

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií



SEMESTRÁLNÍ PRÁCE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: N2612 Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 3902T005 Automatické řízení a inženýrská informatika

Alternativní a hybridní pohony

Semestrální práce

Autoři: Bc. Viktor Bubla
Bc. Martin Blížkovský
Bc. Lukáš Vančura

V Liberci 22.4.2011

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod | 3 |
| 2 Alternativní pohony | 4 |
| 2.1 CNG | 4 |
| 2.2 Elektromobily | 5 |
| 2.3 Vodíkový spalovací motor | 6 |
| 2.4 Palivové články | 8 |
| 3 Hybridní technologie | 11 |
| 3.1 Rekuperace kinetické energie | 11 |
| 3.2 Hybridní pohony | 12 |
| Závěr | 15 |
| Použité zdroje | 16 |

1 Úvod

V době neustále rostoucích cen ropy, nebezpečí jejího vyčerpání, tlaku ekologů, strážáků globálního oteplování, rostoucího zalidnění měst, zvyšování hlučnosti, prašnosti a technologického pokroku se konečně začínají prosazovat ekologicky čistší, úsporné a hospodárné pohony běžných dopravních prostředků nad lobby naftařských společností. Téma alternativních a hybridních pohonů je bohužel natolik rozsáhlé, že není v našich možnostech ho v tomto rozsahu systematicky zmapovat. Proto jsme vybrali několik druhů alternativních zdrojů energie, o kterých se snažíme stručně poreferovat tak, aby čtenář získal tušení, na jakém principu systém pracuje, jaké jsou jeho výhody a nevýhody a kde se již například v praxi používá. Jedna kapitola je věnována problematice hybridních pohonů, jejich dělení a praktickému využití.

2 Alternativní pohony

2.1 CNG

Jedním z alternativních paliv je zemní plyn uchovávaný ve stlačeném stavu, označovaný zkratkou CNG (z anglického Compressed Natural Gas). Pro jeho použití jako paliva v automobilovém průmyslu hovoří několik výhod. Jedná se o levné a velmi čisté palivo, kterého jsou celosvětově větší zásoby oproti ropě. V neposlední řadě je také snazší jeho distribuce, protože lze použít již existujících plynovodů.

Motory na CNG

Pro spalování CNG lze využít klasických zážehových motorů, nicméně vlastnosti zemního plynu umožňují některé parametry motoru pozměnit, což má za důsledek zvýšení efektivity. Zásadní odlišností je vyšší oktanové číslo zemního plynu, které dosahuje hodnoty až 130. Při jeho použití je tedy motor odolnější vůči detonačnímu spalování. Důsledkem je možnost zvýšení kompresního poměru motoru. Motory čistě na zemní plyn se však nevyrábějí, vždy umí spalovat i benzín, který se využívá například při startování. Parametry motoru se však volí primárně pro spalování zemního plynu.

Tankování a skladování

Tankování je obdobné jako u klasických benzinových automobilů. Liší se pouze provedením tankovací hadice. Zajímavostí je, že maximální natankované množství zemního plynu se odvíjí od tlaku, pod kterým je plyn na čerpací stanici skladován. Standardní hodnota se pohybuje kolem 220 barů. Co se týče hustoty sítě příslušných čerpacích stanic, v současné době je jich v České republice 32. V automobilu je skladování řešeno pomocí tlakových zásobníků, kde je plyn uchováván při podobném tlaku jako na čerpacích stanicích, tedy okolo 220 barů.

Bezpečnost

Provozování automobilu na zemní plyn je dokonce bezpečnější, než klasických automobilů na benzin. Důvodem jsou fyzikální vlastnosti zemního plynu a jeho uskladnění v automobilu. Jednou z nich je jeho hustota, která je menší oproti vzduchu. Vozidla na CNG tak mohou vjíždět do podzemních garáží. Druhým parametrem zvěšujícím bezpečnost je větší teplota vzplanutí oproti benzínu. Z důvodu skladování CNG v plnostěnných tlakových zásobnících se při crash testech ukázala jejich větší odolnost vůči klasickým palivovým nádržím.

