

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hybridní automobily a možnosti jejich budoucího využití

Hybrid vehicles and their possible future utilization

Tatiana Vlasenkova

Školitel: RNDr. Rudolf Přibil CSc.

Praha 2012

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Hybridní automobily a možnosti jejich budoucího využití“, zpracovala samostatně, uvedla v ní všechny použité prameny a zdroje a v textu řádně vyznačila jejich použití.

V Praze dne

.....
Tatiana Vlasenkova

Poděkování: Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce RNDr. Rudolfu Přibilovi CSc. za vstřícnost, cenné rady a náměty, které mi při zpracování bakalářské práce poskytl. Dále velmi děkuji své rodině a nejbližším za obětavou podporu.

ABSTRAKT

Jednou z hlavních myšlenek (můžete dokonce říci, že účelem) naší doby se stává porozumění nevyhnutelnosti změn ve vzniklých názorech na vztah mezi člověkem a přírodou. Hlavní myšlenka tohoto vztahu je velmi jednoduchá: my lidé neočekáváme dary od přírody, ale potřebujeme ji (přírodu) jak k zájmům společnosti jako celku, tak i v zájmu jednotlivců. Ale jak se ukázalo, příroda není laboratoří, kde je možné provádět různé experimenty. Tento fakt musí člověk vzít v úvahu při své každodenní činnosti.

Naše civilizace je nerozlučně spjata s rozvojem dopravních prostředků a to zejména s automobily. Automobil je nejen prostředkem sjednocování lidí, ale i příčinou obav pro celou civilizaci. Rok od roku ve všech zemích světa vzrůstá počet automobilů, což vyvolává neustálý růst znečištění životního prostředí. Můžeme odvážně říci, že silniční doprava je hlavním zdrojem znečištění ovzduší oxidem uhelnatým, proto je vytvoření ekologicky čistých (plně nebo částečně) motorů pro vozidla velmi důležitým bodem.

Ve své práci jsem se snažila pečlivě vyhodnotit současný stav ve vývoji ekologicky čistých motorů s ohledem na stávající lidské potřeby, má snaha spočívala i na upozornění na, již v této oblasti, stávající zpracování. Ve snaze porozumění vzniku ekologických problémů je možné odkazovat na mnohé faktory. Například na nedokonalost existujících technologií, na nedostatek investic do té či oné oblasti a také na mnoho dalších důvodů. Nemělo by se však přitom zapomínat na člověka samotného, jakožto na „objektivně-subjektivní“ faktor, jehož stále se zvyšující potřeby jsou hlavním centrem krystalizace všech negativních vlivů na životní prostředí.

Klíčová slova: hybridní, automobily, technologie, hybridní motor, vodíkový motor, znečištění ovzduší, palivo, akumulátor, vodík, ekonomika

ABSTRACT

One of the main ideas (it is even possible to say the purpose) of our time is an understanding, that is it necessary to make changes to the prevailing views of the relation between man and nature. The basic idea of the relation is simple: we subordinate the environment to our personal needs and benefits, rather than wait for gifts from nature. But as it proved to be, nature is not the laboratory, where any experiments are possible, and man is simply obligated to consider this before his daily activity.

Our civilization is inseparably connected to the development of means of transportation, primary with automobile. A car, nowadays, is a perfect way to unite people, however, it is also a big headache for the mankind. Constant yearly increase in the quantity of cars worldwide, results in a constant environmental pollution growth. We can surely state, that the automobile vehicles is the main source of the atmosphere pollution by carbon monoxide gas. Therefore, the development of ecologically clean (partly or completely) engines is a very important problem.

In my work I tried to thoroughly estimate the today's state in the area of the development of ecologically clean engines, taking into account the existing needs of man. We also paid close attention to the already existing developments in the area. Attempting to understand the origin of ecological problems, it is possible to refer to many factors - the imperfection of the existing technologies, the insufficiency of investments, and many other reasons. However, one must not forget the person himself as “objective - subjective factor”, whose constantly increasing needs are the “point of crystallization” of all negative environmental effects.

Keywords: hybrids, cars, technology, hybrid engine, hydrogen engine, air pollution, fuel, battery, hydrogen, economy

OBSAH

1.	Úvod	6
2.	Historie hybridních motorů v automobilovém průmyslu	7
3.	Environmentální aspekty moderních motorů	9
4.	Auta s alternativními motory	10
	4.1 Posloupné schéma práce hybridního automobilu	11
	4.2. Paralelní schéma práce hybridního automobilu	14
	4.3. Smíšené nebo posloupně-paralelní schéma práce hybridního automobilu	16
	4.4 Mild hybrid (Ne zcela hybrid)	18
	4.5 Full hybrid (Plný hybrid)	19
	4.6 Plug-in hybrid – PHEV	21
5.	Vliv hybridních automobilu na Životní prostředí	24
6.	Výhody a nevýhody hybridních automobilu	26
7.	Hybridní automobily a jejich budoucnost	29
8	Závěr	30
9.	Použitá literatura	31

1. Úvod

Začneme konstatováním, že automobilové odvětví je jedním z nejkonzervativnějších odvětví světového průmyslu, co se základních výrobních a konstrukčně – technologických principů týče. Základní stavební a technologické zpracování, tykající se spalovacího motoru, patří k počátku minulého století. Účinnost benzínového motoru, při maximálním výkonu, zůstala prakticky na stejné úrovni, stejně jako před sto deseti lety. Četné technické inovace nemění zásadní schéma spalovacího motoru.

Technologické koncepce automobilové výroby nepodstoupily výraznou změnu z dob Henryho Forda. „Vytvoření hromadného, levného a netrvanlivého produktu, předpokládajícího využití technologických inovací, které nepodporují kritéria nízké ceny.“ [2] V rámci těchto ideologických ustanovení trvanlivý a vysoce technologický výrobek je tedy škodlivý pro následnou realizaci prodejních plánů. Automobil by měl dosti rychle pozbýt své funkčnosti, aby si majitel potřeboval co nejdříve zakoupit nový.

Historie rozvoje výroby automobilu oplývá zajímavými technologickými nálezy, geniálními konstruktivními řešeními, hádankami a neúspěchy po celé své délce.

Dnes, v podmínkách omezených surovinových a energetických zdrojů, kdy dochází ke zhoršení ekologické situace a zvýšení nároku na ochranu životního prostředí, je zapotřebí nalezení a realizace nových projekčních technologií pro řešení v oblasti automobilového průmyslu.

2. Historie hybridních motorů v automobilovém průmyslu

Mnoho lidí ví, že historie hybridních aut nezačala ani včera ani předešlým, ale jen málokdo ví, kdy přesně tato éra započala

Rok 1899 - jeden z prvních hybridních vozů - Lohner-Porsche.



Obrázek č.1: První hybridní vůz - Lohner-Porsche

Zdroj: <http://green.autoblog.com/photos/la-2007-lohner-porsche/#491595>

Ferdinand Porsche byl zakladatelem automobilové společnosti, která vyráběla vysoce kvalitní a pohodlné vozy se spalovacím motorem. Kupodivu však bylo první auto Porsche elektrické. [33] Porsche ho vytvořil ve věku 25 let, kdy působil ve společnosti Lohner, proto byl elektromobil pojmenován Lohner-Porsche.



Obrázek č.2: *Lohner-Porsche za jízdy*

Zdroj: <http://www.porsche.com/usa/aboutporsche/porscheandenvironment/hybrid/lohner/>

Poprvé se veřejnost seznámila s Lohner-Porsche na Pařížském autosalonu v roce 1900. Byla to verze Lohner-Porsche, která měla poháněna přední kola a byla kompletně elektrická.

