

РОЗДІЛ II. ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ І АВТОТРАНСПОРТУ

УДК 621.822.3

В. І. Кальченко, д-р техн. наук**І. М. Хоменко**, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ТЕНДЕНЦІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛІВ

Наведено тенденції розвитку електромобілів, акумуляторів для них, гібридних автомобілів; перспективи використання на автомобілях водневих технологій, електрохімічних паливних елементів

1. Електромобілі.

За нинішньою уявою найбільш обіцяючими автомобілями в майбутньому слід вважати електромобілі. Вони не створюють ні шуму, ні кіптяви, більш зручні в експлуатації, але потребують вдосконалення.

За прогнозами Price Water house Coopers до 2015 року світове виробництво електромобілів зросте до 500 тис. штук на рік (таблиця 1) [1].

Таблиця 1

Плани виробників електромобілів

Компанія	Країна	Рік	Плани
<u>Tesla Motors</u>	<u>США</u>	<u>2011</u>	Початок продаж Model S
<u>Phoenix Motorcars</u>	<u>США</u>	<u>2011</u>	100000 шт. за рік
<u>Renault</u>	<u>Франція</u>	<u>2011</u>	Початок виробництва Renault Kangoo Express, на сайті Renault про електромобілі компанії представлено серійну модель Renault Zoe
<u>Nissan</u>	<u>Японія</u>	<u>2012</u>	Серійне виробництво
<u>Detroit Electric</u>	<u>Китай — США</u>	<u>2012</u>	Збільшення виробництва до 270 тисяч за рік
<u>BMW</u>	<u>Германія</u>	<u>2012</u>	Початок продажу в США
<u>Dongfeng Nissan</u>	<u>Китай — Японія</u>	<u>2012</u>	Початок продажу в Китаї
<u>Ford</u>	<u>США</u>	<u>2010</u> <u>2011</u> <u>2012</u>	Комерційна вантажівка Мікроавтомобіль Автомобіль С-класу
<u>Honda</u>	<u>Японія</u>	<u>2015</u>	Початок продажу в США
<u>Chrysler</u>	<u>США</u>	<u>2012</u>	Початок виробництва

Вважається, що світовим лідером у виготовленні електричного транспорту сьогодні є Китай. Так, один з підрозділів першої автомобільної китайської компанії FAW вже виготовляє і експортує пасажирські електромобілі в США та європейські країни.

Електромобіль з'явився раніше, ніж двигун внутрішнього згорання. Перший електромобіль у вигляді візка з електромотором було створено в 1841 році [1].

Перший двомісний електромобіль І. Романова зразка 1899 року мав швидкість руху від 1,6 км/год до максимальної в 37,4 км/год.

За свідченнями «Енциклопедичного словника Брокгауза і Єфрона» [2], електромобілі були пущені в обіг Jeantaud і багатьма іншими фірмами з самого початку автомобілізму: на конкурсі 1904 р. у Парижі. У газоліново-електричному автомобілі А. Жанто і Кріжера газоліновий двигун приводив у рух динамо-машину, яка давала струм для електричного двигуна. Виявилося, що така електрична трансмісія споживає відсотків на 20 менше енергії, ніж звичайна механічна, і зручна для регулювання швидкості.

В 1910-х роках у Нью-Йоркських таксі працювало до 70 тисяч електромобілів. Значного поширення на початку століття набули і вантажні електромобілі, а також електричні омнібуси (електробуси).

Електромобіль La Jamais Contente у 1899 році встановив рекорд швидкості на суші. Він першим у світі досяг швидкості 105,882 км/год.

Відомий американський конструктор електромобілів Уолтер Бейкер отримав швидкість 130 км/год. Електромобіль фірми "Борланд Електрик" проїхав від Чикаго до Мілуокі (167 км) на одній зарядці. На наступний день, після перезарядки, електромобіль повернувся в Чикаго своїм ходом. Середня швидкість становила 55 км/год [1].

23 травня 2010 перероблена на електротягу малолітражка Daihatsu Mira EV, створена Японським клубом електромобілів, проїхала 1003 кілометри і 184 метра на одному заряді акумуляторів (<http://www.licet.ru/article/a-4315.html>).

