

Budoucnost spalovacích motorů a výroba motorových dílů ve slévárnách

Dr. Ing. Marko Grzinčič

Nemak Slovakia s.r.o.

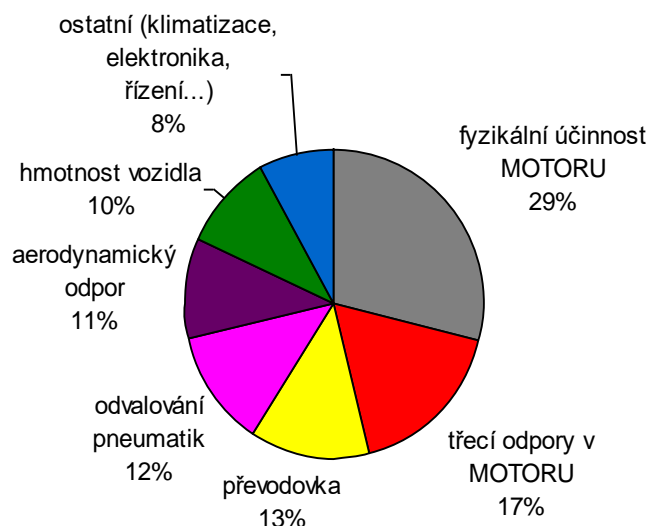
Vedoucí procesního inženýrství

Při analýze automobilového trhu nalézají i běžný pozorovatel alternativní pohony ke stávajícím spalovacím technologiím jak u luxusních tak tradičně velkosériových výrobců automobilů. Kupříkladu britský výrobce luxusních vozů Rolls-Royce již vyvinul svůj první elektromobil /1/. Např. Toyota prodává hned několik typů automobilů s hybridním pohonem, přičemž typ Prius má již 3. generaci /2/. A Volkswagen hodlá vyrábět již za 2 roky své elektrické vozidlo E-Up /3/. V neposlední řadě Volkswagen představil na začátku letošního roku již třetí verzi extrémně úsporného vozu (se spotřebou 0,9 l nafty/100 km) a se šancemi na nízkosériovou výrobu /4/. Prototyp Volkswagen označil XL1. Jedná se o využití technologie Plug-In-Hybrid / E-agregát¹ s lithium-ion baterií². Jako spalovací agregát je použit dvouválcový vznětový TDI-motor s obsahem válců 0,8 l o výkonu 35,3 kW. Vlastní elektromotor má výkon 20 kW. Pokud pracují oba agregáty společně, vykazuje pohon kroutící moment 140 Nm a vůz zrychlí na 100 km/hod za 11,9 s. Vůz má docílit maximální rychlost 160 km/hod. Snad ještě dodejme, že přenos energie zajišťuje sedmi stupňová dvojspojková převodovka.

V červnu r. 2012 se na českém trhu začne prodávat vůz Opel Ampera s hybridním pohonem za cenu přes 1 mil Kč /5/. O pohon se starají 2 jednotky, které tak zvýší hmotnost vozidla na 1732 kg: zážehový čtyřválec o objemu 1,4 l a výkonu 63 kW (86 k) a elektromotor o výkonu 111 kW (150 k) a kroutící moment 370 Nm, kdy lithio-iontový akumulátor s kapacitou 16 kWh zajistí dojezd 70 km a plné dobití 198kg baterie trvá 4 hod. Spalovací motor se startuje automaticky v momentě, kdy kapacita akumulátoru poklesne pod minimální hodnotu. Prvních 100 km cesty jste tak schopni pořídit za 109 Kč při současných cenách benzínu a el. energie, což jsou v porovnání s nejušpornějším turbodieselem (Opel, 2.0 DHT, EcoFlex, 160 k, spotřeba v kombinovaném režimu 4,9 litru) o 32% nižší náklady.

