

KKE/TSM – Teorie přeplňovaných spalovacích motorů

doc.Ing. Jiří Polanský Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



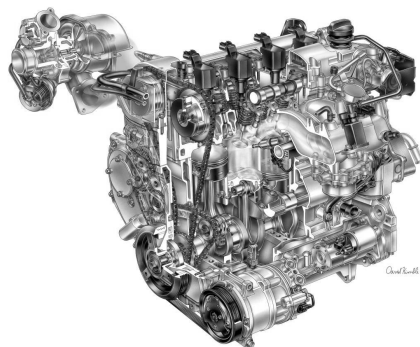
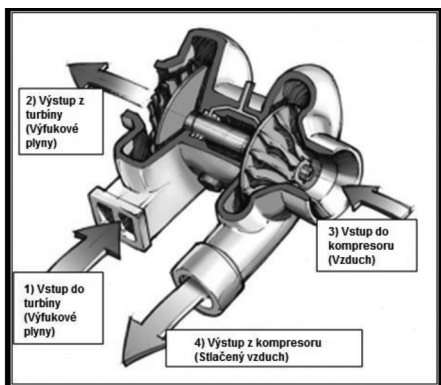
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Proudové přeplňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

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



Turbodmychadlo – princip činnosti [9] [8]

PŘEPLŇOVÁNÍ SPALOVACÍCH MOTORŮ

Přeplňování Turbodmychadlem Radiální kompresor

Proudové přeplňování 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 spojená s kompresorovou sekcí 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 přeplňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

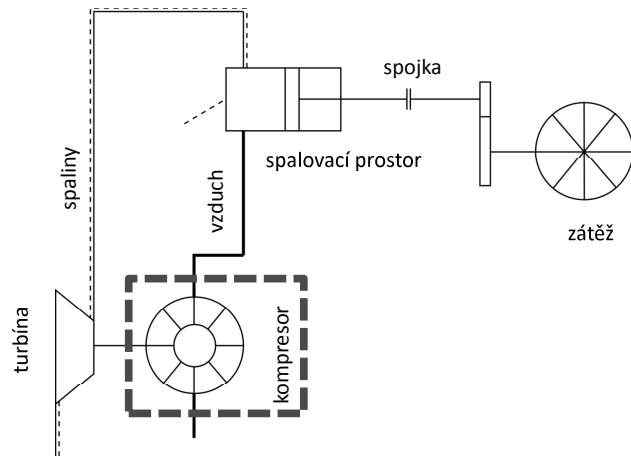


Schéma motoru přeplňovaného turbokompresorem (bez mezichladiče)

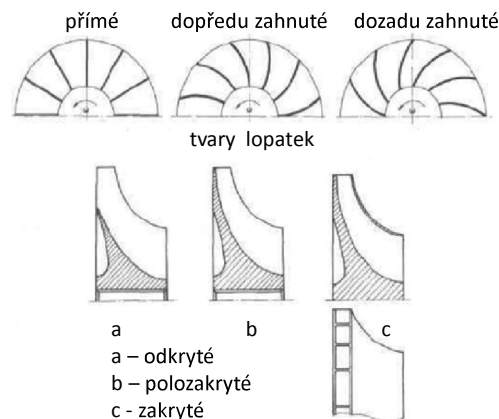
Radiální kompresor

- **Kompresor** je zařízení, které zabezpečuje kompresi vzduchu a jeho dodávku v požadovaném množství do spalovacího prostoru
- **Radiální kompresor** je rotační lopatkový stroj, kde ke kompresi plynu (vzduchu) dochází za pomoci odstředivých sil na lopatkách kompresoru a speciálním tvarem difuzoru
- Vzduch vstupuje z vystupuje z kanálu mezi dvěma lopatkami kolmo na osu otáčení
- Rychlost vystupujícího vzduchu je daná průměrem lopatek a rychlostí otáčení rotoru