24 серпня 2010 електромобіль «Venturi Jamais Contente» з літій-іонними акумуляторами на солоному озері в штаті Юта встановив рекорд швидкості 495 км/год на дистанції 1 км. Під час заїзду автомобіль розвивав максимальну швидкість 515 км/год ([http://ru.wikipedia.org/wiki/ Электромобиль # cite_note](http://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль#cite_note)).

Головним недоліком електромобілів була складна система підзарядки. Оскільки в той час не існувало вдосконалених перетворювачів змінного струму в постійний, зарядка здійснювалася складним способом. Для підзарядки використовувався електродвигун, який працював від змінного струму. Він обертав вал генератора, до якого були під'єднані батареї електромобіля.

У 1906 році було винайдено порівняно простий в експлуатації випрямляч струму, але це суттєво проблему заряджання не вирішило.

Відродження інтересу до електромобілів сталося в 1960-і роки через екологічні проблеми, пов'язані з автотранспортом, а в 1970-і роки – і через різке зростання вартості палива в результаті енергетичних криз.

Першоосовою створення електромобілів була реалізація принципу заміни механічної коробки передач на «електричну», що давно знайшло своє втілення в залізничному транспорті і на великовантажних кар'єрних самоскидах.

Основною причиною було те, що двигун внутрішнього згоряння, як джерело енергії, має оптимальні показники потужності і крутного моменту у вузькому інтервалі, зміщеному в бік високих обертів. Застосування коробки передач для запобігання вказаному недоліку ускладнює конструкцію і погіршує коефіцієнт корисної дії тягової машини.

У той же час електродвигун не вимагає трансмісії, може бути розміщений безпосередньо в колесі, забезпечує миттєвий запуск і зупинку; не потребує механізму зчеплення, оскільки для зміни частот обертання рушія транспортного засобу не потрібно мати холостий хід.

На електромобілі електроенергія від джерела енергії передається безпосередньо на електродвигуни, приводячи в рух транспортний засіб.

За методом підключення двигуна і накопичувача енергії до приводу автомобіля відомі наступні схеми:

– паралельна; двигун і накопичувач з'єднані диференціалом, який, у свою чергу, з'єднаний з приводом коліс. Використовується в автомобілях з Integrated Motor Assist (Honda). Характеризується простотою (можливе застосування разом з механічною коробкою передач) і низькою вартістю;

– послідовна; двигун з'єднаний тільки з накопичувачем, який, у свою чергу, з'єднаний з приводом коліс. У легкових автомобілях практично не використовується через низький коефіцієнт корисної дії (ККД), але близький принцип використовується в електричній трансмісії, яка застосовується у випадках, коли необхідно передати великий момент від двигуна на колеса, наприклад, у залізничному транспорті або кар'єрних самоскидах;

– послідовно-паралельна; система може працювати як послідовно, так і паралельно, залежно від режиму роботи. Реалізовано в автомобілях з Hybrid Synergy Drive (Toyota), наприклад, Toyota Prius.

За типами накопичувачі класифікують наступним чином.

Електричні:

- на основі електрохімічних акумуляторів;
- на основі інерційних накопичувачів.

Механічні:

- на основі пневматичних акумуляторів, гідроаккумуляторів з пневматичним накопичувачем;
- на основі інерційних накопичувачів.

Гібридний автомобіль має два або більше двигунів, що поєднують використання декількох видів палив, проте рушійним агрегатом залишається електродвигун, всі інші джерела енергії – паливні двигуни її генерують, а акумуляторні батареї запасують і віддають електродвигуну.

Головна перевага гібридного автомобіля – зниження витрат палива і шкідливих викидів, досягається автоматичним керуванням режиму роботи системи двигунів завдяки бортовому комп'ютеру.

Першим автомобілем з гібридним приводом вважається Lohner-Porsche [1]. Автомобіль був розроблений конструктором Фердинандом Порше в 1900 - 1901 роках. У США гібридні автомобілі почав розробляти Віктор Воук у 60-ті – 70-ті роки минулого сторіччя.

