



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

CNG V DOPRAVĚ

Jan Jiřík

Střední odborné učiliště plynárenské Pardubice

Poděbradská 93, Pardubice

OBSAH

| | |
|---|--------|
| Charakteristika projektu | str.1 |
| Stlačený zemní plyn | str.2 |
| Rozdělení automobilů na CNG | str.3 |
| Historie a výhody používání CNG | str.4 |
| CNG stanice DP Pardubice | str.5 |
| Nejdůležitější bezpečnostní opatření | str.6 |
| Automobil Fiat Multipla | str.7 |
| Technologie | str.8 |
| Závěr | str.9 |
| Zdroje | str.10 |

ÚVOD

Dané téma jsem si zvolil jednak na základě studia mnou vybraného studijního oboru Technik plynových zařízení, ale také proto, že se musí řešit problematika dopravy zejména z dlouhodobého hlediska.

Ve srovnání s konvenčními zdroji energií je zemní plyn ekonomičtější a především ekologičtější. Potenciál CNG – stlačeného zemního plynu v dopravě – neustále roste se zvyšující se poptávkou právě po ekologičtějších zdrojích, které budou snadno dostupné. V tom vidím obrovský potenciál zemního plynu do budoucna.

Jelikož si dnešní moderní civilizace nedokáže život bez dopravy představit, je nutno tuto problematiku s ohledem na vzrůstající potřebu ekologičtějších zdrojů energií řešit.

CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Projekt je zaměřen na problematiku pohonů automobilů na CNG, na její řešení a také porovnání s konvenčními zdroji energií využívaných v současné době jako zdroje energií.

Zemní plyn má velký potenciál pro využití jako motorové palivo. Je levný, má vysoké oktánové číslo. Jedná se o čisté palivo, které nemá problémy se současnými i budoucími emisními limity. Zemní plyn může být užíván jako motorové palivo v klasických spalovacích, benzínových nebo přímo plynových motorech.

Pro využívání zemního plynu ve vozidlech je zapotřebí speciální zásobník plynu a vstřikovací systém. Zemní plyn lze využívat jednak ve formě stlačeného plynu – tlak 200 b, a také ve zkapalněné formě při teplotě -162°C (projekt se zabývá technologií CNG, tedy stlačeného zemního plynu).

„Vysokotlaká“ verze je v současnosti preferovanější variantou. Technologie zemního plynu je plně vyvinutá a v dlouholeté praxi vyzkoušená. Ve světě jezdí na zemní plyn více než 3 miliony vozidel v 60 zemích.

Kromě možnosti přestavovat existující benzínová vozidla stále více automobilek nabízí přímo vozidla s pohonem na zemní plyn. Delší životnost zásob zemního plynu oproti ropě a rovnoměrnější rozložení nalezišť zemního plynu ve světě je velmi významnou skutečností pro budoucí rozvoj využití zemního plynu v dopravě. Mezi hlavní výhody patří:

- jednoduchost distribuce plynu k uživateli. Zemní plyn je přepravován již vybudovanými plynovody, jeho používáním se snižuje počet nákladních cisteren s kapalnými pohonnými hmotami na silnicích.
- větší perspektiva zemního plynu oproti produktům ropy (benzínu, naftě, propan butanu) vzhledem k jeho větším zásobám oproti ropě.

STLAČENÝ ZEMNÍ PLYN

Stlačený zemní plyn (dále jen CNG – z angl. compressed natural gas) je plyn, který je používán jako palivo pro pohon motorových vozidel.

vlastnosti zemního plynu:

- hustota $0,7 \text{ kg/m}^3$
- zápalná teplota 650°C
- oktanové číslo 120 – 130
- dolní a horní mez výbušnosti 5 – 15%
- je bezbarvý, hořlavý

Zemní plyn je především směsí: metanu (CH_4) – 70 ÷ 90%, etanu (C_2H_6) – 20%, propanu (C_3H_8), butanu (C_4H_{10}), dusíku (N_2) atd.

VÝROBA RESP. ZÍSKÁVÁNÍ ZEMNÍHO PLYNU

◆ těžení zemního plynu

Zemní plyn je především těžen s ropou (naftový zemní plyn) a uhlím (karbonský zemní plyn). Jedna teorie vzniku zemního plynu říká, že tento (naftový a karbonský) plyn se postupně uvolňoval při vzniku ropy a uhlí jako důsledek postupného rozkladu organických materiálů. Na základě této teorie lze tedy říci, že za vznikem zemního plynu stojí rostlinné a živočišné zbytky.