Příklady vyráběných vozů

Na pohon CNG lze v České republice pořídit např. vůz VW Passat TSI EcoFuel, Opel Zafira CNG Turbo a další. Určitě stojí za zmínku, že v případě VW se jedná o motor s obsahem 1,4 litru s výkonem 110 kW. Stejný výkon má i Opel s přeplňovaným motorem 1,6.

2.2 Elektromobily

Pod pojem elektromobil spadá nejrůznější řada vozidel. Jedná se o vozidla poháněná pouze pomocí elektromotoru a baterií, o vozidla napájená ze solárních panelů, tzv. solární automobily, nebo vozidla poháněná elektromotorem i konvenčním spalovacím motorem, tzv. hybridy. Pojmem elektromobily je však často chápána pouze prvně zmiňovaná skupina vozidel, tedy automobily poháněné výhradně elektromotorem napájeného z baterií. Právě touto skupinou se bude tato kapitola věnovat.

Historie

První elektromobily vznikali již na konci 19. století a byly populární ještě na začátku 20. století, než je úplně vytlačili vozidla se spalovacím motorem. Převaha elektromobilů v počátku vývoje automobilů se spalovacím motorem spočívala v jejich jednoduchosti, tichosti a žádným spalinám. Jako příklad jednoduchého užívání elektromobilu vůči automobilu se spalovacím motorem je již samotný start vozidla, kdy bylo nutné klasická vozidla nutné startovat roztáčením klikou. Na druhou stranu byly konvenční automobily výhodnější z hlediska dojezdu a rychlejšího tankování. Spolu se zavedením sériové výroby a tím pádem i snížením ceny automobilů se spalovacím motorem prodej těchto vozidel převážil nad prodejem elektromobilů. Na scénu se elektromobily opět dostali v 70. a 80. letech minulého století vinou energetické krize a v současné době je již možné elektromobily zakoupit.

Motor a baterie

Hlavními odlišnými částmi elektromobilu oproti konvenčním vozidlům je pochopitelně elektromotor a baterie. Elektromotory se vyrábějí od malých výkonů přibližně 15 kW až po velmi výkonné. Výrazným rozdílem elektromotoru vůči spalovacímu motoru je průběh a závislost točivého momentu. U spalovacího motoru závisí točivý moment na otáčkách a maximálních hodnot nabývá v omezeném rozmezí otáček. U elektromotoru závisí moment na velikosti proudu tekoucího do motoru a je ve velkém rozsahu rozsahu od nulových otáček téměř konstantní. Jako příklad lze uvést druhý koncept vozu E-tron od automobilky Audi s dvojicí asynchronních motorů s celkovým výkonem 150 kW a točivým momentem 2650 Nm. Druhou neméně vý-

znamnou částí elektromobilu jsou baterie. Ve své podstatě se jedná o klíčovou část vozidel na elektřinu, na kterém závisí celkový vývoj elektromobilů. Baterie jsou totiž nejdražší částí elektromobilu a navíc jejich zatím nedostatečná kapacita neumožňuje velký dojezd elektromobilů. Se zajímavým řešením v této oblasti přišla společnost Tesla Motors, která využívá technologie baterií používaných v notebookech. Hlavní výhodou je výrazně nižší cena oproti jiným typům baterií.

Dojezd a dobíjení

Jak již bylo naznačeno, současným limitujícím faktorem elektromobilů jsou baterie. Ať již z hlediska malé kapacity, tak rychlosti dobíjení. Dobíjení elektromobilů je možné rozdělit na tři různé způsoby. První možností je nabíjení elektromobilů doma z běžné elektrické sítě. Zde je limitujícím faktorem přistavený elektrický výkon. Nabíjení proto trvá dlouho. Druhým způsobem nabíjení je využití rychlo nabíjecích „čerpacích“ stanic. Zde by bylo možné dobít automobil přibližně za 15 až třicet minut. Výhodou je, že stavba těchto stanic není příliš nákladná. Na rozdíl od třetího způsobu dobíjení, kde je uvažováno, že by dobíjení elektromobilu probíhalo pomocí výměny vybitých baterií za nabité. Rychlost doplnění energie tímto způsobem by mohla být dokonce větší než je tomu u doplňování paliva do běžných vozidel. Bohužel výstavba takovýchto stanic je finančně velice nákladná a budoucnost tohoto řešení je proto nejasná.