Rozdělení

• Tvaru lopatek a uložení

- Přímé
- Dopředu zahnuté
- Dozadu zahnuté
- Odkryté polozakryté
- Zakryté



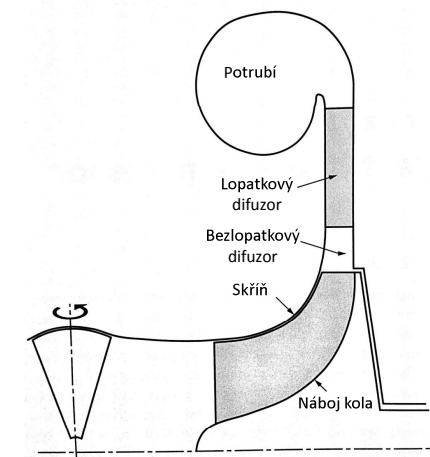
Hlavní části

Rotační části

- Oběžné kolo
- Náboj

Pevné části

- Difuzor
 - Lopatkový
 - Bezlopatkový
- Potrubí



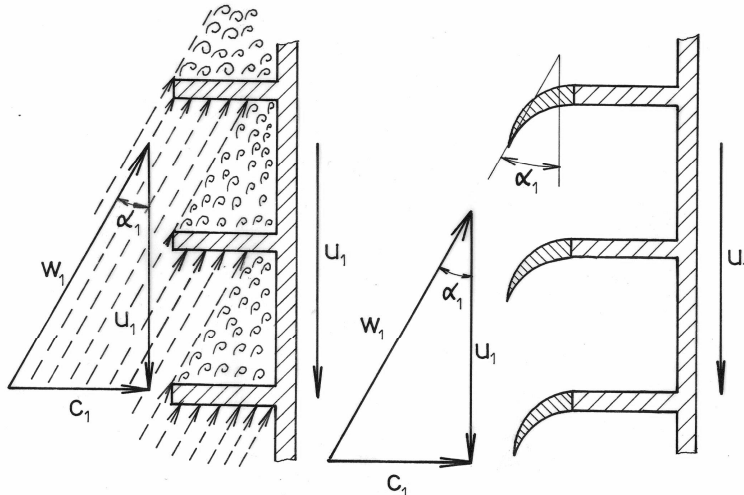
Hlavní části radiálního kompresoru [7]

Oběžné kolo

Oběžné kolo

- Zabezpečuje proměnu mechanické energie otáčejícího se kola na kinetickou a tlakovou energii plynu
- V důsledku působících odstředivých sil na částice vzduchu v mezilopatkovém kanálu oběžného kola dochází ke zvyšování absolutní rychlosti a zvyšování tlaku

Oběžné kolo

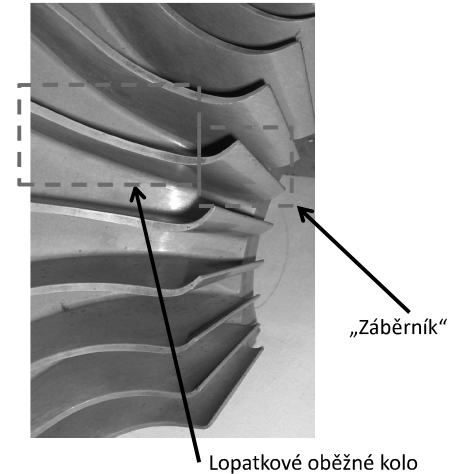


Vliv záběrníku na parametry proudění na vstupu do oběžního kola [7]

Oběžné kolo

Oběžné kolo – hlavní části

- „Záběrník“
- Lopatkové oběžné kolo
- Záběrník
 - Zahnutá část lopatky oběžného kola, která zabezpečuje plynulý vstup vzduchu do prostoru oběžného kola



Detail oběžného kola radiálního kompresoru

Difuzor

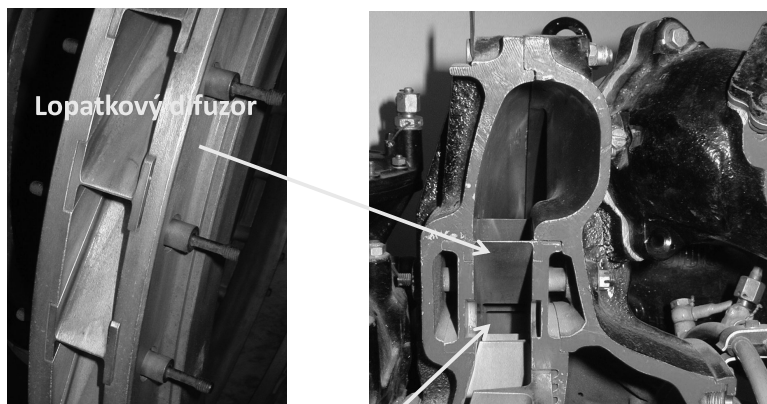
Difuzor

- Zabezpečuje přeměnu kinetické energie plynu na tlakovou a tepelnou energii plynu za pomoci speciálně vytvarovaného kanálu

