

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ИРРИГАЦИЯ
УНИВЕРСИТЕТІ

6B07111-«Автомобильдер және автомобиль шаруашылығы» БББ

«Қорғауға жіберілді»

БББ жетекшісі

 Жүсіп Т.С.

«09» 06 2026 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Электр көліктерін енгізу жағдайында автокөлік шаруашылығын
ұйымдастыру ерекшеліктері»

Орындаған


/қолы/

Ерлан Дамир Ерланұлы
/аты-жөні/

Ғылыми жетекшісі


/қолы/

т.ғ.к., қауым. профессор Шилибек К.К.

ТАРАЗ 2026

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ИРРИГАЦИЯ
УНИВЕРСИТЕТІ

БББ 6B07111-«Автомобильдер және автомобиль шаруашылығы»

Диплом жобасын орындауға арналған
ТАПСЫРМА

Білімгер Ерлан Дамир Ерланұлы

Жобаның тақырыбы «Электр көліктерін енгізу жағдайында автокөлік шаруашылығын ұйымдастыру ерекшеліктері»

ЖОО «31» қазан 2025 ж. № 138 бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны (жұмысты) тапсыру мерзімі «22» мамыр 2026 ж.

Жобаға берілген негізгі көрсеткіштер:

1. Дипломдық жобаны орындауға арналған БББ тапсырмасы;
2. Диплом алдындағы тәжірибе есебі;
3. Дипломдық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар;

Диплом жобасында (жұмыс) қаралуға тиісті сұрақтардың тізімі немесе дипломдық жобаның (жұмыс) қысқаша мазмұны:

- 1) КІРІСПЕ;
- 2) ҚАЛА АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ;
- 3) МАТЕРИАЛДАР ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ;
- 4) АВТОКӨЛІКТЕРДЕН ШЫҒАТЫН ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРДЫ ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРУ;
- 5) ҚОРЫТЫНДЫ.

Сызба материалдарының тізімі (негізгі сызуларды анық көрсету керек):

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

1. Напольский Г.М. «Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания». М., Транспорт, 1985ж. 231 бет
2. Крамаренко Г.В. «Техническое обслуживание автомобилей». М., Транспорт, 1989 ж. 368 бет
3. Анисимов А.П. «Организация и планирования автотранспортных предприятий». М., Транспорт, 1982 ж. 259 бет
4. Буторина М.В., Дроздова Л.Ф., Иванов Н.И. и др. Инженерная экология и экологический менеджмент.—М.: Логос, 2004.—520 с.

Жоба (жұмыс) бойынша кеңесшілер, жоба (жұмыс) бөлімдеріне тиістісін көрсету керек

Бөлім	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Еңбекті қорғау және өнеркәсіптік экология	Шилібек К.К.	24.05.28	Шилібек
Экономикалық бөлім	Шилібек К.К.	24.05.28	Шилібек
Норма бақылау	Шилібек К.К.	03.06.28	Шилібек

Диплом жобасын (жұмыс) дайындау
КЕСТЕСІ

№ р/н	Бөлімдердің аттары, қаралған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсететін мерзімі	Ескертпелер
1	КІРІСПЕ	11.12.2025	
2	ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ	22.12.2025	
3	ЗАРЯДТАУ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ	14.01.2026	
4	ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІК ЕСЕБІ	15.02.2026	
5	ҚОРЫТЫНДЫ	03.04.2026	

Тапсырманы берген күн «07» қазан 2025 ж.

БББ жетекшісі

Жобаның (жұмыс) жетекшісі

Жүсіп Т.С.

Шилібек К.К.

Тапсырманы орындауға алды

Білімгер

Ерланұлы Д.

АНДАТПА

Дипломдық жобада электр көліктерін (EV) автокөлік шаруашылығына енгізу жағдайындағы ұйымдастырушылық, техникалық және экономикалық ерекшеліктер қарастырылған. Электр көліктерінің техникалық сипаттамалары, сервистік қызмет көрсету жүйесі, зарядтау инфрақұрылымы және автопаркты басқару ерекшеліктері талданған. Экономикалық тиімділік есебі жасалып, Қазақстан жағдайына бейімделген ұсыныстар берілген.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрены организационные, технические и экономические особенности внедрения электрических транспортных средств (EV) в систему автомобильного хозяйства. Проанализированы технические характеристики электромобилей, система сервисного обслуживания, зарядная инфраструктура и особенности управления автопарком. Выполнен расчет экономической эффективности и предложены рекомендации, адаптированные к условиям Казахстана.

ABSTRACT

The thesis analyzes the organizational and technical aspects of implementing electric vehicles in motor transport enterprises. Maintenance systems, charging infrastructure, fleet management features and economic efficiency are examined. Practical recommendations for Kazakhstan are proposed.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
1	ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ	7
1.1	Электр көліктерінің даму тарихы	7
1.2	Электр көлігінің құрылымы	9
1.3	Дәстүрлі және электр көліктерін салыстыру	16
2	ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІН ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕГІ ҰЙЫМДАСТЫРУ ӨЗГЕРІСТЕРІ	25
2.1	Автопарк құрылымын өзгерту	25
2.2	Электр автобустарын енгізудің экономикалық тиімділігін бағалау	27
2.3	Электр көліктеріне техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру ерекшеліктері	29
2.4	Электр көліктерін пайдалану жағдайында персоналды даярлау және біліктілігін арттыру	31
3.	ЗАРЯДТАУ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ	35
3.1	Зарядтау станцияларының түрлері	35
3.2	Зарядтау станцияларының қажетті қуатын есептеу	37
4.	ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІК ЕСЕБІ	41
4.1	Бастапқы инвестиция	41

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

КІРІСПЕ

Жаһандық энергетикалық көшу үдерісі елдерді қазба отындарына тәуелділікті азайтып, экологиялық таза энергия көздеріне көшуге ынталандыруда. Көлік секторы көмірқышқыл газы шығарындыларының негізгі көздерінің бірі болғандықтан, электр көліктерін (EV) дамыту шығарындыларды азайту мен энергия тиімділігін арттырудың стратегиялық бағыты ретінде қарастырылады. Қазақстанда бұл бағыт мемлекет тарапынан қолдау тауып, «Жасыл экономикаға көшу» тұжырымдамасы, экологиялық саясат және электр көліктерін дамытуға арналған бағдарламалар арқылы жүзеге асырылуда.

Алайда электр көліктерін енгізу тек техникалық аспектілермен ғана емес, инновацияларды басқару стратегиясының тиімділігімен де тығыз байланысты. Инновациялар тек аккумуляторлар мен электр қозғалтқыштарын жетілдіру саласында ғана емес, сонымен қатар бизнес-модельдерде, нормативтік-құқықтық реттеуде, цифрлық технологияларды енгізуде және мүдделі тараптардың өзара ынтымақтастығында да қажет. Қазіргі таңда Қазақстандағы автокөлік саласы жаңа технологияларға бейімделу кезеңін бастан өткеруде, сондықтан стратегиялық басқару мен инновациялық мүмкіндіктерді тиімді пайдалану ерекше маңызға ие.

Зерттеулер көрсеткендей, стратегиялық басқару ұйымдардың тұрақты дамуына және бәсекеге қабілеттілігін арттыруға тікелей әсер етеді. Электр көліктері экожүйесін дамыту барысында ұйымдардың техникалық әлеуетімен қатар, кадрлық дайындық деңгейі, қызметкерлердің біліктілігі және еңбек жағдайлары да маңызды рөл атқарады. Сондықтан EV экожүйесін қалыптастыруда адам ресурстарын дамыту, мамандарды даярлау және сервистік қызмет көрсету жүйесін жетілдіру қажеттілігі туындайды.

Электр көліктері экожүйесіне арналған зерттеулер зарядтау инфрақұрылымын дамыту, стратегиялық серіктестіктер құру және көлік саласын цифрландыру EV жүйесінің тиімділігін арттыратынын көрсетеді. Алайда Қазақстанда бұл саланың дамуы әлі де технологиялық, экономикалық және инфрақұрылымдық қиындықтарға тап болып отыр. Әсіресе, зарядтау станцияларының жеткіліксіздігі, климаттық жағдайлардың аккумулятор жұмысына әсері және сервистік қызмет көрсету жүйесінің толық қалыптаспауы өзекті мәселелер қатарында.

Осыған байланысты, зерттеудің мақсаты – Қазақстан жағдайында электр көліктері экожүйесін дамытудағы инновацияларды басқару стратегиясын зерттеу. Зерттеу барысында электр көліктерінің техникалық сипаттамалары, литий-полимерлі аккумуляторлардың жұмыс ерекшеліктері, зарядтау процесінің тиімділігі және автокөлік шаруашылығына енгізу мәселелері қарастырылады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер негізінде Қазақстанның климаттық, экономикалық және инфрақұрылымдық ерекшеліктеріне бейімделген ұсыныстар әзірленеді.

1.1 ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

1.1 Электр көліктерінің даму тарихы

Электр көліктерінің (EV – Electric Vehicles) даму тарихы XIX ғасырдың ортасынан бастау алады және бүгінгі таңда жаһандық энергетикалық трансформацияның маңызды бағытына айналды. Электр көліктерінің пайда болуы іштен жану қозғалтқышы (ІЖҚ) кең таралмай тұрған кезеңмен байланысты. Алғашқы электр көліктері 1820–1830 жылдары ғылыми тәжірибелер негізінде пайда болып, электр энергиясын механикалық қозғалысқа айналдыру мүмкіндігін көрсетті. Сол кезеңде электр қозғалтқыштарының қарапайым үлгілері жасалып, шағын көлік прототиптері құрастырылды.

XIX ғасырдың екінші жартысында электр көліктері қарқынды дами бастады. 1834 жылы американдық өнертапқыш Томас Дэвенпорт шағын электр көлігін құрастырса, 1859 жылы аккумуляторлық батареяның (қорғасын-қышқылды аккумулятор) ойлап табылуы электр көліктерінің дамуына үлкен серпін берді. Бұл жаңалық электр энергиясын сақтауға мүмкіндік беріп, көліктердің автономды жұмыс істеуін қамтамасыз етті. 1880–1890 жылдары Еуропа мен АҚШ-та алғашқы коммерциялық электр автомобильдері пайда бола бастады. Сол кезеңде электр көліктері бу және бензин қозғалтқышты көліктермен бәсекелес болды.

XX ғасырдың басында электр көліктері қала ішіндегі тасымалдауда кеңінен қолданылды. Олар шуылсыз жұмыс істеуі, пайдаланудың қарапайымдылығы және түтін шығармауы арқасында сол уақыттағы бензинмен жүретін көліктерден артықшылыққа ие болды. Мысалы, 1900 жылдардың басында Нью-Йорк қаласында жүретін таксилердің елеулі бөлігі электр көліктері болған. Алайда бұл кезеңде іштен жану қозғалтқышының қарқынды дамуы электр көліктерін нарықтан ығыстыра бастады.

ІЖҚ-ның үстемдікке ие болуына бірнеше фактор әсер етті. Біріншіден, бензиннің арзан әрі қолжетімді болуы, екіншіден, Генри Форд енгізген конвейерлік өндіріс нәтижесінде іштен жану қозғалтқышы бар көліктердің жаппай әрі арзан шығарылуы электр көліктерімен салыстырғанда экономикалық тиімді болды. Сонымен қатар, аккумуляторлардың әлсіз қуаты, жүріс қашықтығының қысқалығы және зарядтау инфрақұрылымының болмауы электр көліктерінің дамуын тежеді. Нәтижесінде XX ғасырдың ортасына қарай электр көліктері нарықтан дерлік жоғалып кетті.

Алайда XX ғасырдың екінші жартысында экологиялық мәселелердің күшеюі, мұнай дағдарыстары және қалалардағы ауаның ластануы электр көліктеріне деген қызығушылықты қайта жандандырды. 1970-жылдардағы мұнай дағдарысы көптеген елдерді баламалы энергия көздерін және электр көліктерін зерттеуге итермеледі. Осы кезеңде батарея технологиясын

жетілдіру, энергия тиімділігін арттыру және гибриді көліктерді дамыту бағытында ғылыми зерттеулер күшейді.

1990-жылдар электр көліктерінің қайта жандану кезеңі ретінде қарастырылады. General Motors EV1 сияқты алғашқы заманауи электр автомобильдері нарыққа шығарылды. Дегенмен, бұл көліктердің таралуы шектеулі болды, себебі батарея технологиясы әлі де жеткілікті деңгейде дамымаған еді. Осы уақытта никель-металлгидрид және литий-ионды аккумуляторлар пайда болып, электр көліктерінің келешегіне жаңа мүмкіндік ашты.

XXI ғасырдың басынан бастап электр көліктері жаңа технологиялық деңгейге көтерілді. Литий-ионды аккумуляторлардың кеңінен қолданылуы, электроника мен басқару жүйелерінің дамуы электр көліктерінің тиімділігін айтарлықтай арттырды. Бұл кезеңде Tesla компаниясы электр көліктерін премиум сегментте ғана емес, жаппай нарықта да танымал етті. Tesla Roadster, Model S, Model 3 сияқты модельдер электр көліктерінің жүріс қашықтығы мен өнімділігі іштен жану қозғалтқышты көліктермен бәсекелесе алатынын дәлелдеді.

Қазіргі таңда электр көліктері әлемдік автомобиль өнеркәсібінің негізгі даму бағытына айналды. Көптеген елдер 2030–2050 жылдарға дейін іштен жану қозғалтқышты көліктерден кезең-кезеңімен бас тарту жоспарларын қабылдауда. Электр көліктерінің дамуына әсер ететін негізгі факторларға мемлекеттік қолдау, зарядтау инфрақұрылымының дамуы, аккумулятор технологиясының жетілдірілуі және жаңартылатын энергия көздерінің интеграциясы жатады.

Қазақстан жағдайында да электр көліктеріне деген қызығушылық артып келеді. Елде зарядтау станцияларының саны біртіндеп көбейіп, экологиялық таза көлік түрлерін енгізу бойынша мемлекеттік бағдарламалар жүзеге асырылуда. Дегенмен, суық климат, инфрақұрылымның жеткіліксіздігі және аккумулятор тиімділігі сияқты факторлар әлі де өзекті мәселелер болып отыр.

Қорытындылай келе, электр көліктерінің даму тарихы ұзақ эволюциялық жолдан өтті: алғашқы тәжірибелік үлгілерден бастап, қазіргі заманғы жоғары технологиялық және экологиялық тиімді көлік жүйесіне дейін жетті. Бүгінгі таңда электр көліктері тек транспорт құралы ғана емес, сонымен қатар жаһандық энергетикалық қауіпсіздік пен тұрақты дамудың маңызды элементі болып табылады.

