

Hydrodynamické mechanismy

Pracují s kapalným médiem (hydraulická kapalina na bázi ropného oleje) a využívají silových účinků, které provázejí změny proudění kapaliny. Zařazeny sem jsou pouze mechanismy užívané pro podporu hydrostatických mechanismů a mechanismy užívané v převodech.

Hydrodynamická čerpadla bývají někdy použita jako první stupeň ve zdrojích tlakové kapaliny pro hydrostatické mechanismy. Další stupně jsou pak objemová čerpadla. Jako hydrodynamické mechanismy budou probírány:

- ☐ hydrodynamická (proudová) čerpadla
- ☐ hydrodynamické spojky
- ☐ hydrodynamické měniče

Hydrodynamické mechanismy používané v převodech pracují při vyšší frekvenci otáčení, tzn. mezi motorem a dalšími mechanismy (převody). Spojky a měniče se vyznačují schopností tlumit nerovnoměrnosti chodu, rázy a dávají velmi klidný rozběh.

Princip hydrodynamických (proudových) strojů

Zákon impulsu a změny hybnosti

F – síla, t – čas, m – hmota, v – rychlost, ρ - hustota

$$F \cdot t = m \cdot v$$

Při proudění kapaliny je průtočné množství Q [m³ . s⁻¹]

$$Q = m \cdot (t^{-1} \cdot \rho^{-1})$$

Krouticí moment M_k je dán

$$M_k = F \cdot r = Q \cdot \rho \cdot v \cdot r$$

Změna hybnosti je dána nejen změnou velikosti rychlosti, ale i změnou jejího směru.

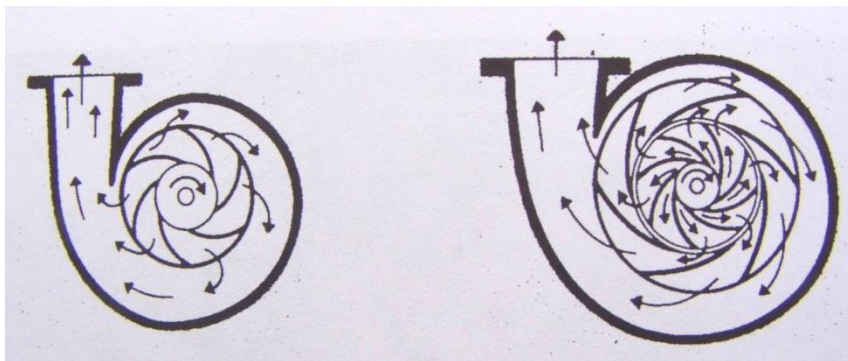
Při průtoku rotujícím kanálem (lopatkami oběžného kola) je

$$M_k = Q \cdot \rho \cdot (v_1 \cdot r_1 - v_2 \cdot r_2)$$

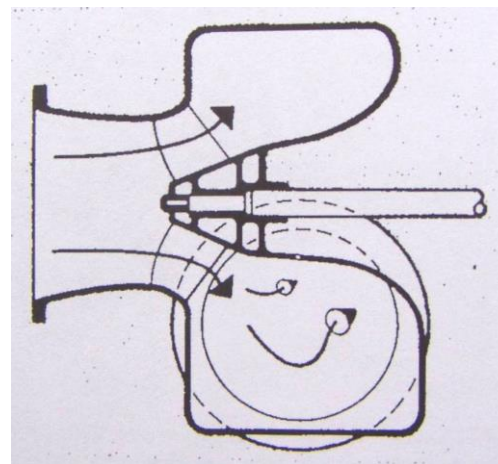
Poloměry r_1 a r_2 jsou poloměry vstupní a výstupní hrany lopatky, rychlosti v_1 a v_2 jsou složky rychlostí kapaliny v místech těchto hran do směru obvodové rychlosti otáčení oběžného kola.

Hydrodynamická čerpadla

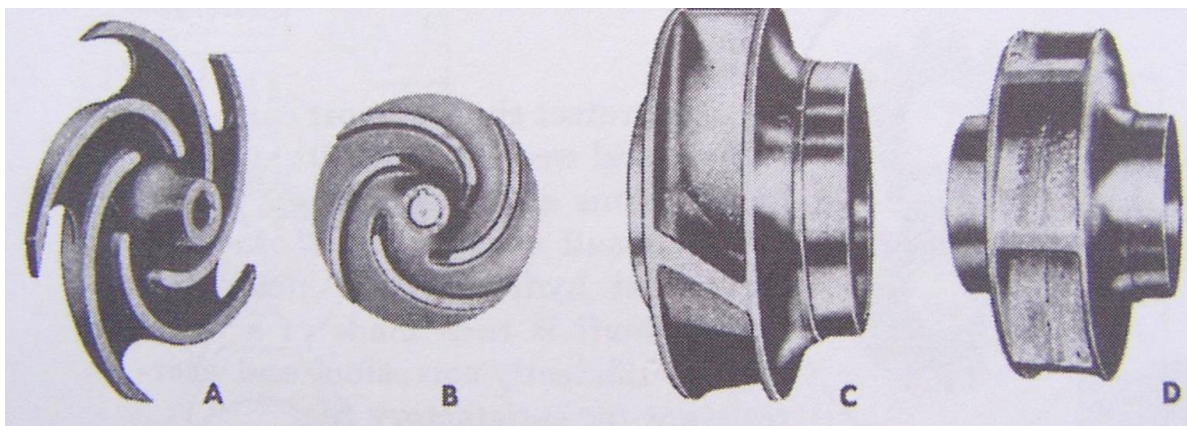
Odstředivá a diagonální čerpadla jsou někdy používána jako předstupeň objemových čerpadel (pístových). Princip – rotující kanál s účinkem odstředivé síly, resp. změny rychlosti a směru proudící kapaliny.



odstředivá čerpadla



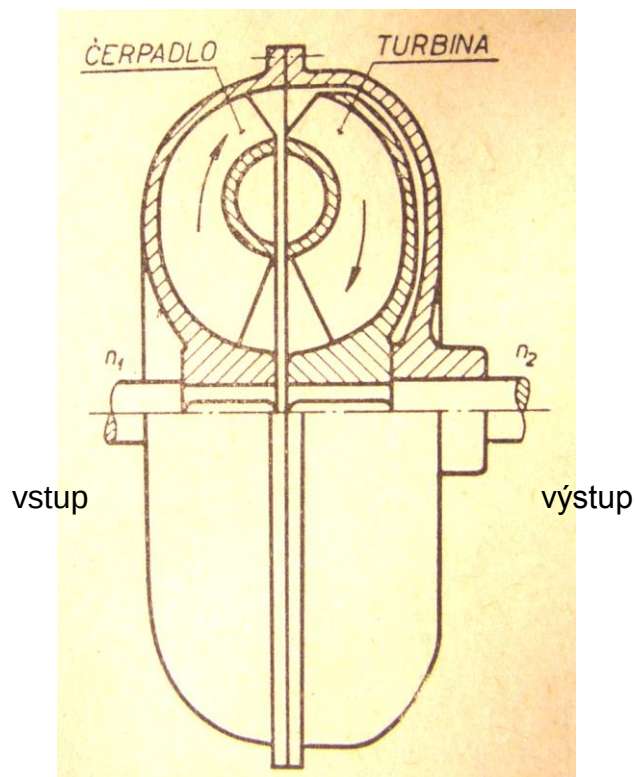
diagonální čerpadlo



ukázka oběžných kol

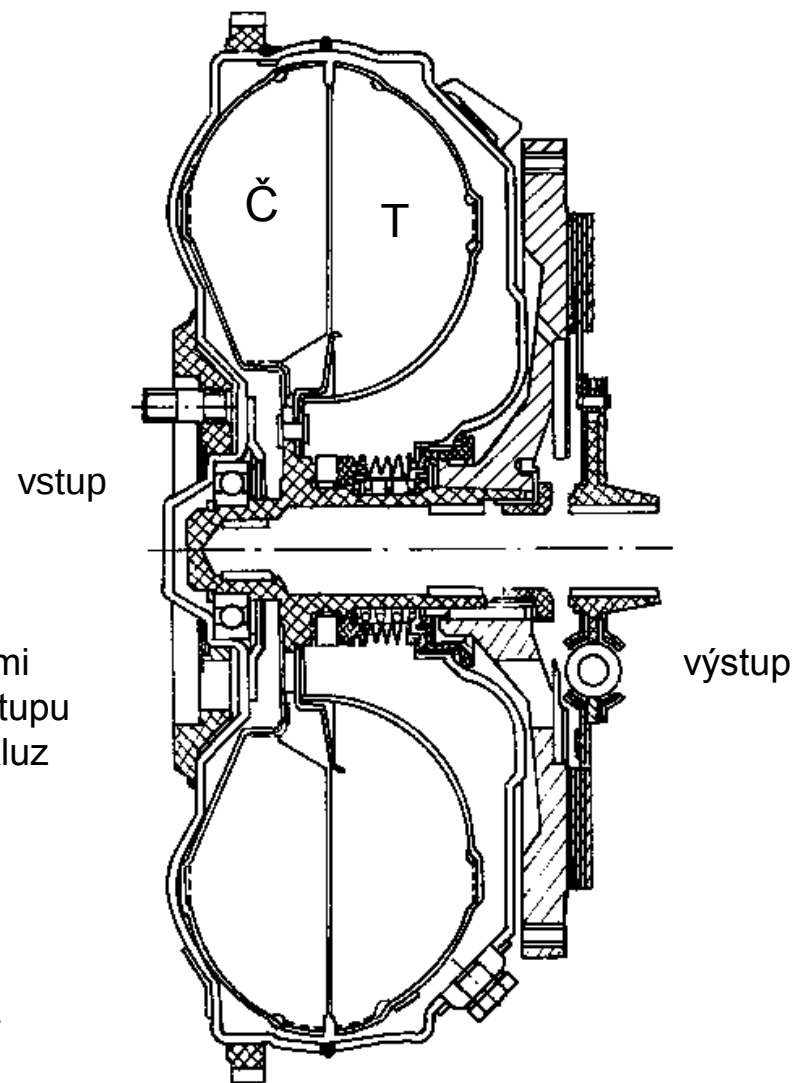
Hydrodynamické spojky

Používají se v převodech vozidel. Motorem je poháněna část čerpadlová, výstup je z části turbinové. Silový přenos je způsoben změnou směru proudění kapaliny.