Ze sportovní branže je již delší dobu znám úctyhodný produkt Tesla Roadster s elektromotorem 212 kW, kroutícím momentem 400 Nm a 14 tis otáčkami min⁻¹ /6/. Ten zrychlí vůz o hmotnosti 1238 kg na 100 km/hod za 3,8 s. Baterie s 6831 články disponuje energií 56 kWh. Na začátku r. 2011 začal veřejně testovat elektroautomobil i Porsche /7/. V tomto případě 2 elektromotory dosahují výkon 180 kW a baterie disponuje 29 kWh. Právě velmi vysoké kroutící momenty elektromotorů jsou schopny uspokojit i nejnáročnější řidiče toužící po dynamické jízdě automobilu.

Ve dnech 8.-9.2.2011 se v Magdeburgu v Německu setkali již po šesté zástupci automobilových výrobců, univerzit a vývojových pracovišť s představiteli sléváren převážně německého trhu v rámci akce „VDI-Tagung Gießtechnik im Motorenbau 2011“ /8/. Dvě úvodní přednášky byly věnovány prognóze vývoje konstrukce pohonů osobních vozů s konkrétními příklady /9,10/. Prognóza vývoje dokládá, že hlavním impulzem rozvoje je nahradit technologií spalování fosilních paliv, aby se vyhovělo požadavkům na snižování limitů CO₂. **Obr. 1** znázorňuje vliv jednotlivých faktorů na tvorbu CO₂ při provozu osobního automobilu s konvenční technologií. Struktura zastoupení jednotlivých faktorů jasně ukazuje, kterým směrem je zapotřebí se při snižování CO₂ ubírat.



Obr. 1 Podíl jednotlivých faktorů osobního automobilu na tvorbě CO₂ /9/

Podle /9/ v Evropě a Japonsku se má do r. 2020 snížit limit „tvorby“ CO₂ o dalších 43 %, v USA o 34 %. V r. 2050 v uvedených zemích zřejmě již nebudou vyráběny automobily výhradně se spalovacím motorem. Eurokomisař pro dopravu Siim Kallas koncem března prohlásil: „Konkurenceschopné dopravní systémy mají klíčový význam pro to, aby byla Evropa schopna obstát v celosvětové hospodářské soutěži, pro podporu hospodářského růstu, vytváření pracovních míst a pro každého zabezpečit kvalitu života. Omezení mobility nepřichází do úvahy. Řešením však není pokračovat v dosavadním přístupu. Závislost dopravních systémů na ropě musíme snížit tak, abychom nemuseli obětovat jejich efektivnost a ohrozili mobilitu. Může na tom získat každý.“ V této souvislosti koncem března Evropská komise navrhla zákaz vjezdu aut se spalovacím motorem do měst v r. 2050. Zatím to sice není legislativní návrh, ale když by členské krajiny nezávazný plán nakonec realizovali, emise z dopravy by měly do poloviny století klesnout o 60%. Předpokládá se využití železnice u většiny cestujících při vzdálenostech nad 300 km (ČTK, 29.3.2011).

Vize pro r. 2050 podle /9/ se liší v odhadu poměru výroby elektromobilů k hybridním pohonům od 10 do 70 %. Nejvyšší podíl hybridních pohonů lze očekávat po r. 2030. Dnešní výrobní náklady elektropohonů jsou téměř o 60 % vyšší než u motorů klasických. Zcela přesvědčivý doklad o šancích elektromobilů představuje hypotetická úvaha /10/ předpokládající kdybychom dnes všechny provozované automobily v Německu poháněli elektrickou energií. Současná spotřeba elektrické energie by v Německu v takovém případě stoupla „jen“ o 8 %. To je množství, které je prakticky získatelné z alternativních zdrojů – kupříkladu větrných elektráren. Odborníci hovoří právě o elektromobilech s použitím baterií (E-cell³) jako vítězí v soutěži s palivovým článkem (F-cell⁴), neboť se jedná o jednoznačně nejefektivnější princip.

Např. Daimler plánuje ve dvou etapách snížit hmotnost pohonné jednotky ve voze S350 o 17 %. Dodejme, že dnešní „hybrid“ je naopak o téměř 3 % těžší. Vize končí na snížení hmotnosti proti dnešnímu „hybridu“ až o téměř neuvěřitelných 80 %.