Skrytá problematika elektromobilů

Výměnou elektrického motoru za spalovací motor dochází pochopitelně i na problematiku vyhřívání kabiny vozu. To bývá řešeno pomocí odporových topných těles. Klimatizování je naopak možné řešit pomocí tepelných čerpadel (Toyota Prius) nebo s využitím PTC jevu (Tesla Roadster). Druhou problematikou, která nemusí být na první pohled patrná je tichost vozidel poháněných elektromotorem. Pro posádku vozu je to zcela jistě výhoda, ale pro chodce a cyklisty může být tato skutečnost nebezpečná. Někteří výrobci proto elektromotory vybavují systémem, který napodobuje zvuk automobilu se spalovacím motorem.

2.3 Vodíkový spalovací motor

Jedná se o spalovací motor obdobné konstrukce jako spalovací motory na běžná paliva, kterými jsou například benzin nebo nafta. V případě tohoto typu motoru je však ve válcích spalována směs vodíku a vzduchu. První návrh spalovacího motoru schopného spalovat vodík vznikl okolo roku 1806. Autorem tohoto návrhu byl francouzský vědec a politik Francois Isaac de Rivaz. Myšlenka je to tedy velice stará,

ale dlouhou dobu byla bez povšimnutí. K tomuto konceptu se věda vrátila až s nástupem 21. století spolu s hrozbou nedostatku fosilních paliv. Návrat nastal spolu s projektem HyICE, který vypsal evropská unie. Cílem projektu bylo vytvořit vodíkový spalovací motor s účinností alespoň 42 % a s výkonem o 20 % vyšším než běžné benzinové motory. Tohoto projektu se ujal automobilka BMW a v současnosti tak existuje pouze jeden významnější vodíkový systém.

Princip

Principem motoru jak jsem již zmínil je spalování směsi vodíku a vzduchu, obdobně jako u jiných spalovacích motorů. Nespornou výhodou vodíku však je, že se nejedná o fosilní druh paliva. Při spalování vodíku s kyslíkem vzniká pouze vodní pára. V případě spalování směsi vodíku a vzduchu, jak je to u vodíkových spalovacích motorů vzniká také vodní pára, navíc však vzniká také dusík a malé množství oxidů dusíku značené jako NOx. Dusík se v tomto procesu objevuje z toho důvodu, že je dominantním plynem ve spalovaném vzduchu. Největším problémem vodíku je jeho dostupnost. Jedná se o plyn, který se nedá těžít a v přírodě se v čisté formě nevyskytuje. Musí se tedy získávat za použití jiných zdrojů energie a nikdy tak nemůže vyprodukovat více energie, než bylo vynaloženo k jeho zisku. Jeho ekologičnost je tedy diskutabilní, jelikož energie z něj získaná je vždy jen tak čistá, jak čistá je energie použitá k jeho výrobě. Proto se k jeho výrobě používá hlavně energie z obnovitelných zdrojů, jakými jsou například větrné nebo solární elektrárny nebo také geotermální elektrárny, které se nacházejí hlavně na Islandu.

Uskladnění

V automobilech je vodík uchováván v kapalném stavu. Díky tomu se dosáhne mnohem vyšší energetické hodnoty na jednotku objemu než v případě uskladnění v plynném stavu. Pro uchování vodíku v nádrži v kapalném stavu musí být podchlazen na cryogenickou teplotu, tedy maximálně $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nádrže jsou tak ve formě speciálního dvouvrstvého cryo kontejneru, u kterého jsou vnější a vnitřní vrstva odděleny vakuem a několika vrstvami tepelně izolační pokovené folie pro minimalizaci přenosu tepla z okolí do nádrže. Ani tak však není možné zajistit dokonalou izolaci a k určitým prostupům tepla dochází. Při provozu automobilu je obsah nádrže chlazen sám a na chlazení nádrže se spotřebuje až třetina energie uložené v nádrži. V klidovém stavu není nádrž chlazená a tak dochází k ohřevu jejího obsahu. Ohřev kapalného vodíku má za následek nárůst tlaku v nádrži. Přebytek tlaku se redukuje odpouštěním vodíku z nádrže prostřednictvím přetlakového ventilu. Kapalným vodíkem použitelným jako palivo v takovéto nádrži vydrží bez použití maximálně několik týdnů. To je značná nevýhoda oproti skladování vodíku v plynné podobě, kde není

