

Беларускі нацыянальны тэхнічны універсітэт
Студэнцкі конкурс гістарычных даследаванняў
«Тэхнічная творчасць супрацоўнікаў і выпускнікоў БНТУ: гісторыя і сучаснасць»

Развіццё электратранспарту ў Беларусі

Аўтар:

Карнелюк Дмітрый Уладзіміравіч

Студэнт групы 1039123

Машынабудаўнічы факультэт БНТУ

Кіраўнік:

Доўнар Людміла Аляксандраўна,

кандыдат гістарычных навук

дацэнт кафедры «Гісторыя» БНТУ

Мінск БНТУ 2023

АНАТАЦЫЯ

У сусветным аўтамабілебудаванні назіраецца тэндэнцыя паступовага зрушэння цікавасці аўтавытворцаў і спажыўцоў аўтамабіляў з традыцыйнымі бензінавымі і дызельнымі рухавікамі да аўтамабіляў, якія выкарыстоўваюць у складзе сілавой усталёўкі рухавікі на альтэрнатыўных крыніцах энергіі, у прыватнасці, да электрамабіляў.

Мэта працы-

**Даследаваць развіццё электратранспарту
ў Беларусі**

Задачы:

1. Даследванне гісторыю электрамабіляў.
2. Аналіз эфектыўнасці электрарухавікоў у параўнанні з рухавікамі ўнутранага згарання.
3. Вывучэнне ролі супрацоўнікаў БНТУ ў развіццё электратранспарту ў Беларусі.

Анатацыя

Электрычны транспарт выкарыстоўваецца ў многіх краінах свету. У найбліжэйшыя гады яго развіццё будзе становіцца толькі больш інтэнсіўным. Дзякуючы новым стратэгіям асноўных аўтавытворцаў і ўрадавым рашэнням дзяржаў па ўзмацненні жорсткасці выкідаў шкодных рэчываў аўтамабілямі і падтрымцы транспарту на альтэрнатыўных відах паліва (у рамках розных стымулюючых мер) рынак электрамабіляў і паліўных элементаў дынамічна развіваецца і мае патэнцыял далейшага росту. Гэта звязана таксама з тым, што аўтамабілі з рухавікамі ўнутранага згарання (РУЗ) працуюць на выкапняў рэсурсах, запас якіх абмежаваны.

Асноўнымі перавагамі электрамабіляў з'яўляюцца адсутнасць вуглякіслых газаў, нізкі кошт эксплуатацыі, высокі каэфіцыент карыснага дзеяння (ККД) рухавіка, рэгенератыўнае выкарыстанне энергіі пры тармажэнні. Аднак, ужыванне электрамабіляў стрымліваецца іх высокім коштам, адносна малым прабегам на адной зарадцы, недосыць развітой інфраструктурай зарадных станцый. Асаблівай увагі заслугоўвае ацэнка ўплыву электрамагнітнага выпраменьвання на арганізм чалавека.

Галоўнымі прычынамі развіцця і папулярнасці сусветнага рынку электрамабіляў сталі развіццё тэхнічнага прагрэсу, электронікі, хімічнай прамысловасці, узрастаючая цікавасць да альтэрнатыўных крыніц энергіі, масавая барацьба з забруджваннем навакольнага асяроддзя і глабальным пацяпленнем.

Развіццё новых тэхналогій прывяло да ўстойлівага росту продажаў электрамабіляў. Эксперты прагназуюць, што да 2030 г. аб'ёмы продажаў электрамабіляў вырастуць да 27 млн адз.

Гісторыя развіцця электратранспарту

Электратранспарт-від транспарту, у якім у якасці крыніцы энергіі выкарыстоўваецца электрычнасць, а ў прывадзе – цягавы электрарухавік.

