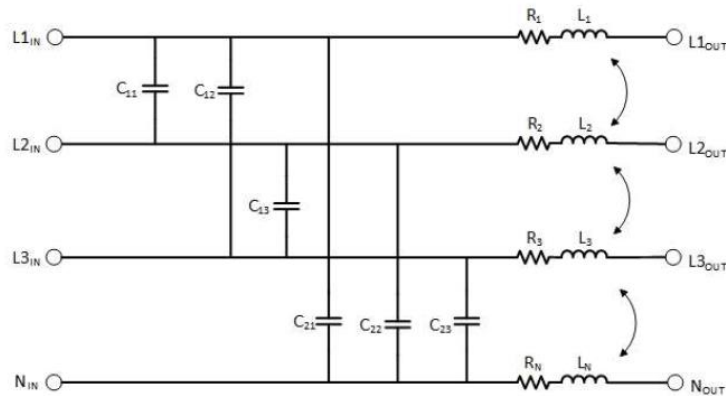
3.4 Төмен вольтты желілерді модельдеу

Модельдеу моделінде орташа кернеулі/төмен вольтты трансформатор (ОК/ТК трансформатор) станциясынан жеткізілетін нақты тарату желісі пайдаланылды. Номиналды қуат, номиналды жиілік, ядроның іске қосылуы, орамның жоғалуы, магниттелу реактивтілігі, орамның дисперсиясы, бастапқы және қайталама кернеу сияқты қуат көзінің трансформаторының параметрлері қарастырылды. 31-суретте трансформатор моделінің диаграммасы көрсетілген.



31-сурет. Орташа кернеулі (ОК)/төмен кернеулі (ТК) трансформатор моделі

Модельдеуде қолданылатын кабельдік желі үлгілері (32-сурет) кабель өндірушілері ұсынған деректерді пайдалана отырып әзірленген. Төмен вольтты кабельдік желілердің көлденең және бойлық параметрлері (сыйымдылық және индуктивті реактивтілік және кедергі) қарастырылды.



32-сурет. TN-C жүйесінде жұмыс істейтін төмен вольтты кабельдік желінің моделі.

Кабельдік модельді таңдау жеке жүктемелердің қуатын, кернеудің рұқсат етілген төмендеуін, ұзақ мерзімді ток өткізу қабілеттілігін және электр тогының соғуынан қорғауға қойылатын талаптарды қарастырды, бұл нақты параметрлері мен ұзындықтары бар желілерді салуға тікелей ықпал етті. Жобалық есептеулермен белгіленген электрмен жабдықтау желілері. Осы процедуралардың арқасында модельдеу кезінде желі тіпті бір рет шамадан тыс жүктелмеді, өндірушінің ұсыныстары мен энергетикалық жабдықты таңдау саласындағы жалпы техникалық білімі сақталды.

Поливинил оқшаулағышы бар алюминий кабельдерінің техникалық деректері өндірушінің каталогынан алынды [4]:

* $YAKY 4 \times 240 \text{ мм}^2-R = 0,125 \Omega / \text{км}, L = 0,223 \text{ мН} / \text{км};$

* $YAKY 4 \times 150 \text{ мм}^2-R = 0,206 \Omega / \text{км}, L = 0,23 \text{ мН} / \text{км};$

