

KKE/TSM – Teorie přeplňovaných spalovacích motorů

Roman Gášpár



Podpořeno v rámci projektu CZ.1.07/2.2.00/15.0383
Inovace studijního oboru Dopravní a manipulační technika
s ohledem na potřeby trhu práce

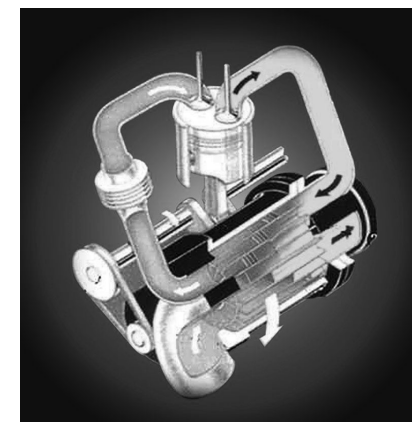
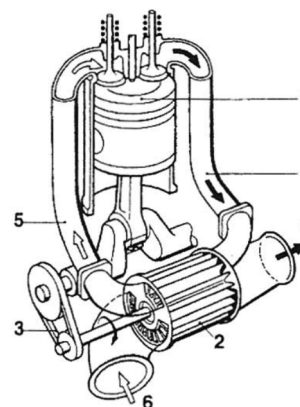
ÚVOD

- Přeplňování – proces, při kterém je do spalovacího prostoru motoru dopravován vzduch o vyšším hmotnostním průtoku.
- Zvýšením dodávky vzduchu do motoru se zajišťuje
 - Využitím dynamických jevů v plnicím a výfukovém traktu
 - Vhodným dmychadlem
 - Mechanickým (pohon klikovým hřídelem)
 - Proudovým (pohon výfukovými plyny)

PŘEPLŇOVÁNÍ SPALOVACÍCH MOTORŮ

Plnicí dmychadla

Využití dynamických jevů – přeplňování pomocí tlakových vln



Základní konstrukce přeplňování pomocí tlakových vln [2] [10]

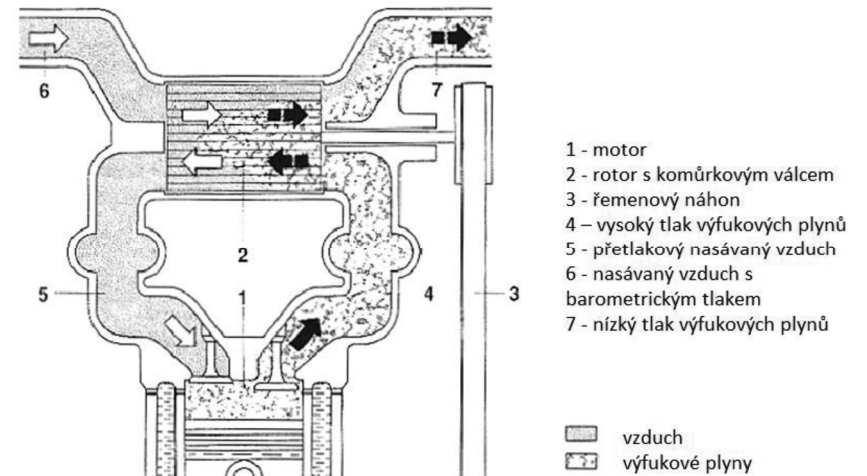
1 – motor; 2 - rotor s komůrkovým válcem ; 3 - řemenový náhon; 4 – vysoký tlak výfukových plynů; 5 - přetlakový nasávaný vzduch; 6 - nasávaný vzduch s barometrickým tlakem; 7 - nízký tlak výfukových plynů

Využití dynamických jevů – přeplňování pomocí tlakových vln

Princip práce:

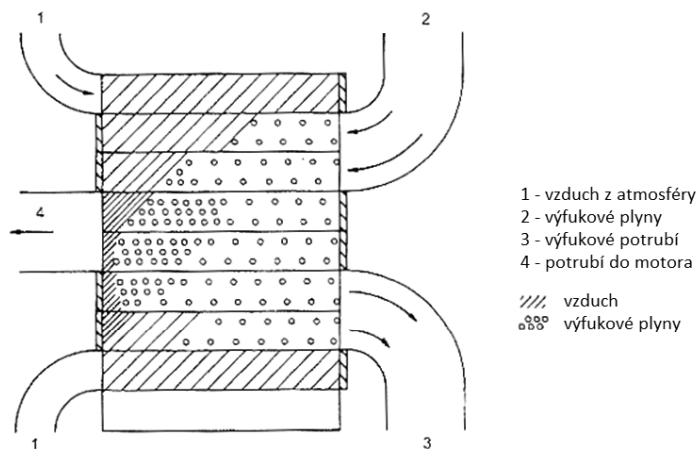
- Zařízení se skládá z letmo uloženého rotoru (2), rozděleného radiálními dělicími stěnami na mnoho komůrek a z pevné skříně, která má čtyři otvory po obou stranách. Rotor (2) je poháněn motorem přes klínový řemen (3).
- Výfukové plyny proudí (4) do komor (2) a stlačují čerstvou náplň (6), která se v nich nachází. Jakmile se při otáčení rotoru (2) komory dostanou před plnicí otvor (5), plyny náplň vytlačí. Výfukové plyny vstupující do komor vybudí tlakovou vlnu, která se pohybuje rychlostí zvuku směrem ke druhému konci komor. Otáčky rotoru musí být takové, aby komora dosáhla plnicího otvoru právě tehdy, když tam dorazí tlaková vlna. Na otevřeném konci komory se tlaková vlna odrazí a vrací se zpět k výfukovému potrubí jako podtlaková atd.
- Jakmile se komora (2) pootočí k výfukovému otvoru, výfukové plyny expandují a proudí do výfukového potrubí (7). V komoře vznikne podtlak, takže z nasávací strany, která se mezitím otevřela, do ní vtéká čerstvá náplň (6).
- Otevírací časy nasávacích a výfukových otvorů, a tím i otáčky motoru, jsou sladěné s rychlostí šíření vln a rychlostí proudění plynů. Plnicí tlak má v závislosti na otáčkách plochý průběh, takže motor má příznivou momentovou charakteristiku. Zařízení reaguje při zrychlování lépe než turbodmychadlo.

Využití dynamických jevů – přeplňování pomocí tlakových vln



Přeplňování pomocí tlakových vln – princip práce [3]

Využití dynamických jevů – přeplňování pomocí tlakových vln

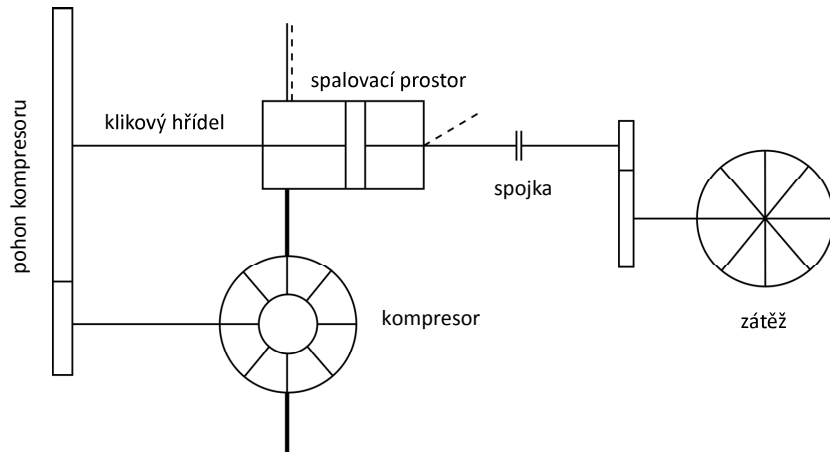


Přeplňování pomocí tlakových vln – princip práce [3]

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

- Mechanicky poháněné turbodmychadla (kompresory)
- Poháněny klikovým hřídelem spalovacího motoru
- Výhodou je rychlá odezva kompresoru na stlačení plynového pedálu
- Nevýhodou je, že výkon je odebírán z klikového hřídele (snižuje celkovou účinnost cyklu)
- Pohon dmychadel od klikového hřídele:
 - Ozubenými koly
 - Řetězy
 - Ozubenými řemeny
 - Klínovými řemeny (malá dmychadla)
 - Prokluzové spojky (motory s vysokými otáčkami)