doba skladování nijak výrazně omezena.

Palivová soustava

Po odčerpání dávky vodíku z nádrže se zahřátím převede vodík do plynného stavu, ve kterém je vstřikován do sacích kanálů, ve kterých se mísí se vzduchem. Druhým způsobem je vstřikování plynného vodíku do spalovacího prostoru prostřednictvím speciálních vysokotlakých vstřikovačů. Tlak vstřikovaného vodíku dosahuje v takovém případě až 300 barů. K zapálení vzniklé směsi dochází stejně jako u běžných spalovacích motorů prostřednictvím svíček. V případě svíček se používají svíčky vyrobené z materiálů, které chemicky nereagují s vodíkem. Nepoužívají se tak například platinové svíčky.

Potenciál

Energetický obsah běžných benzínů činí přibližně 35 MJ/l v případě kapalného vodíku je tato hodnota rovna přibližně 10 MJ/l. Z toho plyne, že pro pohon ekvivalentního motoru na vodík při zachování stejných výkonových parametrů, je potřeba 3,5x více kapalného vodíku než benzínu. Provoz je to tedy vzhledem k jiným vodíkovým technologiím značně neefektivní. Tato technologie spotřebuje až 10x více vodíku na provoz než například technologie palivových článků. Největší výhodou tohoto systému tak je potřeba relativně nízkých investic do vývoje tohoto systému. Jelikož se dá použít většina technologií používajících se v konvenčních spalovacích motorech. Vzhledem k výše zmíněným nevýhodám tohoto systému, jakými je obtížný zisk vodíku v kontrastu s jeho vysokou spotřebou při spalování se většina světových automobilek věnuje spíše technologii palivových článků. Aktivně se v této oblasti nyní angažuje pouze BMW a dříve také Mazda se svými wankelovými motory

2.4 Palivové články

Jedná se o systém přeměňující palivo prostřednictvím chemické reakce na elektrickou energii. Existuje řada různých palivových článků, které používají pro výrobu energie různé druhy paliv. Tím nejrozšířenějším a nejperspektivnějším je v současnosti vodíkový systém. Jako palivo je použit vodík, který reaguje s oxidačním činidlem, kterým je kyslík. Ve většině případů je kyslík do článku dodáván prostřednictvím vzduchu, ve kterém je obsažen. Bez dodávek paliva článek negeneruje žádnou elektrickou energii, nechová se tedy jako běžné baterie, ale spíše jako generátor.

Struktura článku

Palivový článek je tvořen dvěma elektrodami, které jsou odděleny elektrolytem. Činidlo na anodě, které zajišťuje přeměnu molekul vodíku na kationty je většinou tvořenou platinou. Na katodu je přiváděn kyslík, který je přeměněn na anionty prostřednictvím činidla vyrobeného většinou z niklu. Elektrolyt je vyráběn z různých materiálů. Podle typu elektrolytu se dělí jednotlivé články a elektrolytem je dán také přesný princip činnosti. Nejzákladnějším možným dělením článků je dle provozní teploty. Existují články pracující při běžné nízké teplotě a články vysokoteplotní. Pracovní teplota vysokoteplotních článků se pohybuje mezi 200 až 800 °C. V případě nízkoteplotních dosahuje teplota maximálně 90 °C. Nejrozšířenějším typem článku vhodným pro mobilní použití je článek typu PEM. Jedná se o nízkoteplotní článek jehož elektrolyt je tvořen polymerní membránou. Speciální vlastností této membrány je, že propouští protony vodíku.