Энергія, якая прыводзіць у рух транспартны сродак, можа быць атрымана з некалькіх крыніц, у тым ліку з хімічнай энергіі бартавых батарэй і акумулятараў (электрамабіль, электробус і да т.п.), назапашанай энергіі ў кандэнсатарах, сумесна з бартавога акумулятара і паліўнай сілавы ўстаноўкі (гібрыдны аўтамабіль), а таксама можа выпрацоўвацца на борце, выкарыстоўваючы бензінавы рухавік або дызельны рухавік (кар'ерны самазвал і да т. п.).

У цяперашні час развітыя краіны праводзяць мэтанакіраваную палітыку па папулярызацыі электратранспарту, у прыватнасці электрамабіляў. Гэта звязана з тым, што аўтамабілі з ДВС працуюць на вадкім паліве, а яго запас ужо абмежаваны. На фоне гэтых праблем раскрываюцца магчымасці электратранспарту з альтэрнатыўнай крыніцай паліва, у першую чаргу электрамабіля. Вядомыя і яго недахопы. Аднак канкурэнцыя і патрэба ў сферы электратранспарту абумоўліваюць усё новыя тэхналогіі, што яшчэ больш стымулюе развіццё электрамабіля і дазваляе забяспечыць сістэмны падыход, які задавальняе вытворцы, карыстальніка, а таксама выкананне стандартаў па абароне навакольнага асяроддзя.

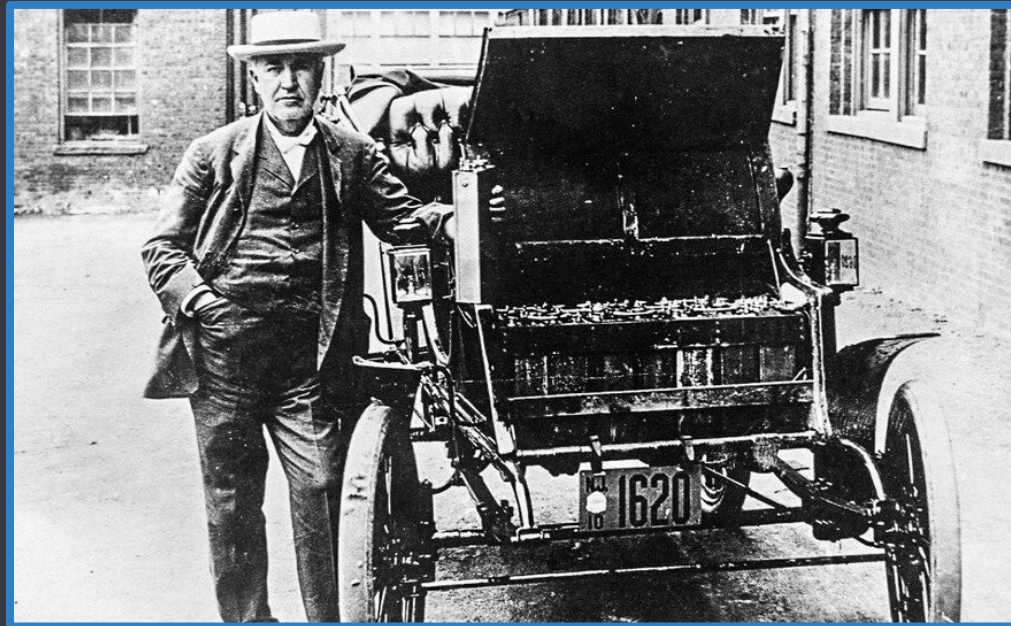
На мяжы XIX і XX стст. цікавасць да электрамабіляў была вялікай, часам іх вытворчасць і збыт перавышалі такія ж паказчыкі ў галіне аўтамабілебудавання. Электрамабілі прыцягвалі да сябе ўвагу бясшумнасцю, прастатой кіравання і адсутнасцю адпрацаваўшых газаў.

