

УДК 629.3+504

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Смирнов О.П., доцент, к.т.н., Богаєвський О.Б., професор, д.т.н.,
Пігарєв Р.І., студент, ХНАДУ

Анотація. Розглянута проблема створення екологічно чистих автотранспортних засобів. Сформульовані основні принципи побудови електромобілів та проаналізовані перспективи створення та експлуатації екологічно чистих автотранспортних засобів.

Ключові слова: енергозберігаючі технології, економічність, електромобіль, акумуляторна батарея, дальність пробігу.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Смирнов О.П., доцент, к.т.н., Богаевский А.Б., профессор, д.т.н.,
Пигарев Р.И., студент ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрена проблема создания экологически чистых автотранспортных средств. Сформулированы основные принципы построения электромобилей и проанализированы перспективы создания и эксплуатации экологически чистых автотранспортных средств.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, экономичность, электромобиль, аккумуляторная батарея, дальность пробега.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF ELECTRIC VEHICLES

O. Smirnov, assistant professor, cand. eng. sc., A. Bogaevsky, professor, dr. eng. sc.,
R. Pigarev, student, KhNADU

Abstract. The problem of creating ecologically clean vehicles is considered. The main principles of electric vehicles, and analyzes the prospects of creation and operation of ecologically clean vehicles.

Key words: energy-saving technology, efficiency, electric vehicle, electric battery, range.

Вступ

Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Україні є автомобільний транспорт, його частка становить 33,0 % від загального обсягу викидів, що перевищує аналогічний показник розвинених країн світу більш ніж в 1,7 раз. З огляду на це дуже актуальним стає створення автотранспортного засобу з нульовими викидами шкідливих речовин (Zero Emission Vehicle) – електромобіля.

Приоритетним напрямком розвитку сучасного автобудування є розробка та створення

електромобілів. Це пов'язано як з постійним ростом вартості на паливні ресурси, так і з підвищенням вимог до екологічної чистоти транспортних засобів. Але перспективи розвитку електричних автотранспортних засобів пов'язані з низкою проблем. Ці проблеми залежать як від технічного прогресу у галузі енергозберігаючих технологій на автомобільному транспорті, так і з геополітичною ситуацією в розвинутих країн світу.

Необхідність створення екологічно чистих автотранспортних засобів, що використовують тяговий електричний привод, стає все

більш актуальною. Електромобіль – це на сьогоднішній час найбільш перспективний екологічно чистий автотранспортний засіб. Електромобіль – автомобіль, що використовує для руху електричні двигуни, які утримують живленням, як правило, від тягових акумуляторних батарей. Слід відмітити, що перехідним етапом до повністю екологічно чистих автомобілів є гібридні автомобілі, що об'єднують позитивні якості ДВЗ та тягових електричних двигунів.

Аналіз досліджень та публікацій

За оптимістичними прогнозами експертів, до 2020 р. частка транспорту на електричній тязі може досягти 5...10 % від загального числа автомобілів. Аудиторсько-консалтингова компанія PriceWaterhouse Coopers стверджує, що до 2015 р. світове виробництво електромобілів зросте до 500 тис. шт. на рік. Такий прогноз підтверджується планами США прискорити виробництво електричних транспортних засобів і довести їх на дорогах країни до 1,2 мільйона штук к 2015 р. [1,2].

Прогрес у розвитку електромобілів пов'язаний з широким розповсюдженням енергоємних літій-іонних акумуляторних батарей, використанням у складі силових установок автомобілів високоефективних тягових вентильних електричних машин та розвитком альтернативних енергозберігаючих і екологічно чистих технологій для автомобільного транспорту [3,4].

Політичний аспект розвитку електромобілів

Відомо, що науково-технічний прогрес у процесі розвитку та просування на ринок будь-якого продукту пропорційно залежить від вкладених інвестицій та геополітичної ситуації у світі у цілому. Тому і перспективи розвитку електромобілів безпосередньо пов'язані з загальнополітичним напрямком розвинутих у даному аспекті країн, таких як США, країни ЄС, Китай, Японія та ін.

Наприклад, президент США Барак Обама порахував безперспективним розвиток виробництва автомобілів, що працюють на водні, зробивши вибір на користь електромобілів. Він ліквідував «Фонд розвитку автомобілів з водневими двигунами» з бюджетом \$ 1,2 млрд., який був заснований його попе-

редником Джорджем Бушем молодшим у 2003 р. Як вважає Обама, майбутнє водневої технології викликає сумніви, особливо на тлі швидкого розвитку ринку електромобілів.