Princip

Princip činnosti PEM článku je následující. Vodík, jako palivo je přiveden na anodu článku, kde dochází prostřednictvím platiny ke katalytické reakci, vlivem které se atomy vodíku rozkládají na protony a elektrony. Protony jsou vedeny membránou ke katodě. Vzhledem k tomu, že je membrána dielektrikum a tedy i elektrický izolant oddělené elektrony musí projít ke katodě přes vnější okruh, ve kterém je zapojen spotřebič. Na straně katody reagují elektrony, které prošly elektrickým okruhem, s kladnými ionty vodíku, které prošly membránou a s kyslíkem, který je na katodu přiváděn a vzniká tak voda nebo vodní pára, která je z katodového prostoru odváděna jako odpad spolu s nezpracovaným kyslíkem, nebo vzduchem.

V dnešní době generuje průměrný palivový článek napětí mezi 0,5-1 V. Úroveň napětí je závislá na jeho zatížení. Články je možné sériově i paralelně řadit pro zvýšení napětí či výkonu. Výkon článku je dán hlavně jeho plochou. V současnosti články dosahují přibližně 5 kW/m². Účinnost článků přesahuje 50 %, kde zbylých 50 % je přeměněno na teplo. V případě celého systému je možné dosáhnout účinnosti až 80 % při použití ztrátového tepla, například na vytápění automobilu.

Jednou z největších výhod palivových článků je jejich extrémní spolehlivost. Vzhledem k absenci jakýchkoliv pohyblivých částí mohou pracovat při správné konfiguraci i několik let bez přerušení. Další nespornou výhodou je, že není nutné dodávat v podobě paliva čistý vodík. S drobnými úpravami je možné vodík dodávat prostřednictvím různých uhlovodíků, výstupem je však následně více odpadních látek a ne pouze voda.

Nevýhody

Palivové články však mají i řadu nevýhod. Vzhledem k potřebě relativně velkého množství vzácných kovů, převážně platiny a také náročné výrobě speciálního dielektrika jsou v současnosti palivové články stále velice drahé. Dalším problémem je získání vodíku. I přes vysokou efektivitu celého systému palivového článku, pro získání jeho paliva je stále nutné používat neefektivní zdroje energie. Dalším problémem je skladovatelnost vodíku, jelikož má v plynné formě extrémně nízkou hustotu a je tak obtížné uložit ho dostatečné množství do automobilu pro jeho pohon. I přes to, že existuje již několik různých konceptů v automobilovém průmyslu, není tato technologie stále připravena pro masové využití.

Využití v současnosti

Největší pozornost v případě využití palivových článků jako alternativního pohonu byla věnována hromadné dopravě. Existuje několik modelů autobusů, které disponují touto technologií. Mezi jejich výrobce patří například společnosti Daimler, Irisbus, Toyota, Ford. Tyto autobusy jsou většinou provozovány v omezených počtech na některých letištích nebo při speciálních případech. Nejvíce aktivním v oblasti osobních automobilů je zatím automobilka Honda, která v současnosti celosvětově prezentuje svoji technologii na modelu Honda FCX, ale touto technologií se zabývá i většina dalších významných světových automobilek, jako VW, GM, Toyota, Ford.

3 Hybridní technologie

3.1 Rekuperace kinetické energie

U konvenčních brzdných systémů se veškerá energie při brždění mění na ztrátové teplo. Účelem systémů na rekuperaci kinetické energie je část této energie zachytit a využít při následné akceleraci. Nabízí se dvě základní otázky, jakým způsobem energii zachytit a jakým způsobem ji uložit pro budoucí využití. Využívá se několika různých způsobů.

Mechanický systém

Čistě mechanický systém využívá pro uložení energie setrvačnicku. Ten je připojen na výstupu převodovku přes sérii převodů, spojku a CVT (převodovka s průběžně měnitelným převodem). Při brždění je setrvačnick roztáčen. Při akceleraci je tomu naopak.