Druhy

- Lopatkový
- Bezlopatkový

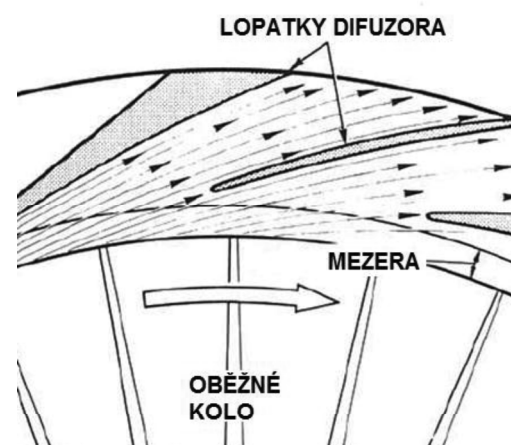
Difuzor



Bezlopatkový difuzor

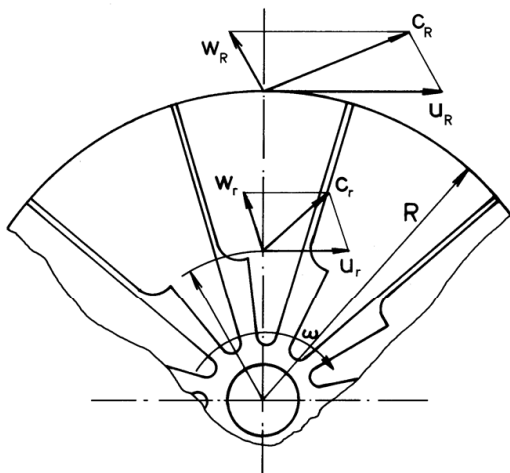
Detail bezlopatkového a lopatkového difuzoru radiálního kompresoru

Difuzor



Proudění skrz lopatkový difuzor [10]

Průběh parametrů kompresorem



Rychlostní trojúhelníky na vstupu a výstupu z oběžného kola radiálního kompresoru

Průběh parametrů kompresorem

. Rychlosti

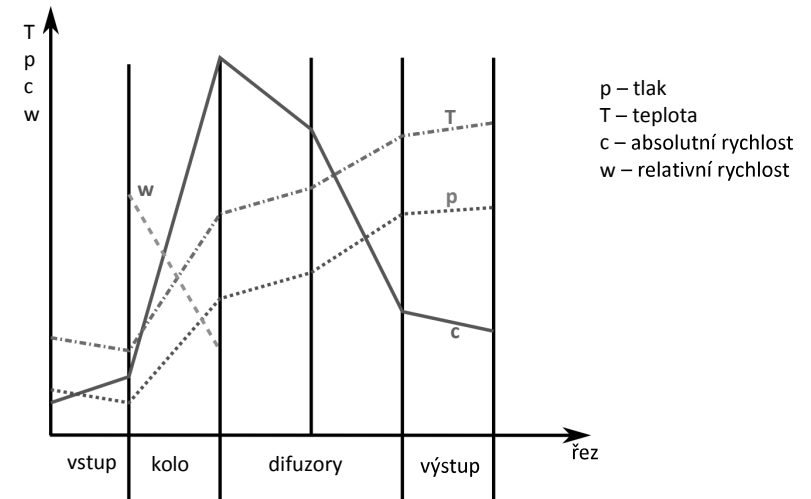
Na vstupu disponuje kolo, které rotuje obvodovou rychlostí u , absolutní rychlostí c a relativní rychlostí w . Vzhledem na difúznost kanálu radiálního kompresoru relativní rychlost w klesá. Obvodová rychlost u narůstá směrem k výstupu z kompresoru. Vektorovým součtem těchto rychlostí dospějeme k závěru, že absolutní rychlost c bude narůstat směrem k výstupu z oběžného kola a dosáhne svého maxima na výstupu z oběžného kola. Dále se uvažuje už jenom absolutní rychlost c . V difuzorech lopatkových i bezlopatkových rychlost klesá následkem difúznosti kanálu. Další pokles rychlosti je vyvolán ztrátami ve výstupním potrubí.