O něco později, v roce 1901, Porsche namontoval na Lohner-Porsche benzínový motor a generátor. Předvedl ho na Pařížském autosalonu, jednalo se o první hybridní automobil na světě. Porsche však s dalšími inovacemi neotálel, v důsledku výše zmíněného zpracování vznikl v roce 1912 Austro-Daimler-Landwehr Train - první autovlak s hybridním pohonem (silný benzínový motor s výkonem sto koňských sil fungoval společně s 70kW generátorem stacionárního proudu). [1]

Nicméně asi v letech 1910 – 1914 byli inženýři a vynálezci spalovacího motoru schopni udělat revoluční změnu v jeho struktuře, což umožnilo zvýšení úrovně spalovacího motoru na doposud nedosažitelnou hranici. [4] Benzínový spalovací motor vyhrával v rychlosti a dojezdu, ale co se spolehlivosti a účinnosti týkalo, nikoliv. Vývoj elektrických motorů či „paramotorů“ byl prakticky zastaven na mnoho desetiletí. [3] Pojdme trochu odbočit od historie rozvoje tohoto směru automobilového průmyslu, a pokusme se pochopit, co bylo v minulosti nazýváno „hybridním“ motorem. Kupodivu to však nic společného s elektromotorem nemělo. V minulosti se tzv. hybridu říkalo agregáty:

a) schopné pracovat na více druhů fosilních paliv - motory s vysokým kompresním poměrem až do 25 jednotek (moderní diesellové motory mají kompresní poměr jednotek 16 – 17), což umožňuje používat více druhů paliv.

b) pracující s tzv. stratifikovaným tvořením směsí, tj. se vstříkáním paliva přímo do komory spalovacího motoru.

3. Environmentální aspekty moderních motorů

Benzínový (naftový) spalovací motor je velmi neefektivní zařízení a je schopen transformovat jen asi 20 – 30 % (30 – 40 % diesel) energie paliva na užitečnou práci, ale počet využívaných aut roste každým rokem, a proto též každým rokem roste spotřeba přírodních zdrojů a znečištění okolního prostředí. Samozřejmě, že spalovací motor spotřebovává velkou část ropných produktů (benzín nebo naftu) a zároveň je snad nejdůležitějším a trvalé činným aspektem chemického, mechanického, tepelného a škodlivého účinku na stav životního prostředí. Jak je známo, největší škody životnímu prostředí způsobují chemické faktory, jež jsou spojeny s emisemi toxických látek do ovzduší, které jsou obsaženy ve výfukových plynech aut.

Co získáme ve výstupu výfukové trouby? Podle odhadů amerických odborníků, je toxicita výfukových plynů hodnocena oficiálním jízdním cyklem (Kalifornský cyklus), a činí přibližně 800 kg CO₂, 115 kg uhlovodíků a 38 kg oxidu dusíku [32]. Je třeba samostatně vyčlenit benziny obsahující alkylderiváty olova. Z toho tedy můžeme vyvodit následující: výfukové plyny obsahují velké množství organických a anorganických sloučenin, které jsou velmi škodlivé pro člověka, přičemž složení plynu se výrazně liší. Znečišťování ovzduší ze silniční dopravy je rozděleno přibližně takto: 70 % z výfukových plynů, 25 % emisí z klikových plynů, 5 % z paliva odpařeného z nádrží. Je třeba také poznamenat, že sluneční záření způsobuje fotochemickou reakci uhlovodíků a oxidů dusíku, dostávající se do ovzduší s výfukovými plyny. Jako výsledek tyto reakce tvoří nitroderiváty, které jsou velmi nebezpečné pro lidské zdraví a životní prostředí. Přeměna NO na NO₂ má velký význam v problému smogu. Smogem nazýváme hustou mlhu, která obsahuje síru a oxid siřičitý, oxidy uhlíku a dusíku. Smog může způsobit poškození průdušek a alergické reakce.

Rostoucí výskyt rakoviny mnoho vědců přímo spojuje s trvalou expozicí karcinogenních látek na člověka, které jsou obsaženy v životním prostředí. Nejaktivnější jsou polyjaderné aromatické uhlovodíky, především Benzo[*a*]pyren. Jedním z hlavních zdrojů znečištění ovzduší karcinogenními látkami jsou právě výfukové plyny automobilové dopravy.

Dá se říci, že v blízké budoucnosti hlavními směry práce v rámci zlepšování technické úrovně spalovacího motoru budou:

1. Zvýšení účinnosti vytváření směsi a spalování;
2. Použití nejnovějších systémů neutralizace;
3. Zvýšení elektronizace řízení motoru;
4. Zlepšení konstrukce motoru.

4. Auta s alternativními motory

Hybridní automobil používá k pohonu hnacích kol různorodou energii. Zájem o alternativní motory je dán především pokračujícím růstem poptávky po ropě a jejích složkách.

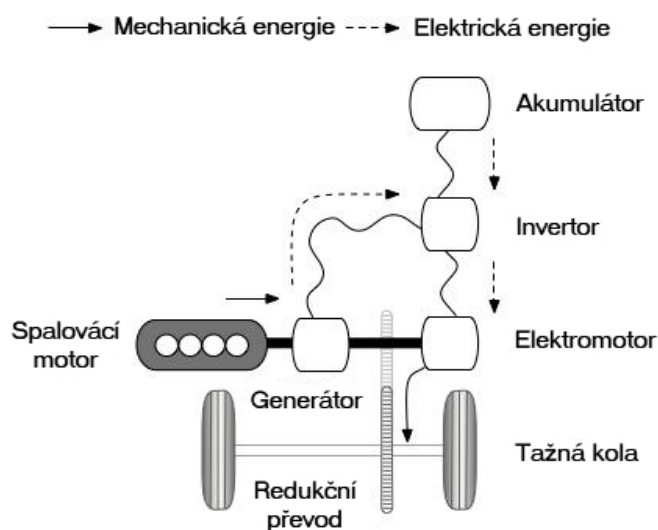
Moderní výrobci automobilů používají systém, který umožňuje kombinovat tah spalovacího motoru a elektromotoru. Tím se zabrání práci spalovacího motoru v režimu malých zátěží, a rovněž rekuperaci kinetické energie, což zvyšuje palivovou účinnost pohonné jednotky.

Schéma práce hybridu je velmi jednoduché. Automobil má dva motory: benzínový a tahový elektrický. Elektrický motor, který přijímá energii z baterie, je využitelný na cestách s nízkým zatížením nebo ve městské dopravní zátěži. Benzínový motor při tom neběží, a proto nespotřebovává žádné palivo. Pokud jede automobil s vypnutým motorem nebo delší dobu brzdí, motor se odpojuje.

Nejlepším zdrojem napájení pro elektromotor je lithium-iontová baterie. Je velmi podobná baterii, která je v mobilním telefonu. Samozřejmě, že lze nalézt i lepší baterie, ovšem jejich cena dosahuje několika set tisíc dolarů pro sadu vozidel.

Nezapomeňme, že práce hybridní pohonné jednotky je nemožná bez palubního počítače, který nepřetržitě monitoruje mnoho parametrů v reálném čase. Značná část z ceny hybridního automobilu připadá právě na software.

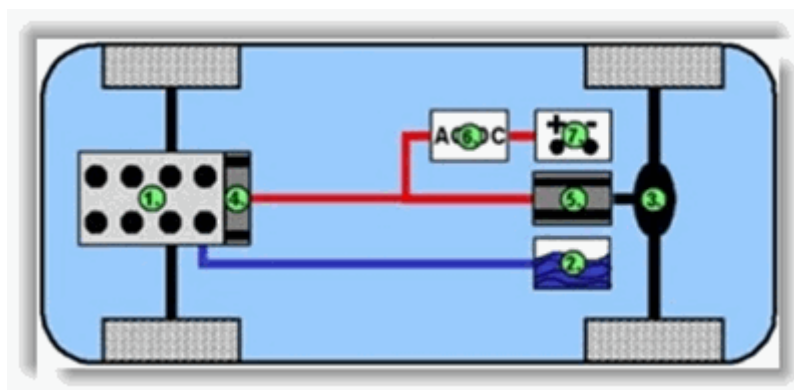
4.1. Posloupné schéma práce hybridního automobilu



Obrázek č.3: Posloupné hybridní schéma

Zdroj: <http://www.drive.ru/technic/2009/10/30/2876201.html>

Posloupný hybridní systém přišel jako první, ale u osobních automobilů se téměř nedistribuuje. Takový systém se nejčastěji používá pro stavbu silových zařízení lomových sklápěčů, některých autobusů a lokomotiv.



