

Získávání nízkých tlaků

- **vytvořit dostatečně nízký tlak**
- **udržet nízký tlak po dostatečně dlouhou dobu**

Vývěva - zařízení snižující tlak plynu v uzavřeném objemu.

Vývěvy s transportem molekul plynu

Mechanické vývěvy

Vývěvy s periodicky se měnícím pracovním prostorem

Pístové vývěvy

Tyto vývěvy pracují na základě Boyle-Mariottova zákona, při zvětšení objemu se sníží tlak. Proces zaplňování, proces vytlačování plynu

Čerpací rychlost

- **Konstrukční čerpací rychlost**
- **Teoretická čerpací rychlost**
- **Skutečná čerpací rychlost**


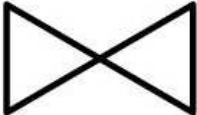






Snížení mezního tlaku

$$\text{mezní tlak } p_0 = \beta \frac{v'}{v} p_v \Rightarrow$$

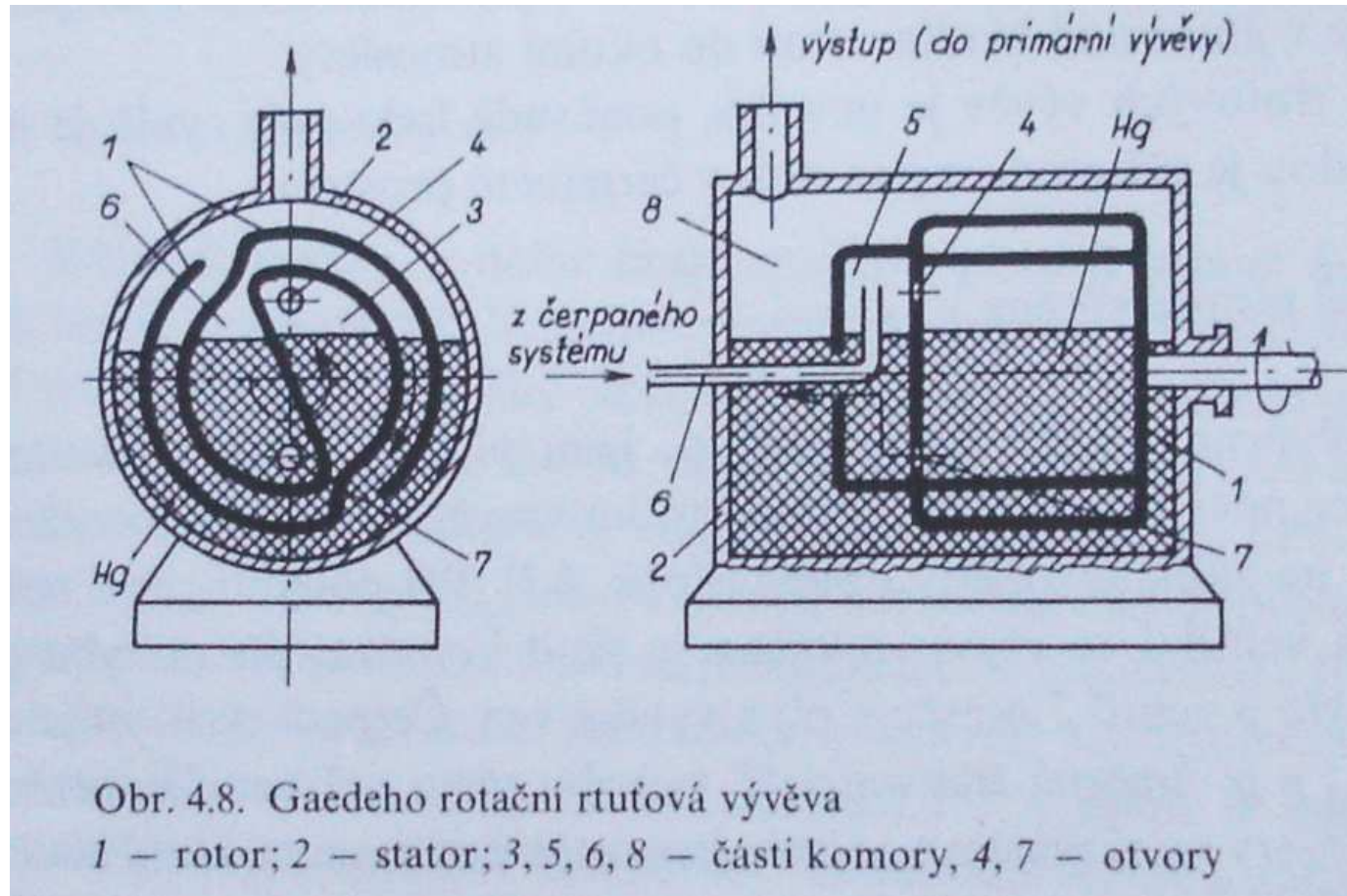
- zmenšení v' (vhodnou konstrukcí)
- zmenšení β (např. zaplněním v' olejem)
- snížení výstupního tlaku p_v (předčerpání)