* $YAKY 4 \times 240 \text{ мм}^2-C = 1,32 \text{ мкф/км};$

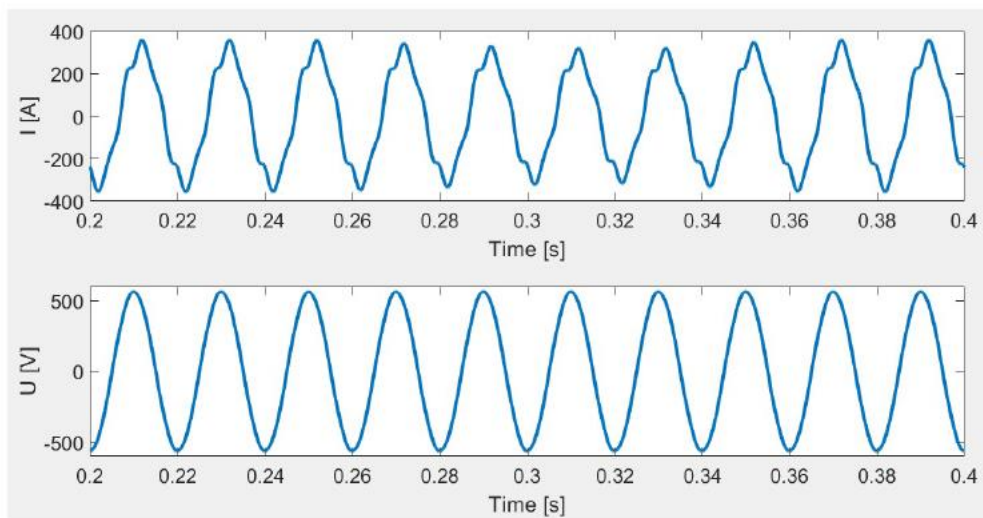
* $YAKY 4 \times 150 \text{ мм}^2 - C = 1,25 \text{ мкф/км}.$

Өндіруші туралы ақпаратқа сәйкес [4], кез келген жұп сымдардың өзара сыйымдылығы бүкіл кабель үшін берілген мәннің шамамен 60% құрайды.

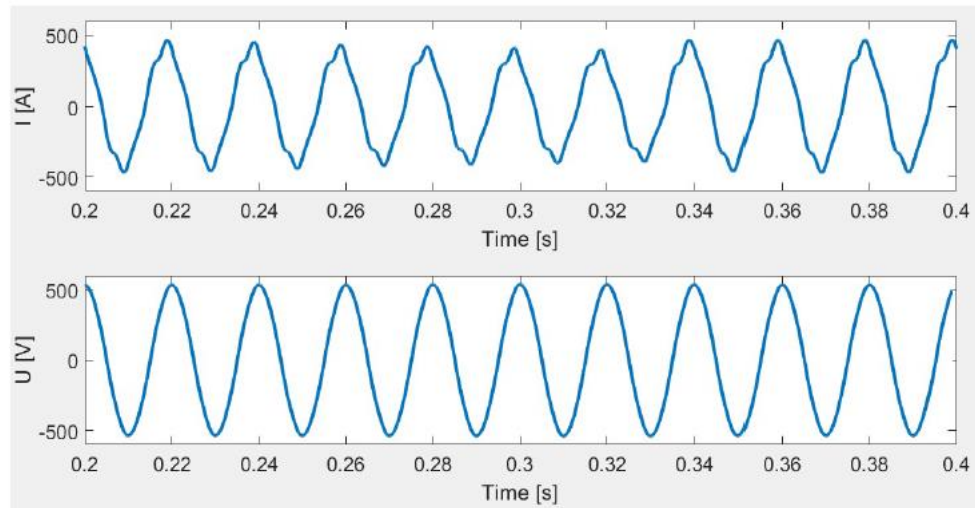
Зарядтағыштар мен желілердің әзірленген үлгілері үшін модельдеу зерттеулері жүргізілді және нәтижелер осы тарауда берілген. Әрбір жағдайда 630кВА трансформаторлық станциямен жұмыс істейтін төмен вольтты желі модельденді. Қуаты аз (22 және 40 кВт) зарядтағыштар үшін электр желісі көлденең қимасы 150 мм² алюминий кабелінің репродукциясы болды. Екінші жағынан, 200 кВт зарядтағыш номиналды токтың жоғарылауына байланысты 240мм² алюминий кабелінде модельденген.