Невялікі запас ходу, неабходнасць частых падзарадак акумулятараў або поўнай замены цяжкіх батарэй у той час мала бянтэжылі пакупнікоў. У асноўным гэта былі прадстаўнікі арыстакратыі, і электрамабіль у іх вачах быў чыстай і зручнай цацкай у адрозненне ад прапахлых бензінам і маслам, чадящих і шумных бензінавых экіпажаў. Да канца XIX ст. колькасць электрамабіляў перавышала колькасць аўтамабіляў з ДВС у некалькі разоў. У той час хуткасць і далёкасць іх прабегу былі не так істотныя ў параўнанні з выгодай і простым абслугоўваннем і сыходам, а таксама з адсутнасцю шуму і камфортнасцю паездкі, хуткасцю запуску электрарухавіка.

У многіх краінах Еўропы і Амерыкі колькасць фірмаў, якія выраблялі электрамабілі, вылічалася дзесяткамі. Электрамабілямі займаліся як асобныя вядомыя вынаходнікі (рускі інжынер Іпаліт Раманаў), так і буйныя фірмы (французская «Жанга», ангельская «Берсей», Аўстрыйская «Лорнер» і інш.). Найбольш папулярныя электрамабілі былі ў Амерыцы.

Першыя электрамабілі былі сабраныя ў 1830-1840-х гг. прынята лічыць, што першапраходцамі ў гэтай справе былі ангельцы Роберт Андэрсан, Роберт Дэвідсан і амерыканец Томас Девенпорт.

Дэвідсан ў 1838 г. сабраў першы электрамабіль ўсяго праз 6 гадоў пасля адкрыцця Майклам Фарадеем электрамагнітнай індукцыі. Першыя асобнікі ўяўлялі сабой нязграбныя збудаванні з меншай хуткасцю, чым хуткасць пешахода.



Асаблівасці, гісторыя і прагнозы развіцця электратранспарту ў Рэспубліцы Беларусь

У Рэспубліцы Беларусь у пасляваенны час даследаванні і распрацоўкі па стварэнні гібрыдных схем аўтамабіляў (дызельны ДВС-электрапрывад колаў) сталі магчымымі пасля завяршэння будаўніцтва Мінскага аўтамабільнага 10 завода (МАЗ). Работы былі накіраваны ў асноўным на даследаванні параметраў і характарыстык электрапрывада, яго рэкуперацыі, ператварэнне электраэнергіі з высокім ККД для стварэння вялікіх крутоўных момантаў на вядучых колах аўтамабіляў асабліва вялікай грузападмальнасці, электрычных сістэм кіравання з улікам спецыфікі іх працы ў глыбокіх кар'ерах (глыбінёй больш за 300 м). Гэтыя ўмовы патрабавалі высокіх цягавых якасцяў сілавы ўстаноўкі пры руху грузанага аўтамабіля ўверх з кар'ера і выкарыстання электрадынамічнага тармажэння пры зацяжным спуску. У такіх умовах пытанні экалогіі не былі прыярытэтнымі.

Вялікі ўклад у развіццё перспектыўных аўтамабіляў і мадэляў МАЗ
унёс арганізатар будаўніцтва МАЗ і ў далейшым дэкан
аўтатрактарнага факультэта Беларускага політэхнічнага інстытута
(БПІ) (цяпер – БНТУ) прафесар Г.М. Кокін.



У стварэнні спецыяльных грузавых аўтамабіляў вялікая заслуга належыць Б.Л. Шапашнікаву. У перыяд Вялікай Айчыннай вайны пасля эвакуацыі ён стаў галоўным канструктарам Ульянаўскага аўтамабільнага завода. Пад яго кіраўніцтвам былі створаны вядомыя падчас вайны Аўтамабілі ЗІС - 5 і іх мадыфікацыі. Пазней Б.Л. Шапашнікаў ўзначаліў бюро па праектаванні першых мадэляў кар'ерных аўтамабіляў і ў далейшым стаў галоўным канструктарам шматмэтавых паўнапрывадных шматвосевых цягачоў на МАЗе. Аўтамабіль МАЗ стаў лепшым паўнапрывадным аўтамабілем, які па канструкцыі не адрозніваўся ад сусветных аналагаў. Важны той факт, што гэты чатырохвосевы гігант быў створаны выключна з дэталей айчыннай вытворчасці. У далейшым выкарыстоўваліся распрацоўкі МАЗа па электрапрывадзе сістэм кіравання, пневмогидравлічных сістэм тармажэння, акумулятараў энергіі для забеспячэння руху спецтэхнікі ў складаных дарожных умовах, а таксама пры выкананні іншых відаў работ. У 1973 г. за вялікія заслугі па стварэнні аўтамабіляў высокай праходнасці і грузападмальнасці Б. Л. Шапашнікава было прысвоена званне Героя Сацыялістычнай Працы.