Обслуговування та експлуатація електромобілів або гібридних автомобілів у кілька разів дешевше, ніж автомобілів на органічному паливі. Особливо ці переваги будуть вагомими в країнах, де вартість електроенергії істотно дешевше (наприклад, за наявності атомних, гідроелектростанцій, джерел сонячної, вітрової енергії тощо).

До основних переваг електромобілів порівняно з двигунами, що працюють на органічному паливі, відносяться:

- відсутність (суттєве зменшення – для гібридних автомобілів) забруднення оточуючого середовища;
- різке зменшення рівня шуму, що особливо важливо для великих міст;
- більш низька вартість обслуговування;
- більш високі надійність і довговічність експлуатації.

Застосування електромобілів, незважаючи на багато переваг, має ряд недоліків, серед яких:

- необхідність тривалої зарядки акумуляторів;
- велика маса акумуляторів;
- недостатня дальність пробігу автомобіля;
- відсутність зарядних станцій.

Сьогодні основним джерелом постачання електроенергії електродвигуну є літій-іонні акумуляторні батареї, які неперервно вдосконалюються науковцями і конструкторами,

але поки вони мають недостатню ємність для тривалої експлуатації і дорогі за ціною. Існуючі акумулятори забезпечують дальність пробігу автомобіля близько 150 км.

Двигун внутрішнього згоряння для гібридних автомобілів має, як правило, меншу на 30...50% потужність, порівняно зі звичайними автомобілями. Акумулятор у цьому випадку відіграє роль буфера для ДВС і ємності для рекуперативного гальмування. Привід забезпечує перехід енергії як від акумулятора до коліс (режим розгону і руху автомобіля), так і повернення енергії від коліс до акумулятора в режимі рекуперативного гальмування.

Електромобіль повинен мати своє джерело енергії – акумуляторну батарею, яка поки що занадто важка і дорога. До того ж запас енергії сучасної акумуляторної батареї недостатній для поїздки автомобіля на значну відстань, а підзарядка акумуляторів або їх заміна іншими можлива лише при їзді в містах або від однієї, спеціально облаштованої, станції до іншої.

Більш легкі акумулятори не набули поширення, оскільки ще потребують вдосконалення.

Ведуться роботи над створенням акумуляторних батарей з малим часом зарядки (близько 15 хвилин), у тому числі і з застосуванням наноматеріалів.

На початку 2005 року компанія Altairnano оголосила про створення інноваційного матеріалу для електродів акумуляторів. У березні 2006 року Altairnano і Boshart Engineering уклали угоду про спільне створення електромобіля. У травні 2006 року успішно завершилися випробування автомобільних акумуляторів з електродами літій-титанового сплаву $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$. Акумулятори мають час зарядки 10...15 хвилин (<http://www.boshartengineering.com/>).

Розглядається також можливість використання в якості джерел струму не акумуляторів, а іоністорів (суперконденсаторів), що мають дуже малий час зарядки, високу енергоефективність (більше 95%) і набагато більший ресурс циклів зарядка-розрядка (до кількох сотень тисяч). Дослідні зразки іоністорів мають питому енергоємність 32 Вт*год/кг, порівнянну з такою для свинцево-кислотних акумуляторів (30...40 Вт*год/кг) [3].

Розробляються електричні автобуси на повітряно-цинкових (Zinc-air) акумуляторах (<http://www.electric-fuel.com/ev/index.html>).

У серпні 2006 року в Японії затверджено план розвитку щодо вдосконалення електромобілів, гібридних автомобілів і акумуляторів для них, яким передбачено почати в Японії масове виробництво двомісних електромобілів з дальністю пробігу 80 км на одній зарядці, а також збільшення виробництва гібридних автомобілів.

Toyota працює над створенням нового покоління гібридних автомобілів Prius (повний гібрид, plug-in гібрид, PHEV).

В одній із версій водій за бажанням може включати режим електромобіля і проїхати на акумуляторах приблизно 15 км. Подібні ж моделі розробляє Ford – модель Mercury Mariner – пробіг у режимі електромобіля 40 км, і Citroën – модель C-Metisse – пробіг у режимі електромобіля 30 км та інші.