1.2 Электр көлігінің құрылымы

Электр көлігі (Electric Vehicle – EV) – қозғалысқа іштен жану қозғалтқышының орнына электр энергиясы арқылы келтірілетін заманауи көлік түрі. Мұндай көліктер экологиялық тазалығымен, энергия тиімділігімен

және пайдалану шығындарының төмендігімен ерекшеленеді. Электр көлігінің құрылымы бірнеше негізгі жүйелерден тұрады.

1. Тарту аккумулятор батареясы

Электр көлігінің ең маңызды бөлігі – жоғары вольтты аккумулятор батареясы. Бұл батарея электр энергиясын жинақтап, қозғалтқышқа қуат береді.

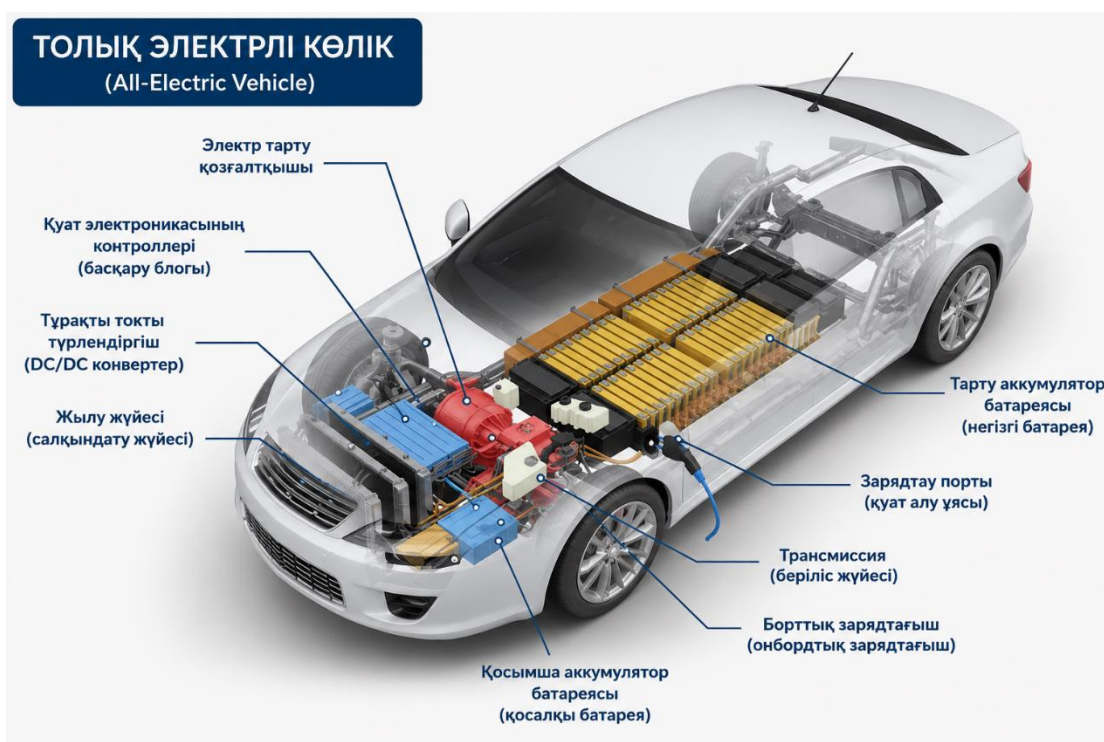
Қазіргі заманғы электр көліктерінде көбінесе литий-ионды аккумуляторлар қолданылады. Олардың артықшылықтары:

- энергия сыйымдылығының жоғары болуы;
- салмағының жеңілдігі;
- ұзақ қызмет ету мерзімі;
- жылдам қуатталу мүмкіндігі.

Аккумулятор батареясы әдетте көліктің төменгі бөлігінде орналасады. Бұл көліктің ауырлық центрін төмендетіп, тұрақтылығын арттырады.

Аккумулятор батареясының негізгі қызметтері:

- электр энергиясын сақтау;
- қозғалтқышты энергиямен қамтамасыз ету;
- рекуперативті тежеу кезінде энергияны қайта жинау.



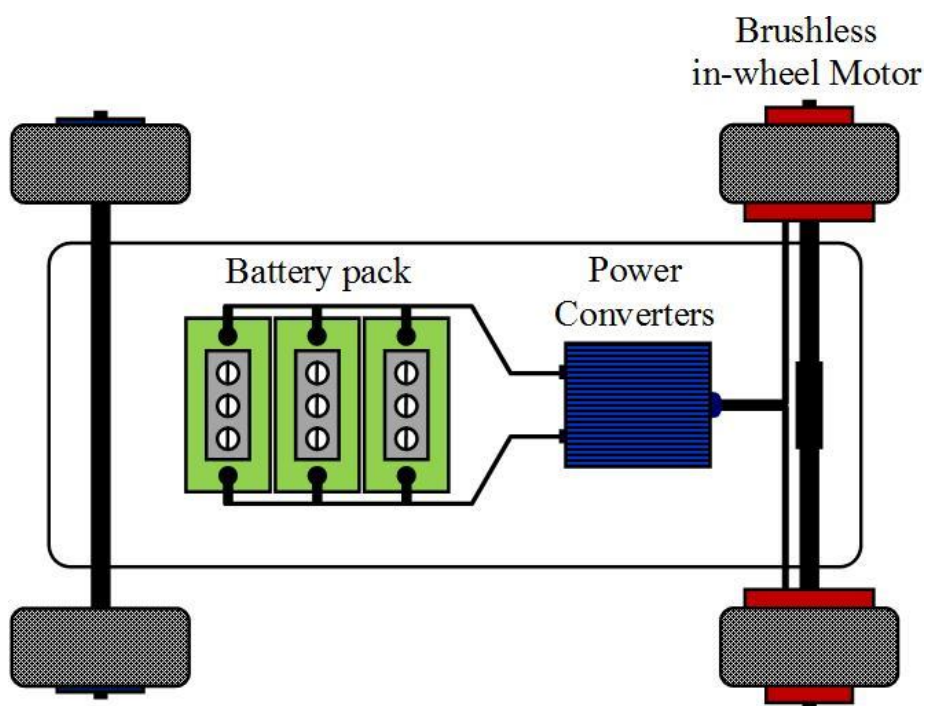
2. Электр қозғалтқышы

Электр қозғалтқышы аккумулятордан алынған электр энергиясын механикалық энергияға айналдырады. Нәтижесінде дөңгелектер қозғалысқа келеді.

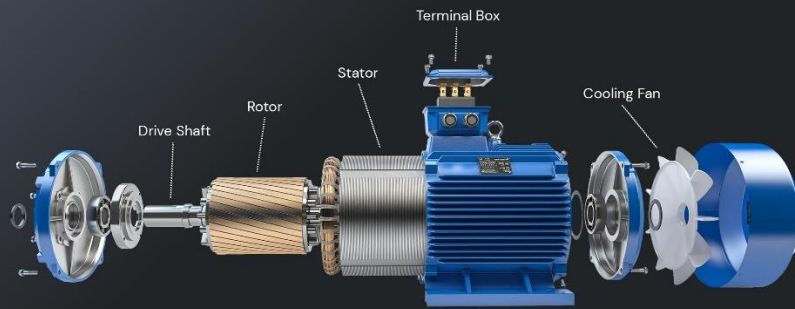
Электр қозғалтқыштарының негізгі артықшылықтары:

- жоғары пайдалы әсер коэффициенті;
- дыбыстың аз болуы;
- дірілдің төмен деңгейі;
- техникалық қызмет көрсету шығындарының аздығы.

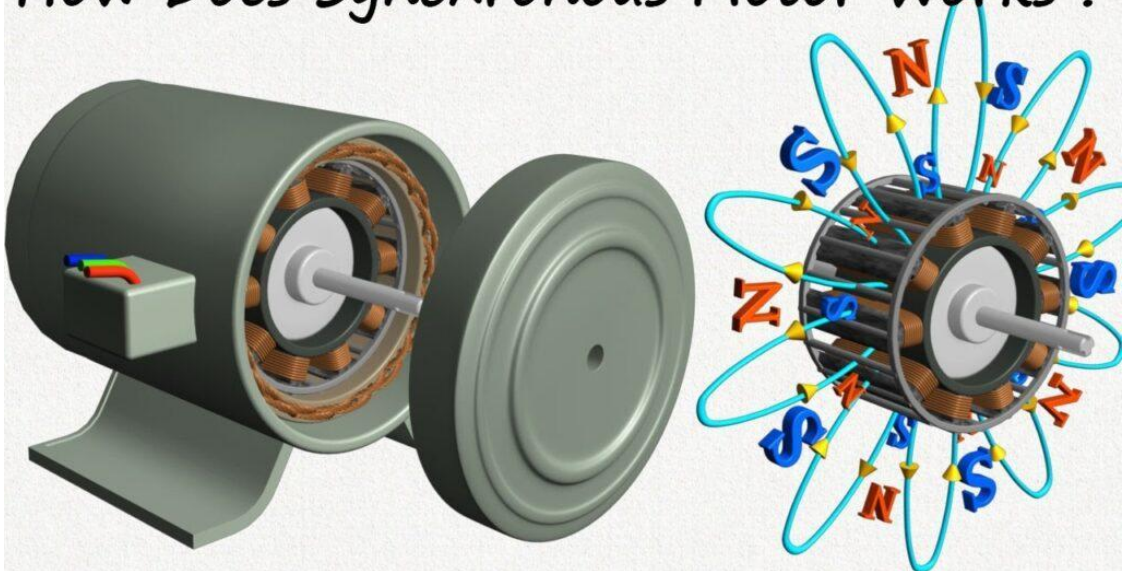
Электр көліктерінде көбінесе айнымалы ток қозғалтқыштары немесе тұрақты магнитті синхронды қозғалтқыштар қолданылады.

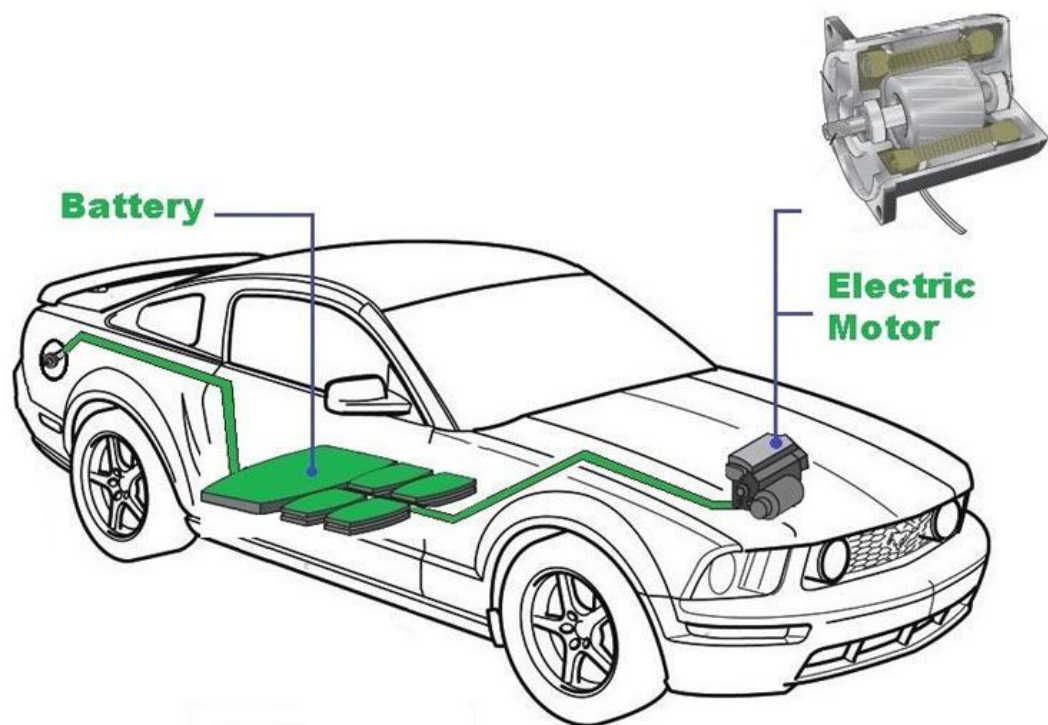
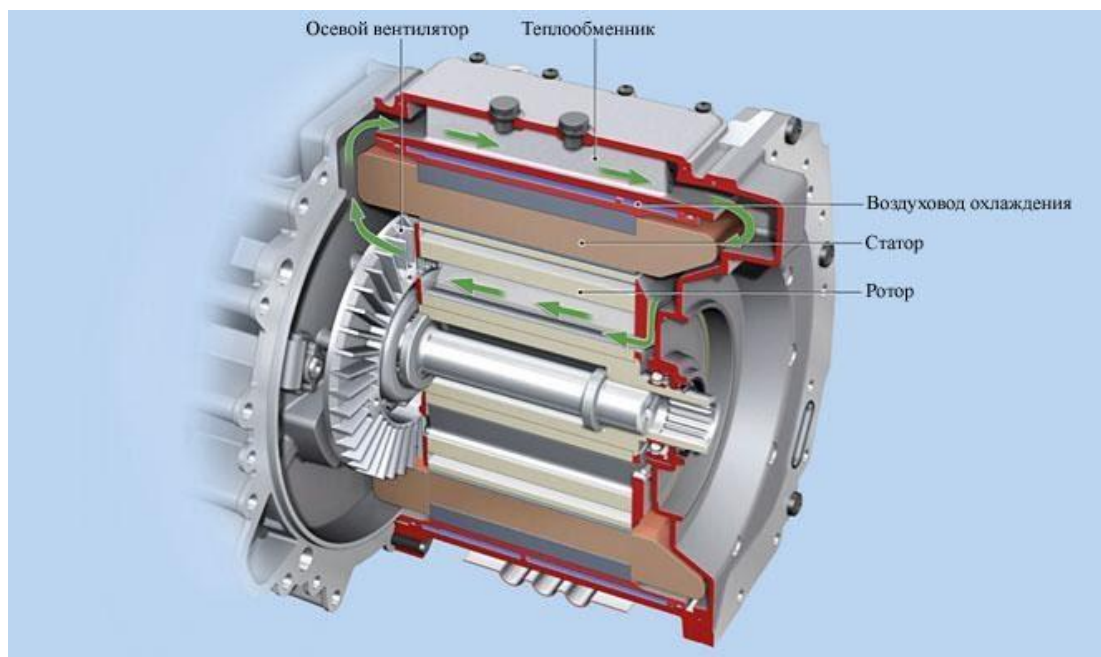