Schéma mechanického přeplňování

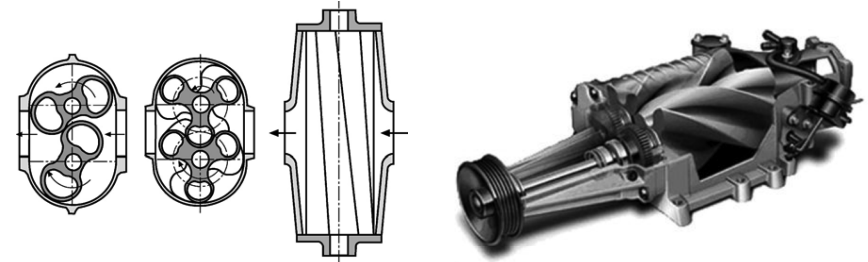


Motor přeplňovaný kompresorem

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

Rootsovo dmychadlo

- kompresor s vnější kompresí (ke stlačení dochází za pracovním prostorem – skoro žádný vnitřní stlačení)
- Dva rotory (počet zubů 2-3)



Rootsovo dmychadlo – řez [5], 3D model [8]

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

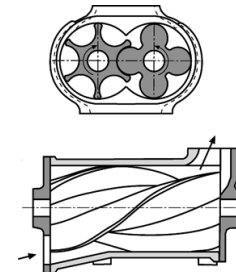


Rootsovo dmychadlo – uložení na motoru [9]

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

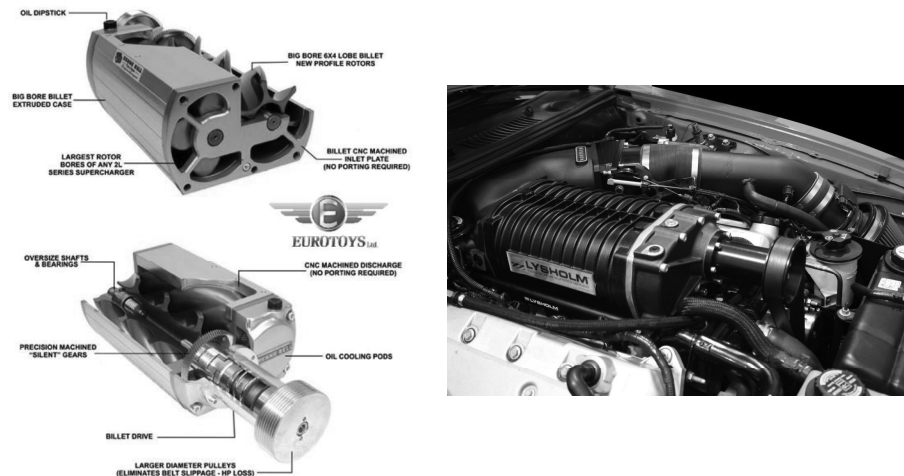
Lysholmovo dmychadlo

- kompresor s vnitřním stlačením s vysokým stupněm stlačení (vysoké ztráty při běhu naprázdno)
- Dva rotory (primární a sekundární)
- Primární rotor má obvykle čtyři zuby a sekundární dvě
- Primární rotor se otáčí rychleji než sekundární (obvykle 1,5x)



Lysholmovo dmychadlo – řez [5]

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

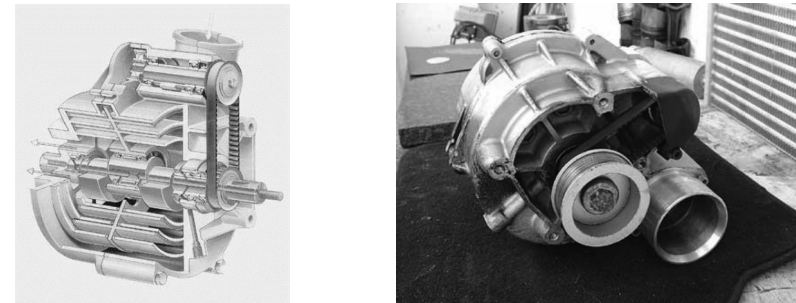


Lysholmovo dmychadlo – řez [13], uložení na motoru [14]

Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)

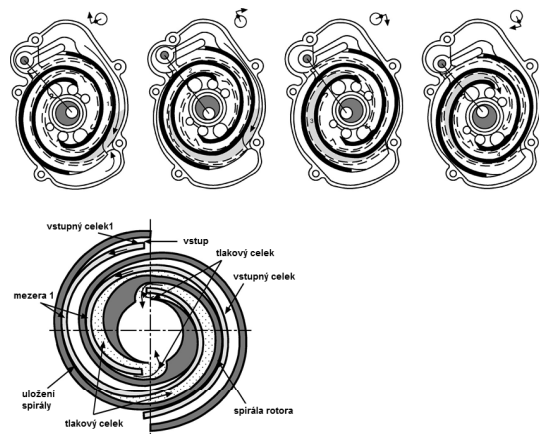
Spirálové dmychadlo (G-dmychadlo)