3.4.1 Зарядтағыштарды модельдеу 22 кВт және 40 кВт

Төмен вольтты желіге бір тізбекте жұмыс істейтін бірнеше зарядтағыштар жүктелген екі жағдай зерттелді. Екі жағдай үшін де желі үшін ең нашар жағдайлар жүктеме тұрғысынан модельденді. 150 мм² алюминий кабелімен жасалған ұзындығы 200 м желіні 22 кВт-қа дейінгі жеті зарядтағышпен немесе 40 кВт-тық төрт зарядтағышпен жүктеуге болады деп есептелген. Қазіргі уақытта стандарттарда есептеулерді жүргізу кезінде бір мезгілде ескеру коэффициенті қарастырылмағандықтан, барлық зарядтағыштар бір уақытта жұмыс істейді деп болжанған. Модельдеу нәтижелері 33 және 34-суреттерде көрсетілген.



33-сурет. 22 кВт жеті айнымалы ток зарядтағышын беретін трансформатордың кернеуі мен тогы.

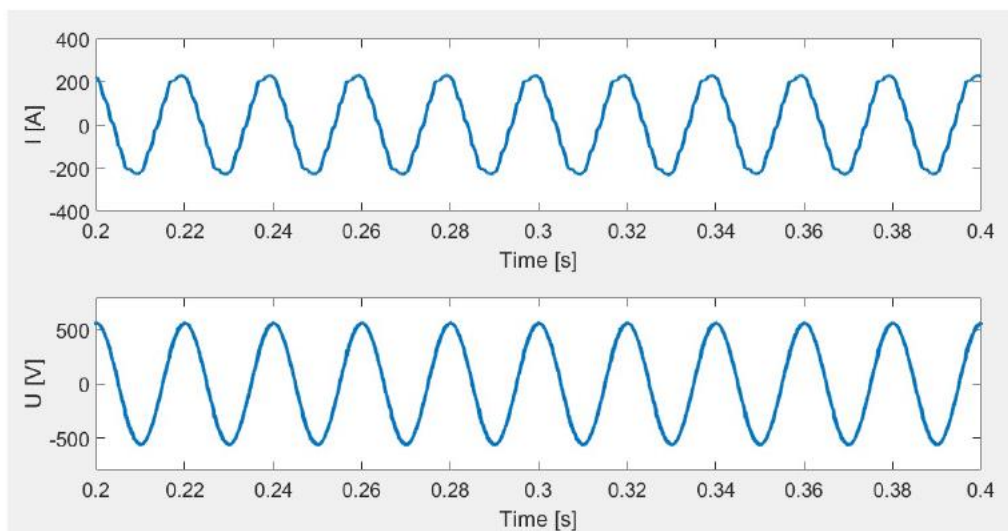


34-сурет. Төрт 40 кВт айнымалы ток зарядтағышын беретін трансформатордың тогы мен кернеуі.

Екі жағдайда да кернеу айтарлықтай деформацияланбаған; THD_U коэффициенті берілген желіде қуаты 40 кВт болатын төрт зарядтағыш бір уақытта жұмыс істейтін жағдай үшін 1% - дан аз мәнге жетті және қуаты 22 кВт болатын жеті зарядтағыш бір уақытта жұмыс істейтін жағдайдан сәл төмен. Екі сынақта мәні шамамен 10% құрады. Стандартта көрсетілген шарттар [11] орындалды.

3.4.2 Зарядтағыштарды модельдеу 200 кВт

Номиналды токтың мәніне байланысты 200 кВт зарядтағыштар үшін электрмен жабдықтау үлгісінде 240 мм² алюминий кабелімен жасалған желі қолданылады. Желінің максималды ұзындығы 250 м деп есептеледі. барлық модельдеулерде келесі элементтер ескерілді: жүктемелер, ток өткізу қабілеттілігі, кернеудің рұқсат етілген төмендеуі, электр тогының соғуынан қорғауға қойылатын талаптар, желілік типология. Ең нашар жағдай кабельдің ұзындығы 250 м-ге жеткенде болды, бірақ техникалық стандарттардың талаптары орындалды. Алдыңғы экспериментте айтылғандай, жүктеме мен желінің ұзындығы бойынша желінің жұмысының ең қолайсыз шарттары модельденді. Модельдеу сынақтарының нәтижелері 35-суретте келтірілген.