Dále vznikla tzv. „anorganická“ teorie, která přisuzuje vznik zemního plynu anorganickým reakcím.

druhy těženého zemního plynu

- zemní plyn suchý (chudý): vysoký obsah metanu, mizivý obsah vyšších uhlovodíků
- zemní plyn vlhký (bohatý): má více vyšších uhlovodíků než chudý
- zemní plyn kyselý: plyn, který obsahuje velké množství sulfanu
- zemní plyn s vysokým obsahem inertních plynů (CO_2 , N_2 atd.)

◆ výroba zemního plynu

Zemní plyn je možno také vyrábět a to dle chemické reakce: **$\text{Uhlí} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$**

Této technologii se říká „zplyňování uhlí“ – v dnešní době je však ekonomicky nevýhodná.

ROZDĚLENÍ AUTOMOBILŮ NA CNG

Z hlediska palivových soustav se plynová vozidla dělí na:

- a) jednopalivová (převážně autobusy, některá nákladní auta)
- b) dvoupalivová – bifuel s možností přepínání mezi konvenčním a plyným palivem (většina osobních aut)

Využívat zemní plyn jako pohonnou hmotu ve vozidle je možné na základě jedné z následujících variant:

- **individuální přestavba automobilu** a následné schválení způsobilosti k provozu
- **typová (hromadná) přestavba automobilu** v rámci homologace přestaveb
- **sériově vyráběné automobily** v automobilce s pohonem na plyn

- ◆ Individuální přestavby:

Každý automobil přestavovaný na plynový provoz individuálně musí projít kontrolou plynové zástavby a splnění emisních limitů v uznané státní zkušebně:

VÚMV (Výzkumný ústav motorových vozidel) Praha

ÚSMD (Ústav silniční a městské dopravy) Praha, České Budějovice, Pardubice a následně na příslušném Dopravním inspektorátu. Individuální přestavba umožňuje přestavět pouze omezený počet automobilů stejného typu ročně.

- ◆ Typové přestavby (homologace)

Automobil lze přestavět na plynový pohon v rámci povolení k hromadným přestavbám příslušného typu vozidla. Povolení k hromadným přestavbám vydává Ministerstvo dopravy a spojů ČR. Přestavby provádí držitel povolení nebo jím pověřená organizace.

Pro provoz na CNG mají v současnosti v České republice homologaci převážně vozidla vyráběná ve Škodě automobilová, a. s., Mladá Boleslav (Škoda Favorit, Felicia, Pick up, Octavia, Fabia) a Renault.

- ◆ Sériově vyráběné automobily

Z technického hlediska nejlepší varianta. Automobilka může odstranit některé nevýhody s využíváním plynu spojené např. umístění plynových nádrží atd. K nejprodávanějším modelům CNG vozidel patří Fiat – Multipla, Volvo – V70, S80, Opel Zafira, Ford Transit a VW Golf Variant.

HISTORIE POUŽITÍ CNG V DOPRAVĚ

Zemnímu plynu nejprve předcházela svítiplyn, který se v dopravě začal používat již v roce 1791 v Anglii. John Barber navrhl „výbušnou“ turbínu, která využívala směs hořlavého plynu se vzduchem.

Zemní plyn byl poprvé použit v Ottově spalovacím motoru v roce 1872. V Česku se všeobecně o rozvoj využívání zemního plynu v dopravě „postarala“ 80. léta 20. století. Za premiéru CNG v městské hromadné dopravě v Drážďanech se počítá rok 1893.

VÝHODY POUŽÍVÁNÍ CNG V DOPRAVĚ

- 1) úsporné palivo
 - nejlevnější palivo na trhu přibližně 1 ÷ 1,30 korun za litr
 - nulová silniční daň pro užitková a nákladní vozidla do 12 tun a pro vozidla přepravující osoby
- 2) ekologický provoz
 - snížení emisí CO₂ o 20 ÷ 25%
 - spaliny neobsahují SO₂
 - menší množství emisí oxidů dusíku NO_x a oxidu uhelnatého CO
 - nižší produkce těkavých aldehydů a karcinogenních polyaromatických uhlovodíků
 - žádné ztráty způsobené odparem paliva při plnění nádrží
 - nehrozí kontaminace půdy, spodní vody při haváriích
- 3) levné pořizovací náklady automobilů
 - ceny nových automobilů na CNG jsou srovnatelné s cenami běžných automobilů
- 4) tichá jízda
 - snížení hluku u autobusů a nákladních automobilů
 - tišší chod plynových agregátů a to:
 - ◆ až o 40% vně automobilu
 - ◆ až o 60% uvnitř automobilu
- 5) dostupné a pohodlné tankování
 - v České republice se neustále rozvíjí síť čerpacích stanic CNG, v současné době jich je na našem území 57.