V olejových vývěvách k p_0 přispívá i tenze par oleje

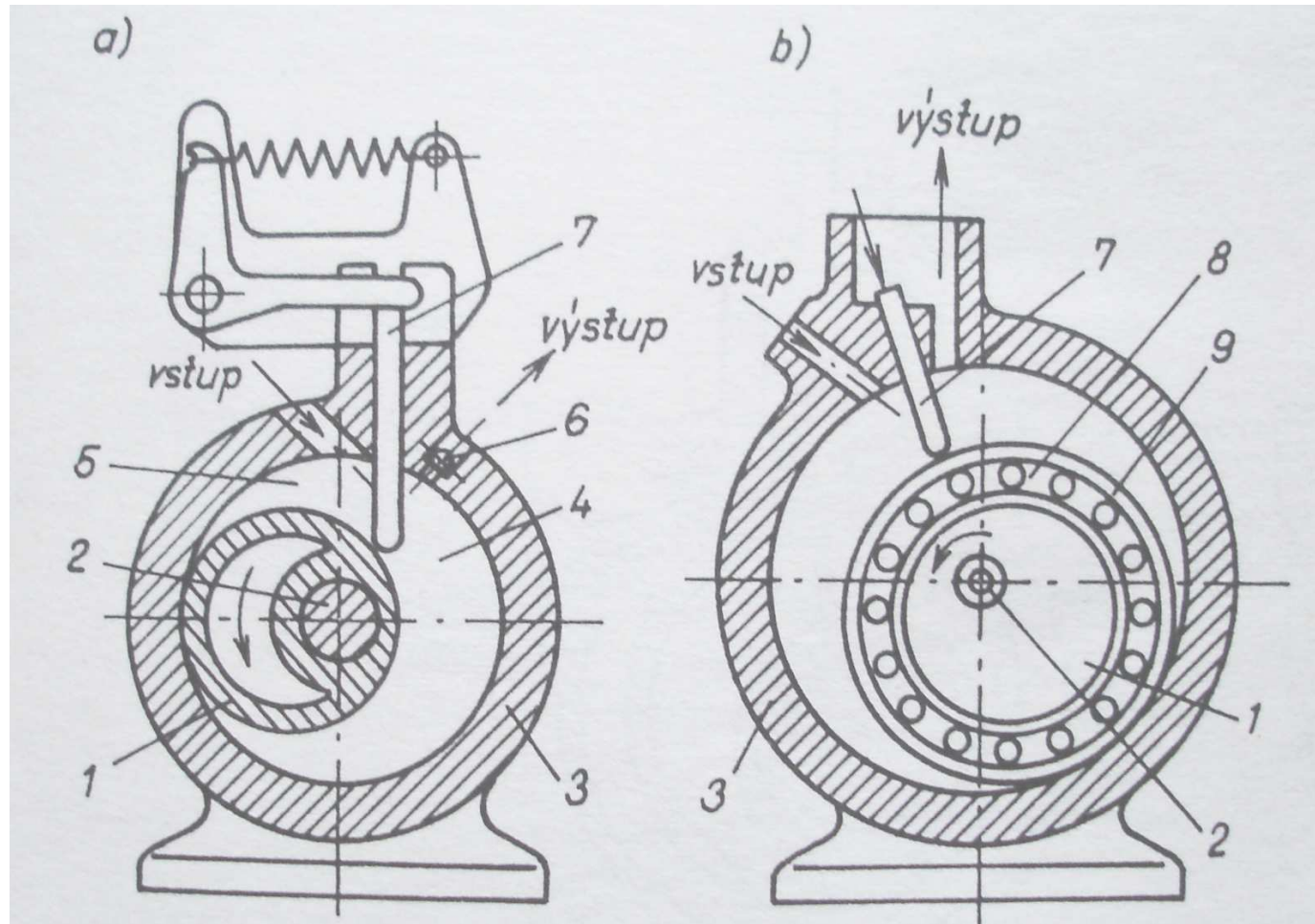
$$p'_0 = p_0 + P_p$$

| | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|
|  | Vacuum pump, general |  | Shut-off fitting, general |
|  | Rotary positive displacement pump |  | Flow measurement |
|  | Diffusion pump |  | *) Vacuum measurement, Vacuum measurement point |
|  | Turbomolecular pump |  | Cold trap, general |