Вялікі ўклад у развіццё і даследаванне вялікагрузных кар'ерных аўтамабіляў унёс галоўны інжынер Беларускага аўтамабільнага завода (БелАЗ) П.Л. Марыеў, які ў 2001 г. быў удастоены звання Героя Беларусі. Пад яго кіраўніцтвам інжынерамі і іншымі спецыялістамі была выканана першая распрацоўка ў СССР электрычнага прывада колаў аўтамабіляў асабліва высокай грузападмальнасці. Выкарыстоўвалася схема перадачы магутнасці ад дызельнага ДВС на генератар пастаяннага току з далейшай перадачай па кабелі для прывада вядучых колаў аўтамабіля з дапамогай электрарухавікоў.



Такім чынам, на грузавым аўтамабілі ў 1970-я гг.ужо была створана першая ў СССР электрамеханічная трансмісія, якая стала прататыпам паслядоўнага гібрыду. Гэтая схема была абгрунтавана спецыфікай працы аўтамабіля ў кар'еры. Электрамеханічная трансмісія прывада колаў і крыніцы энергіі дызельнага ДВС ўжываецца і ў цяперашні час пры вытворчасці цэлай лінейкі кар'ерных самазвалаў БелАЗ асабліва вялікай грузападмальнасці – ад 90 і 110 т і да 450 т. Схема электрамеханічнай трансмісіі выкарыстаная і ў самага вялікага двухвосевага аўтамабіля ў свеце БелАЗ-75710 грузападмальнасцю 450 т



На аўтатрактарным факультэце БПІ ў 1970-я гг. У пачатковы перыяд развіцця аўтамабілебудавання ў Беларусі былі створаны навукова-даследчыя лабараторыі, у тым ліку і праблемная лабараторыя аўтамабіляў (навуковыя кіраўнікі: доктар тэхнічных навук А. і. Грышкевіч і доктар тэхнічных навук Н. Ф. Метлюк), дзе працавалі навукоўцы факультэта, выкладчыкі, навуковыя супрацоўнікі, а таксама студэнты па тэматыцы заводаў-вытворцаў беларускіх аўтамабіляў. Гэта былі даследаванні і стварэнне сістэм кіравання і бяспекі, эксплуатацыі транспартных сродкаў. Праводзіліся выпрабаванні аўтамабіляў па хадавых якасцях, эфектыўнасці тармажэння, працы электрадынамічных тармазоў у цыклічным рэжыме функцыянавання электрагенератараў і электраматораў.

У цяперашні час адным з прыярытэтных напрамкаў у прамысловасці Беларусі на бліжэйшую перспектыву стала развіццё электратранспарту і вытворчасць электрамабіляў. На заводзе «БелДжы», дзе была наладжана беларуска-кітайская вытворчасць легкавых аўтамабіляў, таксама плануецца выпуск электрамабіляў тыпу седан і красовер.



Спецыялізаванымі прадпрыемствамі вырабляецца выпуск электробусов. Паводле апошніх звестак, на ліпень 2022 г. колькасць электрамабіляў у Беларусі перавысіла 10 тыс. Асаблівую ўвагу ўрад Беларусі надае ўкараненню гарадскога электрычнага транспарту, у прыватнасці электробусаў, і стварэнню сеткі электразарадных станцый (ЭЗС).