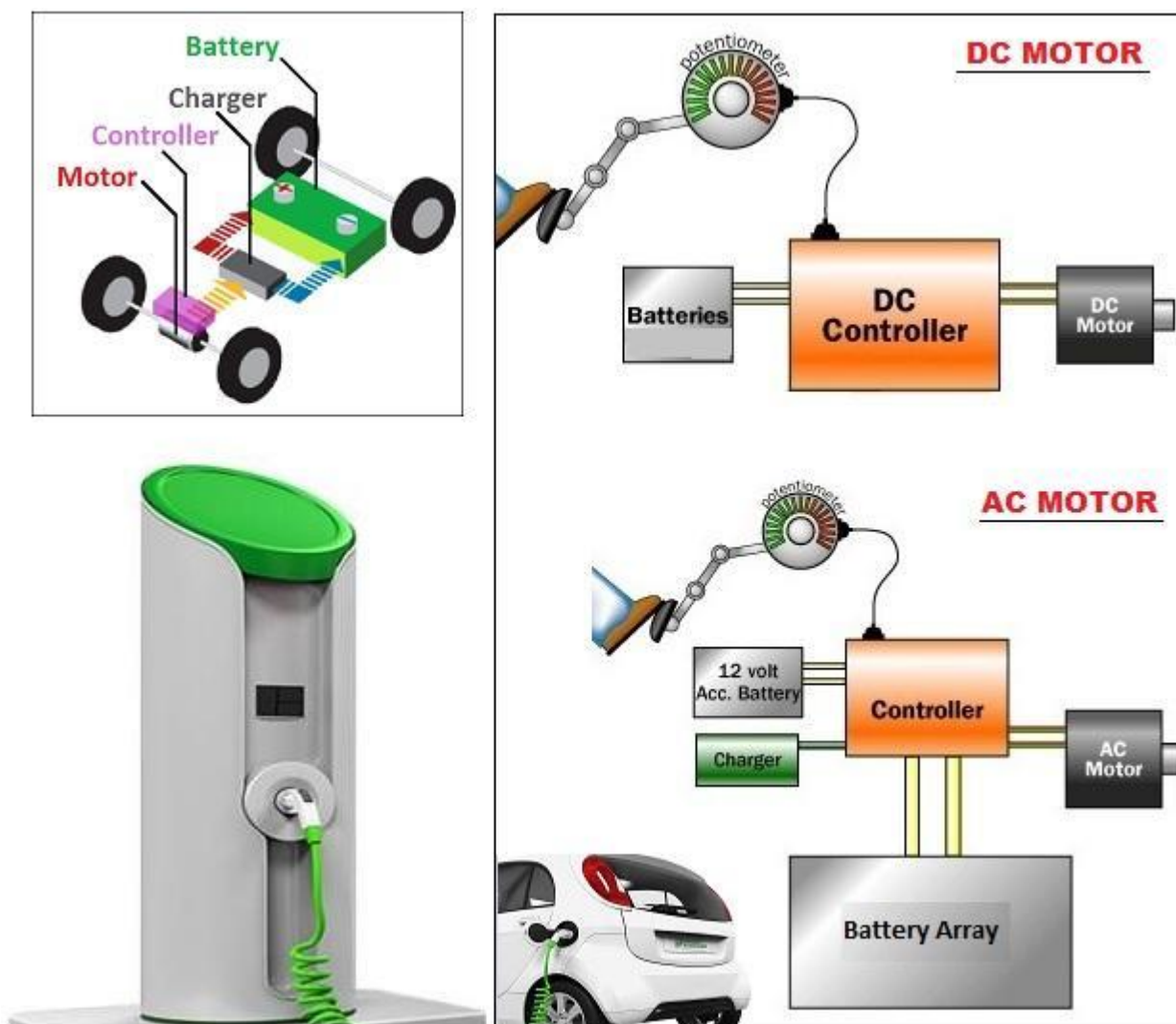
EV TRACTION MOTOR ARCHITECTURE



How Does Synchronous Motor Works ?







3. Инвертор

Инвертор – электр көлігінің маңызды электрондық құрылғыларының бірі. Оның негізгі қызметі – аккумулятордағы тұрақты токты айнымалы токқа айналдыру.

Инвертор:

- қозғалтқыштың жұмысын басқарады;
- жылдамдықты реттейді;
- энергия тиімділігін арттырады.

Бұл құрылғы электр көлігінің басқару жүйесімен тығыз байланысты жұмыс істейді.

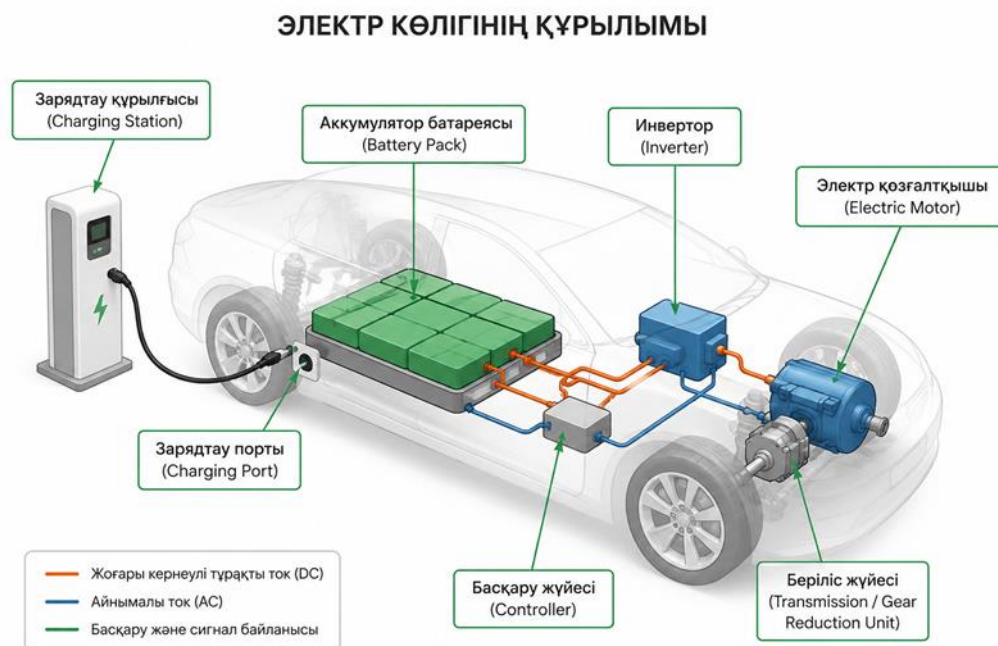
4. Басқару жүйесі

Электр көлігінде электрондық басқару блогы (ECU) барлық жүйелердің жұмысын үйлестіреді.

Басқару жүйесінің функциялары:

- қозғалтқыш жұмысын бақылау;
- батарея температурасын реттеу;
- қуат шығынын бақылау;
- қауіпсіздік жүйелерін басқару.

Заманауи электр көліктерінде интеллектуалды бағдарламалық қамтамасыз ету кеңінен қолданылады.



5. Қуаттау құрылғысы

Қуаттау құрылғысы аккумулятор батареясын сыртқы электр желісі арқылы зарядтауға арналған.

Қуаттау түрлері:

- баяу қуаттау;
- жылдам қуаттау;
- аса жылдам қуаттау.

Қазіргі кезде көптеген елдерде электр көліктеріне арналған арнайы қуаттау станциялары орнатылуда.

6. Рекуперативті тежеу жүйесі

Рекуперативті тежеу жүйесі көлік баяулаған кезде кинетикалық энергияны қайтадан электр энергиясына айналдырып, аккумуляторға жібереді.

Бұл жүйе:

- энергияны үнемдейді;
- батареяның жүру қорын арттырады;
- тежеу жүйесінің тозуын азайтады.

7. Салқындату жүйесі

Электр көлігінің батареясы мен қозғалтқышы жұмыс кезінде қызатындықтан, арнайы салқындату жүйесі қолданылады.

Салқындату жүйесінің негізгі міндеттері:

- температураны тұрақты деңгейде сақтау;
- аккумулятордың қызмет мерзімін ұзарту;

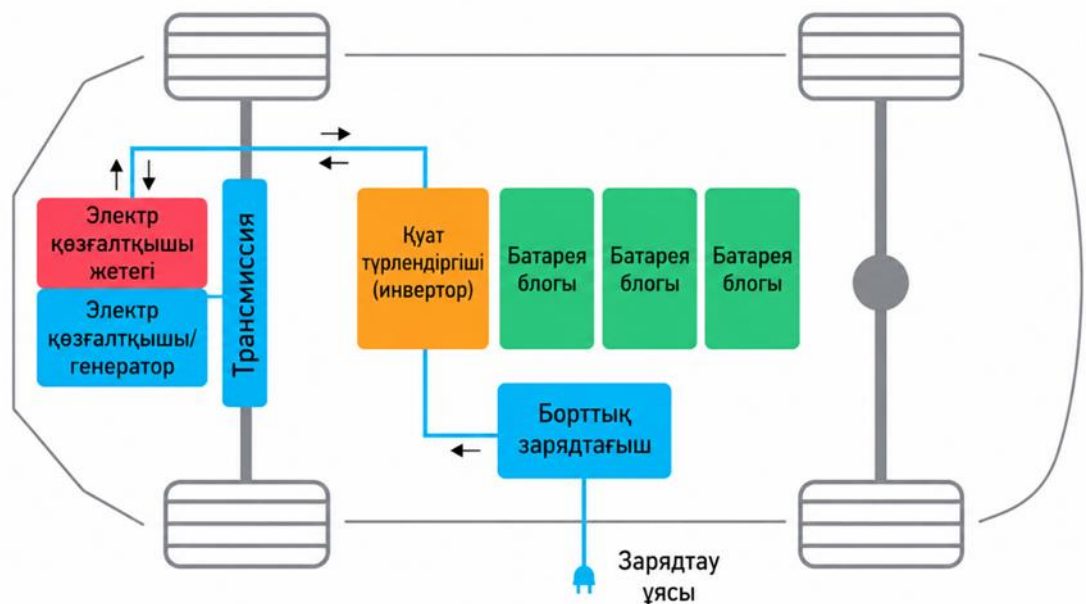
- жүйенің қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету.

8. Электр көлігінің жалпы құрылымдық схемасы

Электр көлігі келесі негізгі бөліктерден тұрады:

1. Аккумулятор батареясы;
2. Инвертор;
3. Электр қозғалтқышы;
4. Басқару блогы;
5. Қуаттау жүйесі;
6. Редуктор және жетек жүйесі.

Бұл элементтердің барлығы өзара байланыста жұмыс істеп, көліктің тиімді әрі қауіпсіз қозғалысын қамтамасыз етеді.



Электр көлігінің құрылымы дәстүрлі іштен жану қозғалтқышы бар автомобильдерден айтарлықтай ерекшеленеді. Оның негізгі ерекшелігі – электр энергиясын пайдалану арқылы экологиялық таза әрі тиімді қозғалысты қамтамасыз етуі. Қазіргі таңда электр көліктері автомобиль өнеркәсібінің болашағы ретінде қарастырылып, әлемнің көптеген елдерінде кеңінен дамып келеді.

1.3 Дәстүрлі және электр көліктерін салыстыру

Қазіргі таңда автомобиль өнеркәсібінде дәстүрлі іштен жану қозғалтқышымен (ІЖҚ) жұмыс істейтін көліктер мен электр көліктері қатар дамып келеді. Әлемдік экологиялық мәселелердің күшеюі, жанармай бағасының өсуі және энергия тиімділігіне қойылатын талаптардың артуы электр көліктерінің маңызын арттырды. Осыған байланысты дәстүрлі және электр көліктерінің техникалық, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін салыстыру өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Дәстүрлі көліктердің ерекшеліктері.

Дәстүрлі көліктерде негізгі энергия көзі ретінде бензин немесе дизель отыны пайдаланылады. Мұндай көліктерде іштен жану қозғалтқышы орнатылып, отынның жануы нәтижесінде механикалық энергия өндіріледі.

ІЖҚ көліктерінің негізгі артықшылықтары:

- жанармай құю инфрақұрылымының кең таралуы;
- ұзақ қашықтыққа жүру мүмкіндігі;
- техникалық қызмет көрсету орталықтарының көп болуы;
- алғашқы сатып алу құнының салыстырмалы түрде төмен болуы.

Сонымен қатар олардың кемшіліктері де бар:

- атмосфераға зиянды газдардың бөлінуі;
- жанармай шығынының жоғары болуы;
- қозғалтқыштағы механикалық бөлшектердің көптігі;
- шу мен діріл деңгейінің жоғары болуы.

Электр көліктерінің ерекшеліктері.

Электр көліктерінде қозғалыс көзі ретінде электр қозғалтқышы пайдаланылады. Энергия аккумулятор батареяларында сақталады.

Электр көліктерінің негізгі артықшылықтары:

- экологиялық тазалығы;
- энергия тиімділігінің жоғары болуы;
- пайдалану шығындарының төмендігі;

- шу деңгейінің аз болуы;
- техникалық қызмет көрсету жиілігінің төмендігі.

Кемшіліктері:

- аккумулятор бағасының жоғары болуы;
- қуаттау уақытының ұзақтығы;
- зарядтау станцияларының жеткіліксіздігі;
- қыс мезгілінде батарея тиімділігінің төмендеуі.

Техникалық салыстыру

1.1 -кесте. Дәстүрлі және электр көліктерінің техникалық көрсеткіштерін салыстыру

№	Көрсеткіш	Дәстүрлі көлік	Электр көлігі
1	Энергия көзі	Бензин, дизель	Электр энергиясы
2	Қозғалтқыш түрі	Іштен жану қозғалтқышы	Электр қозғалтқышы
3	ПӘК деңгейі	25–35 %	85–95 %
4	Шу деңгейі	Жоғары	Төмен
5	Діріл деңгейі	Жоғары	Өте аз
6	Техникалық қызмет көрсету	Жиі қажет	Сирек қажет
7	Беріліс қорабы	Күрделі көпсатылы	Қарапайым бірсатылы
8	Экологиялық әсері	Зиянды газ бөледі	Атмосфераға тікелей шығарындылар жоқ
9	Энергия шығыны	Жоғары	Төмен
10	Пайдалану құны	Жоғары	Салыстырмалы түрде төмен
11	Жүріс қоры	Ұзақ	Батарея сыйымдылығына тәуелді
12	Қуат алу уақыты	Жанармай құю тез	Қуаттау уақыты ұзақ
13	Қозғалыс динамикасы	Орташа	Жоғары
14	Қызмет ету мерзімі	Қозғалтқыш тозуына тәуелді	Батарея ресурсына тәуелді

Ескерту: ПӘК – пайдалы әсер коэффициенті.

