**ВОДНЕВИЙ ДВИГУН**

**План**

1. Трохи техніки.
2. Водень як паливо.
3. Замість паливного бака.
4. Паливний елемент.

**ТРОХИ ТЕХНІКИ**

Америка визначила собі завдання: у найближчі 10—15 років позбутися нафтової залежності. Єдиний вихід — якомога шви­дше запустити в серійне виробництво водневий автомобіль. Європа боїться відстати, крім того, європейцям доводиться виконувати прийняті в них норми на викид шкідливих речо­вин автотранспортом, які постійно стають більш жорсткими. У 1993 році були запроваджені норми «Євро-1», у 1996 році — «Євро-2», у 1999 році — «Євро-3», а з 2005 року в Європі планується ввести в дію ще більш жорсткі норми «Євро-4». У перспективі — повна заборона на викиди шкідливих речовин автомобілями, і тоді не можна буде обійтися без машини, яка працює на водні.

Головна перешкода для впровадження водневого авто­мобіля — відсутність системи промислового отримання водню в потрібних обсягах, систем його збереження, транспортуван­ня й заправлення автомобілів. На думку американських фахі­вців, таку систему вдасться створити не раніше 2020—2030 рр. На перехідний період провідні автовиробники можуть запро­понувати так звані «гібридні автомобілі»: у них економічний двигун внутрішнього згоряння заряджає акумуляторну бата­рею, яка живить електричний двигун. Такі автомобілі розроб­ляються практично всіма провідними автомобільними компа­ніями і вже серійно випускаються в Японії.

Класична схема: двигун внутрішнього згоряння рухає колеса з допомогою механічного приводу. Нас оточують тися­чі автомобілів, але мало кому спадає на думку, що їхня ефек­тивність катастрофічне мала. Якщо взяти так звані «умови міського циклу руху», то загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) автомобіля — 10—12% (за містом, де менше світлофо­рів, 15—17%). Отже, дев'ять літрів бензину з десяти просто летять в атмосферу.

Автомобілі на водневому паливі умовно можна розділити на три класи.

Перший — це машини зі звичайним двигуном внутріш­нього згоряння, який працює на водні або водневій суміші. Такі моделі можуть працювати на чистому водні або 5—10% водню додають до основного палива. В обох випадках ККД двигуна збільшується (у другому випадку приблизно на 20%) і вихлоп стає набагато чистішим (вміст чадного газу (СО) і вуглеводнів (СпНт) зменшується в півтора рази, оксидів ніт­рогену (КОХ) — до п'яти разів). Такі двигуни й автомобілі були сконструйовані й пройшли всі випробування в нас і за кордоном приблизно в 70—80-х роках. Однак, з огляду на витрати і й конструкційні складності, це може бути тільки про­міжним, перехідним етапом на шляху до третього типу.

Другий — це машини з двома електроносіями, так звані гібридні, їх колеса рухає електропривод, енергію якому по­стачає акумулятор, що у свою чергу заряджається від високо-економічного двигуна внутрішнього згоряння, що працює на водні або суміші водню з бензином. Це дуже вигідно, адже ККД електродвигуна сягає 90—95% на відміну від бензиново­го (35%) або дизельного (50%). Таким чином, загальний ККД підвищується до 30%, відповідно знижується витрата палива. Навіть якщо для підзарядки акумулятора використовується бензин, об'єм шкідливих викидів дозволить вкластися в нор­ми «Євро-4» із десятикратним запассґм. І все-таки отримати абсолютно чистий вихлоп можна тільки від автомобілів тре­тього типу.

Третій — справжній водневий автомобіль — це машина з електродвигуном, який працює від паливного елемента, що знаходиться в автомобіли. Теоретично ККД паливного елемен­та, що працює на суміші водень—повітря, може перевищувати 85%. Зараз вже вдалося одержати двигуни з ККД близько 75% — це більш ніж удвічі вище відповідного покажчика най­кращих двигунів внутрішнього згоряння. В умовах міста такі машини одержать п'яти-шестиразову перевагу над звичайни­ми автомобілями.

**ВОДЕНЬ ЯК ПАЛИВО**

Сучасні технології виробництва водню далекі від доско­налості.

Незважаючи на це, гіганти хімічної промисловості й сьо­годні вже одержують по 500 млрд м3 водню на рік. Половина виробленої кількості йде на амонійні добрива, решта — на ви­робництво сталі, скла, маргарину та ін. В основному водень одержують за допомогою парового риформінгу природного

газу: метан при високих температурах (900° С) у присутності нікелевого каталізатора реагує з парою. Поки що такий во­день найдешевший.

Є й інші технології отримання водню, наприклад електро­ліз, крекінг або переробка біомаси (деревини, соломи). Кожен із цих варіантів має свої недоліки. Наприклад, переробка біо­маси: ЇЇ нагрівають на 500—600°С, після чого виходять спирти (етанол, метанол), які, у свою чергу, перетворюються на во­день. Можна нагріти біомасу до більш високих температур (1000°С), тоді вона повністю перетвориться на газ і вийде суміш Н2 і СО. Проблема в тому, що сировини для такого процесу знадобиться дуже й дуже багато. Якщо, наприклад, усю родючу територію Франції пустити на вирощування біо­маси, то водню, отриманого з неї, не вистачить навіть на те, щоб покрити потреби цієї-країни в паливі навіть для нині існу­ючих автомобілів.