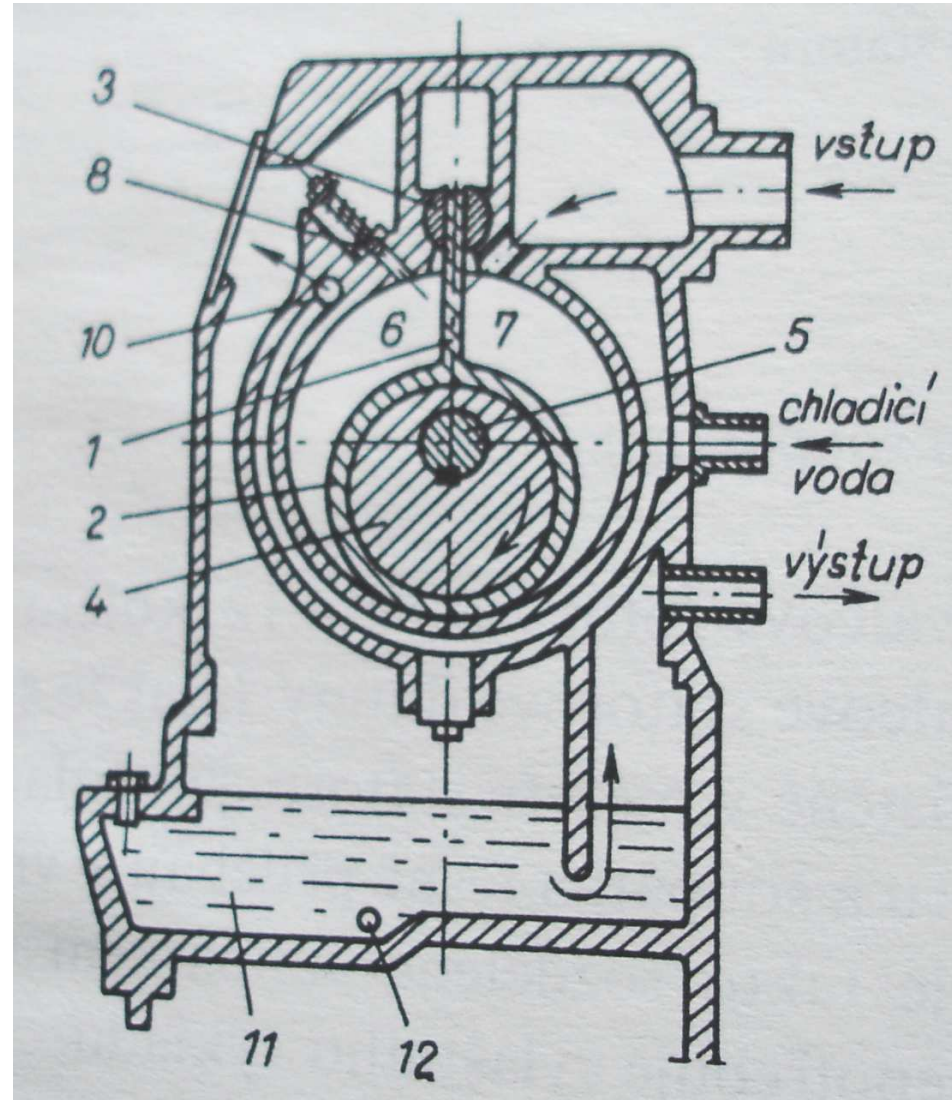
Rotační vývěvy