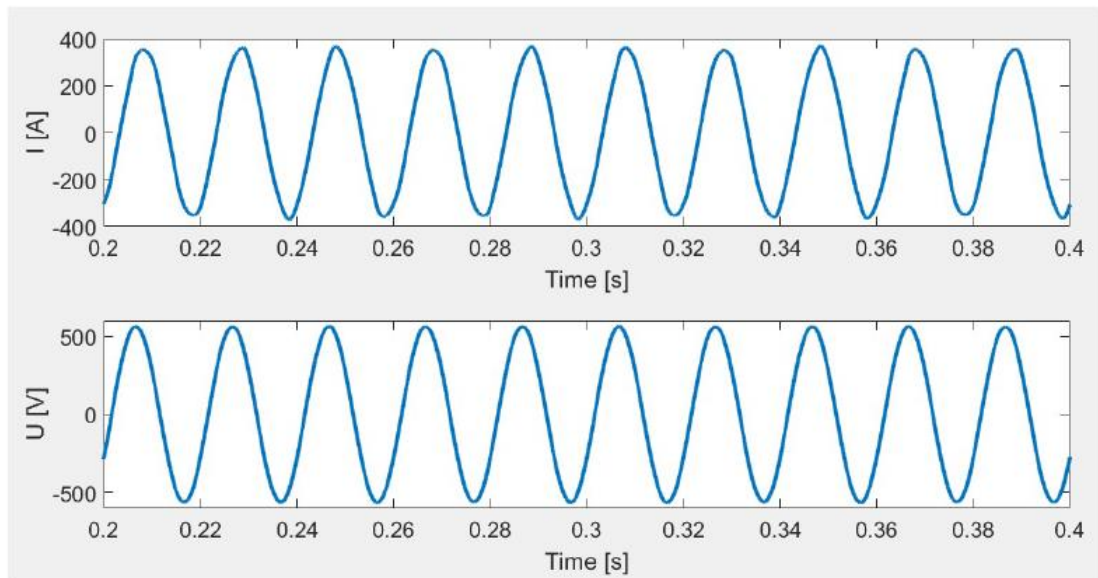


35-сурет. 200 кВт зарядтағышты беретін трансформатордың тогы мен кернеуі

Алдыңғы жағдайлардағыдай, жоғары қуатты зарядтағыш үшін ток және кернеу толқын пішіндері деформацияланбайды. Сәйкесінше 2,3% және 5,45% THD_U және THD_I мәндері де қанағаттанарлық.

3.4.3 40 кВт зарядтағыштарын модельдеу V2G

Келесі модельдеу 40 кВт-тық төрт зарядтағыштың V2G конфигурациясында жұмыс істеп, 80% - ға дейін зарядталған электромобильдердегі аккумуляторлардан электр желісіне қуат беретін жағдайды көрсетеді. Тор үлгісі қосымша 10 квар жүктемемен жүктелді. Модельдеу сынақтарының нәтижелері 36-суретте көрсетілген.



36-сурет. Төрт 40 кВт көлік құралын желіге қосу нүктесінде тіркелген ток пен кернеу (V2G) тұрақты ток зарядтағыштары

Модельдеу көрсеткендей, v2g режимінде жұмыс істейтін зарядтағыштары бар желіге максималды жүктеме кернеудің деформациясына теріс әсер етпеді. THD_U коэффициенті стандарт талап ететін мәндерден аспады [11]. Алайда, трансформатордан алынған ток айтарлықтай деформацияланған, ал THD_I коэффициенті 31,7% құрайды.

Әзірленген модельдер негізінде электромобильдерді зарядтау жүйелерінің электр энергиясының сапасына әсерін бағалау үшін модельдеу сынақтары жүргізілді. Зарядтау станцияларының сенімді модельдеу модельдерін жасау және олардың электр энергиясының сапасына әсерін бағалау мүмкін, бірақ сонымен бірге, қабылданатын шешімдердің көптігіне байланысты, бұл да қиын және күрделі.