1-кесте бойынша техникалық салыстыруды талдайық.

Дәстүрлі автокөліктер мен электр көліктерінің техникалық құрылымы мен жұмыс істеу принциптері арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар. Бұл айырмашылықтар олардың тиімділігіне, пайдалану шығындарына, экологиялық әсеріне және жүргізу жайлылығына тікелей ықпал етеді.

Ең алдымен, энергия көзі бойынша айырмашылық байқалады. Дәстүрлі көліктер бензин немесе дизель отынын пайдаланады. Мұндай көліктерде жанармайдың жануы нәтижесінде механикалық энергия түзіледі. Ал электр көліктері энергияны аккумулятор батареяларында сақталған электр тогынан

алады. Бұл электр энергиясы электр қозғалтқышына беріліп, көлікті қозғалысқа келтіреді.

Қозғалтқыш түріне байланысты да үлкен айырмашылық бар. Дәстүрлі көліктерде іштен жану қозғалтқышы қолданылады. Оның құрамында цилиндрлер, поршеньдер, клапандар, жанармай жүйесі секілді көптеген күрделі бөлшектер болады. Электр көліктерінде электр қозғалтқышы орнатылады, оның құрылысы қарапайым әрі қозғалмалы бөлшектер саны аз. Осыған байланысты электр қозғалтқышының сенімділігі жоғары және техникалық ақаулар сирек кездеседі.

Пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) бойынша электр көліктері айқын басымдыққа ие. Іштен жану қозғалтқыштарының ПӘК көрсеткіші орта есеппен 25–35 % аралығында болады, себебі энергияның едәуір бөлігі жылу түрінде жоғалады. Ал электр қозғалтқыштарының тиімділігі 85–95 % деңгейіне жетеді. Бұл электр энергиясының басым бөлігі тікелей қозғалысқа жұмсалатынын көрсетеді.

Шу және діріл деңгейі де маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады. Дәстүрлі көліктерде жану процесі мен механикалық бөлшектердің жұмысына байланысты шу мен діріл жоғары болады. Ал электр көліктері өте тыныш жұмыс істейді және діріл деңгейі өте төмен. Бұл жүргізуші мен жолаушыларға қосымша жайлылық береді.

Техникалық қызмет көрсету жағынан электр көліктерінің артықшылығы байқалады. Іштен жану қозғалтқыштары тұрақты түрде май ауыстыруды, сүзгілерді жаңартуды және басқа да техникалық жұмыстарды қажет етеді. Электр көліктерінде мұндай қызмет түрлері аз болғандықтан, пайдалану шығындары төмендейді.

Беріліс қорабының құрылымы бойынша да айырмашылық бар. Дәстүрлі көліктерде көпсатылы күрделі трансмиссия жүйесі қолданылады. Ал электр көліктерінде көбінесе бірсатылы қарапайым беріліс жүйесі пайдаланылады. Бұл құрылымның қарапайым болуына және техникалық сенімділіктің артуына мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, техникалық көрсеткіштер бойынша электр көліктері энергия тиімділігі, экологиялық тазалығы, техникалық қызмет көрсету шығындарының аздығы және пайдалану жайлылығы жағынан дәстүрлі көліктерден басым екені байқалады. Сондықтан қазіргі таңда әлемдік автомобиль өнеркәсібінде электр көліктеріне деген сұраныс қарқынды түрде артып келеді.

Талдаудан көріп отырғанымыздай, электр көліктерінің пайдалы әсер коэффициенті дәстүрлі көліктерге қарағанда бірнеше есе жоғары. Бұл энергия шығынын азайтып, тиімділікті арттырады.

1.2 -кесте. Дәстүрлі және электр көліктерінің пайдалану шығындарын салыстыру

№	Көрсеткіш	Дәстүрлі көлік	Электр көлігі
1	100 км жолға кететін энергия шығыны	Жоғары	Төмен
2	Жанармай / қуат көзі шығыны	Бензин немесе дизель қажет	Электр қуатымен жұмыс істейді
3	Қозғалтқыш майын ауыстыру	Тұрақты қажет	Қажет емес
4	Май сүзгілерін ауыстыру	Жиі қажет	Қажет емес
5	Ауа сүзгілерін ауыстыру	Қажет	Сирек қажет
6	Тежеу колодкаларының тозуы	Жоғары	Төмен
7	Техникалық қызмет көрсету жиілігі	Жиі	Сирек
8	Қызмет көрсету құны	Жоғары	Салыстырмалы түрде төмен
9	Қозғалтқыш жөндеу шығыны	Қымбат	Төмен
10	Акумулятор / батарея ауыстыру	Қажет емес	Қымбат
11	Пайдалану тиімділігі	Орташа	Жоғары
12	Жалпы эксплуатациялық шығын	Жоғары	Ұзақ мерзімде төмен

Егер жоғарыдағы кестені талдайтын болсақ:

Пайдалану шығындарын салыстыру барысында электр көліктерінің дәстүрлі автокөліктерге қарағанда экономикалық тиімділігі жоғары екені байқалады. Бұл, ең алдымен, энергия тұтыну ерекшеліктерімен және техникалық қызмет көрсету шығындарының аз болуымен түсіндіріледі.

Дәстүрлі көліктерде 100 км жол жүруге айтарлықтай көлемде бензин немесе дизель отыны жұмсалады. Жанармай бағасының тұрақсыздығы көлік иесінің шығындарын арттырады. Ал электр көліктері электр энергиясымен жұмыс істейтіндіктен, бірдей қашықтыққа кететін шығын әлдеқайда төмен болады.

Қозғалтқыш майын ауыстыру мәселесінде де үлкен айырмашылық бар. Іштен жану қозғалтқыштары үздіксіз майлауды қажет етеді, сондықтан мотор майын және май сүзгілерін тұрақты түрде ауыстыру қажет. Бұл қосымша қаржылық шығындарға алып келеді. Электр қозғалтқыштарында мұндай қажеттілік жоқ, себебі олардың құрылымы қарапайым және үйкеліс бөлшектері аз.

Сүзгілерді ауыстыру жиілігі бойынша да электр көліктері тиімді. Дәстүрлі көліктерде ауа, май және жанармай сүзгілері тұрақты түрде жаңартылып отырады. Ал электр көліктерінде тек салон сүзгілерін сирек ауыстыру жеткілікті.

Тежеу жүйесінің тозуы электр көліктерінде төмен болады. Бұл рекуперативті тежеу жүйесінің қолданылуымен байланысты. Рекуперация кезінде қозғалыс энергиясының бір бөлігі электр энергиясына айналып,

батареяны қайта зарядтайды. Соның нәтижесінде тежеу колодкалары баяу тозады.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (1.1)$$

Дегенмен, электр көліктерінің негізгі кемшіліктерінің бірі – аккумулятор батареясының жоғары құны. Белгілі бір уақыт өткеннен кейін батареяны ауыстыру қажет болуы мүмкін және бұл айтарлықтай шығынды талап етеді. Алайда ұзақ мерзімді пайдалану барысында электр көліктерінің жалпы эксплуатациялық шығындары дәстүрлі көліктерге қарағанда төмен болып келеді.

Жалпы алғанда, электр көліктері техникалық қызмет көрсету қарапайымдылығы, энергия тиімділігі және күнделікті пайдалану шығындарының аздығы арқылы экономикалық жағынан тиімді көлік түрі болып саналады.

Электр көліктерінің бастапқы бағасы жоғары болғанымен, ұзақ мерзімді пайдалану кезінде шығындары аз болады. Себебі оларда қозғалтқыш майы, жанармай сүзгілері және күрделі трансмиссиялық жүйелер жоқ.

Экологиялық салыстыру.

Экологиялық фактор қазіргі автомобиль өндірісіндегі ең маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады.

1.3-кесте. Дәстүрлі және электр көліктерінің экологиялық көрсеткіштерін салыстыру

№	Көрсеткіш	Дәстүрлі көлік	Электр көлігі
1	CO ₂ шығарындылары	Жоғары	Өте төмен
2	Атмосфераны ластау деңгейі	Күшті	Аз
3	Шу ластануы	Жоғары	Төмен
4	Қалдық газдардың бөлінуі	Бар	Жоқ
5	Экологиялық қауіпсіздік деңгейі	Төмен	Жоғары
6	Ауа сапасына әсері	Теріс әсер етеді	Салыстырмалы түрде аз әсер етеді
7	Қоршаған ортаға зияны	Жоғары	Төмен
8	Жаңартылатын энергиямен үйлесімділігі	Төмен	Жоғары
9	Қалалық ортаға әсері	Экологиялық жүктемені арттырады	Қалалық экологияны жақсартады
10	Климаттың өзгеруіне әсері	Айтарлықтай	Аз

1.3-кестені талдау

Экологиялық көрсеткіштерді салыстыру барысында электр көліктерінің қоршаған ортаға әсері дәстүрлі көліктерге қарағанда әлдеқайда төмен екені байқалады. Қазіргі таңда әлемдік экологиялық мәселелердің күрделене түсуі автомобиль өнеркәсібінде экологиялық таза технологияларды дамыту

кажеттілігін арттырды. Осы тұрғыдан алғанда электр көліктері тиімді балама ретінде қарастырылуда.

Дәстүрлі автокөліктер бензин немесе дизель отынын жағу барысында атмосфераға көмірқышқыл газы (CO₂), азот оксидтері және басқа да зиянды заттарды бөледі. Бұл шығарындылар ауа сапасының төмендеуіне, климаттың өзгеруіне және адам денсаулығына кері әсер етеді. Ал электр көліктерінде іштен жану процесі болмағандықтан, қозғалыс кезінде зиянды қалдық газдар шығарылмайды.



Шу ластануы бойынша да электр көліктерінің артықшылығы айқын байқалады. Іштен жану қозғалтқыштары жұмыс кезінде жоғары деңгейдегі шу шығарады. Әсіресе үлкен қалаларда бұл мәселе экологиялық қолайсыздық тудырады. Электр қозғалтқыштары өте тыныш жұмыс істейтіндіктен, қалалық ортадағы шу деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар электр көліктері жаңартылатын энергия көздерімен тиімді үйлеседі. Күн және жел энергетикасы арқылы өндірілген электр энергиясын пайдалану көмірсутекті отындарға тәуелділікті азайтады. Бұл болашақта экологиялық тұрақты көлік жүйесін қалыптастыруға негіз болады.

Дегенмен, электр көліктерінің аккумуляторларын өндіру мен қайта өңдеу барысында экологиялық мәселелер туындауы мүмкін. Әсіресе литий, никель және кобальт сияқты материалдарды өндіру қоршаған ортаға белгілі бір деңгейде әсер етеді. Сондықтан қазіргі таңда аккумуляторларды қайта өңдеу технологияларын дамыту маңызды бағыттардың бірі болып отыр.

Жалпы алғанда, электр көліктері атмосфералық ластануды азайту, парниктік газдар шығарындыларын төмендету және қалалық ортаның экологиялық жағдайын жақсарту тұрғысынан дәстүрлі көліктерге қарағанда анағұрлым тиімді болып табылады.

Іштен жану қозғалтқыштары атмосфераға көмірқышқыл газы, азот оксидтері және басқа да улы заттар бөледі. Бұл жаһандық жылынуға және ауа сапасының нашарлауына әсер етеді.

Электр көліктері тікелей зиянды газ шығармайды. Сондықтан олар экологиялық таза көлік ретінде қарастырылады.

Энергия тиімділігін талдау.

Дәстүрлі көліктерде жанармай энергиясының үлкен бөлігі жылу ретінде жоғалады. Ал электр қозғалтқыштарында энергия шығыны әлдеқайда аз болады.

Бұл суретте электр көлігінің негізгі құрылымы мен жұмыс жүйесі көрсетілген. Сызбада электр энергиясының аккумулятордан қозғалтқышқа дейін берілу процесі бейнеленген.

Электр қозғалтқыштарының энергия тиімділігі шамамен 90 %-ға дейін жетеді. Бұл іштен жану қозғалтқыштарына қарағанда 2–3 есе жоғары көрсеткіш.

1.4-кесте. Инфрақұрылымдық ерекшеліктерді салыстыру

Көрсеткіш	Дәстүрлі көлік (ІЖК)	Электр көлігі (EV)
Қуаттандыру уақыты	5–10 минут	30 минут – 8 сағат
Инфрақұрылым таралуы	Өте кең таралған	Қалыптасу кезеңінде
Қуаттандыру станциясы	Жанармай құю бекеттері көп	Зарядтау станциялары шектеулі
Үйде қуаттау мүмкіндігі	Жоқ	Бар (үй розеткасы/Wallbox)
Ұзақ сапарға қолайлылық	Жоғары	Орташа (инфрақұрылымға тәуелді)
Энергия алу жиілігі	Жиі емес (аптасына/күнде)	Жиірек, жоспарлауды талап етеді

Кестеден көріп отырғанымыздай, дәстүрлі іштен жану қозғалтқышы (ІЖК) бар көліктер инфрақұрылым жағынан қазіргі уақытта айқын басымдыққа ие. Жанармай құю бекеттерінің кең таралуы жүргізушіге кез келген аймақта жылдам әрі қолайлы қызмет алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жанармай құю уақытының өте қысқа болуы (5–10 минут) ұзақ қашықтыққа сапар шегуде қосымша ыңғайлылық тудырады.

Ал электр көліктері үшін негізгі шектеуші фактор – зарядтау инфрақұрылымының жеткілікті деңгейде дамымауы. Дегенмен, бұл технологияның маңызды артықшылығы – үй жағдайында қуаттау мүмкіндігі. Бұл пайдаланушыға көлікті түнгі уақытта немесе бос уақытта қуаттап, күнделікті пайдалану шығындарын азайтуға жағдай жасайды.

Сонымен бірге, электр көліктері үшін зарядтау уақытының салыстырмалы түрде ұзақ болуы және станциялардың сирек орналасуы ұзақ сапар кезінде жоспарлауды қажет етеді. Осы себепті қазіргі кезеңде электр көліктері көбіне қалалық ортада тиімді болып отыр.

Қорытындылай келе, инфрақұрылымдық тұрғыдан дәстүрлі көліктер басым болғанымен, мемлекеттердің зарядтау станцияларын дамытуға бағытталған саясаты электр көліктерінің болашақта кең таралуына негіз қалыптастыруда.

Қазақстандағы электр көліктері инфрақұрылымының қазіргі жағдайы (талдау).