General Motors в січні 2007 року представив автомобіль Chevrolet Volt, здатний проїжджати в режимі електромобіля 65 км.

2. Впровадження водневих технологій.

В даний час різноманітними видами транспорту викидається 23% парникових газів в атмосферу Землі (<http://ru.wikipedia.org>). В атмосферу викидаються: вуглекислий газ, оксиди азоту й сірки та інші шкідливі сполуки. За оцінками експертів, через двадцять років їх кількість подвоїться і буде зростати в міру того, як у країнах, що розвиваються, буде збільшуватися кількість особистих автомобілів. У зв'язку з цим ряд зарубіжних фірм проявляють інтерес до використання в якості палива водню.

Іншою причиною підвищення інтересу до водневого транспорту є зростання цін на енергоносії, дефіцит палива, прагнення різних країн досягти енергетичної незалежності.

Водень принципово може використовуватися як паливо у звичайному двигуні внутрішнього згоряння. У цьому випадку знижується потужність двигуна до 82% ... 65% в порівнянні з бензиновим. Якщо внести невеликі зміни в систему запалювання, потужність двигуна збільшується до 117% в порівнянні з бензиновим аналогом, але тоді значно збільшаться викиди оксидів азоту через те, що при вищій температурі в камері згоряння зростає ймовірність підгоряння клапанів і поршнів при тривалій роботі на великій потужності. Крім того, водень при температурах і тиску, які створюються в двигуні, здатний вступати в реакцію з матеріалами двигуна і мастилом, приводячи до більш швидкого зношування деталей.

Звичайний двигун для роботи на водні не підходить, тому що водень легко запалюється від високої температури випускного колектора. Як правило, для роботи на водні використовується роторний двигун, тому що в ньому випускний колектор значно віддалений від випускного.

Широке впровадження водневого палива стримується більш високою ціною водню в порівнянні зі звичайними паливами, відсутністю необхідної інфраструктури. Проміжним рішенням можуть стати суміші традиційних палив з воднем. Наприклад, HCNG – суміш водню з природним газом.

Створюються установки, що виробляють водень з дистильованої води на борту транспортного засобу. Водень також додається до дизельного палива. Такі установки впроваджуються на великих вантажівках і гірській техніці. Це дозволяє скоротити витрату палива, збільшити потужність двигуна, скоротити викиди в атмосферу.

Водневі паливні елементи можуть виробляти електричну енергію для електродвигуна на борту транспортного засобу, замінивши тим самим двигун внутрішнього згоряння, або застосовуватися для бортового живлення.

Водень як альтернативне паливо для генератора в гібридній машині, досить небезпечний і не дуже зручний у використанні. Тому що потрібно або підтримувати в баку тиск в 700 Бар, або остиджувати водень до -260°C .

Німецький професор хімії Вольфганг Арльт пропонує спосіб зробити водень зручним і безпечним. Він винайшов "рідкий водень", яким можна буде заправляти автомобіль як бензином сьогодні. Розвиток не зупинити, переконаний Вольфганг Арльт: "Електромобілі будуть заправлятися рідким воднем".

Основою нової речовини є вуглеводневий склад, названий N-етілкарбазол (N-ethylcarbazole), який здатний зберігати і виділяти водень. Речовина за своїми властивостями схожа на дизельне паливо: в'язка, має таку ж вагу, запах. Однак вказана речовина потребує збагачення.

У двигуні автомобіля під час руху спеціальний каталізатор видаляє водень із цієї речовини, а сама рідина знову йде в паливний елемент. "Цей каталізатор приблизно розміром з взуттєву коробку", – говорить Арльт. Відпрацьований карбазол можна буде збирати на тих же АЗС для подальшого збагачення.