Урадам Рэспублікі Беларусь зацверджана Комплексная праграма развіцця электратранспарту да 2025 г.у яе ўключаны навукова-даследчыя і доследна-канструктарскія работы, якія выконваюцца згодна з навукова-тэхнічнымі праграмамі, і дзяржпраграмы, заказчыкам якіх з'яўляецца НАН Беларусі. Адзін з акцэнтаў праграмы-развіццё грамадскага гарадскога электратранспарту, у прыватнасці электробусаў, тралейбусаў з аўтаномным ходам. Такая тэхніка, а таксама класічныя тралейбусы, якія з'яўляюцца спажывацямі электраэнергіі, выкарыстоўваюцца на вуліцах нашых гарадоў, дазваляюць паменшыць колькасць шкодных выкідаў.

У Беларусі сфарміраваны кластар па распрацоўцы і зборцы электрычнага транспарту. Распрацоўку электробуса вялі канструктары МАЗ і ВКМ HOLDING (раней вядомы як «Белкамунмаш») у супрацоўніцтве з Аб'яднаным інстытутам машынабудавання. Сумесна з НАН Беларусі сфарміраваны інавацыйна-прамысловы кластар «электратранспарт». Такая кааперацыя дазволіла вывесці на новы ўзровень навукова-тэхнічны патэнцыял краіны ў машынабудаўнічай сферы. Фарміраванне новай падгаліны машынабудавання павінна надаць імпульс развіццю вытворчасці як транспарту на электротяге, так і камплектуючых.

Актуальным з'яўляецца прымяненне электробусаў у беларускіх невялікіх населеных пунктах, а таксама тралейбусаў з аўтаномным ходам, якія могуць эксплуатавацца ў новых раёнах буйных гарадоў, дзе яшчэ няма кантактнай сеткі.

На канец 2017 г. у свеце налічвалася 3 млн гарадскіх аўтобусаў, з іх 385 тыс. ставіліся да катэгорыі «электробус». На той момант лідэрам па эксплуатацыі гарадскога электрычнага транспарту быў Кітай, дзе на долю гэтага віду транспарту прыходзілася 17%.

Мінскі аўтамабільны завод афіцыйна стаў вытворцам электробусаў і быў уключаны ў Комплексную праграму развіцця электратранспарту на 2021–2025 гг., зацверджаную Урадам Рэспублікі Беларусь. У Беларусі ўступіла ў агульную энергасетку атамная электрастанцыя (АЭС), яе энергія будзе накіравана ў тым ліку на развіццё электратранспарту.

Развіццё сеткі ЭЗС у Беларусі ідзе апераджальнымі тэмпамі ў параўнанні з ростам парку электратранспарту. У цяперашні час іх ужо 650. Прадпрыемства "Беларусьнафта" стала нацыянальным аператарам па развіцці гэтай сеткі.

Такім чынам, будзе створана базавая мадэль сеткі ЭЗС, якая дазваляе камфортна і бесперашкодна перасоўвацца на электрамабілі з прабегам 150-200 км па ўсёй тэрыторыі краіны. Абсталяванне для ЭЗС вырабляе адкрытае акцыянернае таварыства (ААТ) «Віцязь» (Віцебск). Пасля зацвярджэння праграмы рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства "Вытворчае аб'яднанне" Беларуснафта "" пад брэндам Malanka будзе развіваць зарадную сетку для грамадскага электратранспарту. Гэта будуць зарадныя станцыі магутнасцю да 350 кВт, абсталяваныя дадатковым абсталяваннем для зарадкі электробусаў.

На тэрыторыі краін Садружнасці Незалежных Дзяржаў першы асобна размешчаны суперхуткі зарадны комплекс агульнай магутнасцю 700 кВт для электратранспарту размешчаны ў Мінску ў мікрараёне Брылевічы (мал.3).