Здавалося б, найпростіший спосіб отримання водню — електроліз (електричне розщеплення води). Результат — во­день і кисень. Але загалом ефективність цього процесу не дуже висока: треба витратити 4 кВт електроенергії, щоб одержати 1 м3 водню, який, згоряючи, дасть лише 1,8 кВт енергії. Проте електроліз води досить перспективний і йому, напевно, знай­дуть застосування, тим більше, що існують виходи з «енерге­тичної проблеми». По-перше, можна використовувати енер­гію атомної електростанції у години слабкого навантаження (коли вироблена там енергія виявляється незатребуваною) або, зрештою, поновлювані джерела енергії (сонячні батареї, енергію вітру, приливу й ін.). По-друге, ця технологія активно розвивається: електроліз для більшої ефективності можна проводити під підвищеним тиском або температурою, що на­магаються зробити вчені.

Зараз біологи активно розробляють ще один напрямок. Деякі бактерії й водорості в процесі фотосинтезу розкладають воду І виділяють водень. Проблема в тому, що вони роблять • це тільки за відсутністю кисню, отже, процес триває протягом дуже короткого часу, тому що при розкладанні води, природ­но, утворюється і кисень. Завдання вчених — за допомогою генної інженерії продовжити цей період, тоді сонячні райони нашої планети були б забезпечені воднем.

**ЗАМІСТЬ ПАЛИВНОГО БАКА**

Загальна схема водневого двигуна зрозуміла: електро­двигун, паливний елемент, водень для його роботи. Проблема полягає в тому, що потрібен якийсь аналог паливного бака, але ж водень у паливний бак не наллєш. Це на сьогодні скла­дає найбільші технічні труднощі.

Учені розглядають досить багато варіантів. Наприклад, можна зберігати водень в акумуляторах на основі гідридів інтерметалічних сплавів (ТіУаРе, СиМі та ін.), із яких за по­требою поступово вивільняється чиста речовина. Але за цим варіантом маса водню в загальному обсязі речовини (так зва­не аспектне число) складає всього 5%, до того ж виникає про­блема зі швидкістю вивільнення водню. Можна зберігати во­день у рідкому вигляді. Але, по-перше, це вимагає охолоджен- ня до температур, близьких до абсолютного нуля (відповідно, зростає вартість водню), а по-друге, заправлений у такий спо­сіб автомобіль повинен буде витрачати своє паливо якомога швидше. Дуже перспективний напрямок — зберігання водню в наноструктурах (карбонових нанотрубках), однак ці дослі­дження знаходяться поки що на початкових стадіях.

Найбільш перспективним учені вважають збереження во­дню в балонах високого тиску — більше 350 атм. (аспектне число до 18% при тиску вище 500 атм.) або отримання його прямо на борті з іншого палива (метанолу або рідких вуглево­днів: бензину, дизельного палива та ін.), у спеціальних каталі­тичних реакторах (аспектне число близько 10%). Такі системи розроблені й російськими вченими і за розумних габаритів забезпечують запас водню для пробігу в кілька сотень кіломе­трів.

Конструктори стикаються також і з іншими проблемами. Так, машина (насамперед кабіна) повинна мати систему вод­невої.безпеки.

**ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ**

Паливний елемент, врацюючий на водні, — одна з ключо­вих деталей у новому автомобілі. Паливний елемент (інак­ше — електрохімічний генератор) — це пристрій для перетво­рення хімічної енергії на електричну. Те ж відбувається й у звичайних електричних акумуляторах, але в паливних елемен­тах є дві важливі відмінності: по-перше, вони працюють доти, поки надходить паливо; по-друге, паливний елемент не потріб­но перезаряджати.

Паливний елемент складається з багатьох десятків комі­рок, кожна приблизно в сантиметр завтовшки. Кожна комірка складається з двох електродів, розділених електролітом. На один електрод (анод) підводиться паливо (водень), на інший (катод) — окисник (кисень повітря). Водень тут не згоряє, хімічна реакція окиснення відбувається при низькій темпера­турі в присутності каталізатора. Смисл пристрою в тому, щоб, використовуючи цю реакцію, розділити позитивний і негатив­ний заряди в просторі й створити між ними напругу. Тому електроліт, який заповнює простір між електродами, повинен мати.здатність пропускати крізь себе протони (тобто іони гід­рогену) і це пропускати електрони. На аноді водень розпада­ється на електрони і протони, далі протони проходять крізь шар електроліту, досягають катода і, з'єднуючись із киснем, утворюють воду. Однак у питаннях отримання якісного й не­дорогого електроліту наука поки що зазнає величезних труд­нощів. Полімерний електроліт американської фірми «Дюпон» коштує близько 700 євро за м2, а на батарею для середнього автомобіля потрібно десятки квадратних метрів такого мате­ріалу. Зрозуміло, що при такій вартості електроліту неможли­во налагодити серійний випуск водневих автомобілів. Учени-їми всього світу ведуться інтенсивні дослідження з метою зде­шевлення цього матеріалу й використання його при більш високих температурах (150—200"С).

Загалом, паливний елемент на водні цілком готовий до застосування. Бракує дрібниці: зробити його компактнішим і дешевшим.