Mechanicko-elektrický systém

K uložení energie je opět využít setrvačnick. K přenosu energie je využito v nejjednodušším případě dvojice elektromotorů. Jeden z nich je přes převodové ústrojí spojen s koly, druhý se zmíněným setrvačnickem. Během brždění kola roztácejí s nimi spojený motor, který se chová jako generátor. Vytvořená elektrická energie napájí druhý motor, který roztočí setrvačnick. Při využívání takto získané energie se role elektromotorů vymění.

Čistě elektrický systém

Pro uložení energie je využito buď baterií, nebo superkondenzátorů. Dále systém obsahuje elektromotor, využívaný při brždění k dobíjení baterií. Tento systém nalézá uplatnění především v elektromobilech a hybridních vozidlech s elektromotorem. Jako generátoru k dobíjení baterií je totiž možné použít přímo pohonný elektromotor.

Využití

Systémy na rekuperaci kinetické energie se využívají např. ve vozech formule 1 od roku 2009. V tomto případě se jedná o čistě elektrické systémy. Mechanicko-elektrický systém lze nalézt v závodním voze Porsche 911 GT3 R Hybrid. Zde je využito dokonce dvou elektromotorů umístěných v předních kolech. Jako setrvačnick slouží třetí elektromotor s maximálními otáčkami 40.000 za minutu. U civilních vozů se tento systém využívá především u hybridních vozů a elektromobilů.

Využití energie výfukových plynů

Druhým systémem pro rekuperaci energie je systém TIGERS (Turbo-generator Integrated Gas Energy Recovery systém). U tohoto systému se však nevyužívá kinetická energie vozidla, ale výfukových plynů. Podobně jako u přeplňovaných motorů, i tento systém využívá turbo generátoru. V tomto případě však turbo pohání generátor elektrické energie. Systém umožňuje účinné řízení, které má za úkol např. při volnoběžných otáčkách generátor odpojit a naopak při jízdě na dálnici maximálně využívat. Získanou energií je možné napájet podpůrné systémy automobilu, jako je např. klimatizace namísto pohonu pomocí řemenů. Autoři tohoto systému uvádějí že pohony pomocí řemenů až 6kW u automobilu střední třídy. Napájením těchto systémů elektřinou by se zamezilo těmto ztrátám a udávaná úspora paliva činí 5-10 %. U hybridních vozidel je možné tímto způsobem dobíjet baterie a prodlužovat tak jeho dojezd.

3.2 Hybridní pohony

Jako hybridní pohon je označován každý pohon, který využívá dva nebo více různých zdrojů energie. Nejobvyklejší je v dnešní době ve vozidlech kombinace běžného spalovacího motoru s jedním nebo více elektromotory (Hybrid Electric Vehicle). Jako hybridní pohony však mohou být označeny všechny pohony využívající kombinaci některých z následujících zdrojů energie: nabíjecí akumulátory, stlačený vzduch, pevné palivo (uhlí, dřevo), elektřina, elektromagnetické nebo radiové vlny, stlačený nebo zkapalněný plyn, lidský pohon, vodík, tekutý dusík, benzín, nafta, sluneční energie, vítr, odpadní teplo spalovacích motorů. . .

Důvodem pro volbu hybridního pohonu může být zjednodušení přenosu výkonu, snížení nákladů na provoz, snížení emisí, snížení hluku, zvýšení komfortu, odstranění závislosti na jediném druhu paliva, zvýšení výkonu, akcelerace nebo dojezdu.

Dvoukolová hybridní vozidla

Mopedy, elektrická jízdní kola a další podobné dopravní prostředky jsou příkladem kombinace spalovacího motoru nebo elektromotoru a jezdcových svalů. Na stejném principu pracovaly historicky první motocykly na konci devatenáctého století. Hybridní pohon těchto dopravních prostředků můžeme dělit na paralelní a sériový. Paralelní pohon využívá součtu výkonu člověka a motoru v místě pedálů, pomocí převodovky nebo válečku přitlačovaného ke kolu. Točivé momenty od motoru a člověka jsou sčítány. Méně běžná sériová varianta spočívá v kombinaci generátoru, elektromotoru a akumulátoru. Člověk v tomto případě přes pedály roztáčí generátor, který dobíjí akumulátor a pohání elektromotor. Dochází tak vlastně k plně nemechanickému přenosu energie. Elektromotor v tomto případě musí být schopen dodat plný

točivý moment, protože od pedálů se přímo žádný nepřenáší.