Крім того, в США в серпні 2011 р. прийнятий закон, який обмежує середню витрату палива легкових автомобілів, які будуть продаватися на ринку США з 2025 р., до 4,32 л на 100 км. Зараз у США норма по середній витраті палива для легкових автомобілів складає 8,8 л на 100 км шляху, для пікапів і позашляховиків – 9,8 л. Тому перед автомобільними виробниками поставлене завдання – знизити витрату палива більш ніж в два рази. Президент США Барак Обама був одним з ініціаторів прийняття нового стандарту щодо витрати палива засобами транспорту – подібне рішення дозволить в майбутньому помітно послабити залежність США від нафти. Крім того, цей закон позитивним чином позначиться на екологічному стані країни.

Розповсюдження екологічних автомобілів серед споживачів підтримується на державному рівні за рахунок урядових скидок. При купівлі електромобіля або гібридного автомобіля в США споживачу надається пряма субсидія в розмірі до \$ 7500 в залежності від ємності тягової акумуляторної батареї.

В ЄС також намагаються поступово скоротити кількість автомобілів з бензиновими двигунами до 50 % к 2030 р. А к 2050 р. мають намір повністю заборонити в'їзд автомобілів на традиційному паливі в міста континенту. Крім скорочення викидів CO₂ Єврокомісія планує значно підвищити рівень безпеки транспортних засобів та повністю ліквідувати смертність в дорожніх аваріях.

Уряд Німеччини у 2011 р. прийняв програму розвитку виробництва та експлуатації електромобілів. Мета програми – довести кількість автомобілів з тяговими акумуляторними батареями в країні к 2020 р. до 1 мільйона, а до 2030 р. кількість таких автомобілів має зрости вже до 6 мільйонів. Вже сьогодні, в німецькій столиці працюють 550 станцій підзарядки електричних автотранспортних засобів. При цьому програма передбачає також низку заходів для стимулювання попиту на такі автомобілі. Зокрема, на 10 років власники електромобілів звільняються від податків на транспортний засіб. Крім спеціальних паркувальних місць для електромобі-

лів в Німеччині передбачається створити ще й спеціальні смуги для них.

Міністерство промисловості та інформаційних технологій Китаю представило план, згідно з яким к 2020 р. країна стане лідером у світі з виробництва гібридних автомобілів та електромобілів. Передбачається, що через 7 років в Китаю будуть експлуатуватися до 5 млн. штук екологічних автомобілів. При цьому фінансувати такий грандіозний проект в більшій його частині буде держава.

Аналіз змісту заходів підтримки з використання електромобілів показав, що пріоритет віддається збільшенню субсидування і створенню розгалуженої інфраструктури зарядних станцій для електромобілів та гібридних автомобілів. Проекти комплексних заходів уряду Китаю щодо стимулювання та агітації приватних покупців електричних автотранспортних засобів передбачають субсидії покупцям автомобілів на електричній тязі. Так відпускна ціна гібридного автомобіля F3DM компанії BYD становить 169,8 тис. юанів (близько \$ 27 000). Після субсидування ціна знижується до 89,8 тис. юанів.

Але масовому впровадженню електричних транспортних засобів протистоять світові нафтовидобувні корпорації та нафтотрейдери, що зацікавлені у збільшенні попиту на нафтопродукти. Можливо, що стрімкий розвиток альтернативних джерел енергії на автомобільному транспорті стримує істотне зростання цін на автомобільне паливо.

Таким чином, автомобільний транспорт стоїть на порозі суттєвих змін. Як пише німецька економічна та фінансова газета Handelsblatt, такі гіганти автомобілебудування як японські Nissan, Mitsubishi, Toyota, французька Peugeot і американська General Motors починають у все більших масштабах серійно випускати електромобілі. Порівняно з автомобілями з ДВЗ вартість електромобілів досить висока. Поки що чистих електромобілів випускатимуть відносно небагато, на середньострокову перспективу основними будуть гібридні автомобілі.

Техніко-економічний аспект розвитку електромобілів

Автомобіль, насамперед, це товар, який треба реалізувати масовому споживачу. Тому,

для підняття свого іміджу, провідні автомобільні корпорації вкладають мільярди у розвиток енергозберігаючих технологій для демонстрації своїх інноваційних розробок у галузі екологічного автомобілебудування. У зв'язку з цим в останні роки практично всі автобудівні компанії взяли курс на розробку економічних та екологічно чистих автомобілів з метою досягнення нульової токсичності відпрацьованих газів.

Багаторічний досвід свідчить, що досягнення сучасних та перспективних екологічних вимог до автотранспортних засобів неможливо без використання альтернативних (не нафтових) видів енергії та силових установок. Саме тому, практично всі перспективні екологічно чисті автомобілі, проектуються з електроприводом, який отримує живлення від високовольтних акумуляторних батарей.