Фактори, що стримують впровадження водневих технологій:

- більш висока собівартість, ніж у традиційних джерел; при цьому, наприклад, автомобіль Mazda RX-8 витрачає в середньому 38,5 кубометрів водню [7] або 11,4 літрів бензину [8] на 100 км шляху при зниженні потужності двигуна з 192 кінських сил (к.с.) на бензині до 109 к.с. на водні [7]);
- відсутність водневої інфраструктури;
- недосконалі технології зберігання водню;
- відсутність стандартів безпеки, зберігання, транспортування, застосування тощо;

– безпечно зберігання водню вимагає більшого обсягу паливних баків, ніж для бензину. Тому в розроблених на сьогоднішній день автомобілях заміна палива на водень призводить до значного зменшення обсягу багажника.

У майбутньому ця проблема буде подолана, але швидше за все за рахунок деякого підвищення габаритів транспорту.

Після катастрофи дирижабля Гінденбурга водень вважається небезпечним паливом.

Бензин на початку свого застосування так само був небезпечним паливом. Бензинові двигуни ставали причиною частих аварій та пожеж. При пробі паливного баку бензин розливається калюжею по поверхні, тоді як водень випаровується у вигляді спрямованого струменя.

Під час Першої світової війни накопичено великий досвід застосування водню в дирижаблях. Наприклад, Zeppelin - ZIV під час одного з бойових польотів піддався інтенсивному обстрілу з землі, і отримав близько 300 пробоїн. Дирижабль благополучно повернувся на базу. Zeppelin L33 в ніч з 23 на 24 вересня 1916 року був обстріляний зенітною артилерією. Один із снарядів вибухнув усередині газового мішка з воднем. Дирижабль отримав значні пошкодження, але водень не вибухнув [6].

Водневий бак BMW Hydrogen 7 пройшов всі необхідні тести на безпеку. В ході випробувань водневий бак руйнували під високим тиском, нагрівали на відкритому вогні до температури 1000° Цельсія протягом 70 хвилин, деформували твердими і важкими предметами. Водень, що знаходився в баку, не вибухав.

3. Недоліки водневого транспорту.

Суміш водню з повітрям – вибухова речовина. Водень більш небезпечний, ніж бензин, тому що горить у суміші з повітрям у більш широкому діапазоні концентрацій. Бензин не горить при коефіцієнті надлишку повітря менше 0,5 і більше 2, водень при таких співвідношеннях горить прекрасно. Але водень, що зберігається в баках при високому тиску, у випадку пробиття бака дуже швидко випаровується. Для транспорту розробляються спеціальні безпечні системи зберігання водню – баки з декількома стінками, зі спеціальних матеріалів і т. п.

Воднева силова установка значно складніше і дорожче в обслуговуванні, ніж звичайний ДВЗ. За даними Массачусетського технологічного інституту, експлуатація водневого автомобіля на даному етапі розвитку водневих технологій обходиться в сотню разів дорожче, ніж бензинового. Можливо в майбутньому вартість експлуатації зменшиться.

Поки немає достатнього досвіду експлуатації водневого транспорту.

Немає можливості швидкої дозаправки у дорозі з каністри або від іншого автомобіля. Для заправки воднем потрібно побудувати мережу заправних станцій. Для заправних станцій, що заправляють автомобілі рідким воднем, вартість устаткування більше, ніж для бензинових заправних станцій.

Ціна водню приблизно 8 євро за літр (90 грн) [9].

Летючість водню найвища серед газів, таким чином, водень важко зберегти в рідкому вигляді, це ускладнює зберігання водню, транспортування і використання, оскільки паливо випаровується з баку повністю за короткий термін (за дев'ять днів випаровується півбаку палива BMW Hydrogen [9]).

На даний момент водень виробляється або шляхом витрати значної кількості електроенергії, або з вуглеводнів. У першому випадку використовується та ж електроенергія, яка виробляється на теплових, атомних та інших електростанціях (альтернативними джерелами виробляється досить невелика кількість енергії [1]), і її не вистачить на розвиток транспорту. У другому випадку маємо використовувати ті ж види палива для виділення CO₂, а також потрібно очищувати водень від сполук сірки та інших домішок,

які в разі застосування паливних елементів значно скорочують термін їх служби. Експерти вважають, що природний газ буде набагато більш перспективним і екологічним.

4. Паливні елементи.