Přehled různých kategorií pohonů automobilů přináší **Obr. 2**.

Uspořádání konceptů pohonů automobilů do skupin											
	spalovací motor			hybrid				elektrický vůz			
	vznětový, zážehový, optimalizovaný, alternativní paliva, koncepty A, B, C, D			plný (full) hybrid, lehký (mild) hybrid, koncepty E, F				PHEV, REEV, BEV koncepty G, H, I			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
identifikátor struktury hnacího ústrojí	Si motor, konvenční	Ci motor, konvenční	(HEV) sub-hybrid	HEV mikro-hybrid	HEV lehký hybrid	HEV plný hybrid	PHEV plný hybrid	PHEV rozšiřovač dosahu ICE (range extender)	EV	PHEV rozšiřovač dosahu palivový článek	palivový článek hybrid
primární energetický zdroj	uhlovodík	uhlovodík	uhlovodík	uhlovodík	uhlovodík	uhlovodík	uhlovodík	elektrina (ze sítě)	elektrina (ze sítě)	elektrina (ze sítě)	vodík
	vyspělá, vysoce efektivní vznětová technologie s úpravou třecí plochy válců, alternativní paliva: CNG, LPG a ještě více		dodatečně k A nebo B: start/stop funkce s použitím konvenčního příslušenství	dodatečně k A nebo B: start/stop funkce s startovacím alternátorem poháněným řemenem	dodatečně k A nebo B: regenerativní brzdění, asistent akcelerace s integrovaným SA	namísto E: elektrický rozběh, akelační asistent elektrického pohonu	dodatečně k F: větší baterie, plug-in ¹ způsobilost	energie chodu akumulovaná v baterii, pouze malá ICE k nabití na palubě	dobíjecí jednotka není na palubě	energie uložena v baterii, pouze malý palivový článek a zásoba vodíku k dobíjení	PEM palivový článek vyrábějící elektrinu z vodíku

Obr. 2 Uspořádání konceptů pohonů automobilů do skupin /11/

Prof. Bosse z Fraunhofer institutu pro průmyslovou výrobu a pokročilé materiály v Brémách referoval o výsledcích projektu vývoje elektropohonu integrovaného do litého disku kola sportovního vozu Artega /12/, viz. **Obr. 3**.



Obr. 3 Elektromotor integrovaný do litého disku kola /13/

Na projektu pracuje celkem 34 vývojových týmů (instituty Fraunhofer lokalizované v Německu). Popis systému je velmi názorný ve videoprezentaci /14/.

Při koncepční úvaze „proti sobě stála“ dvě řešení: pohánění nápravy nebo přímo náboje kola. **Obr. 1** poukazuje na velké ztráty v převodovém ústrojí, a proto

Fraunhofer volil právě uložení pohonu do disku kola, kdy zcela odpadá přítomnost převodovky, diferenciálu a pohyblivého hřídele. Fraunhofer se při vývoji systému nyní soustředí na využití alternativních materiálů, technologií a snížení hmotnosti agregátu, která je dnes přibližně 30 kg. Potěšitelný je fakt, že několik dílců konceptu je vyráběno odléváním neželezných slitin, např. technologií *lost foam*.

Zajímavým faktem je skutečnost, že nikdo z německých odborníků nevěnoval pozornost technologiím s použitím zemního plynu nebo propan-butanu jako paliva budoucnosti. Zjevným faktem se jeví, že dnešní trend zavádění hybridních pohonů je jen dočasný. I kdyby se zvýšila sériovost a tím rentabilita projektů a tedy cena vozů, je dlouhodobě neúnosné montovat do automobilu hned 2 pohonné jednotky.

Co z uvedených vývojových změn vyplývá pro slévárny?