Соңғы жылдары Қазақстанда электр көліктері нарығы біртіндеп дамып келеді. Бұл үрдіс жаһандық декарбонизация саясаты, экологиялық талаптардың күшеюі және жанармай бағасының тұрақсыздығымен тікелей байланысты. Дегенмен, электр көліктерінің кең таралуына негізгі кедергі – зарядтау инфрақұрылымының жеткіліксіздігі және оның аймақтар бойынша тең бөлінбеуі болып отыр.

Қазақстандағы жалпы жағдай

Қазақстанда электр көліктеріне арналған инфрақұрылым әлі қалыптасу кезеңінде. Негізгі зарядтау станциялары жеке инвесторлар мен бірнеше

операторлар арқылы орнатылуда. Ел бойынша зарядтау нүктелерінің басым бөлігі ірі қалаларда шоғырланған.

Инфрақұрылым дамуының негізгі ерекшеліктері:

- станциялардың көпшілігі Алматы және Астана қалаларында орналасқан;
- Шымкентте даму кезеңі орташа деңгейде;
- аймақтық қалаларда (соның ішінде Тараз) инфрақұрылым бастапқы сатыда;
- трассалық (жол бойындағы) зарядтау станциялары жеткіліксіз.

1.5- кесте. Қалалар бойынша салыстырмалы талдау

Қала	Даму деңгейі	Зарядтау станциялары	Ерекшелігі
Алматы	Жоғары	Көп және әртарапты	Жылдам зарядтау станциялары бар
Астана	Жоғары	Көбейіп келеді	Бизнес орталықтарда шоғырланған
Шымкент	Орташа	Шектеулі	Біртіндеп дамып келеді
Тараз	Төмен	Өте аз	Бастапқы кезең, үйде зарядтау басым

Тараз қаласындағы жағдайды талдау.

Тараз қаласында электр көліктері инфрақұрылымы әлі толық қалыптаспаған.

Негізгі ерекшеліктер:

- қоғамдық зарядтау станцияларының саны шектеулі;
- бар станциялар көбінесе транзиттік жолдарға жақын орналасқан;
- қалалық орталықта тұрақты желі толық дамымаған;
- жеке үйлерде зарядтау негізгі балама ретінде қолданылады.

Бұл жағдай Таразда электр көліктерін пайдалануды толық шектемегенімен, ұзақ сапар мен күнделікті қоғамдық қолданысты қиындатады.

Қазақстандағы инфрақұрылымның негізгі проблемалары.

1) Географиялық теңсіздік

Инфрақұрылым тек ірі қалаларда шоғырланған, ал аймақтар артта қалып отыр.

2) Станциялар санының аздығы

Жанармай бекеттерімен салыстырғанда зарядтау станциялары өте аз.

3) Жылдам зарядтау станцияларының жетіспеуі

Көп станциялар баяу зарядтау режимінде жұмыс істейді.

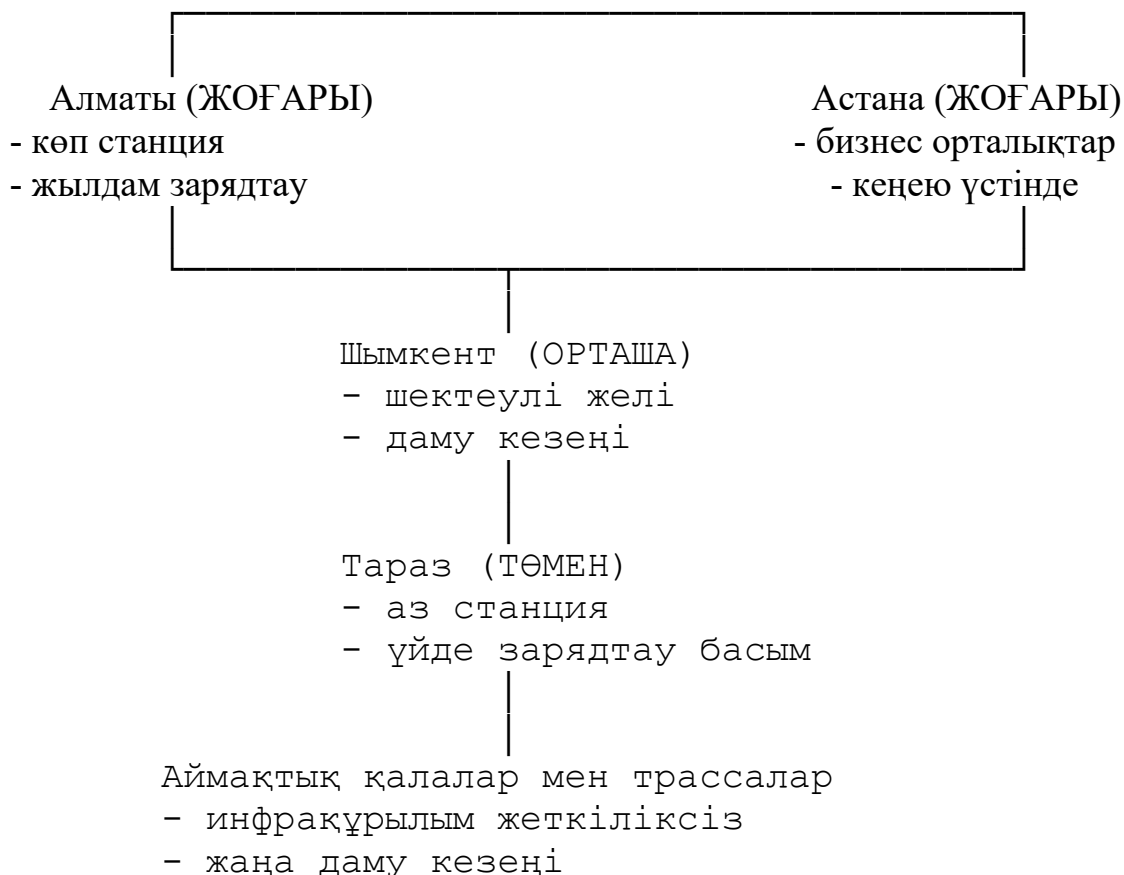
4) Инвестицияның жеткіліксіздігі

Жеке сектор енді ғана белсенді қатыса бастады.

Қазақстандағы инфрақұрылымның схемалық көрінісі.

Төменде ел бойынша электр көліктері инфрақұрылымының таралу құрылымы берілген:

ҚАЗАҚСТАН (EV инфрақұрылымы)



Қазақстанда электр көліктері инфрақұрылымы даму үстінде, бірақ оның қазіргі жағдайы аймақтар бойынша тең емес. Алматы мен Астана көшбасшы болса, Шымкент пен Тараз сияқты қалаларда жүйе енді қалыптасып келеді. Бұл жағдай электр көліктерін кеңінен енгізу үшін қосымша инвестиция, мемлекеттік қолдау және инфрақұрылымдық жоспарлауды қажет етеді.

Болашақта зарядтау станцияларының көбеюі Қазақстанда электр көліктерінің үлесін арттырып, экологиялық көлік жүйесіне көшуге мүмкіндік береді.

Дәстүрлі және электр көліктерін салыстыру нәтижесінде электр көліктерінің экологиялық және экономикалық тиімділігі жоғары екендігі анықталды. Соған қарамастан, қазіргі таңда зарядтау инфрақұрылымы мен аккумулятор технологияларының дамуы электр көліктерін кеңінен енгізудің негізгі факторлары болып отыр. Болашақта электр көліктері автомобиль өнеркәсібінің басым бағытына айналады деп күтілуде.

2. ЭЛЕКТР КӨЛІКТЕРІН ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕГІ ҰЙЫМДАСТЫРУ ӨЗГЕРІСТЕРІ

2.1 Автопарк құрылымын өзгерту

Электр көліктерін енгізу жағдайында автокөлік шаруашылығын ұйымдастырудың негізгі ерекшелігі – автопарк құрылымының кешенді түрде қайта жаңғыртылуы болып табылады. Бұл өзгеріс тек көлік құрамын алмастырумен шектелмей, сонымен қатар техникалық қызмет көрсету жүйесін, инфрақұрылымды, басқару құрылымын және энергиямен қамтамасыз ету моделін толық қайта құруды талап етеді.

Тараз қаласындағы жолаушылар тасымалын жүзеге асыратын негізгі кәсіпорындардың бірі – «ТаразПассТранс» ЖШС. Бұл кәсіпорын қаланың қоғамдық көлік жүйесінде маңызды орын алады және қалаішілік бағыттардың елеулі бөлігін қамтамасыз етеді.

Кәсіпорынның қазіргі автопарк жағдайы (ТаразПассТранс ЖШС мысалында)

Зерттеу деректеріне сәйкес, «ТаразПассТранс» ЖШС құрамында:

- шамамен 100-ден астам автобус пайдаланылады;
- қала ішінде 9 маршрут бойынша жолаушылар тасымалы жүзеге асырылады;
- қосымша қала маңы және арнайы бағыттар қызмет көрсетеді;
- кәсіпорында 60–70 адамға жуық персонал (инженерлер, жүргізушілер, жөндеу қызметкерлері және әкімшілік қызметкерлер) жұмыс істейді;
- жыл ішінде қозғалыс кестесіне қосымша автобустар енгізу және рейстер санын арттыру тәжірибесі бар.

Бұл деректер Тараз қаласының қоғамдық көлік жүйесінде автопарктердің орташа және ірі деңгейде жұмыс істейтінін көрсетеді.

Электр көліктерін енгізу кезіндегі құрылымдық өзгерістер

Электр көліктерін енгізу «ТаразПассТранс» сияқты кәсіпорындардың құрылымына айтарлықтай әсер етеді. Қазіргі іштен жану қозғалтқышына негізделген жүйе орнына жаңа технологиялық және ұйымдастырушылық модель қалыптасады.

1. Көлік паркінің трансформациясы

Электр көліктері енгізілген жағдайда автопарк құрылымы кезең-кезеңімен өзгеруі мүмкін:

- 70–80% – қалалық қысқа маршруттарға арналған электр автобустар;
- 20–30% – гибридті немесе дизельді резервтік көліктер.

Бұл әсіресе Тараз сияқты қалалар үшін тиімді, себебі орташа маршрут ұзақтығы салыстырмалы түрде қысқа.

2. Зарядтау инфрақұрылымын енгізу

Дәстүрлі жанармай құю станцияларының орнына:

- автопарк аумағында 20–40 зарядтау станциясы;
- түнгі депо зарядтау жүйесі;
- жылдам зарядтау (DC) бекеттері;
- энергияны басқару орталығы құрылады.

Бұл жүйе автопарктың тәулік бойы үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

3. Техникалық қызмет көрсету құрылымының өзгеруі

«ТаразПассТранс» ЖШС тәжірибесінде қазіргі ТҚК жүйесі негізінен қозғалтқыш, майлау жүйесі және механикалық бөлшектерге бағытталған.

Электр көліктері енгізілген жағдайда:

- аккумулятор диагностикасы бөлімі;
- жоғары вольтты жүйелерді жөндеу аймағы;
- электрондық басқару блоктарын тексеру;
- бағдарламалық диагностика орталығы құрылады.

Бұл өзгерістер техникалық қызмет көрсетудің еңбек сыйымдылығын азайтады, бірақ біліктілік талаптарын арттырады.

4. Басқару және цифрлық мониторинг жүйесі

Электр көліктері енгізілгенде автопаркте жаңа басқару деңгейі пайда болады:

- GPS және телеметрия арқылы нақты уақыт режимінде бақылау;
- батарея заряд деңгейін автоматты бақылау;
- маршруттарды энергия тұтынуына қарай оңтайландыру;
- диспетчерлік жүйені цифрландыру.

5. Экономикалық және эксплуатациялық тиімділік

Қазіргі «ТаразПассТранс» ЖШС сияқты кәсіпорындарда негізгі шығындар жанармайға және техникалық қызметке жұмсалады.

Электр көліктері енгізілген жағдайда:

- жанармай шығындары 60–70% дейін қысқаруы мүмкін;
- техникалық қызмет көрсету шығындары төмендейді;
- бірақ бастапқы инвестициялық шығын (көлік пен зарядтау инфрақұрылымы) артады.

2.1 – кесте. Автопарк құрылымының салыстырмалы өзгерісі

Құрылым элементі	Дәстүрлі жүйе	Электр көліктері енгізілген жүйе
Энергия көзі	Дизель/бензин	Электр энергиясы
Инфрақұрылым	Жанармай құю станциясы	Зарядтау станциялары
ТҚК түрі	Механикалық жөндеу	Электрондық диагностика
Негізгі шығын	Отын	Электр энергиясы + инфрақұрылым
Басқару	Диспетчерлік бақылау	Цифрлық телеметрия

«ТаразПассТранс» ЖШС мысалында автопарк құрылымын электр көліктеріне бейімдеу – бұл тек көлік паркін жаңарту емес, толық жүйелік трансформация. Бұл өзгеріс инфрақұрылымды жаңғыртуға, техникалық

қызмет көрсетуді цифрландыруға және энергия тиімділігін арттыруға бағытталады. Нәтижесінде қалалық жолаушылар тасымалы экологиялық тұрғыдан таза, үнемді және басқаруы тиімді жүйеге айналады.

2.2 Электр автобустарын енгізудің экономикалық тиімділігін бағалау

Электр көліктерін пайдалану автокөлік кәсіпорындарының эксплуатациялық шығындарын азайтуға, қоршаған ортаға түсетін зиянды төмендетуге және ұзақ мерзімді экономикалық тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты «ТаразПассТранс» ЖШС жағдайында электр автобустарын енгізудің экономикалық тиімділігі есептелді.

Есептеу үшін келесі шартты деректер қабылданды:

Көрсеткіш	Дизельді автобус	Электр автобус
Бір автобустың жылдық жүрісі	70 000 км	70 000 км
Энергия шығыны	35 л/100 км	1,3 кВт·сағ/км
Дизель отынының бағасы	320 тг/л	-
Электр энергиясының бағасы	-	30 тг/кВт·сағ
ТҚК шығыны	3 500 000 тг/жыл	2 000 000 тг/жыл

Отын шығындарын есептеу

Дизельді автобус үшін

Жылдық отын шығыны:

$$Q = \frac{70000 \times 35}{100} = 24500$$

Жылына 24 500 литр дизель отыны жұмсалады.