Паливний елемент – електрохімічний пристрій, подібний до гідравлічного елементу, але відрізняється від нього тим, що речовини для електрохімічної реакції подаються в нього ззовні [1] на відміну від обмеженої кількості енергії, що накопичується в гальванічному елементі або акумуляторі.

Паливні елементи здійснюють пряме перетворення енергії палива в електрику, маючи малоєфективні, що відбуваються з великими втратами, процеси горіння. Тобто, це електрохімічний пристрій, який у результаті високоефективного «холодного» горіння палива безпосередньо виробляє електроенергію.

Слід зазначити, що ідеальним паливним елементом, відомим науці, є мітохондрія (двомембранна гранульована або ниткоподібна органела товщиною біля 0,5 мкм).

Мітохондрія окисляє пальне (вуглеводи, білки, жири) до вуглекислого газу і води, виробляючи електроенергію за рахунок різниці потенціалів на своїх мембранах. Створення штучної мітохондрії, що окислює цукор або целюлозу, – найважливіше інженерне завдання.

Основна перевага впровадження паливних елементів у транспортні засоби – високий ККД. Наприклад, паровоз за 150 років своєї еволюції зміг досягти 5% ККД. ККД сучасного автомобільного двигуна внутрішнього згорання досягає 35%, а ККД водневого паливного елемента – 45% і більше. Під час випробувань автобуса на водневих паливних елементах канадської компанії Ballard Power Systems був продемонстрований ККД 57%. ККД класичного свинцевого акумулятора 70...90%. Основний чинник, що стримує масове виробництво електромобілів – малий попит, обумовлений високою вартістю та малим пробігом від однієї зарядки [10]. Свинцево-кислотні акумулятори володіють низькою ємністю і великою масою. Більш перспективні нікель-метал-гідридні акумулятори, але їх масове виробництво стримується високою ціною на нікель.

Масове виробництво нікель-метал-гідридних акумуляторів для електромобілів і гібридних автомобілів викличе ще більше зростання цін на нікель, і електромобілі стануть неконкурентоспроможними за ціною.

Найбільш перспективними є літій-іонні акумулятори, але виробництво літію обмежене. В 2004 році світове виробництво літію склало всього $254 \cdot 10^3$ метричних тонн. За оцінками компанії Mitsubishi, світова промисловість до 2015 року зіткнеться з дефіцитом літію [11]. Переведення всього транспорту на літій-іонні акумулятори проблематичне: літію виробляється дуже мало. На електромобілі може бути переведена тільки невелика частина транспорту.

Також зараз розглядаються перспективи застосування на гібридних і електричних автомобілях суперконденсаторів.

На автомобілях і автобусах встановлюють, як правило, паливні елементи на протон-обмінній мембрані. Їх основні переваги: компактність, мала вага, низька температура процесу.

У 2002 році Департамент Енергетики США поставив мету – знизити найближчим часом вартість паливних елементів до \$ 45 за 1 кВт установленної потужності і до \$ 30 у 2015 році (без врахування інфляції). Це означає, що джерело електрики для силової установки потужністю 100 кВт (134 к.с.) коштуватиме \$ 3000, що можна порівняти з вартістю двигуна внутрішнього згорання [12].

Удосконалення паливних елементів триває. Вони стають легше, компактніше, дешевше. Тепер можуть запускатися при температурі -30 °С.

Автомобілі з силовими установками на водневих паливних елементах виробляють і вдосконалюють:

- Ford Motor Company - Focus FCV;
- Honda - Honda FCX;
- Hyundai - Tucson FCEV (паливні елементи компанії UTC Power);
- Nissan - X-TRAIL FCV (паливні елементи компанії UTC Power);
- Toyota - Toyota Highlander FCHV;
- Volkswagen - space up;
- General Motors;
- Daimler AG - Mercedes-Benz A-Class;
- Daimler AG - Mercedes-Benz Citaro (паливні елементи компанії Ballard Power Systems);
- Toyota - FCHV-BUS;
- Thor Industries - (паливні елементи компанії UTC Power);
- Irisbus - (паливні елементи компанії UTC Power);
- інші поодинокі екземпляри в Бразилії, Китаї, Чехії та ін.