Slévárny, které vyrábějí bloky motorů, hlavy válců, olejové vany, ložiskové mosty, klikové hřídele, setrvačníky, písty, skříně turbodmychadel, výfukového potrubí, vložky válců a řady menších dílů čeká ještě (minimálně, nebo jen) 30-40 let výroby! Z uvedené konference vyplynuly tedy pro slévače následující výzvy:

1. reagovat na požadavky snížení hmotnosti odlévaných komponent,
2. integrovat do konstrukce odlitku více funkcí,
3. zvyšovat rozměrovou přesnost odlitků,
4. snižovat zbytkové nečistoty polotovarů a finálně opracovaných dílů.

Závěrem této velice podnětné akce zazněla výzva k připravenosti „zpochybnit“ dnešní běžně používané materiály a výrobní technologie.

Výsvětlivky:

- 1 **Plug-in hybrid** je hybridní vozidlo s dobíjitelnými bateriemi, které mohou být obnoveny – znovu nabity zapojením do externího elektrického zdroje.
- 2 **E-agregát** označuje elektrický agregát obvykle s údajem o výkonu v kW.
- 2 **Lithium-ion baterie** (někdy **Li-ion baterie** nebo **LIB**) je rodina typu dobíjitelných baterií, v kterých se pohybují lithiové ionty z negativní elektrody k pozitivní při vybíjení a opačně při dobíjení. Přednostmi ve srovnání s jinými typy bateriových technologií jsou kompaktní rozměry, vysoký výkon, účinnost dobíjení, životnost a absence paměťového efektu (<http://en.wikipedia.org/wiki/III/2011>)
<http://www.hybrid-autos.info/Energiespeicher/Elektrischer-Speicher/lithium-ionen-batterie-von-sb-limotive.html>
- 3 **E-cell** je zavedené označení pro vozidlo poháněné výhradně elektromotorem, přičemž energie je akumulována v baterii. Při brzdění se energie rekuperuje převodem brzděné energie v elektrický proud.
- 4 **F-cell** je zavedené označení pro galvanický článek (nikoliv zásobník energie), který mění chemickou reakční energii kontinuálně přiváděného paliva a oxidačního prostředku v energii elektrickou; zpravidla se jedná o vodíkokyslíkový palivový článek. Reakční produkt článku (elektrochemické přeměny) je voda. Vodík je umístěn v tlakové nádobě o tlaku přibližně 35 MPa.

Literatura

/1/ <http://www.electriclexury.com/>; III/2011

/2/ <http://www.toyota.com/vehicles/minisite/newprius/>; III/2011

- /3/ <http://www.hybrid-autos.info/Elektro-Fahrzeuge/Volkswagen/volkswagen-e-up-2009.html>; III/'2011
- /4/ http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info_center/de/themes/2011/01/Volkswagen_XL1_Concept.html; III/'2011
- /5/ <http://www.novinky.cz> ; 29.7.2011
- /6/ <http://www.teslamotors.com/>; III/'2011
- /7/ <http://www.now-gmbh.de/presse/e-boxster.html>; III/'2011
- /8/ [http://www.vdi-wissensforum.de/index.php?id=102&user_vdiev_pi1\[cmd\]=single&no_cache=1&user_vdiev_pi1\[uid\]=01TA801011](http://www.vdi-wissensforum.de/index.php?id=102&user_vdiev_pi1[cmd]=single&no_cache=1&user_vdiev_pi1[uid]=01TA801011); III/'2011
- /9/ Uhr, T. *Elektrifizierung der Antriebstechnik: Gießerei im Wandel*. VDI Tagung Gießtechnik im Motorenbau, Magbeburg, 8.-9.2.2011
- /10/ Busse, M. *Elektromobilität bewegt – Powered by Casting Technology?* VDI Tagung Gießtechnik im Motorenbau, Magbeburg, 8.-9.2.2011
- /11/ <http://en.wikipedia.org/wiki/>; III/'2011
- /12/ <http://www.artega.de/e/>; III/'2011
- /13/ Prezentace IFAM na odborné akci Společnosti německých inženýrů, Magbeburg, 8.-9.2.2011
- /14/ <http://www.ifam.fraunhofer.de/2801/emobility/HMI-Radnabenmotor.html>; III/'2011