Zdroj: <http://www.autoexpert.in.ua/ru/938-seriell-hybrid-technic-03-2010.html>

Posloupný hybrid má spalovací motor (1), za kterým je umístěn elektromotor (4) na něj navázán další elektromotor (5) na převodovce nebo diferenciálu (3). Zdrojem energie pro elektrické motory (4 a 5) je výkonná baterie (7), jejíž proud se řídí silovou elektronikou (6). [6]

Spalovací motor v tomto hybridu nemá žádné mechanické spojení s hnanými koly. Motor pracuje v optimálním rozsahu a roztáčí první elektrický motor (4), který plní funkci generátoru.

Elektrická energie vytvořená tímto způsobem se přenáší na druhý elektromotor (5), který vlastně plní funkci hnacích kol. [6]

Běžný provoz posloupného hybridu

V tomto režimu posloupný hybrid několikrát převádí energii na pohyb: spalovací motor otáčí generátor, který vyrábí elektřinu pro druhý elektromotor a zároveň s tím přenáší tah na kola.

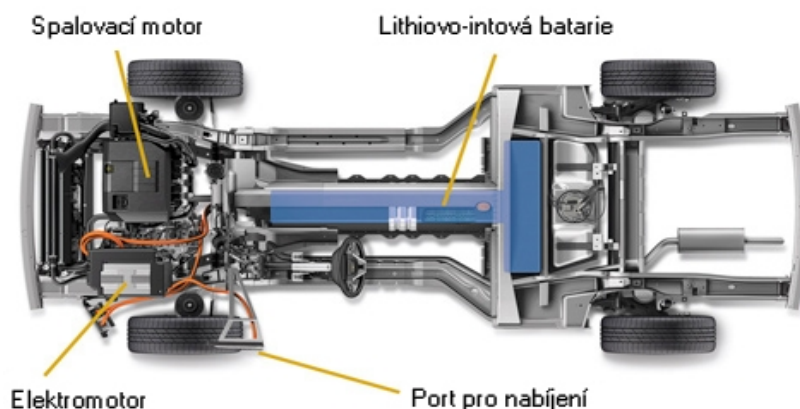
Elektricky provozní režim hybridu

Elektromotor pohání vozidlo a zároveň spotřebovává elektřinu z akumulátoru. Spalovací motor je v tomto režimu vypnutý.

Režim zrychlení

Spalovací motor pracuje na plný výkon, generátor, který jím otáčí, produkuje maximum elektro-energie a přenáší ji do elektromotoru. Kromě generátoru, se dodatečně využívá energie elektromotoru – to vytváří maximální točivý moment. [6]

Myslím si, že je třeba se taky podívat na novinku, která používá tento systém pro konstrukci hnací soustavy: Chevrolet Volt.



Obrázek č.4: *Chevrolet Volt postaven na posloupném schématu. Je také nazýván jako elektromobil se zvýšeným jižním dosahem.*

Zdroj: <http://www.drive.ru/technic/2009/10/30/2876201.html>

Auto s elektrickým pohonem může ujet více než 60 km, při použití pomocného turbomotoru může dojezd dosáhnout více než 1.000 km (na jedno natankování).

Mezi výhody tohoto systému patří:

1. Spalovací motor vždy pracuje v optimálním režimu, pokud je baterie zcela nabitá, může spalovací motor být vypnut.
2. Tento vůz nepotřebuje spojku nebo převodovku, může být řízen pouze elektrickou trakcí.

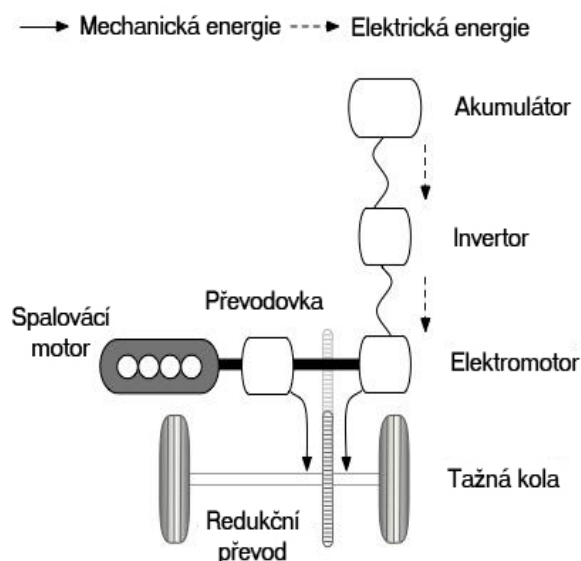
Nevýhody:

1. Při transformaci v daném řetězci: spalovací motor – generátor – elektrický motor – kola, je část energie nevyhnutelně ztracena.
 2. Takový systém vyžaduje silnější elektromotor a baterie, a proto může být dražší.
- Nejefektivnější využití posloupného schématu se dá dosáhnout ve městě. [7]

4.2. Paralelní schéma práce hybridního automobilu

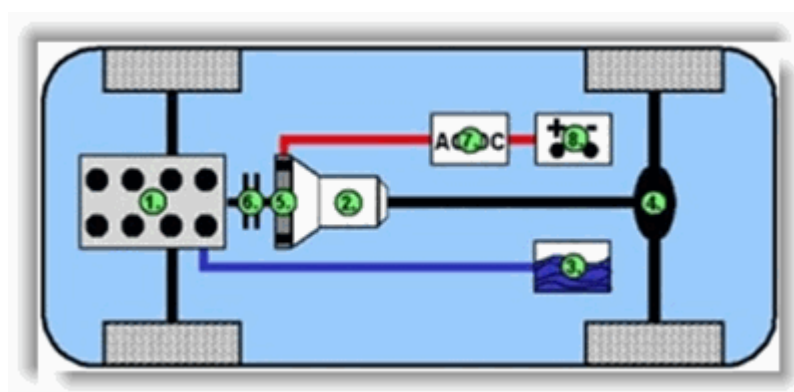
Bylo patentováno ještě v roce 1905 němcem Henrym Pieperem. [2] Odpovídají jí téměř všechny „Ne zcela hybridy“ (Mild hybrids).

V paralelním hybridu je automobil uveden do chodu, jak spalovacím motorem tak i elektrickým, jsou tam také režimy pohybu, kdy dva motory dohromady předávají potřebný točivý moment ke kolům.



Obrázek č.5: Schéma paralelního hybridu

Zdroj: <http://www.drive.ru/technic/2009/10/30/2876201.html>



Zdroj: <http://www.autoexpert.in.ua/ru/945-parallel-hybrid-technic-03-2010.html>

Paralelní hybrid se skládá ze spalovacího motoru (1), elektromotoru (5), převodovky (2) a diferenciálu (4). Mezi převodovkou a spalovacím motorem se nachází automatická rozdělovací

spojka (6). Baterie (8) poskytuje potřebnou energii elektromotoru (5) přes silový převodník (7). [8]

Rozdělovací spojka pomáhá používat auto v „elektrické trakci“ a „rekuperaci“, aniž by musel pracovat spalovací motor. Bez ohledu na spalovací motor existuje možnost vybrat výkonnost instalovaného elektrického motorů. To umožňuje nahrazovat takovým elektromotorem širokou škálu motorů – od 3-válcového do velkého 8-válcového.

Běžný provoz paralelního hybridu

Odlišnost paralelního hybridu je v tom, že může pracovat se spalovacím motorem téměř bez ztrát. Pokud je vozidlo poháněno spalovacím motorem, pak součásti elektrického pohonu nejsou zapojovány, a tak se nevytváří další zátěž.

Elektrický provoz paralelního hybridu

Elektromotor sám pohání vozidlo, energie pochází z akumulátoru a řídí se silovým elektronickým blokem. Spalovací motor je v tomto režimu vypnutý.