mezi otáčkami
vstupu a výstupu
je rozdíl = skluz

běžný skluz
je 2 až 3%



hydrodynamická spojka - konstrukce

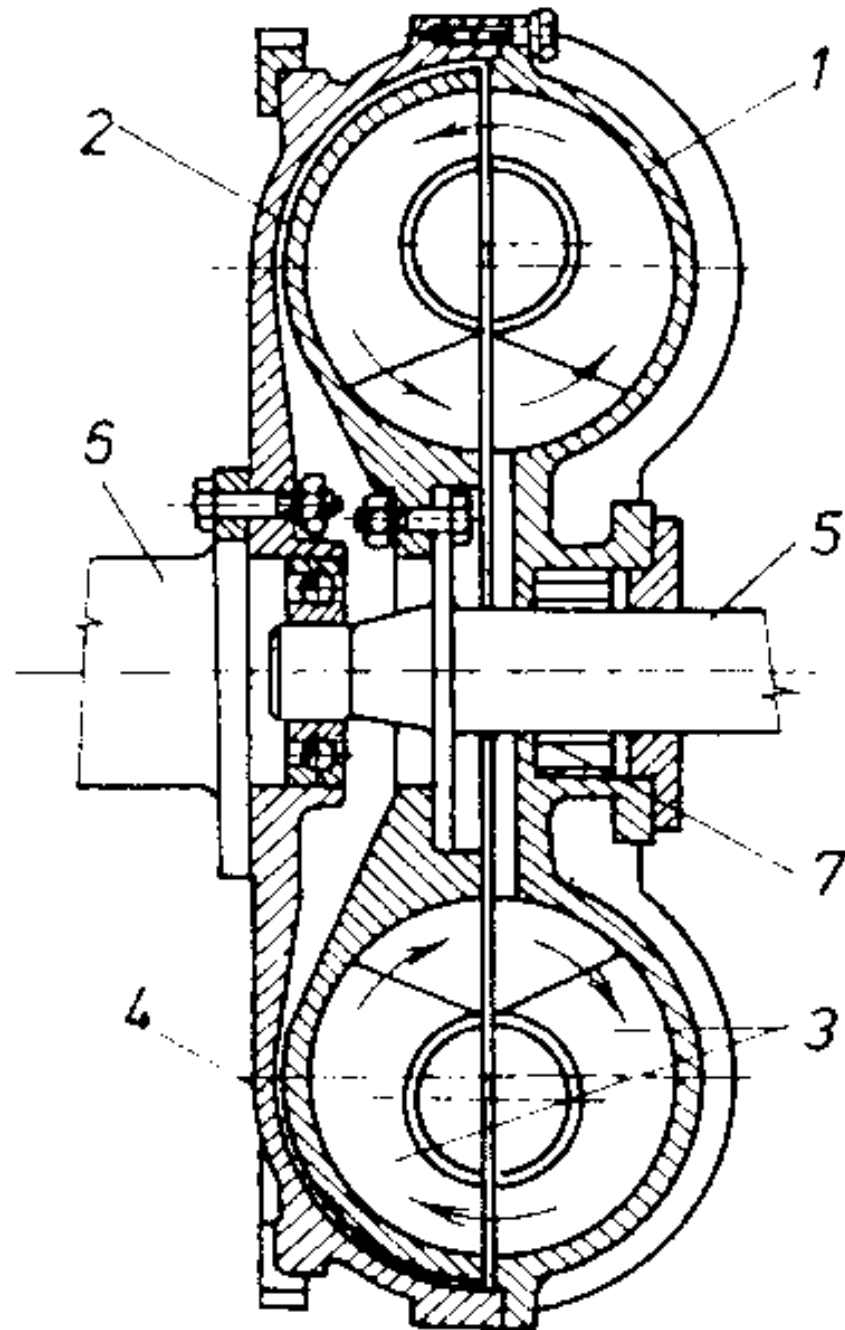
Hydrodynamická spojka

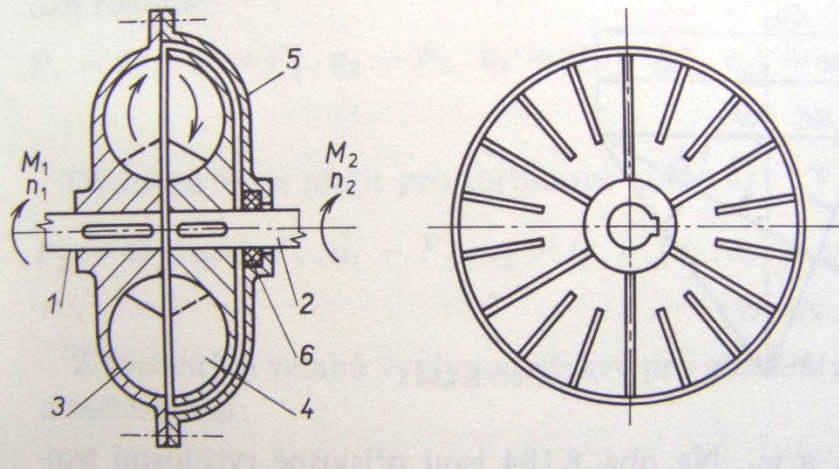
1. čerpadlo
2. rotor
3. turbina
4. skříň
5. výstup
6. vstup
7. těsnění

Při nízkých otáčkách vstupu je na výstup přenášen téměř nulový krouticí moment a výstup se neotáčí.

Při zvýšení vstupních otáček vzrůstá výstupní krouticí moment a otáčky výstupu se od otáček vstupu liší o skluz.

Při dosažení provozních otáček (v pracovní oblasti) je skluz cca 2 – 3 % a krouticí moment na vstupu a výstupu téměř shodný.





Charakteristika kapalinové spojky

Vstupní veličiny – frekvence otáčení n_1
příkon P_1

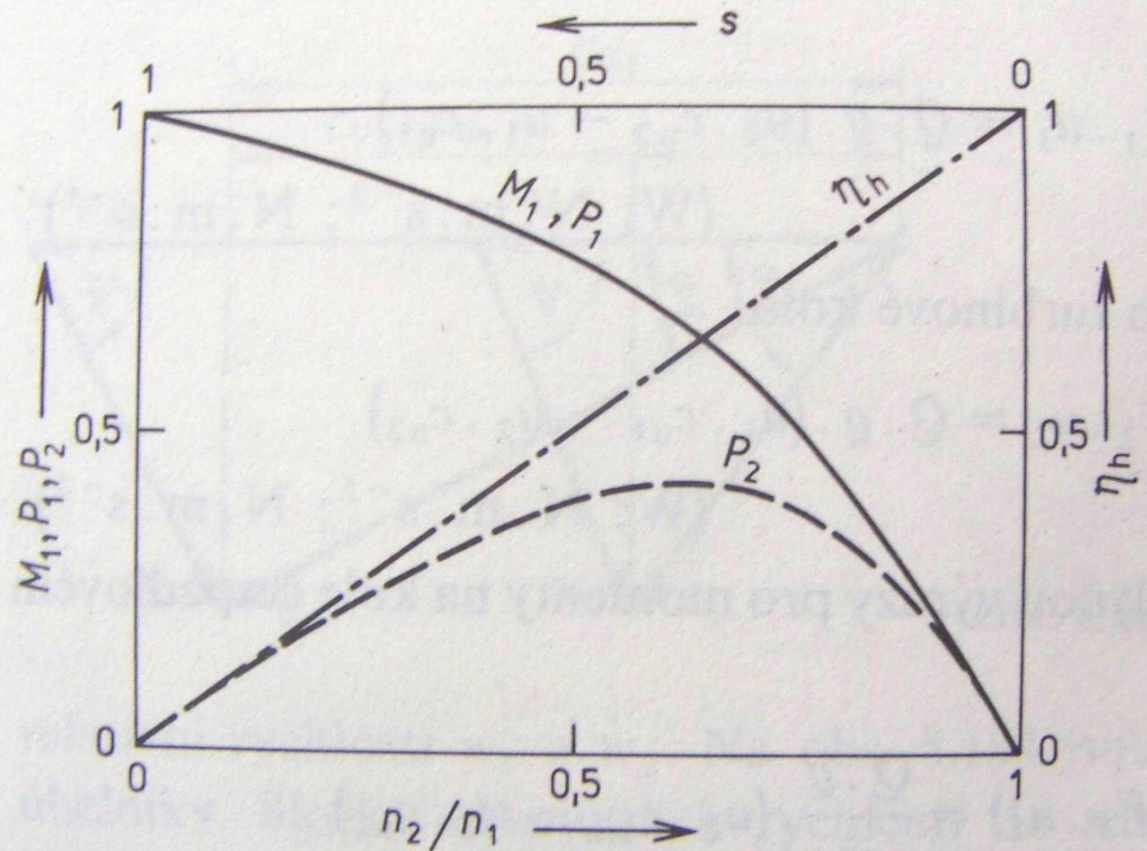
výstupní veličiny – frekvence otáčení n_2
výkon P_2
účinnost $\eta_h = P_2 / P_1$

Frekvence otáčení se mění
skluzem s (pokles o cca 3 %)
pro pracovní oblast.

V pracovní oblasti je $n_2 = (1 - s) \cdot n_1$ a
krouticí moment M_{k2} se blíží hodnotě
na vstupu, tj. M_{k1} .

Pro nižší otáčky vstupu n_1 krouticí
moment na výstupu rychle klesá.

Závislost M_{k2} na otáčkách
(charakteristika) je teoreticky
shodná s průběhem η_h



hydrodynamická spojka

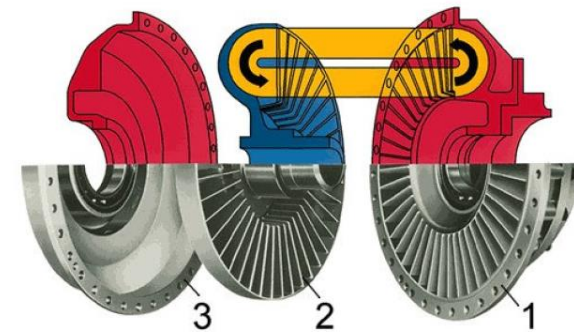
Otáčky
vstup výstup

≤ 1140	0
1180	850
1360	1224
1800	1836
2400	2328

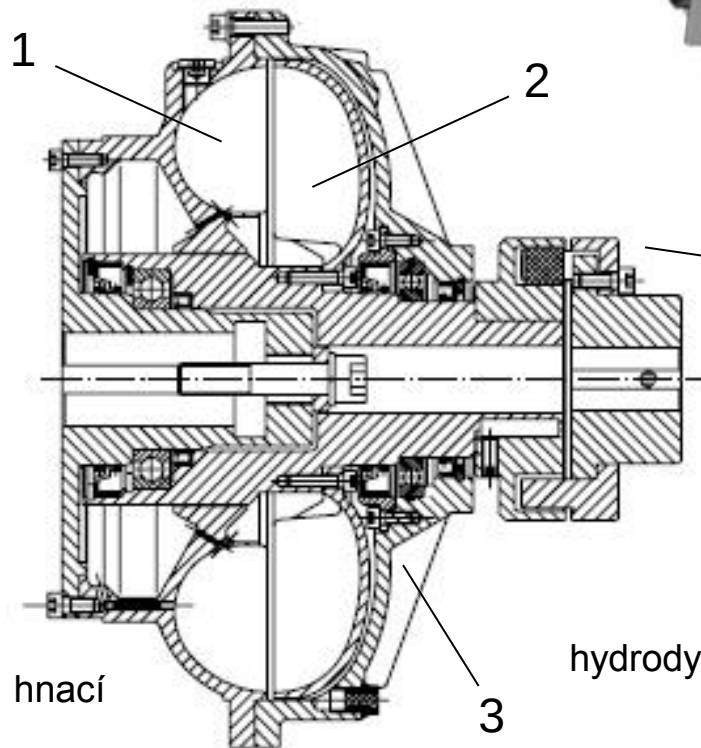
6

1. hnací hřídel
2. čerpadlové kolo
3. skříň
4. turbinové kolo
5. výstup řemenem
6. výstupní hřídel

konstrukční provedení hydrodynamické spojky



- 1 čerpadlové lopatky
- 2 turbinové lop.
- 3 skříň spojená s čerp.