Сонымен қатар, модельдеу арқылы электромобильдерді зарядтау жүйелерінің электр энергиясының сапасына әсерін бағалау үшін зарядтау станцияларының өзін ғана емес, сонымен қатар электр желісінің жекелеген элементтерін, яғни трансформатор мен электр желілерін егжей-тегжейлі модельдеу қажет. Басқа қосылған жүктемелерді және олардың торға ықтимал әсерін ескеру қажет.

Күтілгендей, эксперименттер көрсеткендей, бір тізбекте түрлендіргіш жүйелер неғұрлым көп болса, ток пен кернеу кезінде деформация соғұрлым көп болады.

Зарядтағыштың сенімді моделінің дизайны түзеткіш жүйесінің топологиясын, айнымалы және тұрақты ток жағында қолданылатын сүзгілерді,

зарядтағыштың қуатын, бірақ ең алдымен зарядтағыштың түрін дұрыс анықтауды қажет етеді. Бұл деректер зарядтағыш өндірушілерінен оңай қол жетімді емес, бірақ бос режимде және, ең алдымен, зарядтау режимінде жұмыс істейтін зарядтағыштың ток және кернеу толқындарының пішіндерін жазу арқылы алуға болады. Зарядтағышта қолданылатын түзеткіш зарядтағыштың тарату желісінен алатын токтың пішініне шешуші әсер етеді. Бұл гипотеза ұсынылған модельдеу арқылы дәлелденді.

Тәжірибелер көрсеткендей, THD_I коэффициенті 10% - дан асатын жағдайлар бар, бұл зарядтау станцияларының берілген желіде жұмыс істейтін басқа құрылғыларға теріс әсер ететінін және температураның жоғарылауы мүмкін екенін көрсетуі мүмкін. кабельдер мен жеткізу желілері.

Тарату және тарату желілері үшін электр энергиясының жоғалуы маңызды және бүкіл энергетикалық жүйенің тиімділігіне әсер етуі мүмкін екенін ескере отырып, құрылғылар шығаратын токтың жоғары гармоникасының мазмұнын анықтайтын қолданыстағы стандарттарды қайта қарау және бағалау қажет. электрмен жабдықтау желілеріндегі түрлендіргіш жүйелердің көбеюі. Бұл өте маңызды, өйткені THD_U мәніне қайшы, рұқсат етілген THD_I мәндері ешқандай ережелермен немесе заңдармен анықталмайды. Кабельдер мен трансформаторлар төмен өткізгішті сүзгілер ретінде әрекет етеді, бұл зарядтағыштар тартатын токтың пішініне және кернеудің деформациясына әсер етеді. Қазіргі уақытта электр желілерін жобалау принциптерін анықтайтын стандарттар тек электрмен жабдықтау желілерінің параметрлерін және берілген қабылдауға қажетті қуатты ғана қарастырды. Олар, мысалы, кабельдерді немесе трансформаторларды таңдау ережелерін бермейді, егер бір тізбекте электромобильдердің бірнеше зарядтағыштары жұмыс істейтін болса. Желінің электромобильді зарядтағыштармен қанықтылығы осы желінің жұмысына қалай әсер ететіні нақты көрсетілуі керек.

Мұндай талдаудың салдары кабельдер мен сымдарды электр көліктерін зарядтау жүйелері тудыратын жоғары гармоникалық токтардың әсерінен қыздыруды және кернеудің ықтимал деформацияларын ескере отырып, оларды таңдау принциптерін анықтайтын жаңа техникалық регламенттерді әзірлеу болуы керек зарядтағыштар тартатын синусоидалы емес токтардың нәтижесінде.