Režim zrychlení

Elektromotor poskytuje doplňkový točivý moment a zvyšuje celkový točivý moment pohonné jednotky. Elektrická energie pro práci elektromotoru pochází z baterie. A spalovací motor běží na plný výkon.

Rekuperace energie

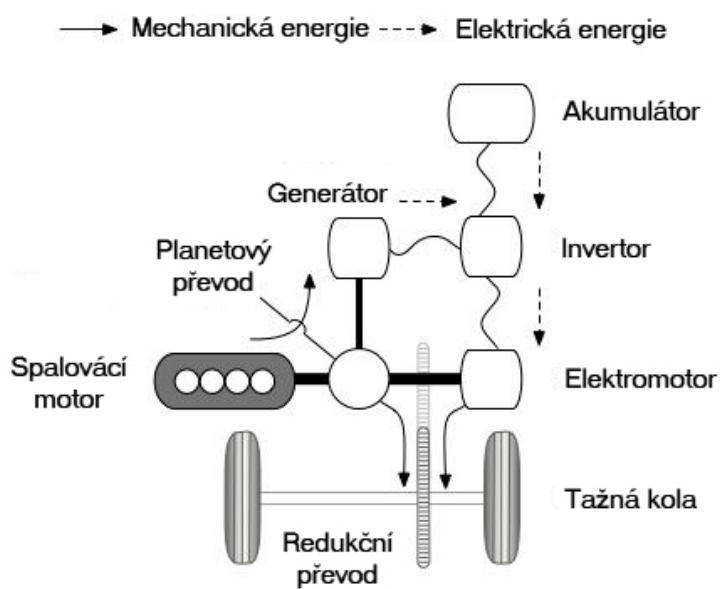
Elektromotor vytváří dodatečný brzdny účinek pro zpomalení vozu, pracuje při tom jako generátor. Větší část energie pohybu vozidla je přeměněna na elektřinu a jde zpět do akumulátoru. Rozdělovací spojka je přitom otevřená, aby nedocházelo k brždění motoru. [8]

Většinu času v paralelním hybridu funguje spalovací motor a elektromotor se připojuje jen v případě potřeby. Vychází, že ve srovnání s posloupnými hybridy, paralelní používají menší akumulární baterie. Dalším rozdílem posloupného hybridu je to, že díky přímému spojení spalovacího motoru s věncem kola, se ztráta výkonnosti výrazně snižuje. Nevýhodou této jednoduché konstrukce je to, že reverzibilní mechanismus hybridu nemůže dělat dvě věci zároveň: nabíjet baterii a uvádět do pohybu kola. Paralelní hybridy jsou neúčinné ve městě, ale účinné na dálnici. [9]

Nicméně, i když se tyto hybridy nemohou pochlubit nejlepšími vlastnostmi, jsou nejvíce technologické a tedy nejlevnější ve výrobě. Pro výrobce transmisí je mnohem jednodušší začít výrobu právě těchto hybridů, protože používají již stávající převodovky, jejichž výroba je již dobře známa a dovedena k dokonalosti.

4.3. Smíšené nebo posloupně - paralelní schéma práce hybridního automobilu

Podle názvu lze pochopit, že tento systém kombinuje dva předchozí. Do schématu paralelního hybridu je přidán rozdělovač výkonu a zvláštní oscilátor, což umožňuje, že hybrid dostal funkcí i postoupeného hybridu: auto se rozjíždí a jede při nízkých rychlostech pouze pomocí tahu elektromotoru.



Obrázek č.6: *Schéma posloupně-paralelního hybridu*

Zdroj: <http://www.drive.ru/technic/2009/10/30/2876201.html>

Za pohybu při vysoké a konstantní rychlosti se zapíná spalovací motor. S rostoucím zatížením (například při zrychlení nebo jízdě do kopce), elektromotor dodatečně nabíjí baterii – totiž systém začíná pracovat jako paralelní hybrid. Přítomnost zvláštního generátoru, který nabíjí baterii, umožňuje elektromotoru být použit pouze pro pohon nápravy kol a rekuperační brzdění. Spalovací motor přenáší část výkonu na kola planetovým ustrojem, zbytek energie v tomto případě přechází na generátor, nebo na napájecí elektromotor nebo nabíjecí baterie. Počítačový systém průběžně upravuje tok výkonu ze dvou zdrojů energie pro jeho optimálnější využití.

Tento typ hybridu je udělán tak, že většinu práce vykonává elektromotor a spalovací motor zapojen pouze v nejnáročnějších režimech, což nemůže neovlivnit jeho výkonnost – tj. může být o něco nižší než u jeho předchůdců. [9]

Klasickými zástupci tohoto systému jsou: první sériový hybrid Toyota Prius a „příbuzní od značky Lexus, který je vybaven HSD (Hybrid Synergy Drive), stejně jako Nissan Altima Hybrid, Toyota Highlander Hybrid.

Stejný systém byl použit v BMW Active Hybrid X6 – převodovka s plynulým převodem ECVT se dvěma elektromotory. První pracuje při nízkých rychlostech, a pak se stává generátorem. Jeho soupeři – hybridu Lexus RX 450h crossover, s pohonem zadních kol byl přidán další elektrický motor. [10]

4.4. Mild hybrid (Ne zcela hybrid)

Princip fungování ne zcela hybridu je založen na paralelním schématu práce elektromotoru a spalovacího motoru, ve kterém oba motory mohou pracovat samostatně i společně. K vozidlům tohoto typu patří Honda Insight, Honda Civic Hybrid, BMW ActiveHybrid 7, Volkswagen Touareg Hybrid, Hyundai Elantra Hybrid, Mercedes-Benz S400 BlueHybrid, Chevrolet Malibu Hybrid Silverado Hybrid a další.

Hlavní roli je zde přiřazena spalovacímu motoru a elektromotor provádí pouze pomocnou funkci. Dodává sílu při akceleraci a pomáhá utlumit hlavní motor při zastavení z důvodu snížení spotřeby paliva a pak znovu rychle nastartuje motor. Tento typ hybridu má další regenerační schopnosti a pomáhá zajistit spuštění až za 3 sekundy. Elektromotor je nejčastěji umístěn mezi benzinovým motorem a převodovkou – je ve skutečnosti běžným startérem, ale se zvýšeným výkonem. Nevyžaduje to velkou akumulární baterii a tím spíše, když je elektřina vyrobena pomocí systému regenerativního brzdění. Za intenzivního zrychlení poskytuje dodatečnou sílu pohonné jednotce a při brzdění nebo plynulém pohybu posílá přebytečnou energii na dobíjení své baterie a napájení dalších spotřebičů ve voze. Takové auto nemůže jezdit pouze na pohon elektrické trakce. [11]

Mezi hlavní výhody tohoto systému patří – odlehčená konstrukce a nízká cena. A taky umožňuje dosáhnout skutečné úspory paliva, aniž by byly obětovány dynamické charakteristiky auta a současně aniž by se výrazně zvýšila jeho cena.

4.5. Full Hybrid (Plný hybrid)

Nejsložitější a nejdražší auta jsou ta, která jsou schopna pracovat jak s pomocí spalovacího motoru, tak i s pomocí druhého alternativního motoru. Přítomnost dvou silných zdrojů energie klade vysoké nároky na transmisi, což poněkud komplikuje její konstrukce.

Plné hybridy mohou používat jakékoliv ze schémat hybridní pohonné jednotky, ačkoli více rozšířený je model se smíšeným vzorem (např. Toyota Prius). Většina plných hybridů může používat oba motory.

Teoreticky tento hybrid umožňuje automobilu pracovat bez poškození životního prostředí, pouze na bázi elektrické trakce. V praxi, bohužel, k dosažení tohoto cíle není vždy možné dospět (z důvodu příliš malého jízdního dosahu), nicméně úspornost paliva je dostatečně velká, a to zejména při jízdě ve městě.