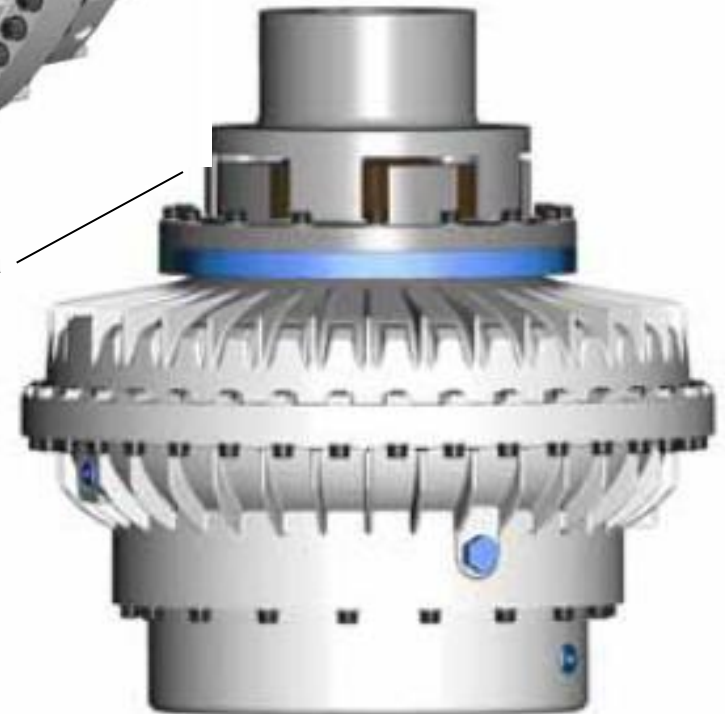


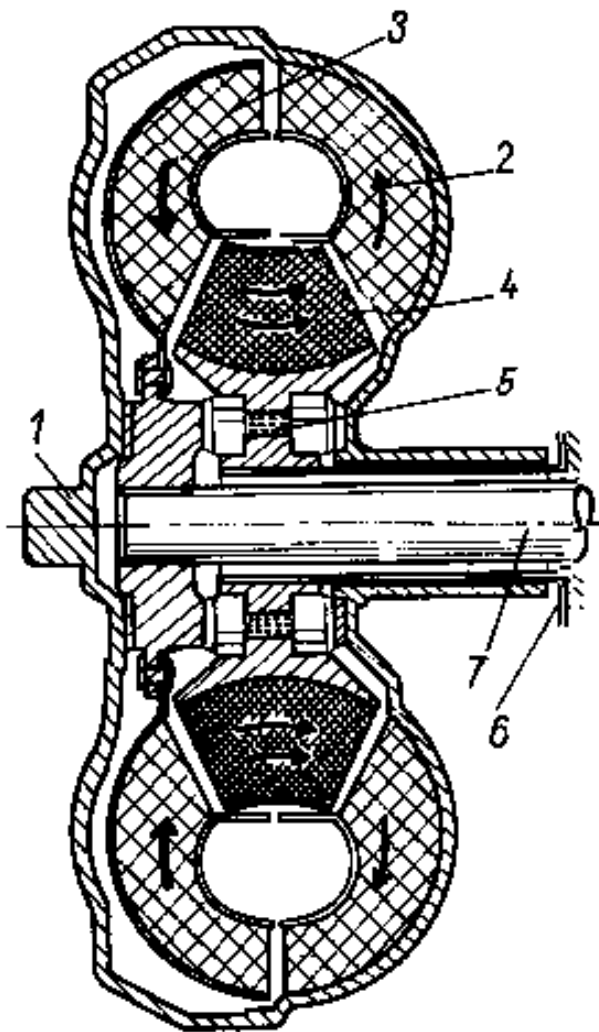
hnací

hnaný

hydrodynamická spojka TK - N

doplňující pružná spojka





Hydrodynamický měnič momentu

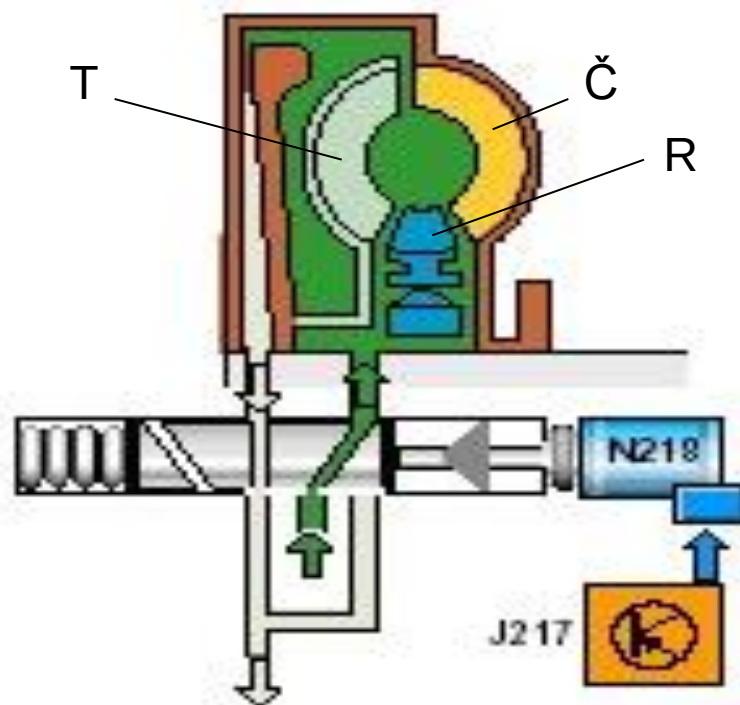
- 1 – pohon od motoru, 2 – čerpadlo, 3 – turbína,
 4 – reakční člen, 5 – volnoběžka
 6 – skříň převodovky, 7 – výstupní hřídel

Hydrodynamický měnič

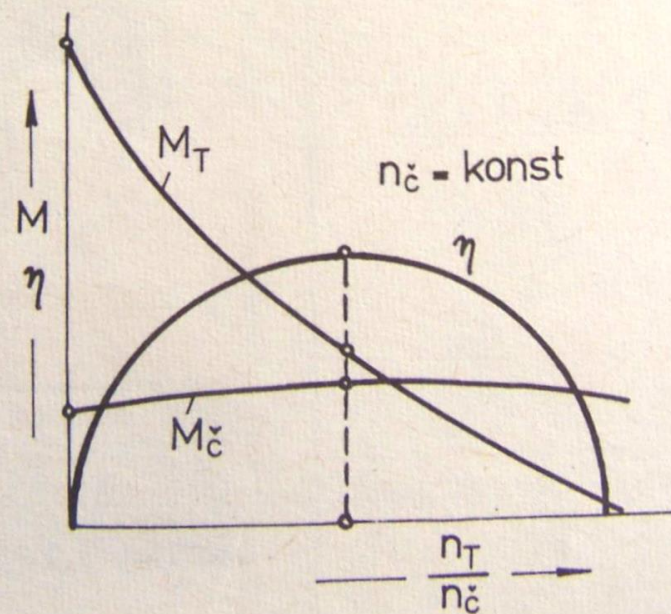
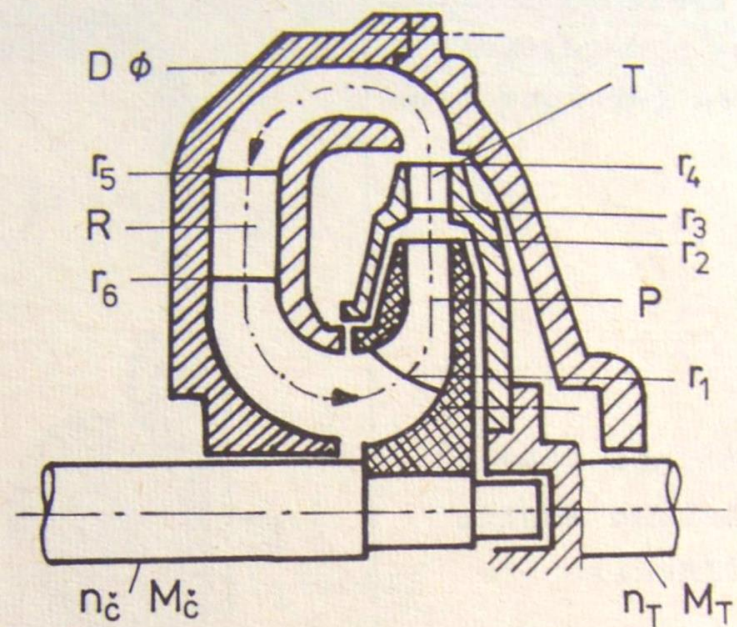
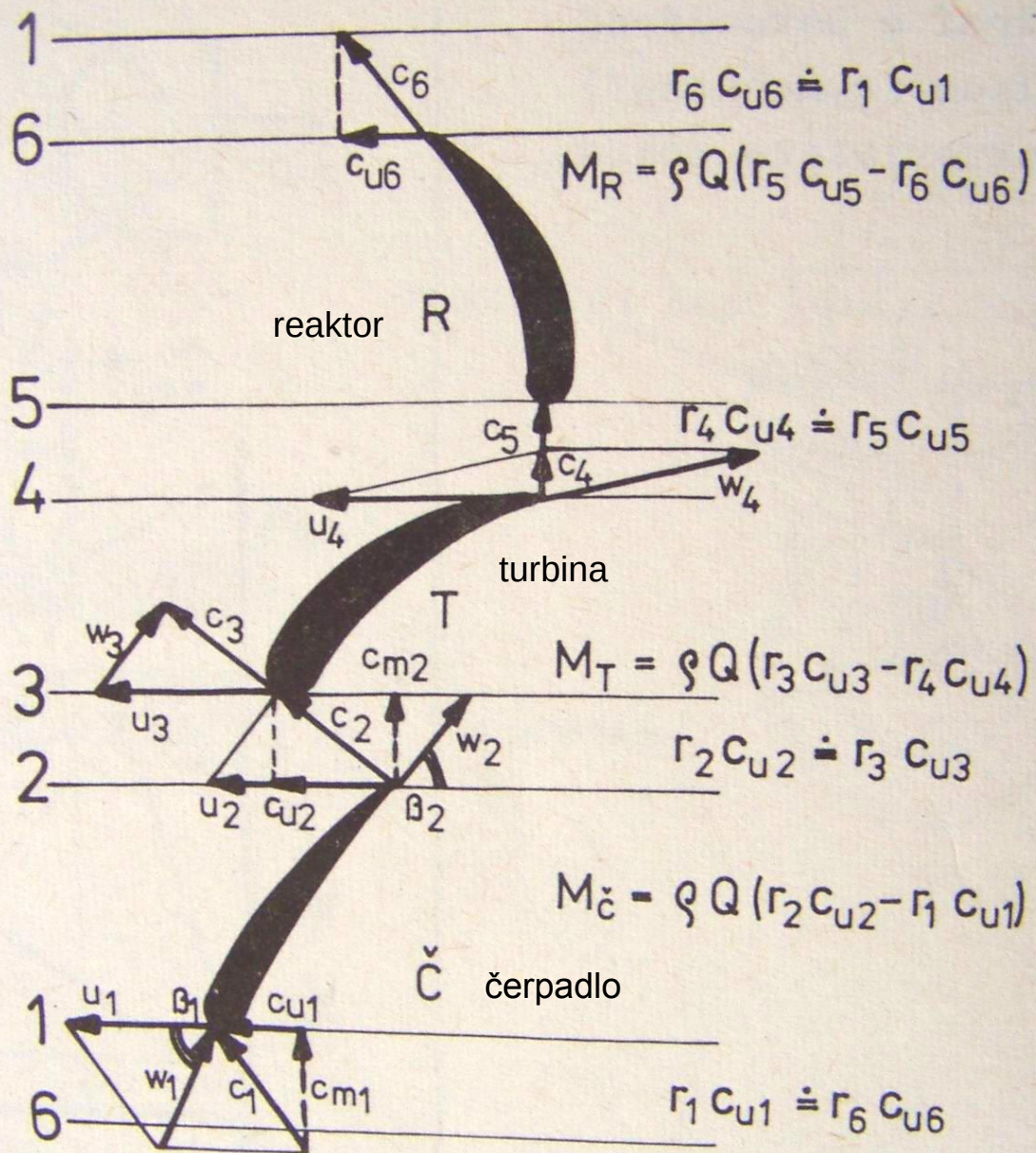
(kapalinová převodovka)