První experimenty se sériovým hybridním pohonem na tomto principu sahají do roku 1975. V roce 1994 byl vyroben prototyp, který umožňoval rekuperaci energie při brždění a dobíjení akumulátoru šlapáním na místě.

Těžká vozidla

Hybridní diesel-elektrické nebo turbo-elektrické pohony se používají v lokomotivách, těžkých nákladních automobilech, mobilních hydraulických strojích a lodích. Některá forma tepelného motoru pohání elektrický generátor nebo hydraulické čerpadlo. Pomocí drátů nebo potrubí se dále výkon rozvádí k elektrickým nebo hydraulickým motorům. Výhodou tohoto řešení je jednodušší přenos výkonu oproti mechanickému řešení pomocí složitých a těžkých převodovek. Naopak nevýhodou je potřeba dvojí konverze výkonu a s tím související ztráty. Výhody však převažují a ztráty se dále snižují s rostoucí velikostí. Účinnost diesel-elektrického generátoru dosahuje 30-38 %, turbo-elektrického generátoru 40-60 %.

Hybridní osobní vozidla

První hybrid, který vyrobil Ferdinand Porsche v roce 1900, pracoval na principu kombinace benzínového motoru, generátoru a dvou elektromotorů uložených v kolech. Tento systém patří do kategorie sériových hybridů, kde spalovací motor a kola nejsou mechanicky spojena. Dnešní automobily pracující na tomto principu využívají k pohonu energii z akumulátorů a ve chvíli, kdy je energie nedostatek, spustí se spalovací motor a akumulátor je dobíjen. Někdy je tento typ pohonu označován jako elektronická převodovka.

Termínem parallel hybrid jsou označována vozidla, která mají převodovku, spalovací motor a elektromotor mechanicky spojen pomocí automatických spojek a na pohonu se podílí jak spalovací, tak i elektrický motor. Při čistě elektrické jízdě je spojka mezi elektromotorem a spalovacím motorem rozpojena. Když spalovací motor běží, je spojen a otáčí se stejnou rychlostí, jako elektromotor. Prvním sériově vyráběným vozidlem tohoto typu je Honda Insight.

Mild parallel hybrid je označení pro vozidla, která nejsou schopna pracovat v čistě elektrickém režimu. Elektromotor s výkonem obvykle pod 20 kW je využíván pouze pro zvýšení výkonu při akceleraci, pro rekuperaci energie při brždění a pro funkci auto-stop/start.

Power split nebo series-parallel hybrid jsou termíny používané pro vozidla, kde se na pohonu podílí spalovací motor a elektromotor v měnitelném poměru 0-100 % pomocí děliče výkonu realizovaného planetovou převodovkou. Elektromotor se může zároveň chovat jako generátor. Ke spalovacímu motoru, který je využit za běžných

okolností, se například při předjíždění krátkodobě připojí elektromotor a zvýší celkový efektivní výkon motoru. Power-split hybridy jsou například Toyota Prius nebo hybridní modely značky Lexus.

Plug in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) jsou označována vozidla, jejichž akumulátory, které mají zvýšenou kapacitu, je možné nabíjet z běžné elektrické sítě a tak předcházet potřebě dobíjení pomocí spalovacího motoru. Používá se v kombinaci se sériovými i paralelními variantami hybridních pohonů. Tato varianta je atraktivní možností dosažení nulových emisí CO₂ a zejména minimálními provozními náklady. Elektrická energie není zatížena spotřební daní a navíc je možné automobil nabíjet přes noc.

Continuously outboard recharged electric vehicle (COREV) jsou vozidla, která mohou být dobíjena ze sítě za jízdy. Slouží k tomu elektrická kolejnice, trolej nebo pás uložený na dálnicích. Vozidlo tak má teoreticky neomezený dojezd a v případě, že by cestovalo mezi místy, která jsou vzdálena do 100 km od dálnice, nemuselo by nikdy spouštět spalovací motor.