Vytvořit plný hybrid lze několika způsoby. Někteří výrobci, jako například Volkswagen, Porsche a Infiniti, zlepšili schéma „umírněného“ hybridu tím, že do jeho konstrukce dodali zvláštní spojku, která s pomocí elektroniky rozděluje elektrický motor a hlavní spalovací motor. Další společnosti jako BMW, Toyota a Lexus, vyvinuly zcela originální konstrukce. Ale v každém případě, různých druhů „plných“ hybridů se objevilo tak mnoho, že bylo nutné zavést samostatnou klasifikaci, v závislosti na typu pohonné jednotky. [12]

Výhody tohoto systému jsou:

- spalovací motor se vyhýbá velkým zátěžím, má velkého pomocníka v podobě elektrického motoru. Práce v tomto režimu zvyšuje jeho dobu použitelnosti a snižuje požadavky na maximální výkon – je možno použít méně silné, méně nákladné a k životnímu prostředí více šetrné spalovací motory.

- ve srovnání s umírněnými hybridy se výrazně zvyšuje jízdní dosah.

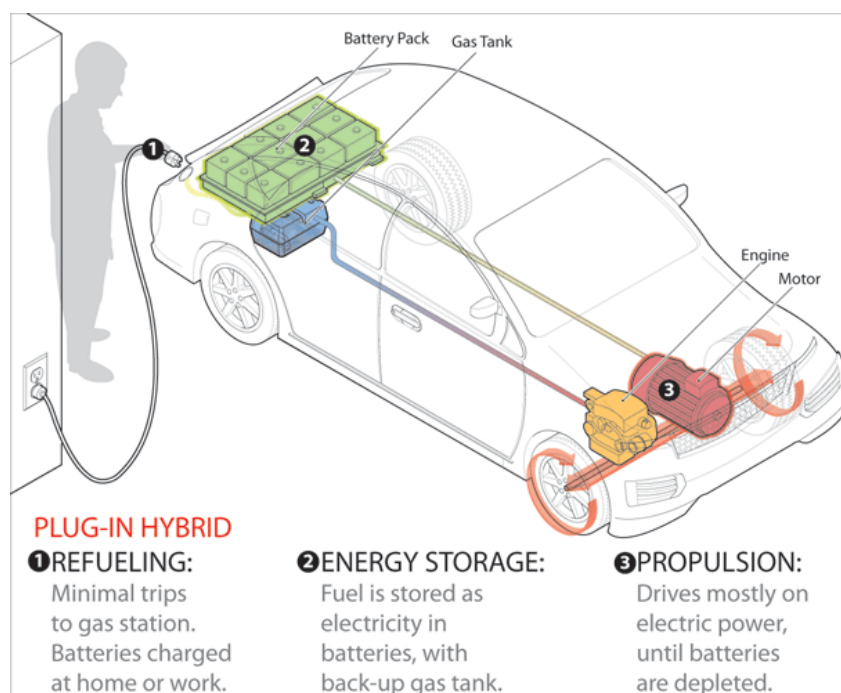
- realizují se úspory paliva z obnovitelných surovin díky práci výhradně na elektrickém tahu. [13]

Především plné hybridy umožňuje pohyb pouze na elektrické trakce, když spalovací motor je vypnutý. Elektromotor má ještě větší sílu – 60 – 100 kW.

Převodovka neobsahuje měnič točivého momentu, protože jeho role se již provádí elektrický motor. Používá se také jako generátor pro dobíjení baterií. Také je tu režim rekuperace. Pro pohyb na elektrické trakce, za vypnutého motoru, je předepsaná speciální spojka, která odpojuje jej od převodovky. Místo impulzového olejového čerpadla je nainstalován elektrický – IEP – Integrated Electric Oil Pump (Integrované elektrické olejové čerpadlo), které

je nezbytné pro normální práce automatické převodovky za neběžícího motoru. Pro hodnotnou práci tohoto hybridu je zapotřebí baterie s vysokou kapacitou 400-600 A*h nebo ještě větší, ale bohužel to není levné. [14]

4.7. Plug-in automobily – PHEV (Pneumatic-hybrid electric vehicle)



Obrázek č.7. Schéma hybridního auta typu plug-in hybrid

Zdroj: <http://www.hybridcars.com/plug-in-hybrid-cars>

Je zřejmé, že hlavní pozornost veřejnosti, zabývající se hybridními automobily, je zaměřena na pohybové ústrojí „plug-in hybrids“.

Ironií je, že jakmile si americká společnost začala uvědomovat, že hybridy není nutno zapojovat do zásuvky, na trhu se objevili plug-in hybridy. Samozřejmě, že tento hybrid nevyžaduje připojovat auto do zásuvky, ale tuto možnost má také. V důsledku toho řidič dostává všechny výhody elektrického vozidla, a přitom se zbavuje jeho největší nevýhody - omezení najetých kilometrů na jedno nabití. Máte možnost používat auto jako elektrické po většinu cesty, ale jakmile vůz rozpozná, že mu dochází baterie, automaticky se zapne malý benzínový motor a vaše auto jede dál, jako normální hybrid. [15]

Plug-in hybridní vozidla jsou velmi podobná běžným hybridním vozům, protože obě tyto technologie předpokládají použití benzínového motoru společně s elektromotorem. Je zde však jeden zásadní rozdíl, což je neobvyklé pro běžné hybridy (běžné hybridní vozy se nenabíjí), plug-in hybridy mají velikou kapacitu baterií, které lze nabíjet pouze připojením k elektrické síti. Tato vozidla umožňují ujet až 200 kilometrů, bez použití paliva. [16] Baterie je pomalu dobíjena během cesty, s využitím spalovacího motoru a nebo ji můžete nabít sami doma prostřednictvím elektrické sítě. [16] Příkladem PHEV je model Chevrolet Volt, vyráběný koncernem General Motors od roku 2010.

Stejný systém můžeme vidět na příkladu Toyota Prius Plug-in Hybrid, jež využívá energii „ze zásuvky“, ať už se jedná o domácí síť nebo veřejný dobíjecí stojan, který vyžaduje minimálně několikahodinové nabíjení. Plug-in hybridy mají větší kapacitu baterií, a tato Toyota [17]

Výhody Plug-in hybridních vozidel:

1. V závislosti na modelu, toto auto může ušetřit 2 krát více paliva než běžné auto, mající stejnou velikost a výkon;
2. Plug-in hybrid je 2 krát úspornější než běžné hybridní vozidlo;
3. Plug-in hybridy spalují bio-palivo (Etanol E85 (85% etanolu a 15% benzínu) nebo Bionaftu), mají schopnost zcela odstranit používání benzínu. [16]

Kritici ale na toto mají svůj názor, stížnosti a dotazy, které je však možné zodpovědět. Například: dodatečné baterie mají příliš vysokou hmotnost. Nicméně, dodatečná váha baterií bude částečně kompenzována nižší hmotností motoru.

Spotřeba paliva je při vysokých rychlostech, především vázána na aerodynamiku a nikoliv na hmotnost navíc, která se mimochodem rovná asi jednomu nebo dvěma cestujícím a nemá prakticky žádný vliv na spotřebu paliva. [15]

Další spornou otázkou je vysoká cena přídavných baterií. Pokud výrobce aut kupuje baterie ve velkém množství, pak se výkonnější a levnější nikel-kovové nebo lithium-iontové baterie budou prodávat za ceny jen o pár tisíc dolarů vyšší než běžně používané v moderních hybridech. Nabíjení auta bude probíhat většinou v levnějších hodinách, tj. v noci, kdy spotřeba elektrické energie není na svém vrcholu. Pokud vše spočítáme, kupní cenu, cenu paliva a údržbu, pak se vlastnictví takového hybridu stane levnější, než vlastnictví auta s benzínovým motorem. [15]

Budou při nabíjení auta z elektrické sítě produkovány další emise? Co se týká tzv. „well-to-wheel“ emise (včetně skleníkových plynů), hybridní elektromobily jsou méně škodlivé než auta poháněná benzínem, a to i přesto, že americký energetický systém z 50 procent funguje na uhlí. Auta nabíjející se v noci budou používat stanice, které v noci, v žádném případě nebudou vypnuté. Většina elektrické energie v různých částech státu, se získává z více ekologických a čistších zdrojů – zemního plynu nebo vodních elektráren. Je mnohem jednodušší zlepšit centralizovanou síť elektráren, než stárnoucí automobily. Je také možnost nabíjet hybridy ze solárních panelů umístěných na střeše, které mají téměř nulové emise škodlivých plynů. [15]

V budoucnosti velké baterie, které se používají v těchto hybridech, budou moci vyměňovat energii s elektrickým systémem vašeho domova. Pokud takový systém bude široce rozšířen, park hybridních vozidel bude moci udržovat konstantní napětí v modernizované elektrické síti.