Альтернативні силові установки використовують тягові електричні двигуни, як правило, вентильного типу з постійними магнітами або з електромагнітним збудженням. В якості альтернативних накопичувачів енергії автомобіля з електроприводом використовують високовольтні акумуляторні батареї різних електрохімічних систем.

З технічної точки зору, можливості вдосконалення електромобіля дуже великі, тоді як для його конкурентів, що застосовують традиційні двигуни внутрішнього згоряння, вони більш ніж обмежені. Але розглянемо проблеми, які стримують впровадження електромобілів. Перша й очевидна – низька питома енергоємність тягових акумуляторних батарей. Найбільш розповсюдженими акумуляторами є свинцево-кислотні, які мають дуже малу питому ємність 40...45 Вт·год./кг, чого не досить для створення електромобіля. Нікель-метал-гідридний акумулятор має вищі показники цього параметра – до 60...72 Вт·год./кг. Ще більш енергоємні акумулятори містять срібло або літій. Їхня якість відповідає майже всім критеріям, але вони мають високу вартість. Перспективними вважаються акумулятори на основі поліпропілену. Великі надії покладаються на нанотехнології та успіхи хімії високомолекулярних сполучень [5,6].

Одержанням акумулятора з високими показниками питомої ємності проблема не вичерпується. За принципом дії вони досить чут-

ліві до пікових навантажень. Під час пуску тягового електродвигуна його струм зростає в кілька разів і зменшується залежно від розгону автомобіля. Обмеження струму зменшує прискорення. Для вирішення цієї проблеми можна застосовувати спеціальні стартові системи, наприклад, на конденсаторах, які більш ефективно, ніж традиційні акумуляторні батареї, віддають та накопичують енергію. Тому конденсатори доцільно застосовувати в системах рекуперації гальмівної енергії автомобіля, що робить їх ідеальними накопичувачами енергії для міських автомобілів.

Суперконденсатори відрізняються від інших засобів зберігання електроенергії високою щільністю потужності, надійністю, здатністю поглинати і видавати велику потужність, не потребують обслуговування, але невелика енергоємність суперконденсаторів не дозволяє їм бути ідеальним джерелом енергії для електричних транспортних засобів [7].

Ще одна проблема нинішніх тягових акумуляторних батарей – довготривалість зарядки. Заряд акумулятора може продовжуватися годинами, а проїхати після цього вдається всього 100...150 км. На спеціальних високовольтних зарядних установках час зарядки скорочується до 25...30 хв. Але такий швидкий заряд негативно впливає на стан тягової акумуляторної батареї.

Широке впровадження електричних транспортних засобів струмується також нерозвинутою інфраструктурою зарядних станцій. АЗС можна поставити де завгодно. Проблеми доставки пального в принципі немає. Проблема лише в ціні. Зі станціями зарядки акумуляторів складніше. До них потрібно прокласти або кабельні, або повітряні лінії подачі електроенергії. Проблема ще у тому, що, наприклад, потужність ДВЗ усіх автомобілів у Москві становить 245 ГВт – приблизно в 20 разів перевищує встановлену потужність електростанцій «Мосенерго». Автомобіль (або електромобіль) у такому місті, як Москва, більше стоїть, аніж працює. Коефіцієнт використання встановленої потужності автомобільних двигунів у російській столиці становить менше 7,5 %. Але навіть у цьому разі запит на зарядку акумуляторів електромобілів у півтора рази перевищує встановлену електричну потужність «Мосенерго».

Нинішні генеруючі можливості електричних мереж забезпечать перехід на електричну тягу лише близько 20 % автомобілів. Адаже є й інші споживачі електроенергії, вони досить численні, у тому числі такий вид електротранспорту, як метро. Перехід на електротягу вимагає кардинального збільшення виробництва електроенергії та нових електричних розподільних систем. А це процес досить складний і витратний. Тому можливо, що з часом вартість заряду тягових акумуляторних батарей електричних транспортних засобів урівняється за ціною зі заправкою автомобіля звичайним паливом. Тоді визначальним фактором при виборі автомобіля залишиться лише екологічний аспект.

Вже сьогодні є очевидним, що за всієї економичності електротранспорт вимагає значного збільшення виробництва електроенергії. На визначений проміжок часу її можна отримати в достатній кількості лише завдяки спалюванню органічного палива: вугілля, нафти, газу або на атомних електростанціях. Тому незважаючи на те, що електричний транспорт не зашкоджує зовнішнє середовище, але самі електростанції забруднюють навколишнє середовище, у тому числі має місце ефект теплового забруднення. Чим більша потужність їхніх агрегатів, тим гірше екологічна ситуація на планеті.