Hybrid fuel nebo také dual mode jsou označována vozidla, která umožňují používat více druhů paliva. Flexible-fuel vozidla mohou spalovat několik paliv smíchaných v jedné nádrži — benzín, ethanol, methanol nebo biobutanol. Jako Bi-fuel vozidla jsou označovány palivové soustavy se dvěma oddělenými nádržemi. V nich uložené palivo spaluje jeden motor, nelze je však skladovat ve společné nádrži. Příkladem je kombinace benzínového nebo naftového motoru s LPG nebo CNG. Nevýhodou potřeby oddělených nádrží převažuje zvýšení dojezdu a nižší závislost na místní infrastruktuře čerpacích stanic. Nakonec do této kategorie patří i vozidla upravená pro provoz na LPG nebo odpadní rostlinný olej.

Hydraulická nebo pneumatická hybridní vozidla využívají motor k plnění tlakových akumulátorů, využívaných k pohonu kol pomocí hydraulických nebo pneumatických jednotek. Výhodou oproti nabíjení baterií je vyšší rychlost uskladnění a vyšší účinnost 60-70 %. Oproti bateriím jsou tyto systémy také levnější. Naopak nevýhodou je potřeba více prostoru pro tlakový akumulátor.

Fuel cell hybridy jsou čistě elektrické automobily, které získávají energii z akumulátorů. Ve chvíli, kdy jsou akumulátory vybité, spustí se nabíjení z vodíkových palivových článků.

Závěr

Z přehledu alternativních zdrojů energie a popisu hybridních technologií vyplývá, že nyní nezbývá nic jiného, než se těšit na masové rozšíření hybridních vozidel na trh a na s tím související snížení jejich cen. Je evidentní, že technologie jsou dnes na vysoké úrovni a od plug in hybridu v naší garáži nás skutečně zatím dělí pouze cena, která je z důvodů náročné výroby, nedostatku vzácných surovin a nesériovosti natolik vysoká, že si běžný spotřebitel raději koupí několikanásobně výkonnější automobil se spalovacím motorem a včetně provozních nákladů za dobu používání vozidla stále ušetří. Dalším aspektem při výběru automobilu je jistě i nebezpečí poruch, spolehlivost a cena oprav. V případě alternativních pohonů typu CNG a vodíku je samozřejmě největším problémem řídká síť čerpacích stanic. I zde však dochází k pokrokům. Věřím, že během deseti let budou automobily s palivovými články a benzíno/nafto/elektrické hybridy na našich silnicích stejně běžné, jako jsou dnes automobily upravené na LPG.

Použité zdroje

- [1] AutoCZ [online].
URL <http://www.auto.cz/audi-e-tron-2915>
- [2] BMW Hydrogen [online].
URL http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/efficientdynamics/phase_1/hydrogen_introduction.html
- [3] CNG Auto [online].
URL <http://www.cngauto.cz/bezpecnost/>
- [4] European Biofuels [online].
URL <http://www.biofuelstp.eu/hydrogen.html>
- [5] Flywheel KERS [online].
URL <http://www.flybridsystems.com/index.html>
- [6] Honda FCX [online].
URL <http://automobiles.honda.com/fcx-clarity/>
- [7] Hybrid Vehicle [online].
URL http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_vehicle
- [8] HybridCARS [online].
URL <http://www.hybridcars.com/electric-car>
- [9] The Online Fuel Cell Information Resources [online].
URL <http://www.fuelcells.org/>
- [10] Spiegel Online International: BMW's Hydrogen 7 [online].
URL <http://www.spiegel.de/international/spiegel/0,1518,448648,00.html>
- [11] TIGERS [online].
URL http://www.greencarcongress.com/2005/09/tigers_exhaust_.html
- [12] U.S. Dept. of Energy: Fuel Cell Technologies Program [online].
URL <http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/>
- [13] Vše o CNG [online].
URL <http://www.cng.cz/cs/zajimavosti-136/>