- Excentrické uložení (paralelogram) s vnitřním stlačením
- Dvoudílná skříň se dvěma spirálovitými přepážkami
- Uvnitř skříně je výtlačný díl se dvěma spirálovitými přepážkami, které zapadají do mezer mezi přepážky skříně.
- Výtlačný díl dělá krouživý pohyb, ale neotáčí se (vznikají čtyři pracovní komory plynule pohybující se ke středu dmychadla)
- Vysoká cena a výkonová nestabilita



G-dmychadlo – 3d řez [15], reální pohled [16]

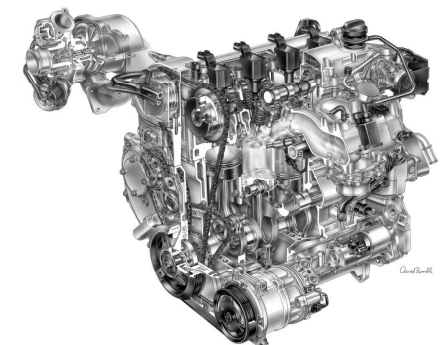
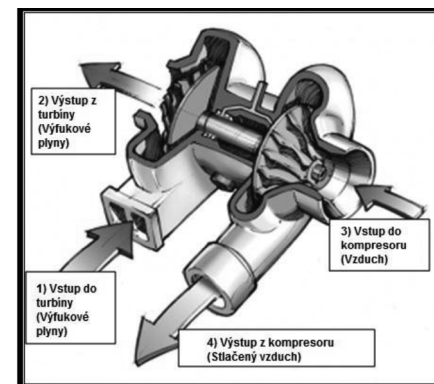
Mechanické přeplňování dmychadlem (kompresory/dmychadla)



G-dmychadlo – řez a princip práce [5]

Proudové přeplňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

- V současnosti (2013) nejčastější způsob přeplňování
 - Nižší celková spotřeba paliva
 - Jednodušší konstrukce a menší rozměry



Turbodmychadlo – princip činnosti [17] [18]

Proudové přepřňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

Princip činnosti

- Výfukové plyny opouštějí spalovací prostor a vstupují do turbínové sekce (1), kde roztáčejí lopatky a kolo turbíny a následně opouštějí prostor turbíny (2) a pokračují výfukovým traktem motoru.
- Turbínová sekce je pevně spojena s kompresorovou sekci pomocí hřídele.
- Turbínová sekce roztáčí kompresorovou sekci a tedy lopatky a kolo kompresoru
- Následkem dynamických účinků dochází k nasání atmosférického vzduchu kompresorem (3). Kompresor vzduch následně stlačí a dopravuje směrem k válcům (4) do spalovacího prostoru, kde se tímto způsobem vytváří přebytek vzduchu.

Proudové přepřňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

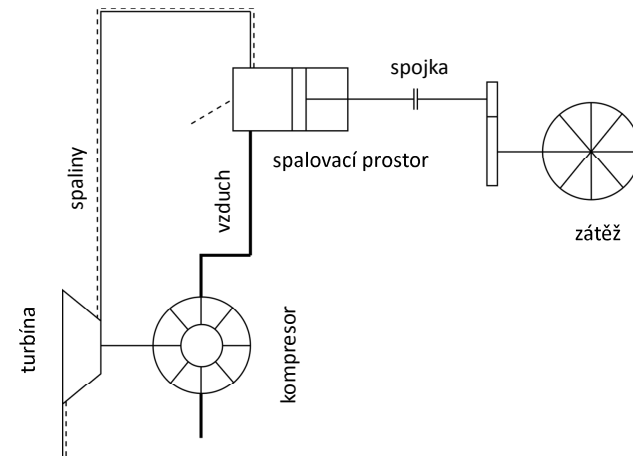
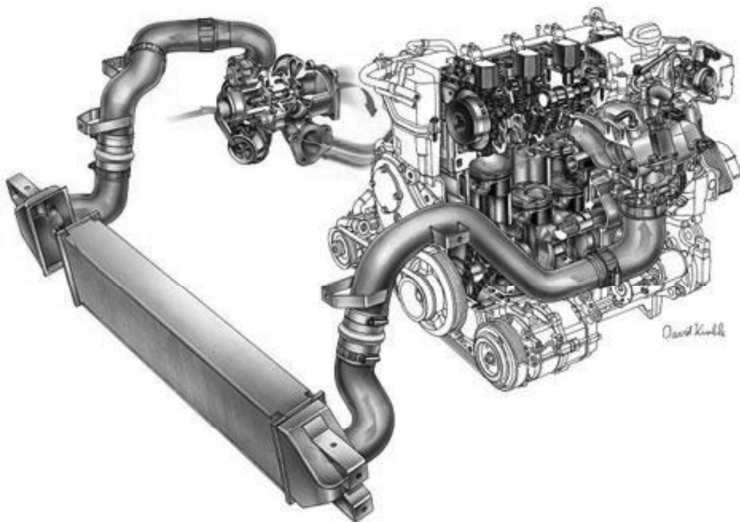