V2G режимінде жұмыс істейтін зарядтағыштар болашақта смарт тор элементтерінің бірі ретінде пайдаланылуы мүмкін, өйткені мұндай жүйелер электр энергиясының резервуарлары ретінде әрекет ете алады, олар белгілі бір уақытта желіге қайтарылуы мүмкін. Тиісті заңнаманы, нарықтық модельді және электромобиль пайдаланушыларының хабардарлығын ескере отырып, бұл электр энергиясына күнделікті сұраныс қисығының қалыптасуына тікелей әсер етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста электромобильдер үшін зарядтау станцияларының параметрлерін ұтымды орналастыру және оңтайландыру мәселесі шешілді.

Иерархиялық кластерлеу әдісіне негізделген тәсіл ұсынылады. Оның мәні көптеген факторлар мен шектеулерді ескере отырып, зарядтау станцияларының орналасқан жерлеріне "үміткерлер" таңдалады, ал олардың ішінен оңтайландыру критерийлерінің максимумын қамтамасыз ететіндер таңдалады, яғни, әрқайсысының халқын ескере отырып, кластерлерге дейінгі қашықтықтың минимумы. "Салмақ" факторы ретінде басқа Көрсеткіштер қолданылуы мүмкін, мысалы, әлеуметтік маңыздылық немесе жол-көлік желісі тұрғысынан ыңғайлылық.

Жұмыста ұсынылған алгоритм масштабталған және икемді. Қолда бар ресурстарға сүйене отырып, шешім қабылдайтын адамдар кластер иерархиясының деңгейін таңдай алады және оңтайландыру критерийіне әртүрлі мақсатты параметрлерді қоя алады.

Жүргізілген модельдеу электромобильдерді зарядтау жүйелерінің электр энергиясының сапасына белгілі бір әсері бар екенін көрсетеді. Дегенмен, құрылғылардың осы түріне сәйкес дизайн стандарттарын сақтай отырып, бұл әсер шамалы болуы мүмкін. Өндірушілер қолдана алатын шешімдердің көптігін ескере отырып, қазіргі уақытта қолданылып жүрген нормалар мен техникалық стандарттарды қайта қарау және электр энергетикасының осы саласына тікелей бағытталған жаңаларын әзірлеу ұсынылады. Дұрыс таңдалған қуат кабельдері мен трансформаторларына қарамастан, кернеу мен токтың бұрмалануы мүмкін екендігіне ерекше назар аудару керек. Сондықтан техникалық стандарттарға негізделген электрлік есептеулерге қосымша желілік модельдерді әзірлеу және модельдеу сынақтарын жүргізу ұсынылады.

Авторлардың одан әрі жұмысы зарядтағыштар мен тарату желісі арасындағы ынтымақтастық тәсілін нақтылайтын болжамдарды әзірлеуге бағытталады. Авторлар өз зерттеулерін болашақта мобильді энергияны сақтау ретінде пайдалануға болатын және күнделікті жүктеме қисығын тегістеу үшін пайдалануға болатын V2G қызметі бар зарядтағыштарға бағыттайды. Негізгі мақсат-v2g зарядтағыштарын тарату торына қосу ережелері мен талаптарын сипаттау. Авторлар v2g қызметі бар зарядтағыштар ұсынатын көптеген артықшылықтар мен мүмкіндіктерді көреді. Олар v2g зарядтағыштарын микрожелілерге арналған жылжымалы энергия қоймасы ретінде енгізу үшін талдаулар дайындайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Овечников В.В., Фишельсон М.С. Городской транспорт.- М.: Высшая школа, 1976.-352 с.
- 2 Атаманов Ю.Е., Мазаник К.И. Теория подвижного состава. Трамвай.- Минск: БНТУ, 2008.-388с.
- 3 Максимов А.Н. Городской электротранспорт: Троллейбус, М.: – Изд. центр «Академия», 2004. – 256 с.
- 4 Маневровый тепловоз ТЭМ9Н Sinara Hybrid с гибридной силовой установкой. //Официальный сайт ОАО «Синара-Транспортные Машины»
- 5 Звезгинцов С. Электромобили: будущее уже здесь [электронный источник]. – Опубликовано 09.02.2017. – URL: <https://www.Forbes.ru>
- 6 Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 576 с.
- 7 Онищенко Г.Б. Электрический привод. Учебник для вузов.- М.: РАСХН, 2003. – 320с.: ил.-ISBN 5-85941-045-X.
- 8 Клевцев А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока. – М.: Изд. Граф и Ко, 2008. – 224 с.
- 9 Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 265 с.
- 10 Поискковая система ФИПС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1528929763999
- 11 Электродвигатель *HPM-20KW* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.goldenmotor.com/>
- 12 Литий-железо-фосфатная АКБ *230/C3-Ah-50V* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sskgroup.ru/files/li-ion.pdf>
- 13 Контроллер-инвертор *HPC700H* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.goldenmotor.com/>
- 14 Силовой контактор *Albright RW400* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.albrightinternational.com/products/rw400/>
- 15 Предохранитель *Littelfuse L15S004.T* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.littelfuse.com/~media/electrical/datasheets/fuses/semiconductor-fuses/littelfuse_fuse_semiconductor_datasheet.pdf
- 16 Предохранитель *Eaton FWA-250B* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digikey.co.il/product-detail/en/eaton/FWA-250B/FWA-250B-ND/5434973>
- 17 Педаль акселератора *Sayoon JKH* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sayoon.com/en/ProductView.Asp?ID=303>
- 18 СТ КазНИТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазНИТУ, 2023.