Жылдық шығын:

$$24\,500 \times 320 = 7\,840\,000 \text{ теңге}$$

Электр автобус үшін

Жылдық электр энергиясы шығыны:

$$70\,000 \times 1,3 = 91\,000 \text{ кВт·сағ}$$

Жылдық энергия шығыны:

$$91\,000 \times 30 = 2\,730\,000 \text{ теңге}$$

Пайдалану шығындарын салыстыру

Шығын түрі	Дизель автобус	Электр автобус
Отын немесе электр энергиясы	7 840 000 тг	2 730 000 тг
Техникалық қызмет көрсету	3 500 000 тг	2 000 000 тг
Барлығы	11 340 000 тг	4 730 000 тг

Бір автобус бойынша жылдық үнем:

$$11\,340\,000 - 4\,730\,000 = 6\,610\,000 \text{ теңге}$$

10 автобусты ауыстыру жағдайындағы тиімділік

Егер «ТаразПассТранс» ЖШС алғашқы кезеңде 10 дизельді автобустың орнына 10 электр автобусын енгізсе:

Жылдық үнем:

$$6\,610\,000 \times 10 = \mathbf{66\,100\,000 \text{ теңге}}$$

Инвестициялардың өтелу мерзімі

Шартты түрде:

- Дизельді автобус құны – 90 млн теңге;
- Электр автобус құны – 150 млн теңге.

Қосымша инвестиция:

$$150 - 90 = \mathbf{60 \text{ млн теңге}}$$

Өтелу мерзімі:

$$T = \frac{60\,000\,000}{66\,100\,000}$$

$$T \approx \mathbf{9,1 \text{ жыл}}$$

Мемлекеттік субсидиялар мен жеңілдіктерді ескерген жағдайда өтелу мерзімі 6–8 жылға дейін қысқаруы мүмкін.

Экологиялық тиімділік

Бір дизельді автобус орта есеппен жылына шамамен 65–75 тонна көмірқышқыл газын (CO₂) атмосфераға шығарады.

10 автобусты электр көліктеріне ауыстыру нәтижесінде:

- жылына шамамен **700 тоннаға дейін CO₂ шығарындылары азаяды;**
- қала ауасының сапасы жақсарады;
- шу деңгейі төмендейді;
- экологиялық көрсеткіштер артады.

2.2 – кесте. Экономикалық тиімділіктің жиынтық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мәні
Бір автобус бойынша жылдық үнем	6,61 млн тг
10 автобус бойынша жылдық үнем	66,1 млн тг
Қосымша инвестиция	60 млн тг
Өтелу мерзімі	9,1 жыл
CO ₂ шығарындыларының азаюы	700 т/жыл

Жүргізілген есептеулер көрсеткендей, «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркіне электр автобустарын кезең-кезеңімен енгізу экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады. Электр энергиясының арзандығы және техникалық қызмет көрсету шығындарының төмендігі нәтижесінде бір автобус бойынша жыл сайын шамамен 6,6 млн теңге үнемдеуге мүмкіндік бар. Сонымен қатар, атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың көлемі азайып, қаланың экологиялық жағдайы жақсарады. Сондықтан электр автобустарын

енгізу кәсіпорынның ұзақ мерзімді даму стратегиясының маңызды бағыты болып саналады.

2.3 Электр көліктеріне техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру ерекшеліктері

Электр көліктерін пайдалану жағдайында техникалық қызмет көрсету жүйесі дәстүрлі іштен жану қозғалтқышы бар көліктерге қарағанда елеулі өзгерістерге ұшырайды. Электр автобустарында қозғалтқыш, беріліс қорабы, отын жүйесі, майлау жүйесі сияқты күрделі механикалық тораптардың болмауы техникалық қызмет көрсету көлемін азайтады. Алайда жоғары вольтты электр жабдықтары мен аккумуляторлық батареялардың болуы қызмет көрсетуге қойылатын талаптарды күшейтеді.

«ТаразПассТранс» ЖШС жағдайында электр автобустарын енгізу техникалық қызмет көрсету құрылымын жаңғыртуды, мамандарды қайта даярлауды және жаңа диагностикалық жабдықтарды сатып алуды қажет етеді.

Электр көліктерінің техникалық қызмет көрсету ерекшеліктері

Электр автобустарында негізгі назар келесі жүйелерге аударылады:

- жоғары вольтты аккумуляторлық батареялар;
- электр қозғалтқышы;
- инвертор және басқару контроллері;
- зарядтау жүйесі;
- салқындату жүйесі;
- электрондық басқару және бақылау жүйелері.

Дәстүрлі автобустардағыдай қозғалтқыш майын, сүзгілерді және отын жүйесін тұрақты ауыстыру қажеттілігі болмайды.

Техникалық қызмет көрсету кезеңдері

Электр автобустарына техникалық қызмет көрсету бірнеше кезең бойынша ұйымдастырылады.

Күнделікті қызмет көрсету (КҚК)

Әр рейс алдында және рейстен кейін жүргізіледі:

- аккумулятор зарядының деңгейін тексеру;
- сыртқы жарықтандыру құралдарын бақылау;
- тежеу жүйесін тексеру;
- шиналардың жағдайын қарау;
- борттық компьютер көрсеткіштерін бақылау;
- зарядтау коннекторларының жарамдылығын тексеру.

Бірінші техникалық қызмет көрсету (ТҚ-1)

Әдетте әрбір 8–10 мың км жүргеннен кейін орындалады:

- электр жабдықтарының диагностикасы;
- аккумулятор блогының күйін бағалау;
- жоғары вольтты кабельдердің оқшауламасын тексеру;

- салқындату жүйесін бақылау;
- тежеу жүйесінің техникалық жағдайын тексеру.

Екінші техникалық қызмет көрсету (ТҚ-2)

Әрбір 25–30 мың км жүргеннен кейін орындалады:

- электр қозғалтқышын толық диагностикалау;
- инвертор жұмысын тексеру;
- бағдарламалық қамтамасыз етуді жаңарту;
- аккумулятор батареясының сыйымдылығын бағалау;
- барлық электр қосылыстарын кешенді тексеру.

Аккумуляторлық батареяларға қызмет көрсету

Электр автобусының ең қымбат бөлігі – тартқыш аккумуляторлық батарея.

Батареялардың қызмет ету мерзімі орта есеппен 8–12 жылды құрайды. Олардың ұзақ уақыт жұмыс істеуі үшін:

- толық разрядқа дейін түсірмеу;
- шамадан тыс зарядтамау;
- температуралық режимді сақтау;
- жүйелі диагностика жүргізу қажет.

Батареяның техникалық жағдайын бақылау үшін арнайы Battery Management System (BMS) пайдаланылады. Бұл жүйе әрбір элементтің кернеуін, температурасын және заряд деңгейін бақылайды.

Зарядтау инфрақұрылымына қызмет көрсету

«ТаразПассТранс» ЖШС аумағында электр автобустары пайдаланылған жағдайда зарядтау станцияларының үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету маңызды міндеттердің бірі болады.

Зарядтау жабдықтарына қызмет көрсету барысында:

- электр желілерінің жағдайы тексеріледі;
- қуат беру жүйелері бақыланады;
- зарядтау кабельдері мен коннекторлары қаралады;
- бағдарламалық қамтамасыз ету жаңартылып отырады.

Қызмет көрсетуші персоналға қойылатын талаптар

Электр автобустарымен жұмыс істейтін мамандар арнайы дайындықтан өтуі тиіс.

Негізгі талаптар:

- электр қауіпсіздігі бойынша III–IV топтағы рұқсат;
- жоғары вольтты жабдықтармен жұмыс тәжірибесі;
- диагностикалық бағдарламалармен жұмыс істеу дағдылары;
- электр көліктерінің құрылысын білу.

Кәсіпорында инженерлер мен электромеханиктерді қайта даярлау ұйымдастырылуы қажет.

2.3-кесте. Техникалық қызмет көрсету шығындарын салыстыру

Көрсеткіш	Дизельді автобус	Электр автобус
Қозғалтқыш майын ауыстыру	Бар	Жоқ
Отын жүйесін жөндеу	Бар	Жоқ
Сүзгілерді ауыстыру	Бар	Жоқ
Электр диагностикасы	Аз	Көп
Аккумуляторды бақылау	Жоқ	Бар
Жылдық ТҚК шығыны	3,5 млн тг	2,0 млн тг

Кестеден көрініп тұрғандай, электр автобустарына техникалық қызмет көрсету жұмыстарының құрылымы өзгереді, бірақ жалпы пайдалану шығындары төмендейді.

Техникалық қызмет көрсету бөлімінің ұсынылатын құрылымы

Электр автобустарын енгізгеннен кейін техникалық қызмет көрсету аймағы келесі бөлімдерден тұруы ұсынылады:

1. Күнделікті техникалық бақылау аймағы.
2. Электрондық диагностика зертханасы.
3. Аккумуляторлық батареяларды тексеру бөлімі.
4. Зарядтау жабдықтарына қызмет көрсету аймағы.
5. Жоғары вольтты жүйелерді жөндеу учаскесі.
6. Қосалқы бөлшектер қоймасы.

Электр көліктеріне техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру дәстүрлі автобустарға қарағанда өзгеше тәсілді талап етеді. «ТаразПассТранс» ЖШС жағдайында электр автобустарын пайдалану техникалық қызмет көрсету шығындарын төмендетуге, көлік сенімділігін арттыруға және пайдалану тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар жоғары вольтты жабдықтармен жұмыс істеуге арналған арнайы мамандарды даярлау және заманауи диагностикалық құралдарды енгізу кәсіпорынның техникалық базасын жаңа деңгейге көтереді.

2.4 Электр көліктерін пайдалану жағдайында персоналды даярлау және біліктілігін арттыру

Электр көліктерін автокөлік кәсіпорындарына енгізудің маңызды шарттарының бірі – қызметкерлерді жаңа технологиялармен жұмыс істеуге дайындау болып табылады. Электр автобустарының құрылымы мен пайдалану ерекшеліктері дәстүрлі іштен жану қозғалтқышы бар автобустардан айтарлықтай ерекшеленетіндіктен, кәсіпорын персоналының кәсіби біліктілігіне қойылатын талаптар да өзгереді. Осыған байланысты «ТаразПассТранс» ЖШС сияқты жолаушылар тасымалымен айналысатын кәсіпорындарда қызметкерлерді қайта даярлау және олардың біліктілігін арттыру маңызды міндеттердің біріне айналады.

Персоналды даярлаудың мақсаты мен міндеттері

Электр көліктерін енгізу барысында персоналды даярлаудың негізгі мақсаты – көлік құралдарын қауіпсіз және тиімді пайдалануды қамтамасыз ету.

Негізгі міндеттері:

- электр автобустарының құрылымы мен жұмыс істеу принциптерін үйрету;
- жоғары вольтты жабдықтармен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыру;
- техникалық қызмет көрсету және диагностика жүргізуді меңгерту;
- қауіпсіздік техникасы талаптарын сақтау мәдениетін дамыту;
- цифрлық басқару және мониторинг жүйелерімен жұмыс істеуге үйрету.

Персонал санаттары бойынша даярлау бағдарламасы

Электр көліктерін енгізу жағдайында кәсіпорын қызметкерлерін бірнеше санатқа бөліп оқыту ұсынылады.

Жүргізушілерді даярлау

Электр автобусын басқару дәстүрлі автобусты басқарудан белгілі бір ерекшеліктерімен өзгешеленеді.

Жүргізушілер келесі бағыттар бойынша оқытылуы тиіс:

- электр автобусының басқару ерекшеліктері;
- энергияны үнемді пайдалану әдістері;
- рекуперативті тежеу жүйесінің жұмысы;
- зарядтау процесін жүргізу тәртібі;
- апаттық жағдайларда әрекет ету алгоритмдері.

Энергияны үнемді жүргізу әдістерін меңгеру батарея зарядының ұзақ сақталуына және пайдалану шығындарының төмендеуіне мүмкіндік береді.

Техникалық қызмет көрсету мамандарын даярлау

Техникалық қызмет көрсету персоналы электр көліктерінің негізгі жүйелерін диагностикалау және жөндеу бойынша арнайы дайындықтан өтуі қажет.

Оқыту бағдарламасына мыналар кіреді:

- электр қозғалтқыштарының құрылысы;
- аккумуляторлық батареялардың жұмыс істеу принциптері;
- жоғары вольтты жүйелердің қауіпсіздігі;
- диагностикалық бағдарламаларды пайдалану;
- зарядтау құрылғыларына қызмет көрсету.

Мамандар электр қауіпсіздігі бойынша кемінде III немесе IV топтағы рұқсат алуы қажет.

Инженерлік-техникалық қызметкерлерді даярлау

Инженерлер мен диспетчерлер үшін келесі бағыттар маңызды:

- электр көліктерін пайдалану тиімділігін талдау;
- маршруттарды энергия тұтынуына қарай жоспарлау;

- телеметриялық деректерді өңдеу;
- зарядтау инфрақұрылымын басқару;
- техникалық көрсеткіштерді бақылау.

Бұл мамандар кәсіпорынның электр көліктерін пайдалану тиімділігін арттыруға жауап береді.

Қауіпсіздік техникасы бойынша оқыту

Электр автобустарында 600–800 В және одан жоғары кернеулі жүйелер қолданылатындықтан, қауіпсіздік мәселесіне ерекше назар аудару қажет.

Қызметкерлер келесі талаптарды білуі тиіс:

- жоғары вольтты жабдықтарға жақындау тәртібі;
- электр тогынан қорғану құралдарын пайдалану;
- апаттық ажырату жүйелерінің жұмысы;
- өрт қауіпсіздігі талаптары;
- алғашқы медициналық көмек көрсету ережелері.

Кәсіпорында жыл сайын қауіпсіздік техникасы бойынша қайта аттестаттау өткізу ұсынылады.

Персоналды даярлау кезеңдері

«ТаразПассТранс» ЖШС жағдайында электр автобустарын енгізу кезінде оқыту процесін келесі кезеңдер бойынша ұйымдастыру ұсынылады:

Кезең	Іс-шаралар
1-кезең	Қызметкерлердің дайындық деңгейін бағалау
2-кезең	Теориялық оқыту
3-кезең	Практикалық машықтану
4-кезең	Біліктілік емтихандары
5-кезең	Сертификаттау және жұмысқа жіберу

Персоналды оқытуға жұмсалатын шығындар

Электр автобустарын енгізудің бастапқы кезеңінде оқыту шығындары қажет болады.

Мысалы:

Шығыс түрі	Сомасы, мың тг
Жүргізушілерді оқыту (20 адам)	2 000
Техникалық мамандарды даярлау (10 адам)	2 500
Инженерлерді оқыту (5 адам)	1 000
Оқу материалдары мен тренингтер	500
Барлығы	6 000

Бұл шығындар ұзақ мерзімді перспективада көлік құралдарын тиімді пайдалану және апаттық жағдайларды азайту арқылы өтеледі.