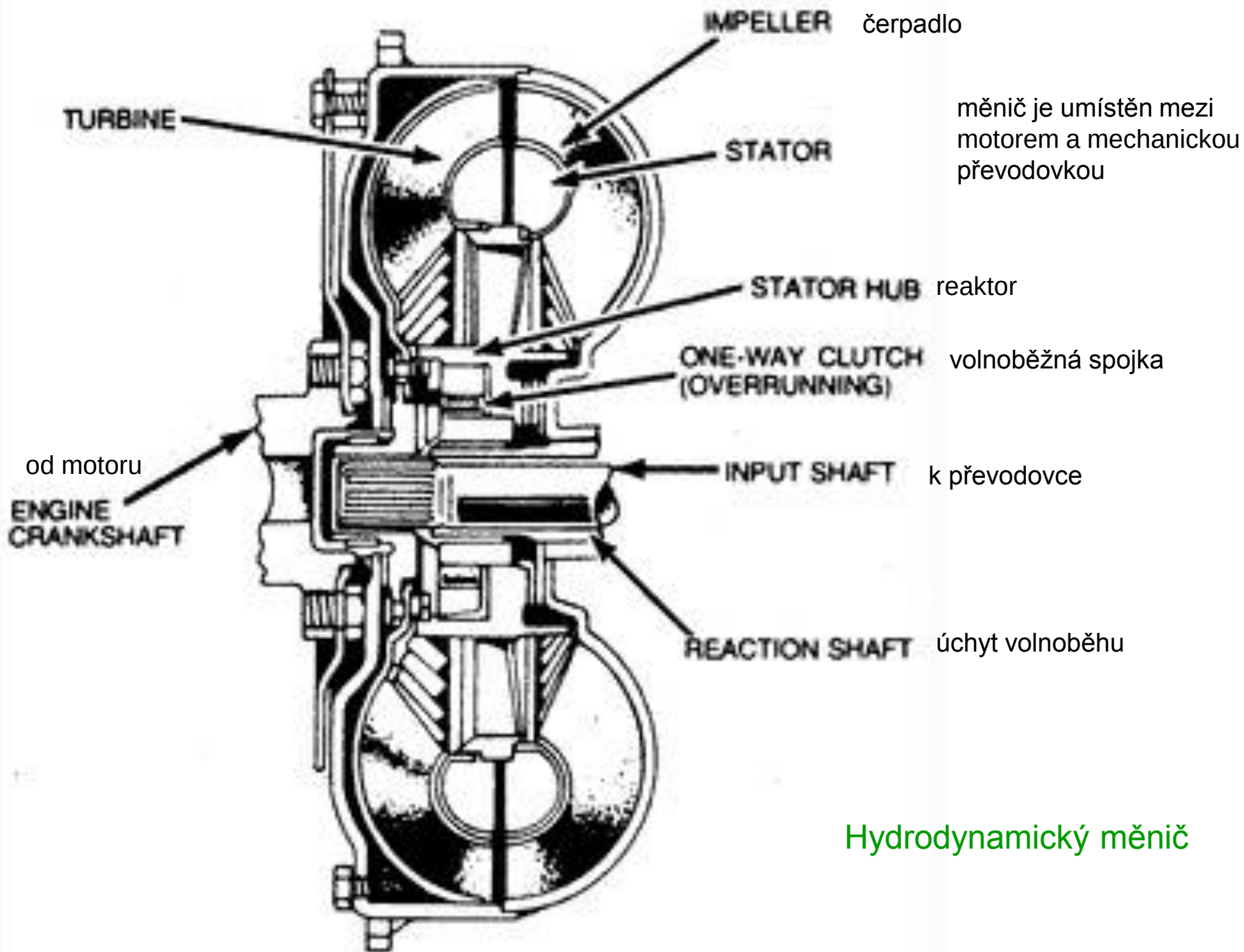
Hydrodynamický měnič transformuje parametry pohybu – mění frekvenci otáčení a krouticí moment. Výkon se sníží o ztráty.

Na rozdíl od spojky má pevnou část (reakční člen). Ten je spojen volnoběžnou spojkou s pevným rámem.