Je zřejmé, že CNG v dopravě má řadu výhod. Jako každá technická inovace má i své nevýhody (byť výhody převládají). Mezi ně patří:

- ◆ zmenšení zavazadlového provozu
- ◆ zvětšení provozní hmotnosti vozidla

CNG STANICE DOPRAVNÍ PODNIK PARDUBICE

Tato stanice je v provozu od roku 2009 za účelem plynofikace autobusů MHD Pardubice.

Stanice využívá dvě technologie plnění:

◆ rychloplnění

Toto plnění je prováděno přímo z tlakových zásobníků a je založeno na principu vyrovnání tlaků mezi tlakovým zásobníkem a tlakovými lahvemi ve vozidle. Rychlost závisí na geometrickém objemu tlakového zásobníku, dosaženého tlakového spádu a výkonu kompresoru. Plnění je automatické a probíhá pomocí rychlospojky.

◆ sekvenční plnění

Sekvenční plnění neboli pomalé je vhodnou alternativou k rychloplnění. Je prováděno přímo z kompresoru na principu přímého stlačování zemního plynu do tlakových lahví vozidla. Rychlost plnění závisí na výkonu kompresoru a je automatické.

Používaný kompresor je čtyř-stupňový, chlazený vzduchem. Do kompresoru vstupuje středotlaké potrubí. Poté jde plyn do sušičky a následně vysokotlakým potrubím do plnicího stojanu. Kompresor je chráněn bezpečnostním rychlouzávěrem.



Obr. 1: bezpečnostní rychlouzávěr

NEJDŮLEŽITĚJŠÍ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ U CNG STANIC A U VOZIDEL NA CNG

Každá plnicí stanice je vybavena **tlačítkem pro nouzové okamžité ukončení plnění**, každá plnicí hadice výdejního stojanu je vybavena tzv. „**odtrhovou spojkou**“, která zaručí, že pokud by při ukončení plnění řidič nezavěsil plnicí pistoli do stojanu a odjel by, přerušilo by se plynotěsně spojení k výdajovému stojanu.

Pokud by při plnění praskla hadice, výdejní stojan zaznamená příliš velký tok plynu a okamžitě přeruší plnění. Tloušťka stěny tlakové nádoby ve vozidle je vypočtena pro tlak 300 bar (1,5 násobek provozního tlaku), tj. pro tlak, který ani při nejextrémnějších teplotách nemůže nastat. Uvnitř tlakové nádrže je tzv. "inlay ventil", který okamžitě zastaví přívod plynu při poklesu tlaku např. při porušeném plynovém potrubí při nehodě a zabrání tak případnému úniku plynu. V případě požáru vozidla se roztaví tavná pojistka a plyn kontrolovaně odhoří, aniž by tlaková nádoba ve vozidle explodovala.

LEGISLATIVA CNG STANIC

Problematika CNG plnicích stanic je řešena v Technických doporučeních:

GAS TD 304 02 – „Plnicí stanice stlačeného zemního plynu pro motorová vozidla“, která stanovují základní podmínky pro umístování, provedení a provoz plnicích stanic stlačeného zemního plynu pro motorová vozidla.

AUTOMOBIL FIAT MULTIPLA

Tento typ automobilu máme na Středním odborném učilišti plynárenském v Pardubicích. Slouží k dopravě žáků na soutěže, akce školy a podobně.

Technické údaje automobilu:

- maximální rychlost: 157 km/h
- spotřeba: 1/100 km (mimo město) 7,6 m³ (ve městě) 11,5 m³
- obsah motoru: 1,6
- emise CO²: 161 g/km
- zrychlení z 0-100: 16 s
- maximální objem zavazadlového prostoru: 1850 dm³
- provozní hmotnost: 1545 kg
- největší tech. přístupná hmotnost: 2050 kg
- objem nádrží: plyn: 39 m³ a benzin: 38 l
- délka vozu: 4089 mm
- výška vozu 1695 mm
- šířka vozu: 1871 mm