З 2003 року по 2006 рік 36 автобусів за програмою Clean Urban Transport for Europe, використовуючи паливні елементи, проїхали понад 2 млн. км і перевезли 6 млн пасажирів.

5. Економічність паливних елементів.

Opel Zafira з силовою установкою на водневих паливних елементах потужністю 94 кВт в умовах Вашингтону споживає 1.83 кг водню на пробіг 100 миль (160 км), тобто 4,3 літри бензинового еквіваленту. Водень на заправній станції Вашингтону продавався за ціною \$ 4,75 за кг (дані на 2005 рік) [4]. Бензиновий аналог Opel Zafira з двигуном об'ємом 1,6 л потужністю 85 кВт споживає 5,8 л бензину на 100 км в умовах траси.

National Renewable Energy Laboratory (США) у своїх розрахунках використовує середню дальність пробігу легкового автомобіля 12000 миль на рік (19 200 км).

Споживання водню – 1кг на пробіг 60 миль (96 км). Тобто, для одного легкового автомобіля на водневих паливних елементах на рік потрібно 200 кг водню, або 0,55 кг на день. Один кілограм водню вважають рівним з енергетичної цінності одному галону бензину (3,78 л) [5].

Висновки

1. Надмірне забруднення оточуючого середовища, зростання вартості і вичерпаність у недалекому майбутньому ресурсів органічного палива обумовлюють необхідність створення нових видів транспорту, здатних використовувати альтернативні джерела енергії.

2. Найбільш привабливою заміною двигунів внутрішнього згоряння електромобілями, які можуть працювати, споживаючи електроенергію від акумуляторів. Впровадження електромобілів стримується відсутністю і проблемами створення достатньо ємних, недорогих і порівняно легких акумуляторів.

3. На даному етапі створення акумуляторів перспективними є акумулятори з літій-іонними елементами, але обмежена кількість видобутку літію в світі, постійне зростання ціни на нього вказують на те, що на електромобілі у найближчій перспективі може бути переведена тільки невелика частина автомобілів.

4. Альтернативою на даному етапі є створення так званих гібридних автомобілів, які поєднують двигуни внутрішнього згоряння з обмеженою потужністю і терміном використання під час поїздки автомобіля і акумуляторів як накопичувачів і джерела електроенергії для приводу коліс автомобіля.

5. Новим видом енергоресурсу слід вважати паливні елементи – електрохімічні пристрої, здатні продукувати енергію завдяки електрохімічній реакції при неперервному постачанні сировини ззовні, чим вони відрізняються від гальванічних елементів і аку-

муляторів, що потребують частих зарядок або перезарядок. На сьогодні паливні елементи вважаються досить перспективними, але ще не набули широкого промислового використання.

6. Проводяться наукові дослідження по впровадженню водневих технологій з метою їх використання як у двигунах внутрішнього згорання, так і в паливних елементах, але їх промислове використання – справа майбутнього.

Список використаних джерел

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/8C>.
2. Энциклопедический словарь: в 86 т.: Репр. воспр. изд. «Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона». — СПб.: Фирма «ПОЛРАДИС», АОТ «Иван Фёдоров», 1993-1998. — ISBN 5-900741-01-X.
3. Конищева Т. Российская Бизнес-газета №498 от 1 марта 2005 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: WWW.GASBUDDY.COM .
4. Bush Visits Gas Station that Sells Hydrogen Fuel for Cars//Deb Riechmann, Associated Press. May 26, 2005.
5. http://ru.wikipedia.org/wiki/_note-14.
6. Арие М. Я. Дирижабли / Арие М. Я. – К.: Наукова думка, 1986. – С. 186.
7. http://www.autoreview.ru/archive/2006/17/mazda_rx8_hydrogen/.
8. <http://www.test-drive.ru/mazda/rx8/1294>.
9. <http://www.companion.ua/Articles/Content/?Id=17937&Callback=72>.
10. <http://connectiontime.ru/settings/index.php?&dir1=hardware&dir2=oliver-wyman-elektromobili-i-cherez-15-let>.
11. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7707847.stm>.
12. http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/8019_fuel_cell_system_cost.pdf.