Hydrodynamický měnič







čerpadlo

turbinové kolo

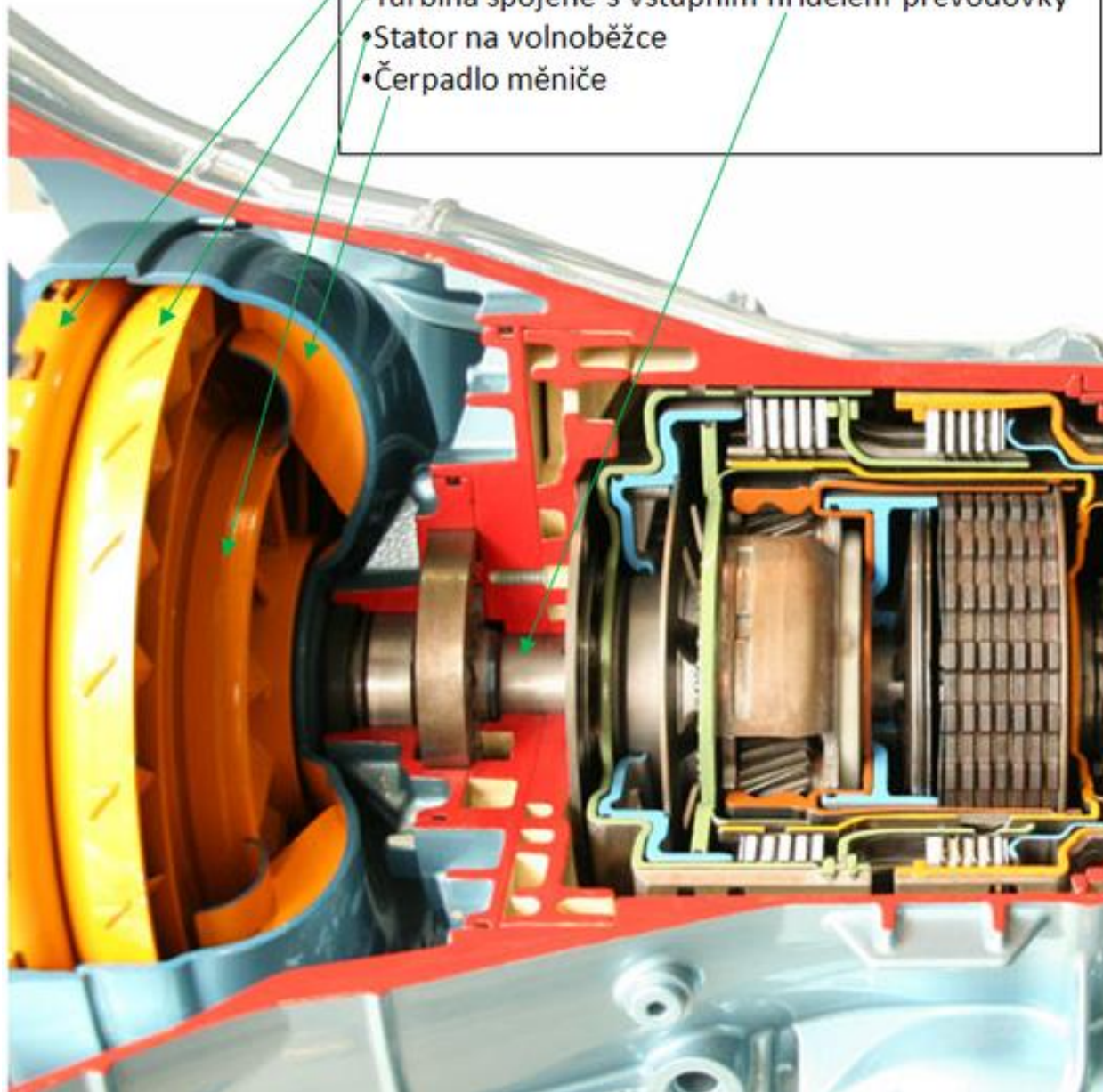
MĚNIČ



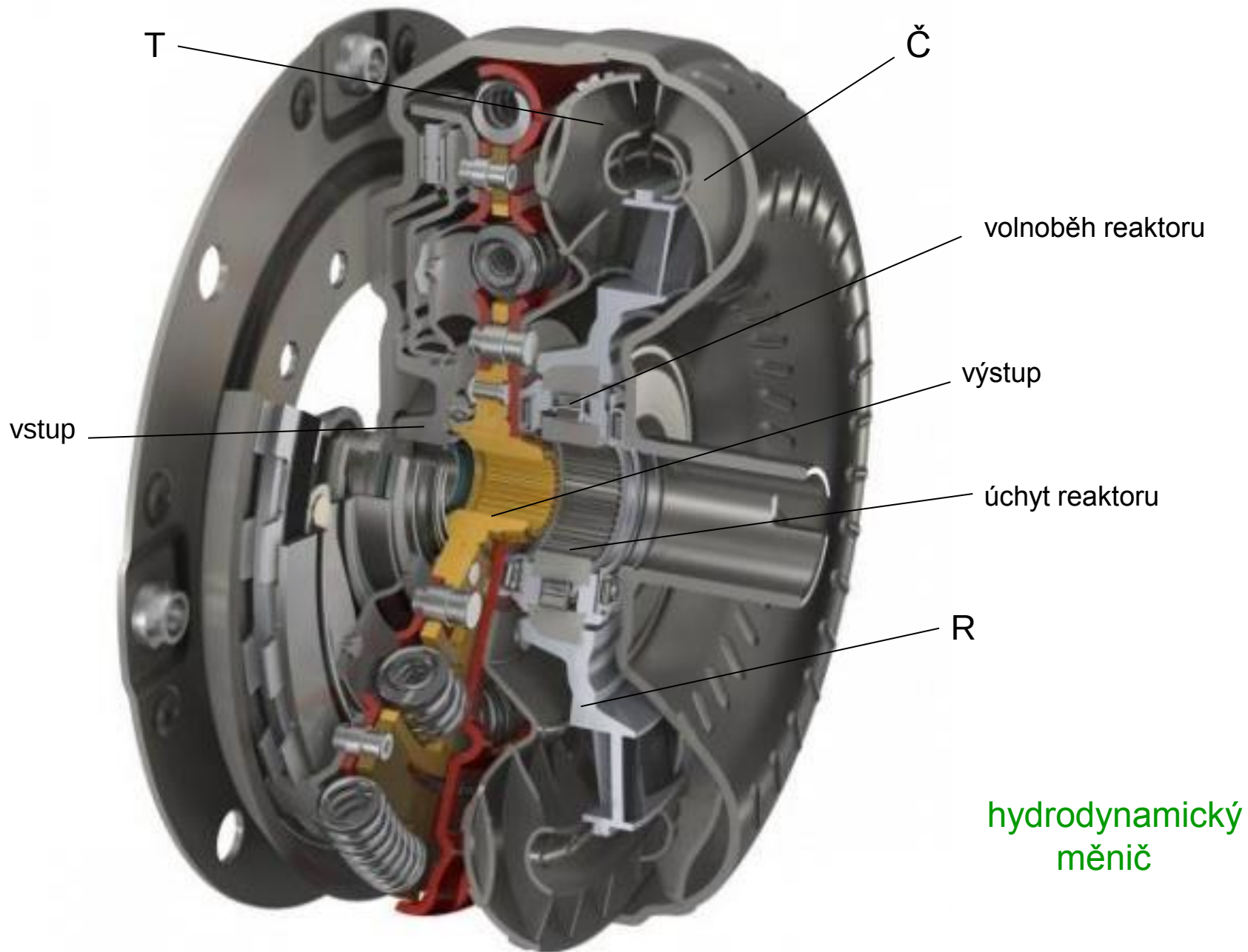
reaktor

Hydrodynamický měnič momentu:

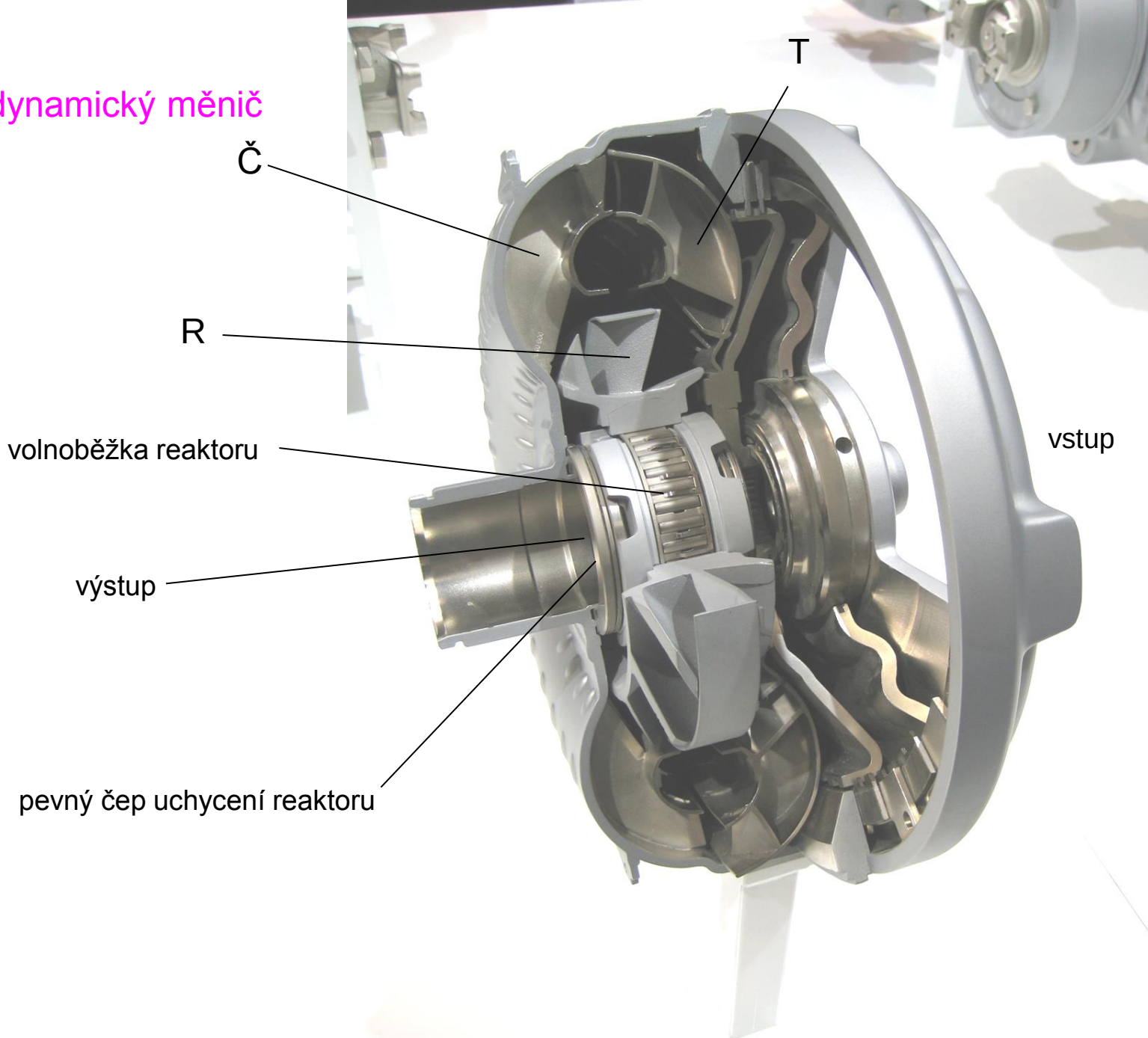
- Blokovací spojka
- Turbína spojené s vstupním hřídelem převodovky
- Stator na volnoběžce
- Čerpadlo měniče



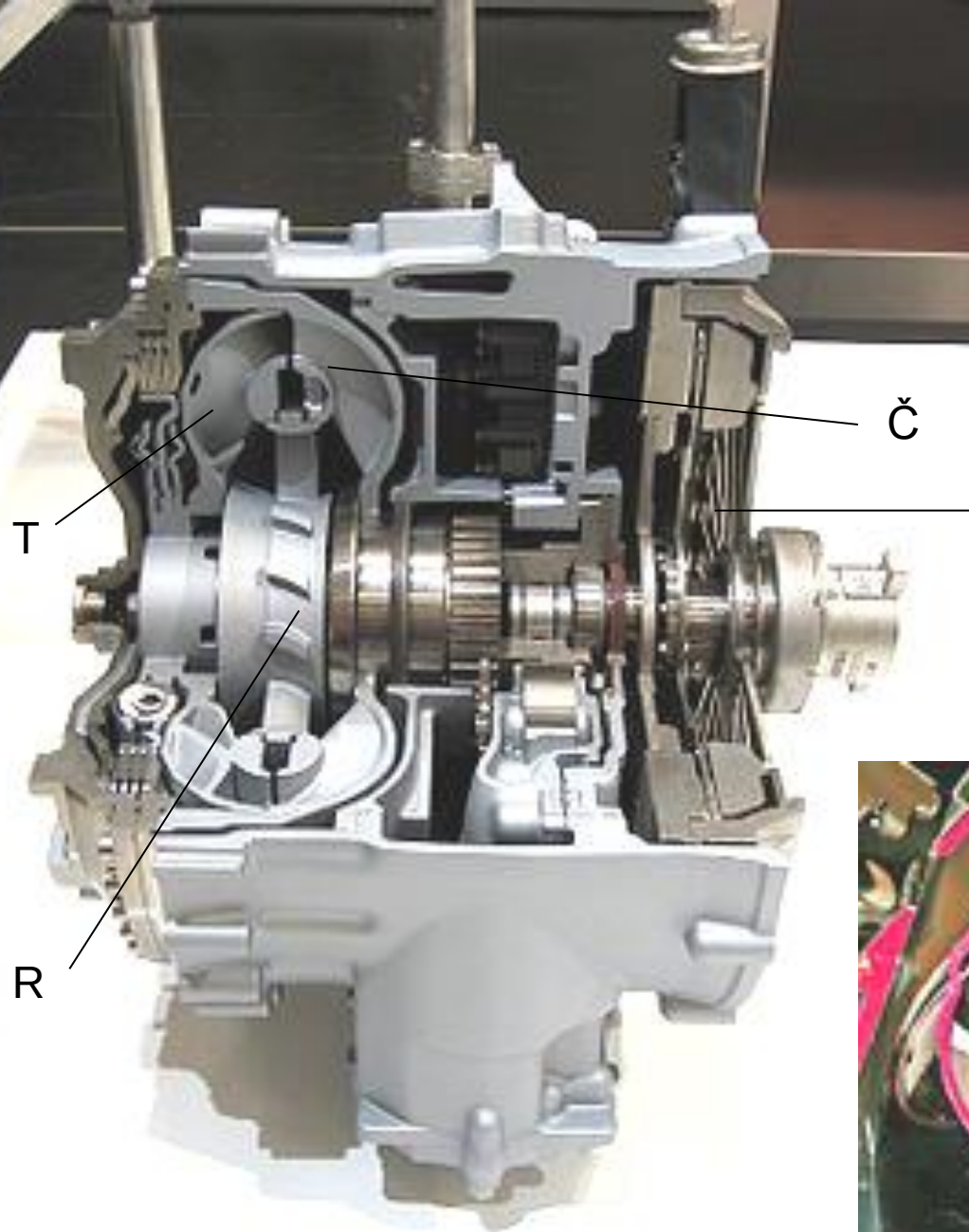
mechanická převodovka
s elektrickým ovládáním
(planetová s brzděnými
korunovými koly Wilson)

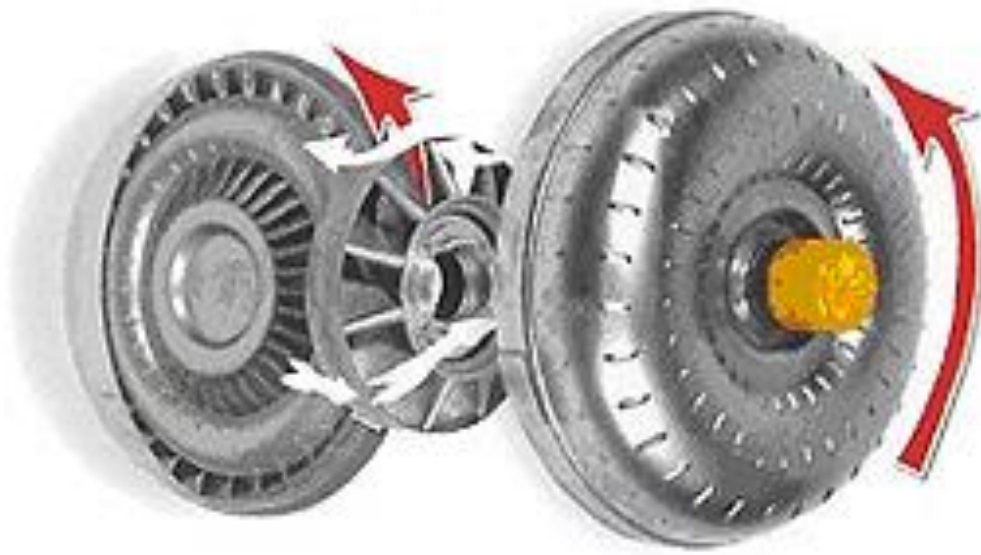


hydrodynamický měnič



hydrodynamický měnič





hydrodynamický měnič



Pneumatické mechanismy

Pneumatické mechanismy pracují se vzduchem jako médiem. Proto není třeba zpětné odvádění tohoto média, které může vyfukovat do okolí.

V průmyslových provozech bývá rozvod stlačeného vzduchu, který je k dispozici jako zdroj (platí i pro autobusy a nákladní automobily j.).

Základní prvky obvodů:

- zdroje tlakového média (vzduchu tlak 0,6 MPa)
- pneumatory přímočaré (lineární) nebo rotační
- filtry
- odlučovače vody, maziv a domazávací zařízení
- regulační prvky, rozváděče, škrticí ventily aj.
- tlakové nádoby a akumulátory
- spojovací potrubí, hadice a další prvky rozvodů

Mechanismy s kmitavým pohybem pístu

- vibrátory (100 Hz, 6000 min⁻¹)
- síta, sekáče (20 – 50 Hz, 1200 – 3000 min⁻¹)
- kladiva (1 – 5 Hz, 60 – 300 min⁻¹)

Stlačený vzduch po vniknutí do válce a uzavření přívodu dále expanduje – pohyb pokračuje. To umožňuje konstruovat kmitající obvody vibrátorů, pulsátorů, setřásačů, sekáčů, kladiv aj.

Pneumatické mechanismy - vlastnosti

Pneumatické mechanismy pracují s tlakem cca 0,6 MPa (válec o průměru 100 mm vyvodí sílu cca 4710 N, o průměru 40 mm sílu cca 754 N). Větší průměry bývají řešeny jako membrány, např. průměr 500 mm dává sílu 117750 N, tj. přibližně 12 t.

Při stlačování v kompresorech se stlačovaný vzduch ohřívá, při rozpínání ve válcích a zvláště pak při škrcení a při výdechu do volné atmosféry se vzduch ochlazuje. Toto ochlazování může vést k zamrznání vody a vzniku ledu, protože vzduch vždy obsahuje určité množství vodní páry. Vlhkost vzduchu se udává jako relativní vlhkost v % nebo je uváděn rosný bod, tj. nejvyšší teplota, při které pára obsažená ve vzduchu už kondensuje.

Proto je stlačený vzduch před použitím v pneumatickém mechanismu upravován. Je z něj odebírána přebytečná voda v odlučovačích vody a stejně tak přebytečné mazivo v odlučovači oleje. Použitím filtru se odstraňují ze vzduchu pevné částice, např. otěr. Pro použití v pneumatorech a rozvaděčích je vzduch domazáván.

Oproti hydraulickým válcům nejsou pneumatické válce plněny po celou dobu zdvihu – dochází k expanzi stlačeného vzduchu po určitou část zdvihu. Expanze je rychlá a tedy bez výměny tepelné energie (adiabatická). Platí stavová rovnice ve tvaru (exponent $\kappa = 1,4$)

$$p_1 / p_2 = (\varrho_1 / \varrho_2)^\kappa$$

resp.

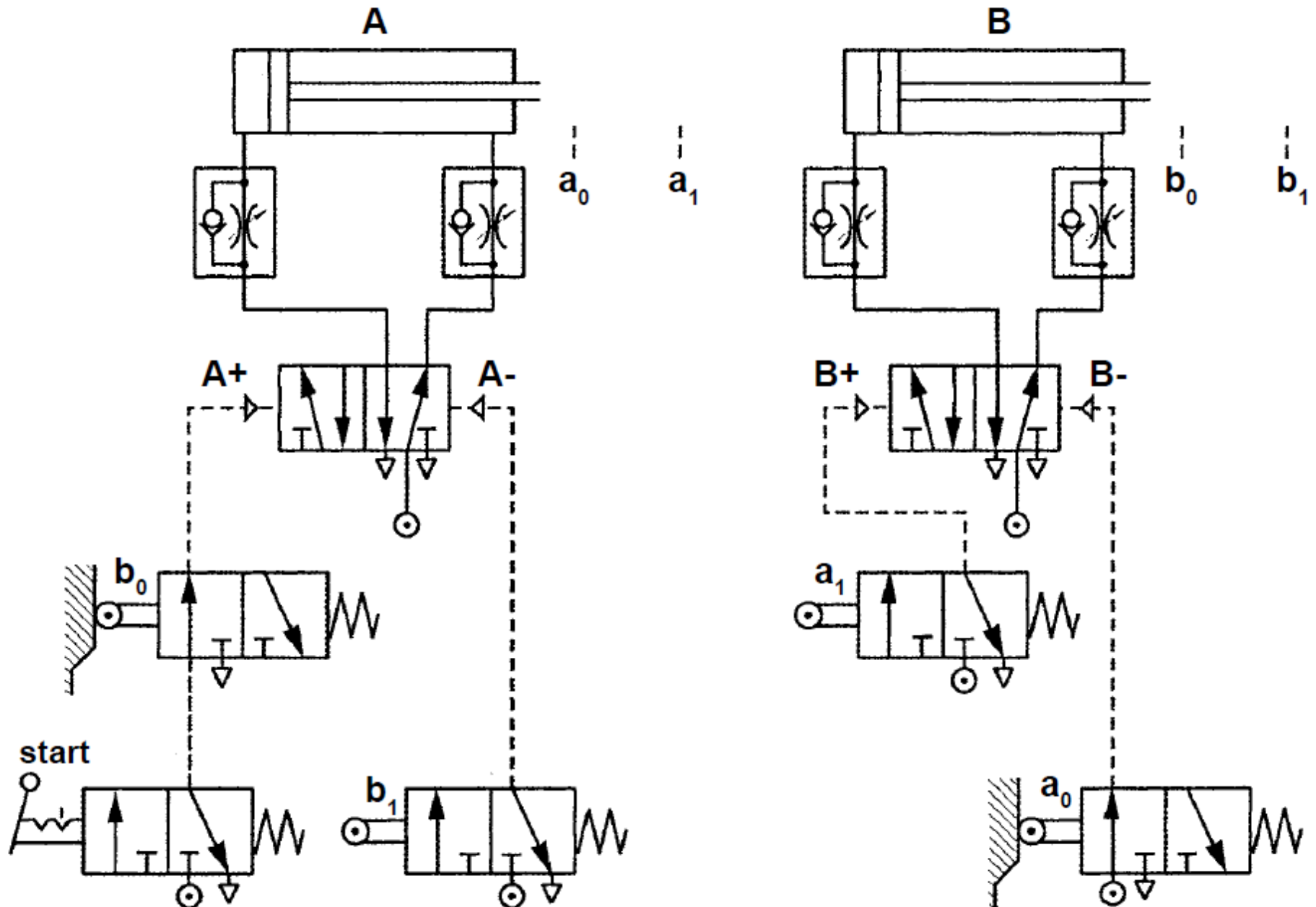
$$p / \varrho^\kappa = R \cdot T$$

$\varrho = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ je hustota vzduchu (při 20° C a 0,1 MPa)

$R = 287,1 \text{ J} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$ je plynová konstanta vzduchu

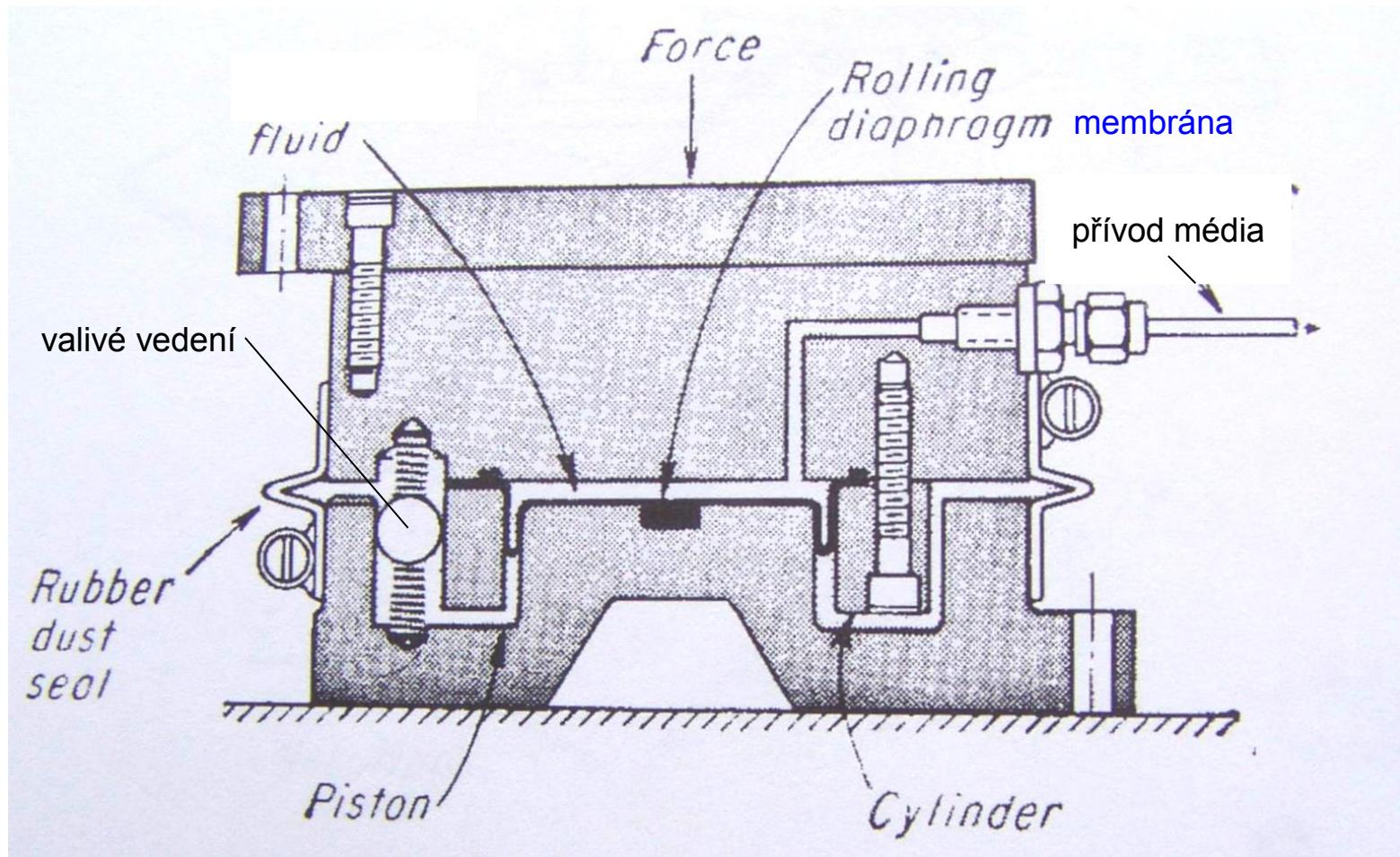
T je absolutní teplota [K]

Schéma jednoduchého pneumatického obvodu



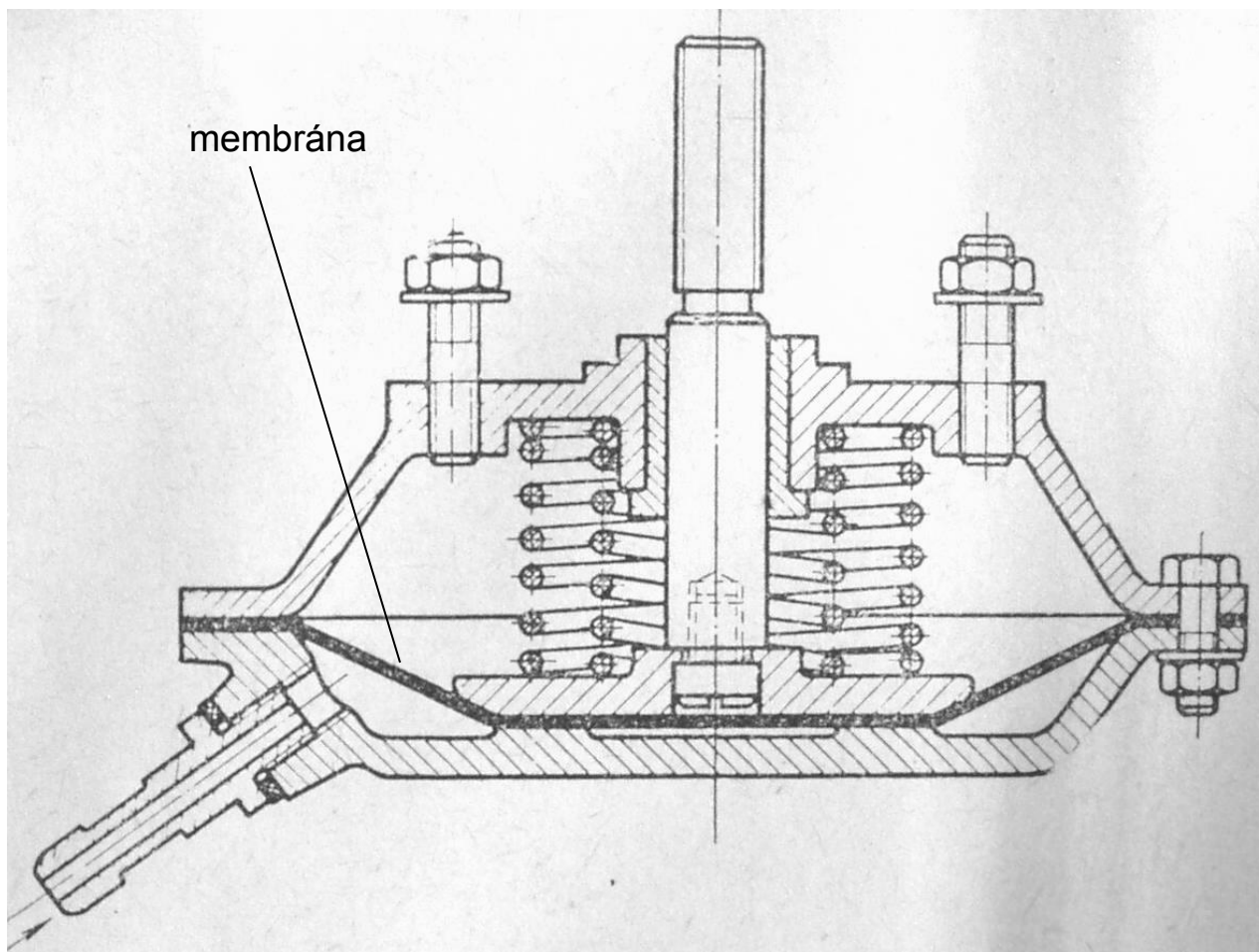
Pneumotory lineární

malý zdvih – použití membrány



Pneumotory lineární

použití membrány – snazší těsnění

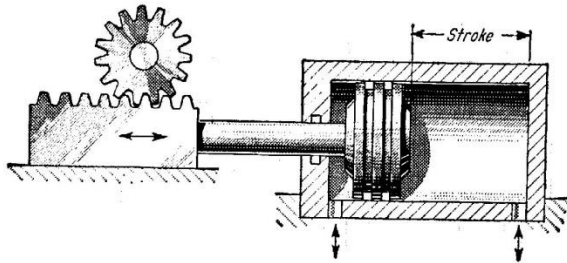


Použití pneumotorů pro rotační pohyb

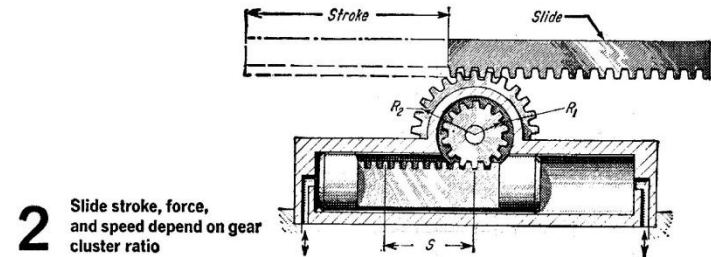
Obvykle natáčení nebo kývání (úhel otočení menší než 360°)

Použití mechanismů:

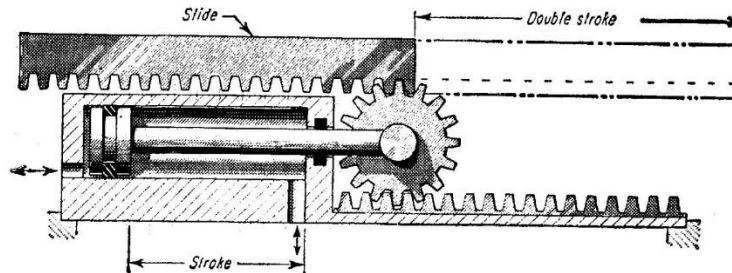
- klikový mechanismus – natáčení kliky
- šroubová drážka (bubnová vačka), šroub a matice (velký úhel stoupání závitu)
- pastorek a hřeben (větší úhel natočení než 360° – i několik celých otáček)



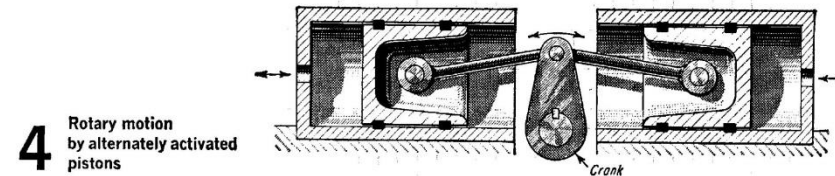
1 Simple rack and pinion converter



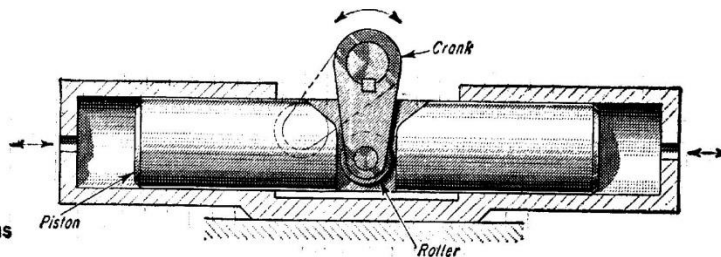
2 Slide stroke, force, and speed depend on gear cluster ratio



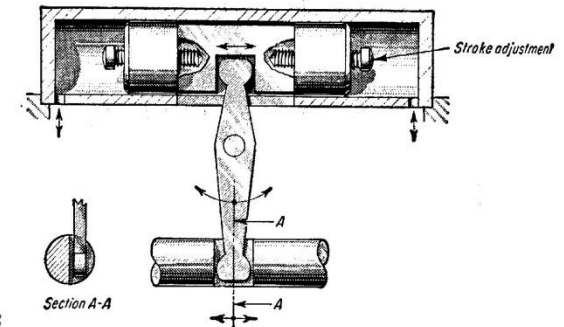
3 Gear can double speed and stroke, halve force