REVIZE A ÚDRŽBA

- revize provádí autorizovaný revizní technik
- revize se provádí každý rok, nebo vždy po ujetí 10000 km
- revize tlakových láhví se provádí každých 10 let provozu
- každé tři roky se provádí kontrola: regulátoru a uzavíracího ventilu plynu



Obr. 2: Fiat Multipla

TECHNOLOGIE

Hlavní části:

plnicí ventil: je umístěn v motorovém prostoru

- tlaková nádoba : 15 - 35 kg CNG
- multiventil: **provozní** – uzavírá a řídí odběr plynu, **bezpečnostní** – odpustí plyn při poklesu nebo zvýšení tlaku
- tepelná pojistka
- nádrž (ocel, kompozitní mat.)
- regulátor tlaku plynu: slouží k regulaci tlaku plynu na požadovanou hodnotu, součástí je rovněž uzavírací ventil, je umístěn v motorovém prostoru a je napojen na vnitřní chladicí okruh motoru, z něhož odebírá teplo

vozidla s **přímým vstřikováním plynu:**

- elektronické vstřikovače vstřikují plyn do každého válce
- palivová lišta
je součástí vstřikovačů a přivádí zemní plyn od regulátoru tlaku k jednotlivým vstřikovačům nahoře Fiat Multipla, dole Škoda Fabia

vozidla s **centrálním směšovačem plynu:**

- krokový motorek: na základě signálů z řídicí jednotky průběžně upravuje množství plynu do směšovače v optimálním režimu výkonu, spotřeby paliva a množství emisí
- směšovač: má stejnou funkci jako karburátor
- elektronická řídicí jednotka řídí dávkování plynu
- přepínač plyn-benzín včetně ukazatele množství paliva zapíná se regulace plynu v závislosti na údajích lambda sondy
- katalyzátor s lambda sondou
analyzuje složení výfukových plynů

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že vzrůstající potřeba po obnovitelných a tzv. „čistších“ zdrojích energií je nevyhnutelná. Víme, že je nutné neustále hledat a rozvíjet nové zdroje energií z hlediska snížení emisí a tím ke zlepšení životních podmínek na planetě Zemi. Uvědomujeme si potřebu neustálého zlepšování se v těchto otázkách, jejichž řešení je nevyhnutelné.

Mezi „malé pomocníky“ v oblasti řešení ekologických problémů patří i tento projekt, který vytvářím především s přesvědčením, že nyní není nic důležitějšího než naše životní podmínky.

Jak je z projektu jasné, CNG má obrovský potenciál, i když jsou používány vozy na tento pohon již řadu let, je neustále co zlepšovat. Do budoucna by v ČR mohlo být více plnicích stanic, které by dostatečně pokryly potřebu úměrně k množství automobilů.

Mnoho lidí v mém okolí, kterým jsem prezentoval nápad a myšlenku automobilů na CNG mi pokládalo otázku, zdali je provoz bezpečný, jestli nehrozí výbuchy a následné nehody. Při hlubším zkoumání těchto problémů mohu s klidem říci, že ne. Jednak nehrozí ekologické katastrofy v podobě kontaminace půdy palivy. Materiály, ze kterých jsou vyráběny zásobníky (tlakové nádoby) jsou vysoce kvalitní. Plyn je zde pod tlakem 200 b a tyto zásobníky jsou přezkoušeny na tlak 300 b a jsou odolné tlaku až 450-500 b! Na zásobníku jsou zabezpečení, která zajistí dodávku CNG do motoru pouze za jeho chodu. Také speciální mechanické ventily přeruší dodávku paliva k motoru v případě snížení tlaku v přívodu plynu např. z důvodu nehody. Pro případ požáru jsou zásobníky plynu vybaveny ochrannou pojistkou, která zaručí řízené "odfouknutí" expandujícího plynu v okamžiku, kdy teplota přesáhne hranici 110°C (přestože zemní plyn má teplotu vznícení 537°C).

Díky těmto zařízením je doprava přinejmenším stejně tak bezpečná jako doprava automobily na konvenční paliva.

ZDROJE

http://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD_plyn

<http://www.zemniplyn.cz/plyn/>

<http://www.cng.cz/cs/historie-130/>

<http://www.cngplus.cz/5-duvodu-proc-jezdit-na-cng.html>

<http://www.cngplus.cz/cerpaci-a-plnici-stanice.html>

<http://www.rwe.cz>

TDG G 982 01 (vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG)

TDG G 982 02 (podmínky provozu, oprav, údržby a kontroly motorových vozidel s pohonným systémem CND)

TDG G 982 03 (plnicí zařízení pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG)