

## KKE/TSM – Teorie přeplňovaných spalovacích motorů

Roman Gášpár



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



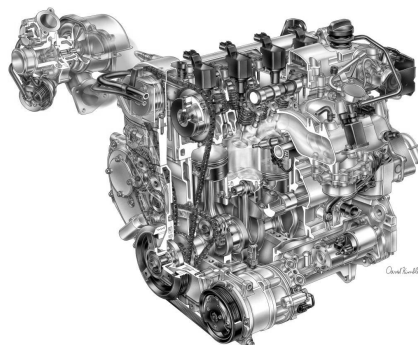
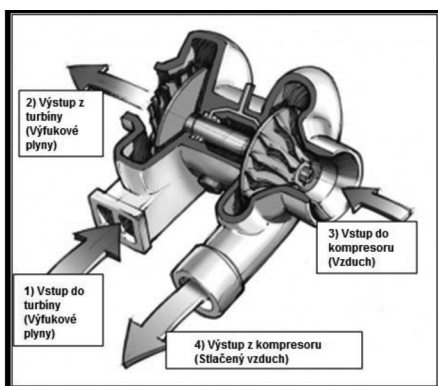
OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

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

## Turbíny

## 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 přepřňování dmychadlem (Turbodmychadlo/Turbokompresory)

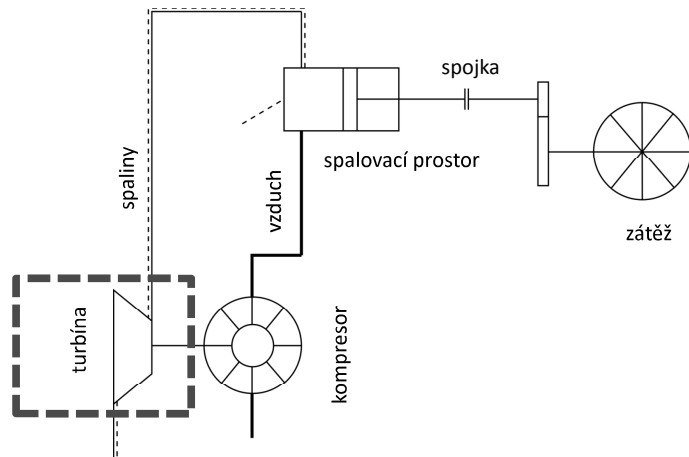
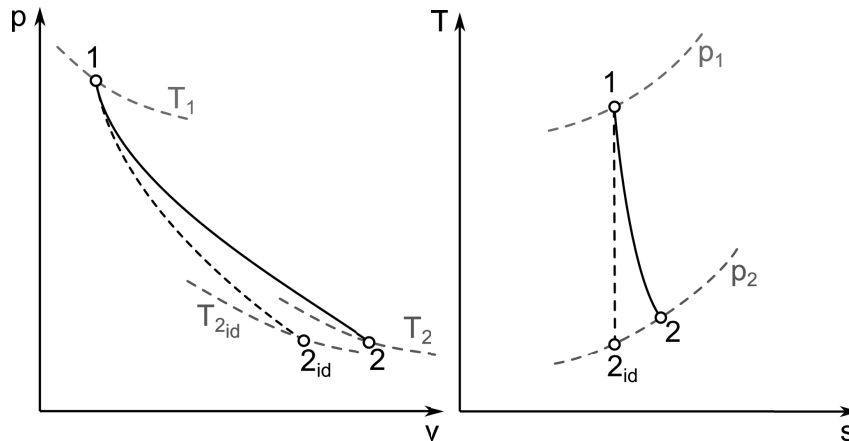


Schéma motoru přepřňovaného turbokompresorem (bez mezichladiče)

## Turbína

- Turbína je zařízení, které zabezpečuje přeměnu tepelné a tlakové energie na mechanickou práci
- K proměně dochází urychlováním proudícího plynu v konfučních mezilopátkových kanálech a jeho silovým účinkem na lopatky plynové turbíny

## Turbína - Termodynamika



Průběh expanze na turbíně v p-v a T-s diagramu

## Termodynamika - stupeň reakce

- Stupeň reakce je poměr rozdílu entalpií na rotoru turbíny a rozdílu entalpií na elementárním stupni turbíny

$$\rho = \frac{\Delta h_r}{\Delta h_{st}}$$

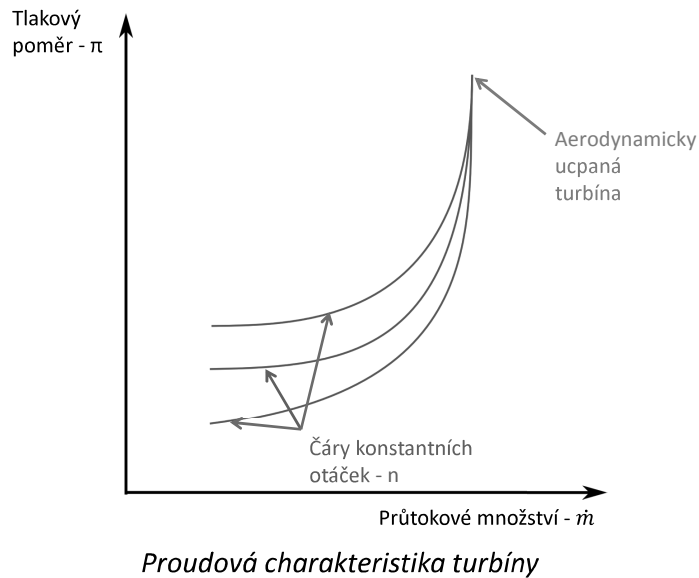
$$0 \leq \rho \leq 1$$

$\rho=1$  proměna tlakové a tepelné energie na kinetickou energii plynu a mechanickou práci se provádí jenom na rotoru turbíny (radiální turbíny bez regulace)

$\rho=0$  celý entalpický spád zpracovaný na statoru (nemá praktické využití). Turbíny s malým stupněm reakce se využívají u turbín s omezeným počtem stupňů

$\rho=0,5$  polovina entalpického spádu se zpracovává na statoru a polovina na rotoru turbíny (turbíny leteckých motorů, pohon generátorů)

# Termodynamika - stupeň reakce



## Turbína - Axiální

- **Rotorová část**
  - Rotorové lopatky
  - Disk rotoru
  - Náboj rotoru
  - Zajištění rotorových lopatek
- **Statorová část**
  - Statorová skříň
  - Statorové lopatky
  - Těsnění rotorových lopatek

# Turbína - konstrukce

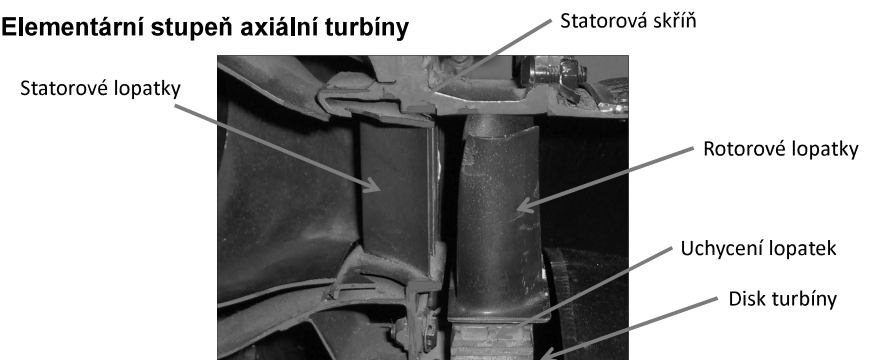
## Rozdělení plynových turbín

- **Dle směru proudění**
  - Radiální
    - Dostředivé
    - Odstředivé
  - Axiální
- **Dle způsobu ofukování**
  - S částečným ofukováním
  - S úplným ofukováním
- **Dle způsobu zpracování tlakového spádu**
  - Rovnotlaké (akční)
  - Přetlakové (reakční)

## Axiální turbína

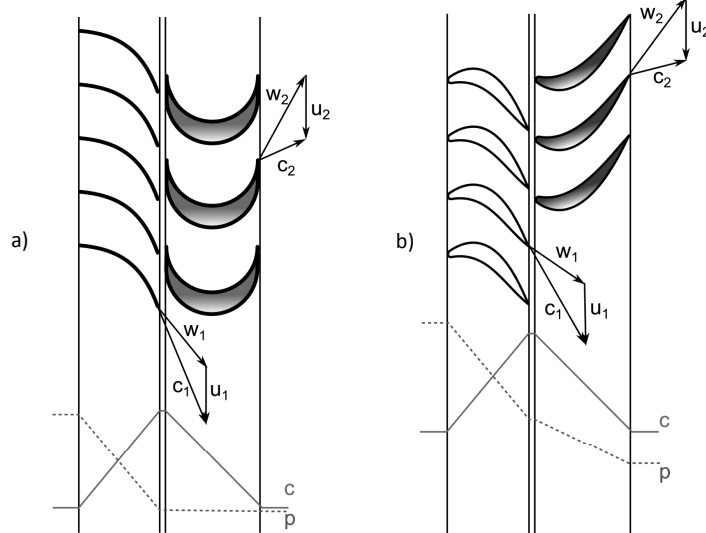
- Využívá se pro přepřehování vysokovýkonných motorů
- Elementární stupeň je tvořen řadou statorových a rotorových lopatek
- Umožňuje vícestupňovou konstrukci

### Elementární stupeň axiální turbíny



Elementární stupeň axiální turbíny

## Axiální turbína – elementární stupeň



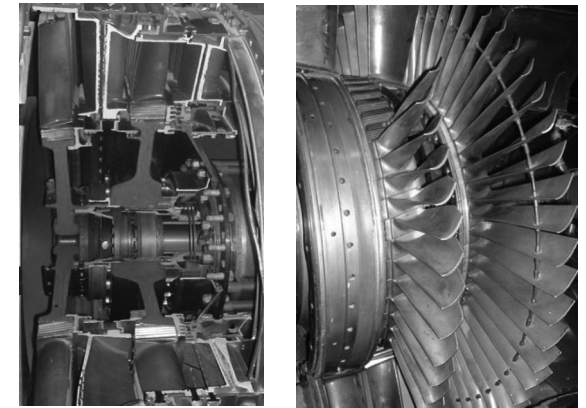
Proudění a průběh parametrů stupněm axiální turbíny

a) Akční stupeň

b) Reakční stupeň

## Axiální turbína - vícestupňová

- Vyšší účinnosti
- Nižší rychlosti plynů skrz turbínu
- Ztráty z předchozího stupně se vyžívají v dalším stupni
- Lepší spolupráce s kompresorem (zabránění pumpáže)
- Veliké rozměry



Vícestupňové uspořádání axiální turbíny

## Turbína – Radiální turbína

- Používá se při přeplňování automobilů
- Dobrý expanzní tlakový spád, malé rozměry, vysoké otáčky, dobrá regulovatelnost

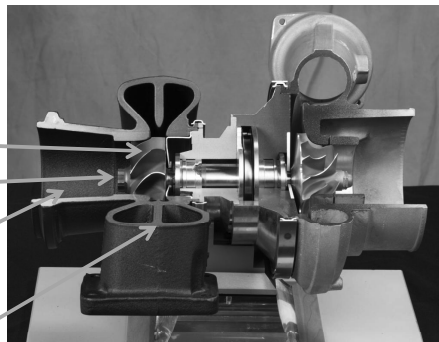
### Konstrukce:

#### • Rotorová část

- Disk rotoru s lopatkami rotoru
- Náboj rotoru

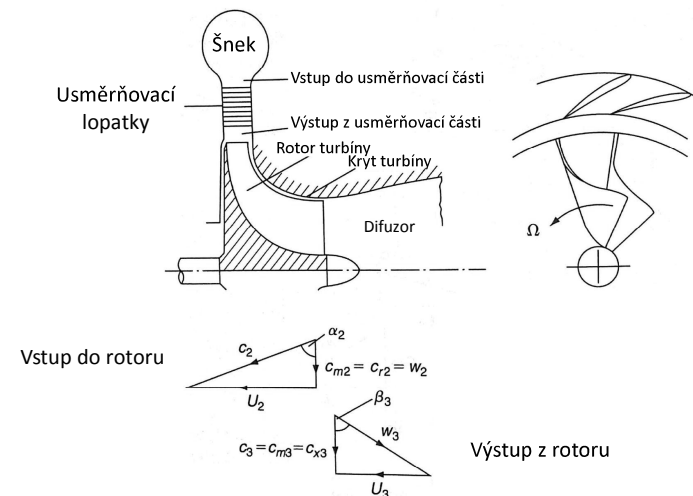
#### • Statorová část

- Difúzní část
- Statorová skříň / Šnek
- Usměrnovací statorové lopatky (i s variabilní geometrií)



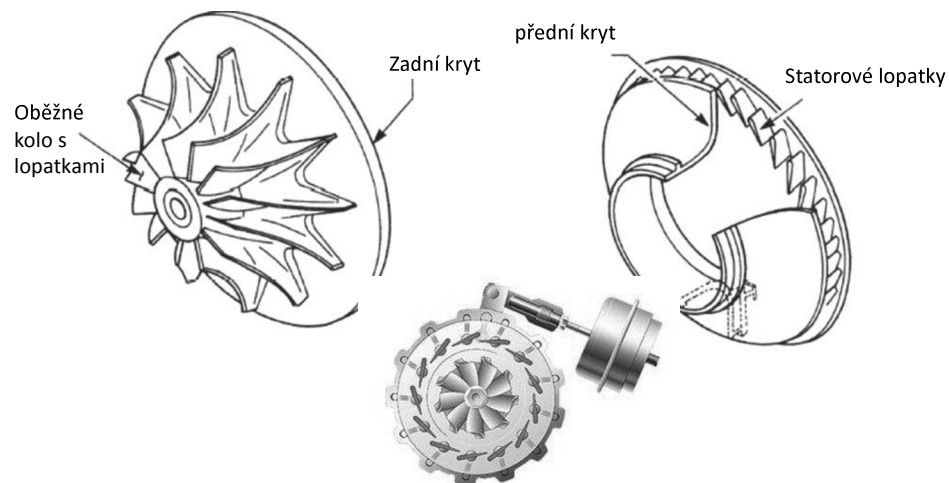
Radiální turbína s radiálním kompresorem

## Radiální turbína - konstrukce



Konstrukce disku radiální turbíny a rychlostní trojúhelníky [7]

## Radiální turbína - konstrukce



*Konstrukce disku radiální turbíny s měnitelným úhlem statorových lopatek[10][8]*

## Zdroje

[8][http://www.dsautosolutions.ie/npics/infos/turbocharger\\_diagram.jpg](http://www.dsautosolutions.ie/npics/infos/turbocharger_diagram.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](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

[11][http://www.autozine.org/technical\\_school/engine/tech\\_engine\\_3.htm#VTG](http://www.autozine.org/technical_school/engine/tech_engine_3.htm#VTG)

## 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

**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**