Персоналды даярлаудың күтілетін нәтижелері

Электр көліктерін енгізу барысында қызметкерлерді сапалы даярлау нәтижесінде:

- көлік құралдарының сенімділігі артады;
- техникалық ақаулар саны азаяды;
- энергия шығындары төмендейді;
- еңбек қауіпсіздігі жақсарады;
- қызмет көрсету сапасы артады;
- кәсіпорынның жалпы тиімділігі жоғарылайды.

Электр көліктерін пайдалану жағдайында персоналды даярлау автокөлік шаруашылығын ұйымдастырудың негізгі элементтерінің бірі болып табылады. «ТаразПассТранс» ЖШС мысалында жүргізушілерді, техникалық мамандарды және инженерлік қызметкерлерді қайта даярлау электр автобустарын тиімді пайдалануға, пайдалану шығындарын азайтуға және қауіпсіздік деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан электр көліктерін енгізу бағдарламасы персоналды оқыту және біліктілігін тұрақты арттыру шараларымен қатар жүргізілуі тиіс.

3. ЗАРЯДТАУ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

3.1 Зарядтау станцияларының түрлері

Электр көліктерін пайдалану тиімділігі көбінесе зарядтау инфрақұрылымының даму деңгейіне байланысты. Электр автобустары мен жеңіл электр көліктерінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін әртүрлі қуаттағы және мақсаттағы зарядтау станциялары қолданылады. Зарядтау станцияларын дұрыс таңдау автокөлік кәсіпорнының пайдалану шығындарын азайтып, көліктердің желіде жұмыс істеу уақытын арттырады.

«ТаразПассТранс» ЖШС жағдайында электр автобустарын енгізу кезінде зарядтау станцияларының түрлерін таңдау маршруттардың ұзақтығына, автобустар санына және тәуліктік пайдалану режиміне байланысты жүзеге асырылады.

Зарядтау станцияларының жіктелуі.

Зарядтау станциялары ток түріне және қуатына қарай үш негізгі топқа бөлінеді:

1. Баяу зарядтау станциялары (AC Charging)

Баяу зарядтау станциялары айнымалы токпен (AC) жұмыс істейді және көбінесе электр көліктерін ұзақ уақыт тұрақта зарядтау үшін қолданылады.

Негізгі сипаттамалары:

- қуаты 7–22 кВт;
- зарядтау уақыты 6–12 сағат;
- жабдық құны салыстырмалы түрде төмен;
- орнату шығындары аз.

Бұл станциялар негізінен:

- автопарк аумағында;
- кәсіпорын тұрақтарында;
- түнгі зарядтау аймақтарында қолданылады.

«ТаразПассТранс» ЖШС үшін автобустарды түнгі уақытта зарядтау кезінде AC станцияларын пайдалану тиімді болып табылады.

2. Жылдам зарядтау станциялары (DC Fast Charging)

Жылдам зарядтау станциялары тұрақты токпен (DC) жұмыс істейді және аккумуляторды қысқа уақыт ішінде зарядтауға мүмкіндік береді.

Негізгі сипаттамалары:

- қуаты 50–150 кВт;
- зарядтау уақыты 1–3 сағат;
- маршрут арасындағы үзілістер кезінде қолдануға ыңғайлы;
- автобустың жұмыс уақытын арттырады.

Артықшылықтары:

- жоғары өнімділік;
- зарядтау уақытының қысқаруы;
- тәуліктік рейстер санын көбейту мүмкіндігі.

Кемшіліктері:

- жабдық құны жоғары;
- электр желісіне түсетін жүктеме артады.

3. Ультра жылдам зарядтау станциялары (Ultra Fast Charging)

Бұл станциялар соңғы буын технологияларына негізделген.

Сипаттамалары:

- қуаты 150–350 кВт;
- зарядтау уақыты 15–40 минут;
- үлкен жолаушылар ағыны бар бағыттарда тиімді.

Ультра жылдам зарядтау жүйелері көбінесе:

- соңғы аялдамаларда;
- ірі көлік тораптарында;
- халықаралық тәжірибеде BRT жүйелерінде пайдаланылады.

Қазақстан жағдайында мұндай станциялар әзірше кең таралмағанымен, болашақта ірі қалаларда енгізілуі мүмкін.

Зарядтау әдістері бойынша жіктелуі.

Деполық зарядтау

Автобустар түнгі уақытта автопарк аумағында толық зарядталады.

Артықшылықтары:

- жабдық саны аз қажет;
- электр энергиясының түнгі тарифін пайдалануға болады;
- батарея ресурсы ұзақ сақталады.

Кемшілігі:

- үлкен аккумулятор сыйымдылығы қажет.

Маршруттық зарядтау (Opportunity Charging)

Автобус соңғы аялдамада немесе аралық бекетте зарядталады.

Артықшылықтары:

- аккумулятор көлемін азайтуға мүмкіндік береді;
- автобустың салмағы төмендейді.

Кемшілігі:

- қосымша инфрақұрылым қажет.

Аралас зарядтау жүйесі

Қазіргі кезде ең тиімді тәсіл ретінде қарастырылады.

Бұл жағдайда:

- негізгі зарядтау депода жүргізіледі;
- қажет болған жағдайда маршрут бойында қосымша зарядтау жүзеге асырылады.

3.1-кесте. Зарядтау станцияларының техникалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	АС	DC Fast	Ultra Fast
Қуаты	7–22 кВт	50–150 кВт	150–350 кВт
Зарядтау уақыты	6–12 сағ	1–3 сағ	15–40 мин
Құны	Төмен	Орташа	Жоғары
Электр желісіне жүктеме	Төмен	Орташа	Жоғары
Автобустар үшін жарамдылығы	Жақсы	Өте жақсы	Өте жақсы

«ТаразПассТранс» ЖШС үшін ұсынылатын зарядтау жүйесі

Тараз қаласының маршруттық желісін талдау көрсеткендей, қалаішілік бағыттардың көпшілігінің ұзындығы 10–20 км аралығында орналасқан. Осыған байланысты кәсіпорын үшін ең тиімді шешім ретінде:

- автопарк аумағында 120 кВт қуатты 10–15 DC зарядтау станциясын;
- қосымша 22 кВт АС түнгі зарядтау құрылғыларын;
- перспективалық бағыттарда 1–2 ультра жылдам зарядтау кешенін

орналастыру ұсынылады.

Бұл жүйе электр автобустарының тәуліктік жұмысын толық қамтамасыз етіп, кәсіпорынның пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Зарядтау станциялары электр көліктері инфрақұрылымының негізгі элементі болып табылады. Олардың түрін дұрыс таңдау электр автобустарының пайдалану тиімділігіне тікелей әсер етеді. «ТаразПассТранс» ЖШС үшін деполық және жылдам зарядтау технологияларын біріктіріп қолдану ең тиімді шешім болып табылады. Мұндай тәсіл көлік құралдарының үздіксіз жұмысын қамтамасыз етіп, энергия шығындарын оңтайландыруға және жолаушылар тасымалының сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

3.2 Зарядтау станцияларының қажетті қуатын есептеу

Электр автобустарын пайдалану кезінде зарядтау инфрақұрылымының сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті электр қуатын дұрыс анықтау маңызды болып табылады. Қуат есебі зарядтау станцияларының санын, олардың қуатын және кәсіпорынның электр желісіне түсетін жүктемесін анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар бұл есеп трансформаторлық қосалқы станциялардың параметрлерін таңдауға және электр энергиясын тұтыну шығындарын бағалауға негіз болады.

Осы дипломдық жобада Тараз қаласындағы «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркіне электр автобустарын енгізу жағдайындағы зарядтау станцияларының қажетті қуаты есептелді.

Бастапқы мәліметтер

Жобалық есептеулер үшін келесі бастапқы деректер қабылданды:

Көрсеткіш	Мәні
Электр автобустарының саны	10 дана
Бір автобустың тәуліктік жүрісі	200 км
Электр энергиясының меншікті шығыны	1,3 кВт·сағ/км
Бір автобустың тәуліктік энергия тұтынуы	260 кВт·сағ
Зарядтау уақыты	8 сағат
Зарядтау станциясының ПӘК-і	90 %

Бір автобустың тәуліктік энергия қажеттілігін анықтау
Электр энергиясының тәуліктік шығыны келесі формуламен анықталады:

$$W = L \times q \quad (3.1)$$

мұнда:

W – тәуліктік энергия шығыны, кВт·сағ;

L – тәуліктік жүріс, км;

q – энергия шығыны, кВт·сағ/км.

Есептеу нәтижесі:

$$W = 200 \times 1,3 = 260 \text{ кВт·сағ}$$

Демек, бір электр автобусы тәулігіне шамамен **260 кВт·сағ** электр энергиясын тұтынады.

Автопарк бойынша жалпы энергия тұтынуын есептеу.

10 электр автобусына қажетті энергия мөлшері:

$$W = 260 \times 10 = 2600 \text{ кВт·сағ}$$

Яғни автопарк тәулігіне шамамен **2600 кВт·сағ** электр энергиясын тұтынады.

[Зарядтау станциясының қажетті қуатын анықтау](#)

Қажетті зарядтау қуаты мына формула бойынша анықталады:

$$P = \frac{W}{t \eta} \quad (3.2)$$

мұнда:

P – зарядтау қуаты, кВт;

W – энергия шығыны, кВт·сағ;

t – зарядтау уақыты, сағ;

η – зарядтау жүйесінің пайдалы әсер коэффициенті.

Бір автобус үшін:

$$P = \frac{260}{8 \times 0.9} = 36,1 \text{ кВт}$$

Демек, бір электр автобусын толық зарядтау үшін шамамен **40 кВт** қуат қажет.

Автопарк үшін жалпы қуатты есептеу

Барлық 10 автобус бір мезгілде зарядталған жағдайда:

$$P_{\text{жалпы}} = 36,1 \times 10 = 361 \text{ кВт}$$

Жүйенің сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін 20 % резерв қарастырылады:

$$P_{\text{резерв}} = 361 \times 1,2 = 433,2 \text{ кВт}$$

Осылайша автопарк үшін қажетті жалпы қуат шамамен **450 кВт** құрайды.

Зарядтау станцияларының санын анықтау

Жоба бойынша қуаты 120 кВт болатын жылдам зарядтау станцияларын пайдалану қарастырылсын.

Қажетті станциялар саны:

$$N = 450 / 120 = 3,75$$

Есептеу нәтижесі бойынша **4 зарядтау станциясы** қажет болады.

Практикалық тұрғыдан резервті ескере отырып, **5 станция орнату ұсынылады.**

Жылдық электр энергиясын тұтыну

Автопарктің жылдық энергия қажеттілігі:

$$W_{\text{жыл}} = 2600 \times 365$$

$$W_{\text{жыл}} = 949000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Яғни жылына шамамен **949 мың кВт·сағ** электр энергиясы қажет болады.

Электр энергиясына жұмсалатын жылдық шығын

Электр энергиясының орташа тарифі 30 теңге/кВт·сағ деп қабылданғанда:

$C=949000 \times 30$

$C=28\,470\,000$ теңге

Демек, 10 электр автобусын пайдалану үшін жылдық энергия шығыны шамамен **28,5 млн теңге** болады.

Есеп нәтижелерін қорытындылау

Көрсеткіш	Мәні
Электр автобустарының саны	10 дана
Бір автобустың тәуліктік энергия шығыны	260 кВт·сағ
Автопарктың тәуліктік энергия қажеттілігі	2600 кВт·сағ
Қажетті жалпы қуат	450 кВт
Қажетті зарядтау станциялары саны	4–5 дана
Жылдық энергия тұтыну	949 000 кВт·сағ
Жылдық электр энергиясы шығыны	28,5 млн тг

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркінде 10 электр автобусын пайдалану үшін шамамен **450 кВт электр қуаты** қажет екені анықталды. Бұл мақсатта қуаты 120 кВт болатын 4–5 жылдам зарядтау станциясын орнату жеткілікті. Мұндай инфрақұрылым автобустардың тәуліктік жұмысын толық қамтамасыз етіп, электр көліктерін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар зарядтау жүйесін кезең-кезеңімен кеңейту болашақта электр автобустары санының артуына жағдай жасайды.

4. ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІК ЕСЕБІ

4.1 Бастапқы инвестиция

Электр көліктерін автокөлік кәсіпорындарына енгізу айтарлықтай бастапқы капиталдық салымдарды талап етеді. Негізгі инвестициялар электр автобустарын сатып алуға, зарядтау инфрақұрылымын құруға, электр желілерін жаңғыртуға және қызмет көрсетуші персоналды оқытуға жұмсалады. Дегенмен, пайдалану шығындарының төмендеуі мен энергия тиімділігінің артуы ұзақ мерзімді перспективада бұл шығындардың өтелуіне мүмкіндік береді.

Осы дипломдық жобада Тараз қаласындағы «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркінде 10 электр автобусын енгізу жобасының бастапқы инвестиция көлемі анықталды.

Жобаның негізгі параметрлері

Жоба бойынша келесі іс-шараларды жүзеге асыру қарастырылған:

- 10 электр автобусын сатып алу;
- 5 жылдам зарядтау станциясын орнату;
- трансформаторлық қосалқы станцияны жаңғырту;
- зарядтау алаңын дайындау;
- техникалық қызмет көрсету аймағын бейімдеу;
- персоналды оқыту және сертификаттау.

Электр автобустарын сатып алу шығындары

Қазіргі уақытта Қазақстан нарығындағы қалалық электр автобустарының орташа құны өндірушіге және техникалық сипаттамаларына байланысты 140–180 млн теңге аралығында өзгереді.

Есептеулер үшін бір электр автобусының орташа құны **150 млн теңге** деп қабылданды.

Электр автобустарын сатып алуға жұмсалатын инвестиция:

$$I_1 = N \times C$$

мұнда:

N – автобустар саны;

C – бір автобустың құны.

$$I_1 = 10 \times 150000000$$

$$I_1 = 1\,500\,000\,000 \text{ теңге}$$

Яғни электр автобустарын сатып алу үшін **1,5 млрд теңге** қажет.

Зарядтау станцияларын орнату шығындары

Жоба бойынша қуаты 120 кВт болатын 5 жылдам зарядтау станциясын орнату қарастырылған.

Бір станцияның орташа құны:

- жабдық құны – 18 млн теңге;
- монтаждау жұмыстары – 2 млн теңге.

Барлығы: 20 млн теңге

Бес станция үшін:

$$I_2 = 5 \times 20000000$$

$$I_2 = 100000000 \text{ теңге}$$

Электр желісін жаңғырту шығындары

Қосымша қуатты қамтамасыз ету үшін:

- трансформаторлық қосалқы станцияны жаңғырту;
- кабельдік желілерді тарту;
- қорғаныс автоматикасын орнату қажет.