Сярод асноўных пераваг комплексу-зарадка электробусаў адначасова з электрамабілямі на высокай магутнасці, сістэма назапашвання энергіі, магазін безоператорнага гандлю, ўкараненне сістэм «разумнага горада». Падобны комплекс дазваляе адначасова разам з электробусам зарадзіць восем электрамабіляў.

У 2023 годзе ў Беларусі павінны ўвесці восем суперхуткіх зарадных комплексаў. З іх тры з'явяцца ў сталіцы, два – у Гродне і тры – на трасе М1.

Спецыялісты падлічылі па цэнах 2022 г., што электрапаліва ў нашай краіне будзе ў 2 разы танней бензіну. Зарадка электракара на 100 км абыдзецца электрамабілістам ў суму парадку 6 р. (у залежнасці ад тыпу зарада). Аўтамабіль з ДВС выдаткуе на пераадоленне такога ж адлегласці каля 10 л паліва, што складзе 18-20 р., Гэта з'яўляецца самай нізкай коштам у Еўропе.



Зборкай электрамабіляў у Беларусі займаецца кампанія «БелДжы». Як чакаецца, першыя асобнікі такой тэхнікі з'явяцца ў продажы ў канцы 2023 г. першай мадэллю стаў хэтчбек Geely Geometry C.

Geometry C-другая мадэль сямейства Geometry, якая пазіцыянуецца як чыста электрычны кросовер C-класа. Гэтая мадэль атрымала ў спадчыну моду, тэхналогіі і дынамізм дызайну сямейства Geometric. На адной падзарадцы аўтамабіль зможа праехаць да 550 км у залежнасці ад камплектацыі. Кошт электрамабіля складзе каля 30 тыс. дол.

У 2021 г.у гарадах Беларусі на пасажырскіх маршрутах працаваў 91 электробус (89 - у Мінску, выпушчаных ААТ «Кіруючая кампанія холдынгу (УКХ) "Белкамунмаш"»; 2 - у Магілёве ад кітайскай кампаніі CRRC). З новымі МАЗ-303е10 агульная колькасць электробусаў у Беларусі склала больш за 100 адзінак. Аўтатранспартныя прадпрыемствы Беларусі працягваюць папайняцца новымі электробусамі і тралейбусамі з аўтаномным ходам.



Перспективы развіцця электрамабіляў

Большасць аўтавытворцаў ўжо паставілі ў прыярытэт развіццё электрычнага транспарту, прычым яны супрацоўнічаюць з хімікамі і электратэхнікамі. З кожным годам кампаніі павялічваюць ёмістасць батарэй, зніжаючы іх кошт, павышаюць хуткасць зарадкі ад высокамоцных электростанцый, пашыраюць сеткі ЭЭС, удасканальваюць электрарухавікі. І чым далей, тым больш мы ўбачым электрамабіляў з лепшым спалучэннем кошту і магчымасцяў.

Аўтаномнасць, або далёкасць прабегу, сучасных гібрыдных аўтамабіляў дасягае 750 км і больш. У найбліжэйшай будучыні яна можа дасягнуць 1 тыс. км. серыйныя цалкам электрычныя аўтамабілі, як правіла, маюць аўтаномнасць на ўзроўні 250 -300 км. заяўленая аўтаномнасць топавай мадыфікацыі Tesla Model 3 набліжаецца да 500 км, а максімальная аўтаномнасць Tesla Model S, паводле дадзеных EPA (Агенцтва па ахове навакольнага асяроддзя ЗША), перавышае 600 км. Такая высокая аўтаномнасць электрамабіляў Tesla дасягнута ў першую чаргу за кошт выкарыстання акумулятарных батарэй павышанай ёмістасці, а таксама з дапамогай аптымізацыі сістэмы кіравання акумулятарнымі батарэямі. Аднак варта адзначыць, што амерыканская кампанія Tesla ўжо неаднаразова была заўважаная на завышэнні тэхнічных характарыстык сваіх аўтамабіляў. У 2015 г. Інстытут транспартных даследаванняў Каліфарнійскага універсітэта (ITS-Davis) правёў параўнальнае даследаванне аўтаномнасці гібрыдных (PHEV) і электрычных (EV).

Можна смела сцвярджаць, што да гэтага часу не ліквідаваны асноўны недахоп электрамабіляў, звязаны з іх невысокай аўтаномнасцю.

Калі ў 2005 г. акумулятары каштавалі ў сярэднім 1300-1500 дол. за 1 кВт ч, то ўжо да 2015 г.цана ўпала амаль у 3 разы, да 500 дол. Згодна з аптымістычным прагнозам ў 2025 г.цана можа наблізіцца да адзнакі 100 дол. за 1 кВт ч.

Пры гэтым важна разумець, што канкурэнтаздольнасць электрамабіля напрамую залежыць ад кошту нафты. Так, пры цане 240 дол. за 1 кВт ч, Li-Ion акумулятары канкурэнтаздольныя пры кошце нафты ў 75 дол. за 1 барэль. Пры кошце нафты 50 дол. за 1 барэль кошт батарэй не павінна перавышаць 150 дол. за 1 кВт ч. пэўныя падставы для аптымізму дае ўдасканаленне тэхналогіі акумулятарных батарэй. Калі ў 1980-я гг. нікель-металгідрыдныя батарэй мелі удзельную ёмістасць да 120 Вт - ч/кг, то сучасныя Li-Ion батарэй, якія прымяняюцца на электрамабілях, здольныя змяшчаць да 2,6 кВт ч на 1 кг уласнай вагі.

Галоўным вектарам у развіцці электрычных аўтамабіляў застаецца ўдасканаленне батарэй. Падлічана, што калі вытворцы даб'юцца павелічэння іх ёмістасці на 1 / 3 (пры текушых памерах і масе), а кошт акумулятараў знізіцца напалову, то машыны з ДВС тут жа прайграюць EV ў канкурэнтнай барацьбе. А бо могуць яшчэ» стрэліць «зусім фантастычныя спосабы запасу электраэнергін, напрыклад тэхналогія запраўкі вадкасных батарэй» суперзаряжэным «зменным электралітам, амаль як запраўка палівам» самобеглых калясак " у пачатку развіцця аўтамабілізму.

У Кітаі распаўсюджаныя электрамабілі са стандартызаванымі зменнымі батарэямі - гэта адзін са спосабаў вырашыць праблему доўгай зарадкі машыны. EV заязджае ў бокс, дзе рабатызаваны механізм здымае з дна разраджаную акумулятарную батарэю і ставіць на яе месца зараджаную. Аперацыя аўтаматычная, адбываецца без удзелу чалавека і доўжыцца не даўжэй поўнай запраўкі паліўнага бака звычайнага аўтамабіля. Не выключана, што такая канцэпцыя EV ў будучыні прыжывецца ў краінах, дзе ёсць неабходнасць пераадольваць вялікія адлегласці.

Інжынеры прапрацоўваюць варыянт бескантактавай перадачы энергні на электрамабілі падчас руху ад схаванай у дарожным палатне абмоткі. Аднак такая тэхналогія можа апынуцца занадта затратнай і недастаткова эфектыўнай.

Такім чынам, недастатковая ёмістасць, вялікі час зарада, малая ўдзельная энергія акумулятараў ўжо шмат гадоў абмяжоўваюць намаганні канструктараў электрамабіляў. Па меры росту папулярнасці электрамабіляў патрабавецца выкарыстанне ўсё большай колькасці акумулятарных батарэй, якія з'яўляюцца кампанентамі складаных сістэм, якія павінны працаваць аптымальна, каб забяспечыць бяспечнае і эфектыўнае выкарыстанне энергіі. Разам з тым паступова сыходзіць у мінулае іншыя ключавыя недахопы электрамабіляў, звязаныя з коштамі акумулятараў.