Průběh parametrů kompresorem

. Tlak a teplota

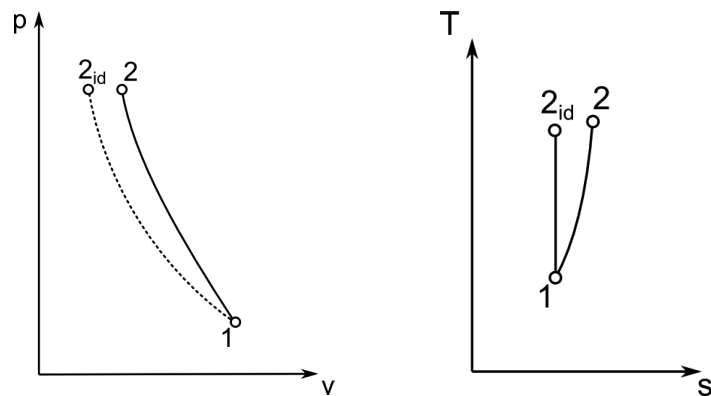
Tlak p a teplota T mají podobný průběh. Tlak a tím i teplota v oběžném kole narůstají, neboť je předávána proudícímu médiu kinetická energie. Pak následkem zpomalení proudu dochází v difúzním kanálu k přeměně kinetické energie plynu na tlakovou a tepelnou. Tento trend je zachován i ve výstupním potrubí z kompresoru, ale v menší míře jako v difúzních kanálech.

Průběh parametrů kompresorem



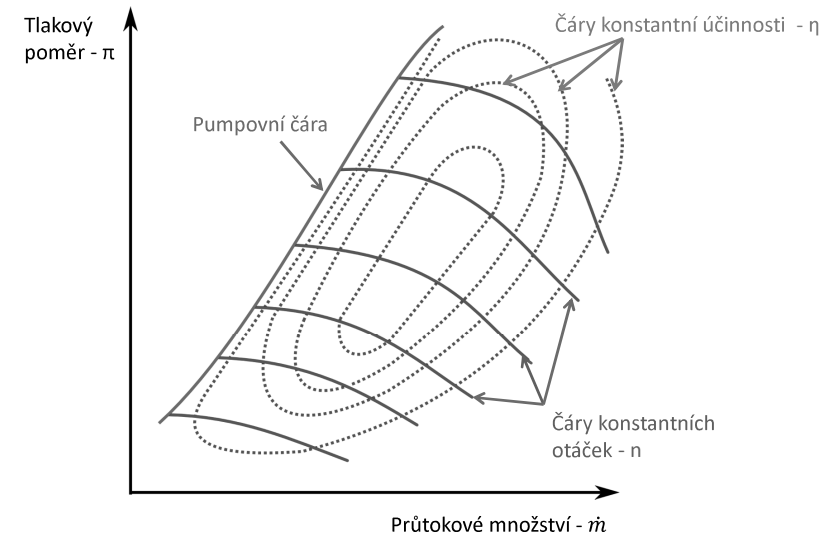
Průběh parametrů skrz radiální kompresor

Průběh parametrů kompresorem



Průběh parametrů v p - v a T - s diagramech

Charakteristika kompresoru



Charakteristika kompresoru – kompresorová mapa

Zdroje

- [1] J. Macek; B. Suk : Spalovací motory I. - Praha 1996
- [2] L. Bartoníček: Přepřínování pístových spalovacích motorů – Liberec 2004
- [3] K. Hoffman: Regulované přepřínování vozidlových motorů. Brno, 2000.
- [4] J. Macek; V. Kliment: Spalovací turbíny, turbodmychadla a ventilátory (Přepřínování 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

- [8]http://www.dsautosolutions.ie/npics/infos/turbocharger_diagram.jpg_1.jpg
- [9]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
- [10] Ott, A.: Základy teorie a konstrukce LLM I,II,III, VAAZ, Brno, 1977

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