

## МЕХАТРОНИКА

УДК 629.341

РЕТРОСПЕКТИВА ОСНОВНИХ ЕТАПІВ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.  
ЧАСТИНА 1

**А.В. Гнатов, проф., д.т.н., Щ.В. Аргун, доц., к.т.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

*Анотація.* Проведено аналіз трьох початкових етапів розвитку електромобілів. Показано, що перші електромобілі набули популярності завдяки простоті конструкції, зручності використання, безшумності роботи, відсутності бруду, високій надійності. Розкрито основні причини різкого скорочення виробництва електромобілів на початку 30-х рр. XX ст.

**Ключові слова:** електромобіль, акумуляторна батарея, електродвигун, енергоощадні технології, електротранспорт.

РЕТРОСПЕКТИВА ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ  
ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ. ЧАСТЬ 1

**А.В. Гнатов, проф., д.т.н., Щ.В. Аргун, доц., к.т.н.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

*Аннотация.* Проведен анализ трех начальных этапов развития электромобилей. Показано, что первые электромобили были популярны благодаря простоте конструкции, удобству использования, бесшумности работы, отсутствию грязи и высокой надежности. Раскрыты основные причины резкого сокращения производства электромобилей в начале 30-х гг. XX в.

**Ключевые слова:** электромобиль, аккумуляторная батарея, электродвигатель, энергосберегающие технологии, электротранспорт.

THE RETROSPECTIVE OF MAIN STAGES OF ELECTRIC VEHICLES  
DEVELOPMENT. PART 1

**A. Gnatov, Prof., D. Sc. (Eng.), Sch. Argun, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),  
Kharkiv National Automobile and Highway University**

*Abstract.* Analysis of three initial stages of development of electric vehicles is carried out. It is shown that the first electric cars were popular due to: simple design, ease of use, quiet operation, lack of dirt and high reliability. It outlines the main reasons for sharp reduction in the production of electric vehicles, which occurred in the early 30-s of the XX-th century.

**Key words:** electric car, battery, electric motor, energy-saving technologies, electric transport.

**Вступ**

Електричний автомобіль є безумовним і невідворотним майбутнім автомобільної промисловості. Багато автовиробників в усьому світі вкладають значні кошти в розроблення саме електромобілів. Цьому сприяє перманентне зростання цін на нафтопродукти, необ-

хідність зниження шкідливих викидів від автотранспорту, а також те, що постійно розробляються нові пристрої зберігання енергії та різного роду енергоефективні й енергоощадні технології.

Наразі найбільшими ринками електричних автомобілів є США, Японія та Китай. Трош-

ки відстають від них європейські країни (Франція, Нідерланди, Норвегія, Німеччина, Великобританія). Серед виробників електрокарів виділяються такі компанії, як Nissan (Leaf), Mitsubishi (I MiEV), Toyota (RAV4EV), Honda (FitEV), Ford (Focus Electric), Tesla (Roadster, Model S, Model X, Model 3), Renault (Fluence Z.E., ZOE, Kangoo Z.E., Twizy), BMW (Active C, i3), Volvo (C30 Electric), Hyundai (Ioniq Electric), General Motors (Chevrolet Bolt), Mahindra (e2o Plus), Volkswagen (e-Golf), Opel (Ampera-e), Mercedes-Benz (B250e), Smart (ForTwo, ForTwo cabrio, ForFour), Citroen (Berlingo Electric), Fiat (500e), а також практично всі китайські автовиробники.

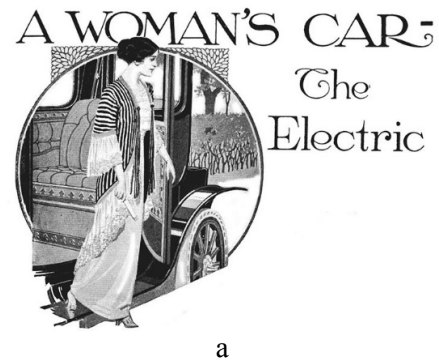
### Аналіз публікацій

Перші електрокари швидко набули популярності завдяки своїй простоті в експлуатації, відсутності запахів і меншому рівню шуму, на відміну від машин, що працюють на бензині. Такими автомобілями користувалися заможні люди, щоб пересуватися за містом.

Вважалося, що основними покупцями електрокарів є жінки, бо електромобілі були чистими, тихими, без вихлопних газів. Але найбільш вагомим чинником було те, що в них не було ані заводної рукоятки, на відміну від бензинових авто, ані котла, як в парових автомобілях. Навіть в тогочасній пресі робили наголос на тому, що електромобілі створені для жінок. Наприклад, на обкладинці у вересневому журналі «Vog» 1912 р. було написано: «Жіночий автомобіль – електричний» [1–7], рис. 1, а.

На рис. 1, б наведено зарядження електромобіля Columbia Mark 68 Victoria, який був випущений компанією Pore Manufacturing 1906 р., і зарядний пристрій (1912 р.). Вартість цього електромобіля на той час становила 1600 доларів США – це було недешево, але він мав великі переваги: миттєвий запуск двигуна, відсутність коробки передач і зчеплення, практично повну безшумність і перебування на той час комфорт (внутрішнє електричне освітлення та обігрів ніг).

Крім того, покупців приваблювала висока надійність, на відміну від авто з ДВЗ. До того ж, щоб зробити ці електрокари більш привабливими для водіїв-чоловіків, на деякі машини спеціально встановлювали декоративні радіатори [1, 2].



а



б

Рис. 1. Електромобіль як жіноче авто: а – обкладинка журналу 1912 р.; б – автоледі заряджає електромобіль Columbia Mark 68 Victoria

### Мета і постановка завдання

Метою роботи є аналіз досліджень та розробок електричних транспортних засобів – електромобілів та подання ретроспективи початкових етапів їх розвитку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз перших трьох етапів розвитку електромобілів;
- стисло описати кожний з етапів з чітким рознесенням їх у часі.

### Основні етапи розвитку електромобілів

Проводячи аналіз досліджень щодо розроблення та створення електричних транспортних засобів (електромобілів), можна умовно виділити шість етапів їх розвитку [1–4]:

- перший – виникнення (1837–1895 рр.);
- другий – інтенсивного розвитку і конкуренції (1896–1930 рр.);
- третій – локального використання (1931–1960 рр.);
- четвертий – широкого проведення дослідно-конструкторських робіт і випуску великої кількості дослідних зразків і малих експериментальних серій електромобілів (1961–1982 рр.);

– п'ятий – певний спад робіт, викликаний різкою зміною кон'юнктури на нафтовому ринку і невдачами в експлуатації дослідних партій через недоліки джерел струму (після 1982–2010 рр.).

– шостий – відродження електромобілів, пов'язане з виходом на масовий ринок електрокарів таких відомих фірм, як Tesla Motors (США), Nissan Motor Company (Японія), BYD AUTO (Китай).

На першому етапі розвиток електромобілів відбувався паралельно з автомобілями, що мали двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ). Тоді автомобілі з ДВЗ ще не були серйозними конкурентами електромобілів. Це було обумовлено тим, що конструкція електромобілів була простішою і вони, як і автомобілі з ДВЗ, використовувалися тільки в містах і здійснювали пересування в радіусі 10–15 км. Їх швидкість не перевищувала 20 км/год.

Перші електромобілі були звичайними візками, оснащеними електродвигуном. 1828 р. угорець Аньос Джедлік використовував електромотор у схожій конструкції (рис. 2).

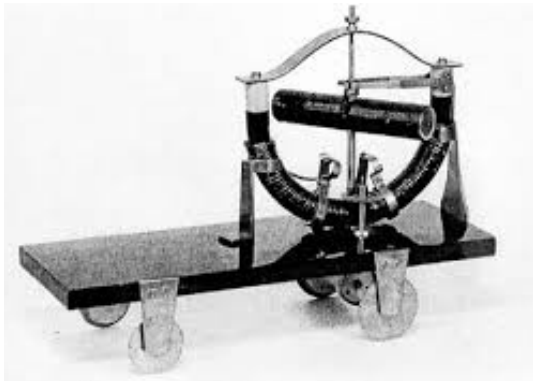


Рис. 2. Перший електромобіль – електровізок

Одними з найперших електричних транспортних засобів були екіпажі, створені 1837 р. американцями Девенпатором і Пейджем, а також шотландцем Р. Девідсоном. 1838 р. Б.С. Якобі почав проводити досліди з двигуном, що живиться від батареї гальванічних елементів.

Пізніше, 1884 р., Т. Паркер, відповідальний за електрифікацію лондонської підземки, спроектував і побудував свій електромобіль і самостійно розробив акумулятор для нього (рис. 3).



Рис. 3. Електромобіль Т. Паркера 1884 р.

1888 р. в США був представлений триколісний автомобіль. Він мав десять свинцево-кислотних акумуляторів виробництва Electrical Accumulator Company, які важили близько 40 кг. Його максимальна швидкість становила 8 миль за годину. Потужність двигуна – 0,5 кінських сил. Це був, швидше, триколісний електровелосипед (рис. 4).

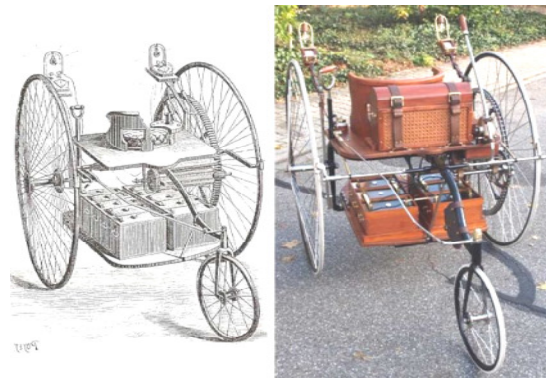


Рис. 4. Одна з перших моделей електромобіля зі свинцевими акумуляторами

Другий етап характеризується значною конкуренцією в галузі автомобілебудування. На цьому етапі виробництво електромобілів стало помітно зростати і починається їх серійний випуск. Так, 1897 р. на вулицях Лондона з'явилися і успішно працювали електромобілі-таксі. Зовні вони мало відрізнялися від традиційних англійських кебів [5] (рис. 5).



Рис. 5. Лондонське таксі у 1897 р.

Окремо треба зупинитися на розробках всесвітньо відомого Ф. Порше. Перше своє авто він зробив у віці 23 років 1889 р., і це був електромобіль під назвою Egger-Lohner C.2, або «P1» (рис. 6) [6]. Ф. Порше використав електродвигун, який номінально в штатному режимі видавав 3 к.с., але зі спеціально розробленим пристроєм «Перевантаження» потужність авто сягала 5 к.с. Електромотор приводив задні колеса в рух через 12-ступінчасту коробку передач. Свинцево-кислотні акумулятори забезпечували запас ходу – 80,5 км (максимальна швидкість – 30 км/год). Вага акумуляторів становила 500,3 кг, за умови загальної ваги транспорту – 1359,4 кг.

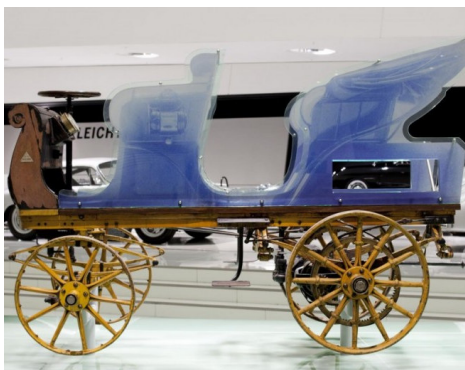


Рис. 6. Перший автомобіль Ф. Порше, 1889 р.



а



б

Рис. 7. Перші російські електромобілі: а – легковий 2-місний електрокеб; б – 15-місний електроомнібус

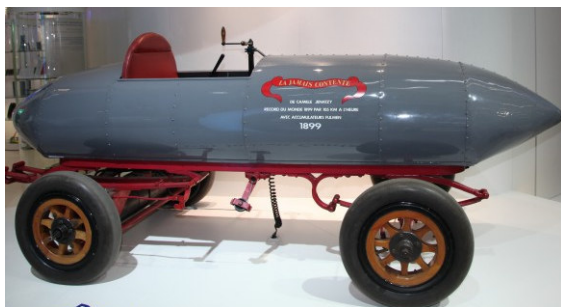


Рис. 8. Електромобіль La Jamais Contente, 1899 р.

У Франції 1906 р. було організовано серійне виробництво легкових електромобілів, що мали запас ходу до 80 км і максимальну швидкість руху до 30 км/год.

Перші російські електромобілі були створені інженером І.В. Романовим 1899 р., а 1901 р. розробник побудував перший 15-місний електромобіль (рис. 7).

Вже протягом другого етапу свого розвитку електромобілі почали встановлювати швидкісні рекорди. Так, 1898 р. електромобіль досяг швидкості 63,3 км/год.

Саме на електромобілі вперше в світі був подолано рубіж швидкості 100 км/год. 1899 р. електромобіль La Jamais Contente у французькому місті Ашер (поблизу Парижа) досяг швидкості 105,882 км/год (рис. 8).

У цей період електромобілі займали значну частку серед усіх транспортних засобів, що були в експлуатації. Наприклад, у США до початку ХХ ст. з усього числа автомобілів 38 % мали електричні двигуни, 40 % – парові, 22 % – бензинові.

Для першого десятиліття цього періоду характерний підйом у розробленні й виробництві електромобілів, а потім деякий спад. У цей період серійне виробництво електромобілів було організовано в Англії, Німеччині, США, Франції, Японії та інших країнах. Так, 1912 р. в США було випущено 6000 легкових і 4000 вантажних електромобілів.

Електромобілі мали в середньому запас ходу 50–80 км, а швидкість 20–35 км/год. Одночасно варто зауважити, що вантажні електро-

мобілі мали відносно велику вантажопідйомність, яка іноді перевищувала 6 т, а енерговитрати на переміщення були досить малі – 0,054–0,095 кВт·год на 1 т·км повної транспортної роботи (рис. 9) [7].

Для прикладу в табл. 1 наведено деякі техніко-експлуатаційні характеристики електромобілів розглянутого періоду [3].



Рис. 9. Електромобіль, вантажівка-рефрижератор чиказької фірми Walker для транспортування морозива, 1920 р.

1918–1928 рр. спрощені конструкції електромобілів у вигляді електровізків знайшли широке застосування як технологічний транспорт на машинобудівних підприємствах (рис. 10).

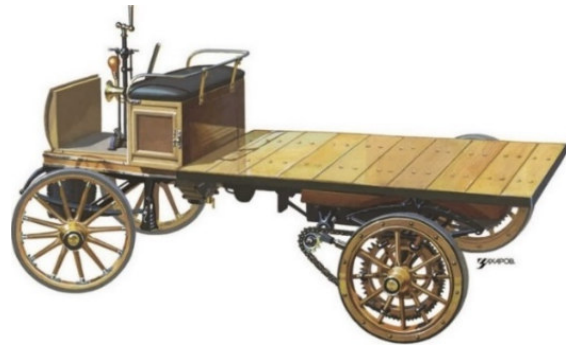


Рис. 10. Одна з конструкцій електромобіля у вигляді електровізка

У перші десятиліття ХХ ст. підвищилася конкурентоспроможність автомобілів з ДВЗ відносно електромобіля. Це пояснюється подальшим удосконаленням конструкції поршневих двигунів, що забезпечило швидкість руху автомобіля більше ніж 80 км/год, а запас ходу до 300 км. Це дозволило використовувати автомобіль за межами міста [4].

Третій етап розвитку визначальний тим, що вже на початку 30-х рр. ХХ ст. виробництво електромобілів різко скоротилося. Лише в окремих країнах, таких як Великобританія, Німеччина і США, тривав їх випуск невеликими партіями.

Таблиця 1 Технічні характеристики електромобілів (за період 1916–1930 рр.)

Електромобілі	Рік випуску	Корисне навантаження, кг	Повна маса з вантажем, кг	Батарея		Запас ходу, км	Максимальна швидкість, км/год
				енергоємність, кВт·год	вага, кг		
Легковий	1923	244	2234	18,1	780	85	39
	1926	210	1110	9,6	–	100	35
Електробус	1916	1650	5500	24,0	860	70	27
	1924	2500	12000	60,5	3100	62	26
Фургон	1923	579	2700	16,2	800	67	30
Вантажний	1923	5972	12061	45,0	1600	55	22
	1923	2000	4750	20,7	1100	–	–
	1924	1470	4554	26,9	1000	68	26,5
	1924	6468	13835	52,5	2150	47	18
	1926	1030	3645	17,2	900	75	20,7
	1926	4070	9100	28,4	1500	58,7	17
	1929	3500	8760	28,4	1560	60	26

Електромобілі використовувалися там, де були потрібні невеликі пробіги і невисокі швидкості руху. 1939 р. кількість електромобілів у Німеччині становила понад 9 тис., а до 1944 р. досягла 20 тис. одиниць. Це було пов'язано з намі-

ром уряду Німеччини зменшити залежність від імпортного нафтового палива.

На третьому етапі спостерігається зростання виробництва електромобілів і в Англії. Так, з

1930 до 1960 рр. їх кількість зросла в 15 разів і досягла 26 тис. одиниць. Одночасно електромобілі ефективно використовувалися в процесі централізованої доставки різних товарів з торговельної мережі до будинку покупця, перевезення посилок і пошти тощо. Тобто там, де не потрібні великі середньодобові пробіги і високі швидкості руху транспортних засобів.

Роботи щодо розроблення електромобілів велися також і в Радянському Союзі. Так, 1935 р. на базі автомобіля ГАЗ-А був побудований перший радянський електромобіль. У цей же час в лабораторії електричної тяги Московського енергетичного інституту під керівництвом проф. В.Е. Резенфорда та інженера Ю.М. Галкіна був створений двотонний електромобіль на базі автомобіля ЗІС-5.

1948 р. у Науково-дослідному автомобільному і автотранспортному інституті (НАМІ) були розроблені і виготовлені електромобілі вантажопідйомністю 0,5 т і 1,5 т, чотири зразки яких використовувалися для перевезення пошти в Москві (рис. 11).



а



б

Рис. 11. Електромобілі НАМІ ЛАЗ вантажопідйомністю: а – 0,5 т; б – 1,5 т

Потім 10 дослідних зразків цих електромобілів, виготовлених Львівським автобусним заводом, експлуатувалися в період з 1952 до 1958 рр. в Ленінграді (Санкт-Петербурзі). Вони здебільшого використовувалися для перевезення поштових вантажів. Деякі техніко-експлуатаційні параметри цих електромобілів наведено в табл. 2 [3, 8].

Таблиця 2 Техніко-експлуатаційні характеристики електромобілів НАМІ

Параметр	НАМІ-750	НАМІ-751
Вантажопідйомність, кг	500	1500
Маса в спорядженому стані, кг	1765	2640
Маса тягової акумуляторної батареї, кг	685	1100
Запас ходу, км	55	70
Максимальний середній експлуатаційний запас ходу, км	45-50	55-60
Максимальна швидкість руху, км	33	30

1957 р. в НАМІ були розроблені нові зразки електромобілів тієї ж вантажопідйомності, а через два роки НАМІ спільно з Ульяновським автозаводом ім. В.І. Леніна був виготовлений дослідний зразок електромобіля вантажопідйомністю 0,8 т на базі автомобіля УАЗ-450. У цей же період був створений перший радянський електробус на базі тролейбуса СВАРЗ місткістю 70–80 чол. (рис. 12) [9].



Рис. 12. Електробус, побудований для аеропорту «Внуково» на базі тролейбуса СВАРЗ

1959 р. на базі УАЗ-450 і УАЗ-450А була розроблена модель Ульяновського електромобіля УАЗ-450ЕМ, що був призначений для обслуговування аеродромів. На електромобілі застосовувалися тягові акумуляторні батареї, розбиті на 2 секції, встановлені під підлогою кузова по обох бортах у спеціальних ящиках [10]. Отже, у період з 1930 до 1960 рр. у Радянському Союзі регулярно проводилися експериментальні дослідження з розробки та використання електромобілів у народному господарстві країни, хоча широкого застосування вони не отримали.