Odhaduje se, že takový systém by byl schopen ušetřit svému majiteli od 2.000 do 3.000 dolarů za rok.

“Podle Winterkorna (šéfa Volkswagenu) právě plug-in hybridy nabízí přesně to, co mnozí zákazníci očekávají – vysoký výkon spalovacího motoru v kombinaci s atraktivní elektrickou mobilitou pro každodenní ježdění.“ [18] Taktéž on poznamenal, že neexistují významná omezení týkající se rychlosti vozidla nebo dojezdu oproti konvenčním automobilům a také ocenil vynikající potenciál pro snižování emisí CO₂. [18]

5. Vliv hybridních automobilů na životní prostředí

Mnoho lidí ví o škodlivém dopadu automobilů na životní prostředí, ale většině lidí je tento fakt jednoduše lhostejný. Každé auto emituje do prostředí miliony krychlových metrů oxidu uhličitého a dalších škodlivých chemikálií. A to má negativní dopad na atmosféru a životní prostředí. [19]

Na ekologickou bezpečnost auta je dnes kladen veliký důraz. Silniční doprava dnes vede v poškozování životního prostředí ze všech druhů negativních vlivů na něj:

- znečištění ovzduší činí 71%;
- vliv na klima 68%.

Ekologické podmínky a životní styl snižují délku života lidí, kteří žijí ve velkých městech v průměru o 6-7 let. [20]

Mezi nejvíce toxické složky benzínových motorů patří: oxid uhličitý (CO_2), oxidy dusíku (NO_x), uhlovodíky (C_nH_m). Emise z dieselových motorů se radikálně liší od benzínových. Dieselový motor se vyznačuje dokonalejším spalováním paliva. Tak produkují méně oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků. Ale vzhledem k přebytku vzduchu v dieselovém motoru vzniká více oxidů dusíku. [21]

Oxid uhličitý CO_2 u lidí CO způsobuje bolesti hlavy, závratě, únavu, podrážděnost, ospalost, bolest srdce. Oxid dusíku NO je bezbarvý plyn, a když se dostane do lidského těla, je spojován s vodou. Tím vytváří v dýchacích cestách sloučeniny dvou kyselin – dusičné a dusité, podporuje celou řadu onemocnění dýchacích cest včetně astmatu a emfyzému, dokonce i některých typů rakoviny. Červenohnědý plyn NO_2 přispívá k rozvoji onemocnění plic. Některé uhlovodíky (např. benzo[a]pyren) jsou silné karcinogenní sloučeniny, které lze nalézt ve výfukových plynech a přenáší se pomocí částic sazí.

V oblacích, které se tvoří nad asfaltem, pod vlivem světla probíhají chemické reakce s CH a NO_x . Tyto látky vedou ke vzniku ozonu. Nezávisle na tom, že ozón se rychle rozkládá, přítomnost uhlovodíků tento proces zpomaluje a aktivně reagují s částicemi vody a dalšími sloučeninami. Vytváří se stabilní mrak kalného smogu. Důsledky ozónu se projevují na očích a plicích, které pomalu rozleptává a emise NO_x se podílí na vzniku kyselých dešťů. [21]

Schéma práce moderního hybridního automobilu je hodně upravené, a liší se od svých předchůdců přidáním účinné akumulární baterie, která má velkou kapacitu a nižší hmotnost. Tyto vozy nejvíce pracují v elektrickém režimu, což znamená, že se výrazně snižuje emise oxidu uhelnatého do atmosféry, o 90% méně toxinů a o 50% skleníkových plynů. [22, 23] Působení škodlivých plynů vzrůstá ve městech. Látky jsou škodlivé zejména pro kojence, malé děti a

dospívající, kteří nemají plně vyvinutý plicní systém a jsou citlivější na působení těchto látek. [24]

V globálním měřítku jsou náklady vynaložené na zdravotní péči, která je spojena se znečištěním životního prostředí, obrovské. Čína například odhaduje, že tyto náklady by mohly činit 4,3% HDP. A pokud auta s elektrickým pohonem, dosáhnou ještě většího rozšíření, pak má smysl je zavádět do rozvojových zemí (Beijing, New Delhi), kde ekologický stav je mnohem horší než ve vyspělých zemích (Los Angeles), ačkoli i v nich, podle odborníků, ekologie není ideální. [24]

Jak již bylo zmíněno, doprava je jedním z největších zdrojů znečištění ovzduší a emisí skleníkových plynů. Doprava je zodpovědná za 25% všech emisí skleníkových plynů a tato úroveň se zvýšila na 27% mezi lety 1990 a 2004. [24]

Společnost The International Energy Agency odhaduje, že spotřeba paliva a emise CO₂ z automobilů se zdvojnásobí mezi lety 2000 a 2050.

Globálně, automobily představují asi polovinu spotřeby paliv v odvětví dopravy a emisí CO₂. Podle předpokladu, že jejich podíl klesne na 40% do roku 2050, GFEI předpokládá, že technologie, potřebné pro zlepšení účinnosti nových automobilů, budou moci zvýšit tento podíl na 30% do roku 2020 a 50% do roku 2030. Snížení emisí škodlivých látek o 50% do roku 2050, bude převážně spojeno s postupnými změnami ve spalovacím motoru a systému pohonů, stejně jako se snížením jeho hmotnosti a zlepšením aerodynamiky. Hlavním měřítkem tohoto projektu bude zvýšení nabídky hybridních automobilů.

Je třeba poznamenat, že společnost California Air Resources Board předpokládá, že elektrická vozidla a podobná vozidla s nulovými emisemi škodlivých látek ještě nejsou připravena k dodání na trh ve velkém množství.

Ale jeden výsledek zde existuje, čím jsou přísnější normy jednotlivých zemí na palivovou úspornost, tím pozitivněji bude ovlivněn trh elektrických vozidel. [24]

Nicméně, v současné době existující „alternativní“ technologie nejsou dokonalé. „Zelená“ auta si, ne vždy, zaslouží své jméno a v některých případech se stávají ještě většími „znečistiteli“ životního prostředí než běžné benzinové automobily. Protože pro výrobu samotného vozu (všech dílů a sestav), a „alternativní“ energie, díky níž funguje, se zpravidla používají tradiční technologické řetězce a neobnovitelné zdroje energie. I když v tomto případě je možné říci, že účel světlí prostředky.

6. Výhody a nevýhody hybridních automobilů

Je nezbytné prozkoumat všechny kladné a záporné stránky těchto automobilů. Ale začneme, samozřejmě výhodami.

Výhody

1. Hybridní motor, na rozdíl od spalovacího motoru, není třeba startovat, ani roztáčet při spuštění. Spojka – je nepotřebná. Zapnutý tok okamžitě přenáší maximální tah na kola. [25]

2. U hybridu oba motory mají možnost doplňovat a nahrazovat jeden druhý, když jeden z nich funguje lépe v té či jiné situaci. Kromě pohybu, spalovací motor vykonává velmi důležitou funkci – dobíjení energie, s pomocí výroby energie generátoru. Sám akumulátor posléze napájí elektrický motor. A elektrický motor umožňuje spalovacímu pracovat bez vysoké zátěže, tj. v režimu, který nevyžaduje vysoký výkon motoru. [25]

Odborníci považují za hlavní výhodu hybridů snížení spotřeby paliva. Statistická data ukazují 30-35% snížení spotřeby paliva. Současně další charakteristiky hybridního vozu jsou totožné autům se spalovacím motorem.

Nicméně, existuje názor, že pokud by všechna auta na planetě nahradily hybridy, celková spotřeba paliva by se snížila jen o 10%. [26, 27]

3. Dnešní auta s elektrickým pohonem jedou pouze do určité rychlosti a k dnešnímu dni je to jen 60 km/hod. Výrobci hybridů se neustále snaží zlepšovat v tomto směru a určitého pokroku v tom už dosáhlo Japonsko, jehož hybridy mohou, po tom co dojde palivo, jet ještě asi 100 km na elektrickou energii. Japonský koncept auta dnes na jedno nabití z běžné zásuvky ujede 200 - 300 kilometrů bez dobíjení. [28]

4. Běžný uživatel si nevšimne téměř žádného rozdílu mezi hybridem a normálním autem, s výjimkou jejich tichého chodu, protože elektromotory nevytvářejí vůbec žádný hluk. Při stání v dopravní zácpě, se mimo auto vytváří harmonie naprostého ticha, absence nepříjemných pachů a škodlivých emisí. Což je velkým plusem pro hybridní a elektrické automobily. [28]

5. Jednou z hlavních výhod hybridního automobilu je šetrnost k životnímu prostředí, což odpovídá autům s elektrickým pohonem. Toho je dosaženo díky racionální spotřebě benzínu. Snížení spotřeby uhlíkových paliv a někdy jejich úplné nahrazení, snižuje množství škodlivých emisí uvolňovaných do atmosféry. [26]

Všude je psáno o tom, že udržení životního prostředí, je hlavní pozitivní vlastností hybridů, ale překvapivě existuje mnoho automobilů, které využívají benzín a jsou šetrnější k životnímu prostředí než hybridy. Proto, pro začátek je třeba zjistit, jaké množství emisí je přijatelné. Auta, jejichž emise obsahují méně než 150 gramů na kilometr, je třeba považovat za

„zelené“. Ale kupodivu, mnoho vozů, které spalují benzín nebo naftu, mají hladinu emisí pouhých 120 gramů na kilometr. [27]

6. Také v některých státech existuje praxe daňových preferencí nebo jiných zvýhodněných nabídek pro majitele těchto vozidel. V některých zemích se plánují speciální silnice určené výhradně pro hybridní vozidla. Úřady se snaží zvýšit kupní sílu svých občanů v oblasti hybridních vozidel, které minimálním způsobem ovlivňují životní prostředí. [26]

7. Majitele hybridních aut se mohou nějakou dobu obejít bez benzínu. To je obzvláště aktuální, když se vaše práce, nebo jiné místo určení nachází 5 až 10 kilometrů od domova. Tento vůz umožní dostat se do cíle a vrátit se jen na jedno nabití. Doma budete moci dát hybridní auto nabíjet a o několik hodin později bude opět připraveno na cestu. [29]

8. Stojíte v nekonečné dopravní zácpě - nespálíte ani kapku benzínu, protože za jízdy při rychlosti do 60 kilometrů za hodinu všechny hybridní vozy používají pro pohyb jenom elektrický motor. Proto, pokud máte nedostatek paliva a obáváte se, zda se dostanete na nejbližší benzínovou stanici - jeďte pomaleji než 60 km/h s využitím rezervní energie baterií. [30]

9. Hybridní vozy se, na rozdíl od elektrických automobilů, jež lze nabít pouze určitým způsobem na speciálně vybavených stanicích, tankují také uhlovodíkovým palivem, které umožňuje těmto vozům ujet i dlouhé vzdálenosti. [31]

Nevýhody

1. Ve skutečnosti má hybridní motor poměrně složitou konstrukci, což se odráží na ceně konečného výrobku, tj. auta jako celku, její cena se výrazně zvyšuje ve srovnání s konvenčními vozidly vybavenými spalovacími motory. [25]

2. Akumulátorové baterie (obvykle lithium-iontové), které jsou využívány v hybridních motorech pro nahromadění energie, bohužel mají příliš malý rozsah provozních teplot, což je nevýhodné pro jižní a zejména severské země. [25]

3. Negativní stránky taky můžete najít v opravě hybridních motorů, ceny jejich oprav mohou být několikanásobně vyšší než oprava běžných spalovacích motorů. Neměli bychom zapomínat, že ne každý mechanik bude schopen opravit tento motor. V případě poruchy bychom se měli obracet na příslušná místa nebo servisy, kterých je málo i ve velkých městech. [25]

Ale, čím více se objeví na světle hybridů, tím více bude odborníků, kteří budou ochotni obsadit tuto zlatou příčku zisku. [28]

4. Hmotnost baterie se taktéž vztahuje k nevýhodám, protože má značné rozměry a odpovídající hmotnost. Ale odborníci v této oblasti již pracují, a doufáme, že tento problém bude brzy vyřešen. [28]

5. Ale hmotností, problém s bateriemi nekončí. Čas od času mají tendenci k samovolnému vybíjení, a to nejhorší je, že většinou se tak stane v nejvíce nevhodnou chvíli. Také akumulátory hybridních automobilů vyžadují speciální likvidace, což není vždy možné uskutečnit tak, jak chceme. A na skládce se tudíž nebude moci vyhnout vážnému znečištění životního prostředí. [26]

6. Vysoká účinnost neumožňuje hybridům mít vysokou generace tepla. Proto, pro vytápění interiéru v zimě hybridní automobily vyžadují dodatečné systémy pro jeho vytápění, zatímco běžná auta vyhřívají interiér díky práci motoru. [31]

Avšak posuzovat klady a zápory hybridů je ještě příliš brzy, protože vozy tohoto typu se teprve pomalu objevují na trhu. Technologie se rozvíjí a hybridní auta se zdokonalují, konkurence mezi hlavními výrobci se postupně zvyšuje, díky čemu ceny hybridů budou mít tendenci klesat.

7. Hybridní automobily a jejich budoucnost

Před několika lety, ve světě akutních ekologických problémů, nevyřešených úkolů životního prostředí a boji za snižování emisí CO₂, odborníci předpovídali postupný přechod aut se spalovacími motory na hybridy, a poté na elektromobily. Ale čas ukázal zcela odlišné výsledky.

Analýza situace vede k zajímavému závěru - plnohodnotné hybridy dosud nejsou rozšířené, i když se začaly objevovat sériové elektromobily. Tak v čem je problém?

První potíže začaly u turbokompresorových vznětových motorů s přímým vstřikováním paliva. Mnoho z nich zaostává v celkovém výkonu k hybridům, ale vyhrávají ve velikosti točivého momentu i v emisích CO₂. Za zmínku stojí TDI motory z rodiny BlueMotion koncernu VW. Avšak další perspektiva dieselům nepřeje. Rysy tvorby směsi, růst důrazu na detaily při budoucím urychlení a zvýšení účinnosti, jakož i znatelné zvýšení hladiny hluku, to vše neumožňuje vytvořit motor cenově dostupný a splňující všechny požadované normy. Zde by se měly objevit v popředí hybridy, ovšem to se nestalo. Iniciativu dnes přebírá hlavní konkurent dieselu - benzínový motor. Nový koncept, který umožnil vytvořit nízkokapacitní motory s třemi nebo dokonce dvěma válci s přímým vstřikováním paliva a přeplňováním, ještě více snížil perspektivu zavedení hybridních pohonných systémů. Ačkoli maloobjemové motory zatím nemají tak dobré výsledky, i hybridy mají řadu nevýhod. Dobrým zástupcem může být dvouválcový 0,9 – litrový benzínový přeplňovaný motor od rodiny Twinair, vyvinutý společností Fiat Powertrain Technologies. Díky přeplňování a technologii MultiAir je tento motor je o 50% mocnější a o 25% úspornější ve srovnání s jeho klasickými soupeři.