Schéma motoru přepřňovaného turbokompresorem (bez mezichladiče)

Proudové přepřňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)



Turbodmychadlo – umístění v systému motoru s mezichladičem [19]

Základní schémata přepřňování

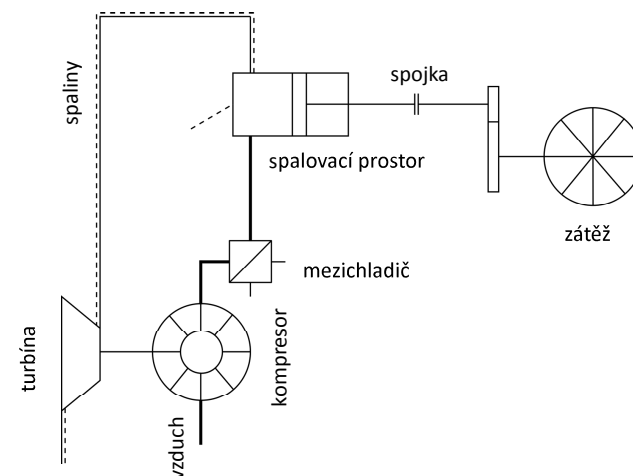


Schéma motoru přepřňovaného turbokompresorem (s mezichladičem)

Zdroje

- [1] J. Macek; B. Suk : Spalovací motory I. - Praha 1996
- [2] L. Bartoníček: Přepřňování pístových spalovacích motorů – Liberec 2004
- [3] K. Hoffman: Regulované přepřňování vozidlových motorů. Brno, 2000.
- [4] J. Macek; V. Kliment: Spalovací turbíny, turbodmychadla a ventilátory (Přepřňování spalovacích motorů) – Praha 2003
- [5] Hiereth H., Prenninger P.: Charging the Internal Combustion Engine, Springer, Wien 2007
- [6] Bell C : Maximum Boost, Bentley Publishers, Cambridge – 1997
- [7] Baines C.N.: Fundamentals of Turbocharging, NREC, Vermont 2005

Zdroje

- [15]http://www.users.globalnet.co.uk/~paulx/common/glader01_int.jpg
- [16] <http://www.matey-matey.com/images/g-werks/DSC00216.jpg>
- [17]http://www.dsautosolutions.ie/npics/infos/turbocharger_diagram.jpg_1.jpg
- [18]http://media.gm.com/content/Pages/news/us/en/2010/Nov/1109_gm_buick/_jcr_content/rightpar/sectioncontainer/par/download/file.res/2011-Powertrain-4-Cylinder-Ecotec-2.0L-I4-VVT-DI-Turbo-LHU-012.jpg
- [19]http://image.gmhightechperformance.com/f/9058755/0609http_12_z+saturn_sky_redline+turbocharger_system.jpg

Zdroje

- [8]http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@auto/documents/content/pct_240596.jpg
- [9]<http://www.marksworkshop.com.au/Pages/custom/images/vr%20e.jpg>
- [10]http://autoreview.ru/new_site/year2002/n07/mazda_old/800/tehnik3.jpg
- [11]<http://img.photobucket.com/albums/v251/skrenos/cars/lysholm2.jpg>
- [12]<http://img.photobucket.com/albums/v251/skrenos/cars/lysholm2.jpg>
- [13] http://eurotoysltd.com/catalog/images/cut_a_way.jpg
- [14]<http://img.photobucket.com/albums/v251/skrenos/cars/lysholm2.jpg>

DIZKUSE...

...OTÁZKY?





Poděkování

**Tento projekt je spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky**

**Projekt CZ.1.07/2.2.00/15.0383
Inovace studijního oboru Dopravní a manipulační technika
s ohledem na potřeby trhu práce**