Підсумовуючи вище зазначене, можна сказати, що прототипи сучасних електромобілів почали конструювати ще до винаходу ДВЗ. Усього лише через кілька років після відкриття М. Фарадеєм 1831 р. явища електромагнітної індукції з'явилися електродвигуни, придатні для використання в електромобілях. У кінці XIX і початку XX ст. електромобіль був одним з основних засобів пересування, успішно конкуруючи спочатку з каретами або возами на паровій тязі, а потім з першими бензиновими автомобілями. Саме на електромобілі вперше в світі був подоланий рубіж швидкості 100 км/год.

Такий шалений успіх перших електромобілів був обумовлений перевагами, які вони мали порівняно з іншими засобами пересування. Це простота конструкції, зручність використання, безшумність роботи, відсутність бруду (мастил, сторонніх запахів), висока надійність тощо. Наявність усіх цих переваг забезпечило стрімкий розвиток електромобілебудування на перших етапах. Але поряд з наявними перевагами перші електромобілі мали і свої недоліки. Основні з яких – це малий запас ходу та зависока ціна. Основним чинником в утворенні ціни був досить коштовний блок акумуляторних батарей. Тому розвиток технологій, пов'язаних з ДВЗ, які використовувалися на автомобілях, привів до того, що таке авто стало значно привабливішим. А масове виробництво ДВЗ забезпечило досить низьку ціну автомобіля порівняно з електромобілем. Саме це й обумовило різке скорочення виробництва електромобілів на початку 30-х рр. XX ст.

### Висновки

Проведено аналіз досліджень та розробок електричних транспортних засобів – електромобілів та представлено ретроспективу початкових етапів їх розвитку.

Проведено стислий опис перших трьох етапів розвитку електромобілів з чітким визначенням їх часового інтервалу дії.

Розкрито основні причини різкого скорочення виробництва електромобілів, що є основ-

ною характеристикою третього етапу їх розвитку.

### Література

1. Електромобиль. Воспоминания о будущем // Материалы сайта. – 2016. – Режим доступа: [http://www.startup.org.ua/2016/10/blog-post\\_19.html](http://www.startup.org.ua/2016/10/blog-post_19.html).
2. Українські електромобілі: 70 років історії // Материалы сайта. – 2014. – Режим доступа: <http://ecotown.com.ua/news/Ukrayinski-elektromobili-70-rokiv-istoriyi>.
3. Этапы развития электромобилей и их конструкции // Материалы сайта. – 2010. – Режим доступа: <http://www.electromachines.ru/content/etapy-razvitiya-elektromobilei>.
4. Щетина В.А. Электромобиль: техника и экономика / В.А. Щетина, Ю.Я. Морговский, Б.И. Центр, В.А. Богомазов. – Л. : Машиностроение, 1987. – 256 с.
5. Электротакси: три года испытаний // Материалы сайта. – 2013. – Режим доступа: <http://surfingbird.ru/surf/dWsx4a34#.WAo-V0uhpHw>.
6. Первый электромобиль Фердинанда Порше выставлен в Музее // Материалы сайта. – 2013. – Режим доступа: <https://360carmuseum.com/ru/news/article/24>.
7. Электромобили. История и эволюция машин на батареях // Материалы сайта. – 2013. – Режим доступа: [http://www.silver.ru/programms/test\\_drayv\\_onlayn/editions-of-the-program/materials-ElektromobiliIstoriyai-evolyutsiyamashinnabatareyakh](http://www.silver.ru/programms/test_drayv_onlayn/editions-of-the-program/materials-ElektromobiliIstoriyai-evolyutsiyamashinnabatareyakh).
8. Бусыгин Б.Л. Электромобили / Б.Л. Бусыгин. – М.: Изд-во Московского автомоб.-дорожного ун-та, 1979. – 272 с.
9. Забытые страницы истории московского троллейбуса // Материалы сайта. – 2015. – Режим доступа: <http://nnm.me/blogs/kissaveli/za-bytye-stranicy-isto-rii-moskovskogo-trol-ley-busa>.
10. Электромобили УАЗ // Материалы сайта. – 2016. – Режим доступа: <http://www.uz.ru/company/75/elektromobili-uz>.

Рецензент: В.І. Клименко, професор, к.т.н., ХНАДУ.