Bohužel, i když na první pohled je možné vyjmenovat několik desítek sériových modelů s hybridními pohonnými jednotkami, tak ve skutečnosti je většina hybridních automobilů jen modifikací masových modelů, a zařazovat je mezi plnohodnotné hybridy nelze. Ke skutečným hybridům patří Toyota Prius a Honda Insight, které mají složitou strukturu a hybridní pohonné jednotky a původně byly navrženy jako čistě hybridní automobily s mechanismy, které zajišťují hladký chod zesilovačů brzd, řídicího ústrojí a řady dalších .

Zatímco hybridy se snaží neztratit řetěz svého vývoje, v projektu je další zajímavá technologie - auto na elektrickém pohonu, ale se spalovacím motorem. Někdy je takový systém klasifikován jako posloupný hybrid. Spalovací motor je tu zdrojem mechanické energie k pohonu generátoru. Generátor vyrábí elektřinu pro elektromotor a nabíjení baterie. Pozoruhodným příkladem je již zmíněný Chevrolet Volt.

Ale nicméně, budoucnost hybridů je možná pouze spolu s moderními spalovacími motory s přímým vstřikováním paliva a přeplňováním.

8. Závěr

Ve své práci jsem se pokusila prozkoumat jak historické trendy ve vývoji hybridních motorů, tak i jejich technický vývoj. Automobily s hybridním pohonem stále více obsazují automobilový trh. Jejich použití je podporováno různými ekologickými organizacemi, což má též za následek stále se zvyšující počet velkých výrobců automobilů, kteří obracejí svou pozornost na vývoj a sériovou výrobu vozů s hybridním pohonem.

Každý rok se zdokonalují hybridní vozidla a jejich motory. Snižuje se množství škodlivých emisí, zvyšuje se úspornost motoru a zároveň, podle rychlostní dynamiky, ovladatelnosti a komfortu v interiéru, se nijak neliší od automobilů, které používají benzín nebo naftu. Hlavní nevýhodou vozů s hybridním pohonem jsou však vysoké výrobní náklady. U různých výrobců je rozdíl v hodnotě mezi verzemi se spalovacími motory a hybridními motory mezi 15ti až 50ti procenty. Nicméně majitelů hybridních automobilů je stále více. Domnívám se, že tento fakt však není zapříčiněn starostmi o ochranu životního prostředí, nýbrž je založen na premise výrazné úspory paliva při provozu těchto vozidel, neboť se nacházíme v období výrazného zvýšení cen pohonných hmot.

9. Použitá literatura:

- [1] Antonov Aslan, (31/12/2009). Od Lohner – Porsche do Porsche Panamera Turbo
[<http://www.autoweek.ru/review/publish/22062/>]
- [2] Henry Ford, Samuel Crowther, (1922). „My Life and Work”
- [3] Hybridní motory
[<http://www.referat.ru/referats/view/26756/>]
- [4] Kozlov Denis, (20/09/2010). Hybridní motor automobilu, v čem jeho síla?
[<http://atlantm.ru/online/useful/const/hybrid/>]
- [5] LA 2007: electric 1899 Lohner-Porsche
[<http://green.autoblog.com/2007/11/15/la-2007-electric-1899-lohner-porsche/>]
- [6] Posloupný hybrid: technický popis (4/03/2010)
[<http://www.autoexpert.in.ua/ru/938-seriell-hybrid-technic-03-2010.html>]
- [7] Hybrid: krok k čistému nebi
[http://vkyzove.ru/testy/77-gibrid_shag_k_chistomu_nebu.html]
- [8] Paralelní hybrid: technický popis (5/03/2010)
[<http://www.autoexpert.in.ua/ru/945-parallel-hybrid-technic-03-2010.html>]
- [9] Co jsou to auta na hybridním pohonu
[<http://www.autoshcool.ru/1915-chto-takoe-gibrid-dvigateler-legkovyx-avtomashin.html>]
- [10] Hybridní auta – jak a z čeho jsou vyrobeny?
[<http://inet-bmw.ru/article-on-basf-bmw/167-gibridnyie-avtomobili-kak-i-iz-chego-sdelanyi.html>]
- [11] №42, 2011. O hybridech v kratosti
[http://www.afp.com.ua/avtotema/O_quotgibridahquot_vkrattse/]
- [12] Jaké hybridy jsou? [<http://rus-auto.net/articles/p.147.html>]
- [13] Plné hybridy [<http://gibrid-cars.ru/full/>]
- [14] Hybridní transmise
[http://wiki.zr.ru/index.php/%D0%93%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F#.D0.9E.D1.81.D0.BD.D0.BE.D0.B2.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D1.82.D0.B8.D0.BF.D1.8B_.D0.B3.D0.B8.D0.B1.D1.80.D0.B8.D0.B4.D0]

BD.D1.8B.D1.85_.D1.82.D1.80.D0.B0.D0.BD.D1.81.D0.BC.D0.B8.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B9]

[15] Elektromobil-hybrid s možností připojení do sítě - auto budoucnosti? (1/04/2009)

[<http://autorelease.ru/articles/automobile/347-gibridnyj-elektromobil-s-vozmozhnostyu-podklyucheniya-k-elektroseti-mashina-budushhego.html>]

[16] Plug-in hybridy [<http://hybridautos.ru/plug-in-gibridy>] (20/01/2012)

[17] 16.9.2010 Čtyři hybridní auta a každé z nich pracuje na trochu jiném principu

[http://byznys.ihned.cz/?p=020000_d&article%5bid%5d=46473630]

[18] Volkswagen vidí budoucnost v plug-in hybridech (18/05/2011)

[<http://www.hybrid.cz/volkswagen-vidi-budoucnost-v-plug-hybridech>]

[19] Ekologie a hybridní auta (5/08/2010)

[<http://auto-date.ru/hybridtechno/4870-yekologiya-i-gibridnye-avto.html>]

[20] Ekologická bezpečnost automobilu

[<http://gov.cap.ru/hierarhy.asp?page=515378/520381/520477/563097/564570>]

[21] Škodlivé emise a jejich dopad na životní prostředí

[<http://www.avtonov.svoi.info/euro.php>]

[22] Hybridní automobil a ekologie (26/02/2010)

[http://novostimira.com/novosti_mira_103.html]

[23] Ekologické hybridní automobily, pro i proti (6/07/2010)

[<http://www.inverter-china.com/ru-blog/articles/eco-environment-friendly/eco-friendly-hybrid-cars-pros-cons.html>]

[24] Electric Vehicle Industry Analysis, Strategies for Ontario, Fleet Technology Partners, April 2009

[25] Výhody a nevýhody hybridního automobilu (1/09/2009)

[<http://autozine.info/archives/120>]

[26] Hlavní výhody a nevýhody hybridního auta (21/05/2010)

[<http://www.98region.com/gibridy/1807-osnovnye-preimushhestva-i-nedostatki-gibridnogo-avtomobilya.html>]

[27] Jedenáct mýtů a o hybridních automobilech (19/12/2010)

[<http://www.hcars.ru/article/95>]

- [28] Hybridní automobily – výhody a nevýhody
[<http://motor-city.com.ua/avtobiznes/gibridnye-avtomobili-preimushchestva-i-nedostatki>]
- [29] Hybridní automobily. Klady a zápory hybridních automobilu.
[<http://www.askdv.ru/slovar/125-hybrid-avtomobili>]
- [30] Výhody a nevýhody hybridních automobilu (25/9/2010)
[<http://rnns.ru/180462-dostoinstva-i-nedostatki-gibridnyx-avtomobilej.html>]
- [31] Výhody vybřídání automobilu
[http://www.gibridnye-avtomobili.ru/dostoinstva_i_nedostatki_gibridnykh_avtomobilei]
- [32] Phillipps R.A., Orman P.L. Simulation of combustion in a gasoline engine using a digital computer. In: Advances in automobile engineering (part IV). Oxford, Pergamon Press
- [33] LA 2007: electric 1899 Lohner-Porsche
[<http://green.autoblog.com/2007/11/15/la-2007-electric-1899-lohner-porsche/>]

]