Тақырыбы: «Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу»

6В07101 – Энергетика

(шифр және мамандық атауы)

Қалкенұлы Исатай

(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына

(жұмыс түрінің атауы)

СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыста электромобильдер үшін зарядтау станцияларының параметрлерін ұтымды орналастыру және оңтайландыру мәселесі шешілді.

Иерархиялық кластерлеу әдісіне негізделген тәсіл ұсынылады. Оның мәні көптеген факторлар мен шектеулерді ескере отырып, зарядтау станцияларының орналасқан жерлеріне "үміткерлер" таңдалады. Жұмыста ұсынылған алгоритм масштабталған және икемді. Қолда бар ресурстарға сүйене отырып, шешім қабылдайтын адамдар кластер иерархиясының деңгейін таңдай алады және оңтайландыру критерийіне әртүрлі мақсатты параметрлерді қоя алады.

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

Жұмысты бағалау:

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Қалкенұлы Исатайдың дипломдық жұмысы В «жақсы» (80 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

Сын-пікір беруші

М.Тынышпаев атындағы АЛТ
университеті, Энергетика кафедрасының
ассистент-профессоры т.ғ.к.

А.Т.Егзекова



2024 ж.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

Қалкенұлы Исатай

6В07101 - Энергетика

"Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу"
дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Осы дипломдық жұмыста студент Қалкенұлы Исатай, Дипломдық жұмыста электромобильдер үшін зарядтау станцияларының параметрлерін ұтымды орналастыру және оңтайландыру мәселесін қарастырған

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, Электромобильдер мен зарядтау станцияларындағы технологияларына шолу, Механикалық беріліс қорабы бар толық жетекті электромобильдің энергетикалық қуат кондырғысын әзірлеу, Зарядтау станцияларының қуат трансформаторына әсері, қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жұмыстағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, зерттеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Қалкенұлы Исатай теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Қалкенұлы Исатай «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын В «жақсы» 80 баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші

PhD докторы, қауым. профессор

 Н.Балгаев

(қолы)

«31» 05. 2024 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қалкенұлы Исатай

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу

Научный руководитель: Нуржан Балгасв

Коэффициент Подобия 1: 4

Коэффициент Подобия 2: 2.4

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 31.03.2024.

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қалкенұлы Исатай

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электрлік көліктерді зарядтау процесінің қосалқы станцияның күштік трансформаторының жұмысына әсерін зерттеу

Научный руководитель: Нуржан Балгаев

Коэффициент Подобия 1: 4

Коэффициент Подобия 2: 2.4

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 19.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетики
Сараев Боб ЕА.