Ще одна проблема тягових акумуляторів – це низькі температури, при яких акумулятори швидко втрачають свою енергоємність. Корпорація Nissan спеціально адаптує електромобіль Leaf для його експлуатації в умовах сурової зими. Для цього біля тягових акумуляторних батарей встановлені додаткові нагрівачі. Фахівці компанії Nissan поки не впевнені, що цього заходу буде достатньо для того, щоб автомобіль успішно пройшов випробування, можливо, знадобляться додаткові заходи.

Остаточне рішення про виведення електромобіля Nissan на український та російський ринок теж поки не прийнято. Багато в чому воно залежатиме від того, як Leaf впорається з морозами, але це не єдина причина. Експерти Nissan не впевнені, що електромобілі будуть користуватися скільки-небудь помітним попитом в країнах, де ще немає електричних заправок і заряджати електромобілі припадає від звичайної побутової розетки. Втім, приклад Mitsubishi говорить про зворотне: елект-

ромобіль i-MiEV, поки що залишається єдиним повноцінним електромобілем на ринку та користується на Україні та в Росії більшим попитом, ніж у багатьох країнах Європи.

Наступна складність широко впровадження електричного транспорту – це утилізація відпрацьованих акумуляторів. Вони містять небезпечні для довкілля елементи і токсичні електроліти. Ці елементи підлягають регенерації. Утилізація вимагає розгалуженої інфраструктури й відповідного виробництва. Небезпечно також випадкове потрапляння цих елементів у ґрунт або довкілля, наприклад у разі дорожніх пригод.

Цей перелік можна продовжувати довго. Але зрозуміло одне – не існує однозначного вирішення транспортної проблеми. Зі зрозумілих причин ми не можемо перейти на один вид транспорту, оскільки кожен з них має свої переваги і недоліки. При цьому потрібно розглядати проблему не з точки зору одного автомобіля з ДВЗ або електромобіля, а весь комплекс, що пов'язаний з ними.

Проте економічні чинники будуть визначальними. За підрахунками фірми компанії «Тесла Моторс», на кожному МДж первинної хімічної енергії можна проїхати: на електромобілі з літій-іонними акумуляторами – 1,14 км; на гібридному автомобілі (ДВЗ та електродвигун) – 0,56 км; на автомобілі з ДВЗ – 0,48...0,52 км; на автомобілі на стисненому метані – 0,32...0,35 км; на автомобілі з воднем і паливними елементами – 0,32...0,35 км. Як бачимо, електромобіль має очевидні, а в майбутньому ще більші переваги, незважаючи на очевидні проблеми.

Завдяки електромобілю створюються принципово нові так звані інтелектуальні електричні мережі, відомі як Smart Grids. У Німеччині цим займається електротехнічний гігант Siemens AG. У свою чергу, один з найбільших постачальників газу, компанія RWE спільно з фірмою Daimler, яка виробляє автомобілі Mercedes, будує зарядні станції для електромобілів.

Висновки

Таким чином, перед розвитком екологічно чистого автобудування стоїть низка проблем, які потрібно вирішувати комплексно на рівні урядів країн та автобудівельних корпорацій.

Досягнення сучасних та перспективних екологічних вимог до автотранспортних засобів неможливо без використання альтернативних видів енергії та силових установок.

Приоритетним напрямком розвитку сучасного автобудування є розробка та створення електромобілів. Перехідним етапом до повністю екологічно чистих автомобілів є гібридні автомобілі, що об'єднують позитивні якості ДВЗ та тягових електричних двигунів. Основним недоліком сучасних екологічно чистих автотранспортних засобів з електроприводом є низька питома енергоємність тягових акумуляторних батарей.

Література

1. <http://www.evworld.com/news.cfm?newsid=19782>
2. http://www.autoobserver.com/assets/1_Million_Electric_Vehicle_Report_Final-1.pdf
3. Бажинов О.В. Гібридні автомобілі: моногр. / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков та ін.; – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
4. Бажинов О.В. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика: моногр. / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко; – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
5. Смирнов О.П. Концептуальні рішення створення екологічно чистих автотранспортних засобів з електроприводом / О.П. Смирнов // Вестник ХНАДУ. – 2011. – № 55. – С. 52–57.
6. Смирнов О.П. Концепция создания автотранспортных средств с альтернативными энергоустановками / О.П. Смирнов // Материалы 75-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Перспективы развития автомобилей. Развитие транспортных средств с альтернативными энергоустановками», 2011. – С. 88-93.
7. Смирнов О.П. Використання конденсаторів великої ємності для забезпечення оптимальних параметрів роботи акумуляторних батарей гібридних автомобілів / О.П. Смирнов, О.С. Панікарський, В.С. Боженів, А.О. Смирнова // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. – №3. – С. 50–55.

Рецензент: О.П. Алексієв, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 7 жовтня 2013 р.