Бұл жұмыстарға шамамен:

$$I_3 = 60000000 \text{ теңге қарастырылады.}$$

Техникалық қызмет көрсету аймағын жаңарту

Электр автобустарына қызмет көрсету үшін:

- диагностикалық жабдықтар;
- жоғары вольтты құрал-саймандар;
- аккумуляторларды тексеру құрылғылары сатып алынады.

Бұл мақсатқа:

$$I_4 = 25000000 \text{ теңге инвестиция қажет.}$$

Персоналды даярлау шығындары

Жүргізушілерді, инженерлерді және техникалық қызметкерлерді оқытуға:

$$I_5 = 6,000,000 \text{ теңге}$$

қарастырылады.

Қосымша ұйымдастыру шығындары

Жобалық-сметалық құжаттарды әзірлеу, рұқсат құжаттарын алу және басқа ұйымдастыру шығындары үшін:

$$I_6 = 15000000 \text{ теңге}$$

қажет болады.

Жалпы бастапқы инвестицияны есептеу

Жалпы инвестиция көлемі:

$$I_{\text{жалпы}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6$$

$$I_{\text{жалпы}} = 1500 + 100 + 60 + 25 + 6 + 15$$

$$I_{\text{жалпы}} = 1706 \text{ млн теңге}$$

$$\text{Немесе } I_{\text{жалпы}} = 1706000000 \text{ теңге}$$

Бастапқы инвестиция құрылымы

№	Инвестиция түрі	Сомасы, млн тг	Үлесі, %
1	Электр автобустарын сатып алу	1500	87,9
2	Зарядтау станциялары	100	5,9
3	Электр желісін жаңғырту	60	3,5
4	Техникалық база	25	1,5
5	Персоналды даярлау	6	0,4
6	Ұйымдастыру шығындары	15	0,8
Барлығы	Жалпы инвестиция	1706	100

Жүргізілген есептеулер бойынша «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркіне 10 электр автобусын енгізу үшін қажетті бастапқы инвестиция көлемі шамамен **1,706 млрд теңгені** құрайды. Инвестицияның негізгі бөлігі (87,9%) электр автобустарын сатып алуға жұмсалады. Қалған қаражат зарядтау инфрақұрылымын дамытуға, электр желілерін жаңғыртуға және персоналды даярлауға бағытталады. Бұл инвестициялар кәсіпорынның ұзақ мерзімді даму стратегиясын іске асыруға және пайдалану шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді.

4.2 Пайдалану шығындарын салыстыру

Электр көліктерін енгізудің экономикалық тиімділігін бағалаудағы негізгі көрсеткіштердің бірі – пайдалану шығындары болып табылады. Автобустарды пайдалану барысында жанармай немесе электр энергиясы шығындары, техникалық қызмет көрсету, жөндеу жұмыстары және қосалқы материалдарға жұмсалатын қаражат кәсіпорынның жалпы шығындарының едәуір бөлігін құрайды.

«ТаразПассТранс» ЖШС автопаркі жағдайында 10 дизельді автобусты 10 электр автобусымен алмастыру кезіндегі пайдалану шығындары салыстырылды.

Бастапқы деректер

Есептеулер үшін келесі көрсеткіштер қабылданды:

Көрсеткіш	Дизельді автобус	Электр автобус
Автобус саны	10 дана	10 дана
Бір автобустың жылдық жүрісі	70 000 км	70 000 км
Энергия шығыны	35 л/100 км	1,3 кВт·сағ/км
Дизель отынының бағасы	320 тг/л	-
Электр энергиясының бағасы	-	30 тг/кВт·сағ
Жылдық ТҚК шығыны (1 автобус)	3,5 млн тг	2,0 млн тг

Дизельді автобустардың пайдалану шығындары
Отын шығыны

Бір автобустың жылдық дизель отыны шығыны:

$$Q = \frac{70000 \times 35}{100} = 24500$$

Яғни бір автобус жылына **24 500 литр** дизель отынын тұтынады.

10 автобус үшін:

$$Q_{\text{жалпы}} = 24500 \times 10 = 245000 \text{ литр}$$

]

Отынға жұмсалатын жылдық шығын:

$$C_1 = 245000 \times 320$$

$$C_1 = 78,400,000 \text{ теңге}$$

Техникалық қызмет көрсету шығындары

Бір автобус үшін: 3,5 млн теңге

10 автобус үшін: $C_2 = 3,5 \times 10$

$$C_2 = 35000000 \text{ теңге}$$

Жалпы пайдалану шығыны

$$C_{\text{дизель}} = 78,4 + 35$$

$$C_{\text{дизель}} = 113,4 \text{ млн теңге}]$$

Сонымен, 10 дизельді автобустың жылдық пайдалану шығындары

113,4 млн теңгені құрайды.

Электр автобустарының пайдалану шығындары

Электр энергиясының шығыны

Бір автобустың жылдық энергия тұтынуы:

$$70000 \times 1,3 = 91000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

10 автобус үшін: $W = 91000 \times 10$

$$W = 910000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Электр энергиясына жұмсалатын шығын:

$$C_3 = 910000 \times 30$$

$$C_3 = 27300000 \text{ теңге}$$

Техникалық қызмет көрсету шығындары

Бір автобус үшін: 2,0 млн теңге

10 автобус үшін: $C_4 = 2 \times 10$

$$C_4 = 20000000 \text{ теңге}$$

Жалпы пайдалану шығыны

$$C_{\text{эл}} = 27,3 + 20$$

$$C_{\text{эл}} = 47,3 \text{ млн теңге}$$

Демек, 10 электр автобусын пайдаланудың жылдық шығыны **47,3 млн теңгені** құрайды.

Пайдалану шығындарының салыстырмалы талдауы

Шығын түрі	Дизель автобустар, млн тг	Электр автобустар, млн тг
Отын немесе электр энергиясы	78,4	27,3
Техникалық қызмет көрсету	35,0	20,0
Жалпы шығын	113,4	47,3

Кестеден көрініп тұрғандай, электр автобустарын пайдалану кезінде шығындар айтарлықтай төмендейді.

Жылдық экономикалық тиімділік

Жылдық үнем мөлшері: $E = 113,4 - 47,3$

$E = 66,1$ млн теңге

Яғни кәсіпорын жыл сайын шамамен **66,1 млн теңге үнемдей алады.**

Пайдалану шығындарының төмендеу деңгейі:

$$\Delta = \frac{66,1}{113,4} \times 100$$

$$\Delta = 58,3\%$$

Демек, электр автобустарын енгізу нәтижесінде пайдалану шығындары шамамен **58% төмендейді.**

Пайдалану шығындарының құрылымы

Көрсеткіш	Дизель автобус	Электр автобус
Энергия көзі	Дизель отыны	Электр энергиясы
Энергия шығыны	Жоғары	Төмен
Майлау материалдары	Бар	Жоқ
Қозғалтқышқа қызмет көрсету	Бар	Жоқ
Аккумулятор диагностикасы	Жоқ	Бар
Жалпы пайдалану шығыны	Жоғары	Төмен

Жүргізілген есептеулер көрсеткендей, «ТаразПассТранс» ЖШС автопаркінде электр автобустарын пайдалану дизельді автобустармен салыстырғанда едәуір экономикалық тиімді болып табылады. 10 автобус бойынша жылдық пайдалану шығындары **113,4 млн теңгеден 47,3 млн теңгеге дейін төмендейді**, ал жылдық үнем **66,1 млн теңгені** құрайды. Бұл көрсеткіш электр көліктерін енгізудің экономикалық тұрғыдан негізделген шешім екенін дәлелдейді және кәсіпорынның ұзақ мерзімді қаржылық тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі таңда әлемдік деңгейде экологиялық қауіпсіздік мәселелері мен энергия ресурстарын тиімді пайдалану қажеттілігі электр көліктерін кеңінен енгізуге негіз болып отыр. Осыған байланысты автокөлік шаруашылығын ұйымдастыру жүйесіне жаңа талаптар қойылып, көлік саласының құрылымы мен техникалық қызмет көрсету ерекшеліктері өзгеруде. «Электр көліктерін енгізу жағдайында автокөлік шаруашылығын ұйымдастыру ерекшеліктері» тақырыбындағы дипломдық жобада аталған мәселелер жан-жақты қарастырылып, электр көліктерін пайдалану жағдайындағы автокөлік кәсіпорындарының жұмысын ұйымдастырудың негізгі бағыттары зерттелді.

Дипломдық жоба барысында электр көліктерінің техникалық, экономикалық және экологиялық артықшылықтарына талдау жасалды. Сонымен қатар дәстүрлі іштен жану қозғалтқышымен жүретін автокөліктермен салыстырғандағы тиімділігі анықталып, олардың қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсерін төмендетудегі маңызы көрсетілді. Электр көліктерін енгізу кезінде автокөлік шаруашылығында зарядтау инфрақұрылымын дамыту, техникалық қызмет көрсету жүйесін жаңарту, мамандарды даярлау және энергиямен қамтамасыз ету мәселелерінің өзектілігі дәлелденді.

Жоба аясында автокөлік кәсіпорындарының жұмысын ұйымдастырудың тиімді тәсілдері ұсынылып, электр көліктеріне қызмет көрсету процесін жетілдіру жолдары қарастырылды. Электр көліктерін пайдалану шығындарын азайту, техникалық қауіпсіздікті арттыру және өндірістік процестерді оңтайландыру бағытында нақты ұсыныстар берілді. Сонымен бірге электр көліктерін енгізудің экономикалық тиімділігі есептеліп, олардың ұзақ мерзімді перспективадағы артықшылықтары негізделді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, электр көліктерін автокөлік шаруашылығына кезең-кезеңімен енгізу көлік саласының экологиялық тұрақтылығын арттыруға, отын шығындарын азайтуға және заманауи технологияларды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл бағыт еліміздің көлік инфрақұрылымын жаңғыртуға және тұрақты даму талаптарына сәйкес келетін тиімді автокөлік жүйесін қалыптастыруға ықпал етеді.

Осылайша, дипломдық жобада қойылған мақсаттар мен міндеттер толық орындалып, электр көліктерін енгізу жағдайындағы автокөлік шаруашылығын ұйымдастырудың негізгі ерекшеліктері жан-жақты зерттелді. Жобада ұсынылған шешімдер мен ұсынымдарды автокөлік кәсіпорындарының тәжірибесінде қолдану олардың жұмыс тиімділігін арттыруға және көлік саласының инновациялық дамуына оң әсерін тигізеді.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аксельрод, Д.И. Поэлементное диагностирование топливной аппаратуры высокого давления дизельных двигателей [Текст] / Д.И. Аксельрод // Тр. МАДИ. 1980. – С. 25.
2. Алиев, А.М. Оценка характеристик топливоподачи высокого давления [Текст] / А. М. Алиев // Вестник МГАУ. – 2009. – № 4. – С. 36.
3. Алиев, А.М. Анализ средств и технологий диагностирования топливных систем дизеля [Текст] / А. М. Алиев // Вестник МГАУ. – 2009. – № 4. – С. 98.
4. Алиев, А.М. Совершенствование метода и разработка средств диагностирования плунжерных пар при техническом сервисе топливной аппаратуры дизелей [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / А. М. Алиев. – М., 2011. – 167 с.
5. Андреев, Ю.В. Быстроходные дизели производства зарубежных стран [Текст]: учеб. пособие / Ю.В. Андреев, А.Е. Свистула. – Барнаул. Ал- тайский государственный технический университет им. Ползунова, 2002. – 169 с.
6. Аригин, И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учеб. пособие. / И.Н. Аригин, С.И. Коновалов, Ю.В.Баженов. – 2-е изд. – Ростов н/Д., 2007. – 314 с.
7. Бацежев, Х.Х. Улучшение показателей работы тракторных дизелей путем оптимизации параметров топливоподачи при выполнении ремонтно-обслуживающих работ [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Х.Х. Бацежев. – Краснодар, 2001. – 167 с.
8. Бацежев, Х.Х. Улучшение показателей работы тракторных дизелей путем оптимизации параметров топливоподачи при выполнении ремонтно-обслуживающих работ [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Х.Х. Бацежев. – Краснодар, 2001. – 21 с.
9. Баширов, Р.М. Топливные системы автотракторных и комбайновых дизелей, конструкционные особенности и показатели работы [Текст] / Р.М. Баширов. – Уфа: БГАУ, 2000. – 156 с.
10. Белявцев, А.В. Причины изменения производительности топливных насосов [Текст] / А.В. Белявцев // Техника в сельском хозяйстве. – 1975. – № 10. – С. 19.
11. Биргер, И.А. Техническая диагностика [Текст] / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение. – 1978. – 240 с.
12. Борщенко, Я.А. Разработка метода диагностирования автомобильных дизелей по неравномерности вращения коленчатого вала [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Я.А. Борщенко. – Тюмень, 2003. – 175 с.
13. Власов, П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры [Текст] / П.А. Власов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 367 с.
14. Вохмин, Д.М. Влияние режимов работы автомобилей на надежность топливной аппаратуры дизельных двигателей [Текст]: дис. канд.

техн. наук: 05.22.10 / Д.М. Вохмин. – Тюмень, 2005. – 212 с.

15. Высоцкий, В.И. Использование уточненных методов расчета и сравнительных оценок топливных систем для улучшения показателей автотракторных дизелей [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / В.И. Высоцкий. – Нальчик, 1998. – 202 с.

16. Габитов, И.И. Улучшение эксплуатационных показателей топливной аппаратуры сельскохозяйственных дизелей путем научного обоснования и реализации в ремонтном производстве технологических процессов, методов и средств диагностирования [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук:

05.20.03 / И.И. Габитов; [С.-Петерб. гос. аграр. ун-т]. – СПб.: 2001. – 319 с.

17. Габитов, И.И. Информационно-измерительный комплекс для исследований топливоподающих систем автотракторных дизелей. Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей [Текст] / И.И. Габитов, А.В. Неговора, М.Д. Гафуров // Сб. научн. тр. пост, действ, семинара стран СНГ. – СПб.: СПбГАУ, 2000. – 118 с.

18. Головин, С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля как средство оптимизации системы технического обслуживания [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / С.И. Головин. – М., 2007. – 201 с.

19. Горбаневский, В.Е. Оборудование для испытания топливной аппаратуры дизелей [Текст] / В.Е. Горбаневский, Р.Н. Горбач. – М.: Машиностроение, 1981. – 213 с.

20. Горбаневский, В.Е. Оборудование для испытания топливной аппаратуры дизелей [Текст] / В.Е. Горбаневский, Р.Н. Горбач. – М.: Машиностроение, 1987. – 209 с.