4 Rotary motion by alternately activated pistons



5 Rotary motion without transverse load on pistons



6 Oscillating motion with stroke adjustment

válec



odlučovač



Prvky pneumatických
systémů



filtr



řídící jednotka (kostka)



válec

Prvky

pneumatických systémů



maznice

pneuválec



pneuválce



filtr a odlučovač, rozvaděč

Různé prvky pneumatických obvodů

rozvaděče



úprava vzduchu

lineární pneumotory



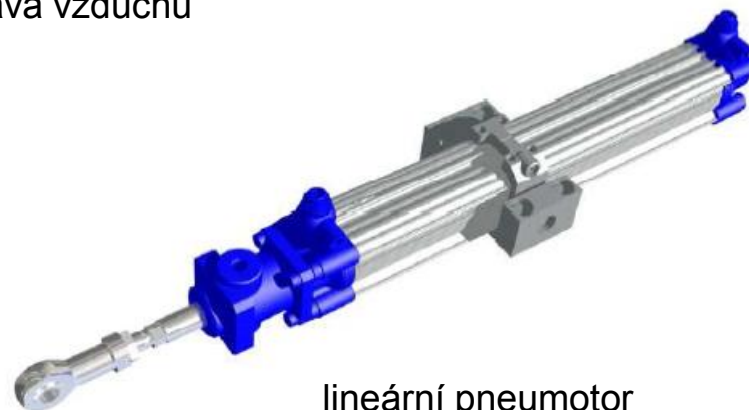
úprava vzduchu

3-osý manipulátor

úprava vzduchu

panel řídicích prvků

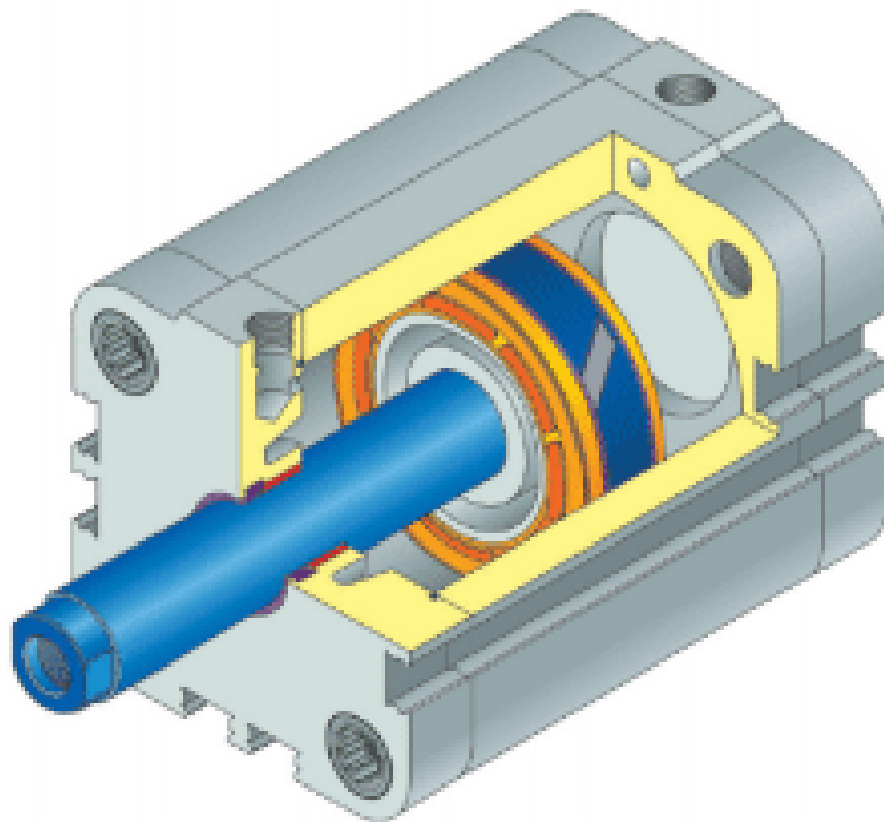
Prvky a skupiny pneumatických obvodů



lineární pneumotor

- úprava vzduchu
- řízení
- pracovní prvky (motory)

Tlak v pneumatických obvodech bývá cca 0,6 MPa. Propojení se řeší plastovými nízkotlakými hadičkami aj.

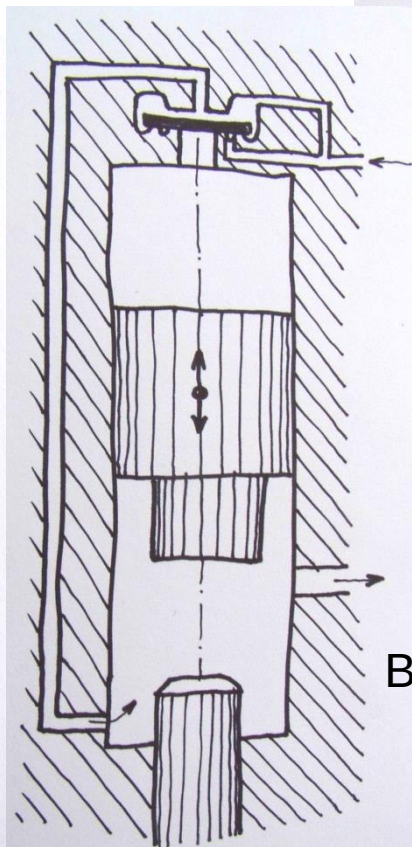
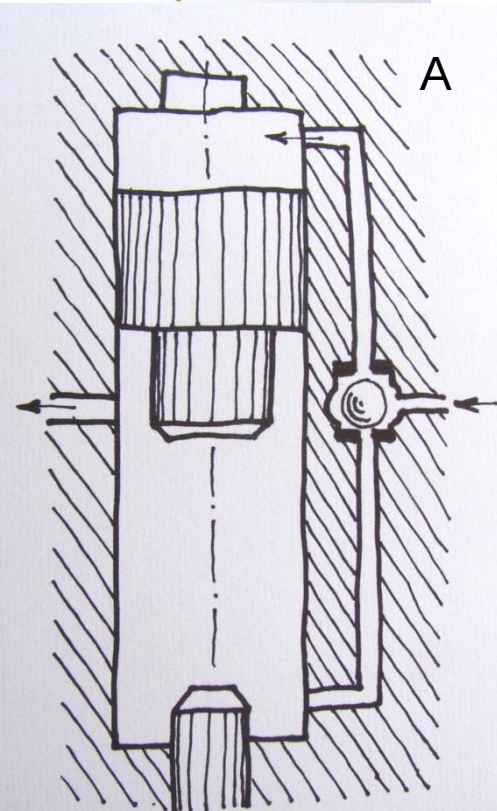
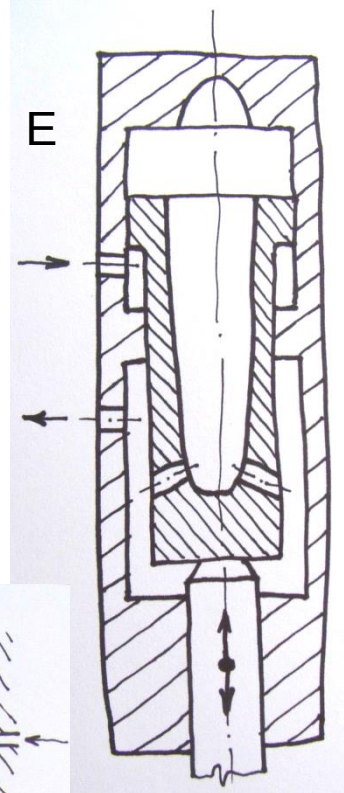
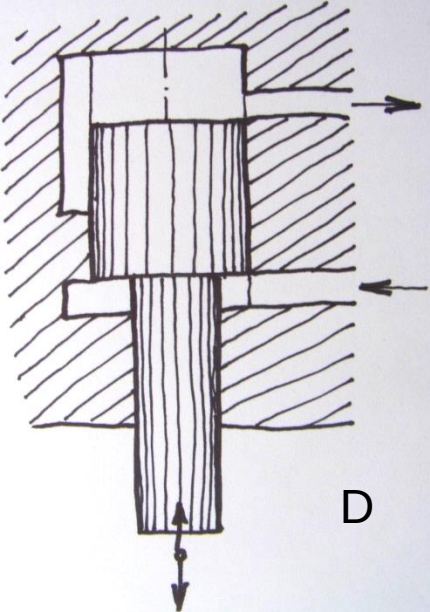


válec

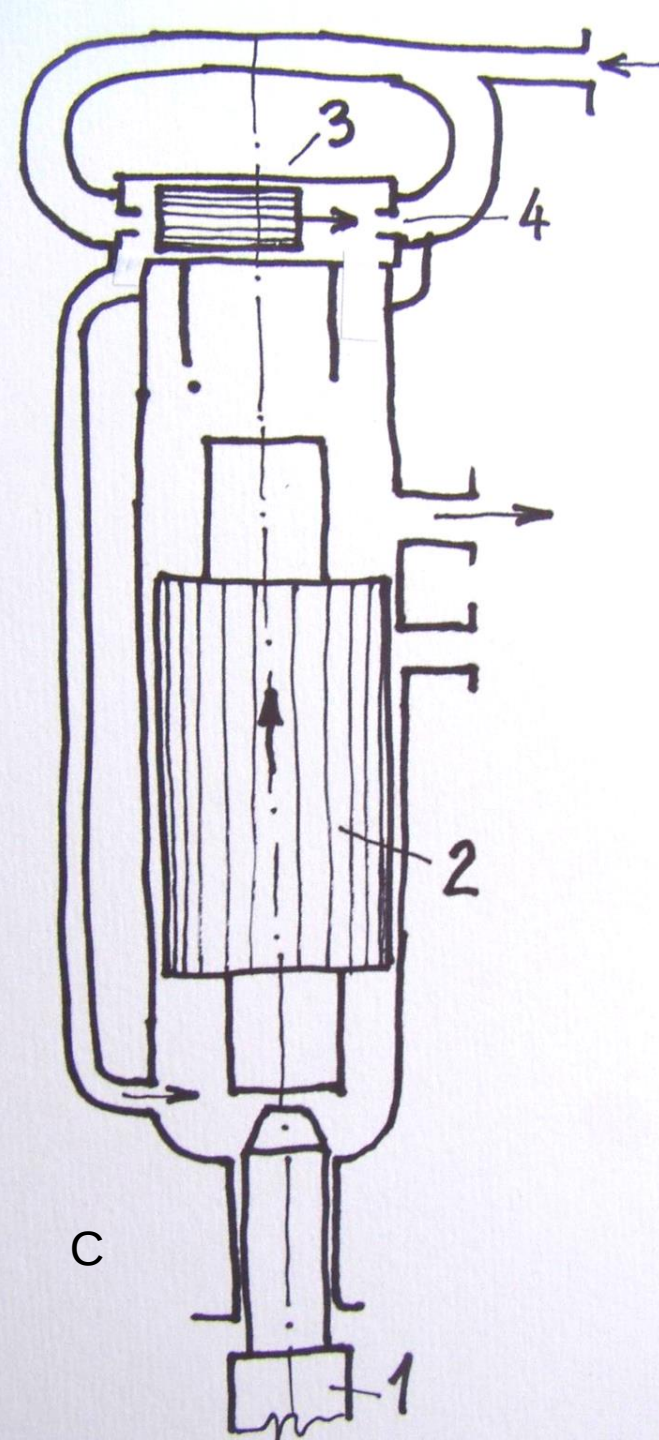
Různá provedení pneumatických rozvaděčů

Pneumatické kmitavé obvody

řízení pístem D, E
kuličkou A
destičkou B
šoupátkem C



1 nástroj
2 píst
3 šoupátko
4 clonka



Pneumatické úderové mechanismy Lintech 114 PCR

Expanse vzduchu je využívána v úderových mechanismech, vibrátorech aj.

Řízení pístem (D, E) pro vibrátory (velké frekvence)
řízení dalším členem (A, B, C) pro nástroje
pracující s nižší frekvencí



Pneumatický sekáč

Elektropneumatické nářadí
oddělení elektrického rozkmitávání od
rázové zóny tlumícím pneumatickým obvodem



bourací kladivo



Pneumatická sbíječka



Pneumatické nářadí





pneumatická sbíječka