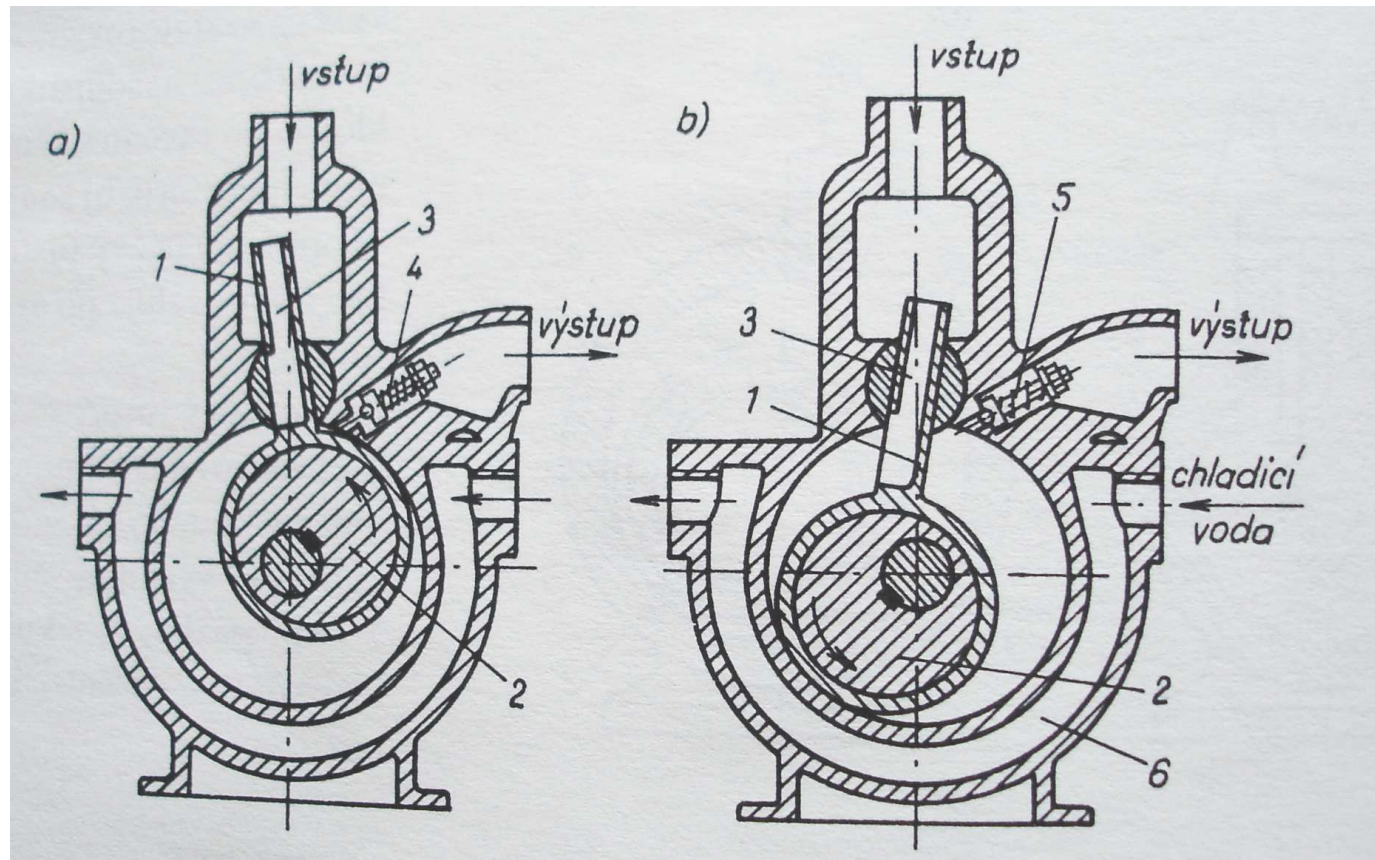
Rotační olejová vývěva s šoupátkem ve statoru



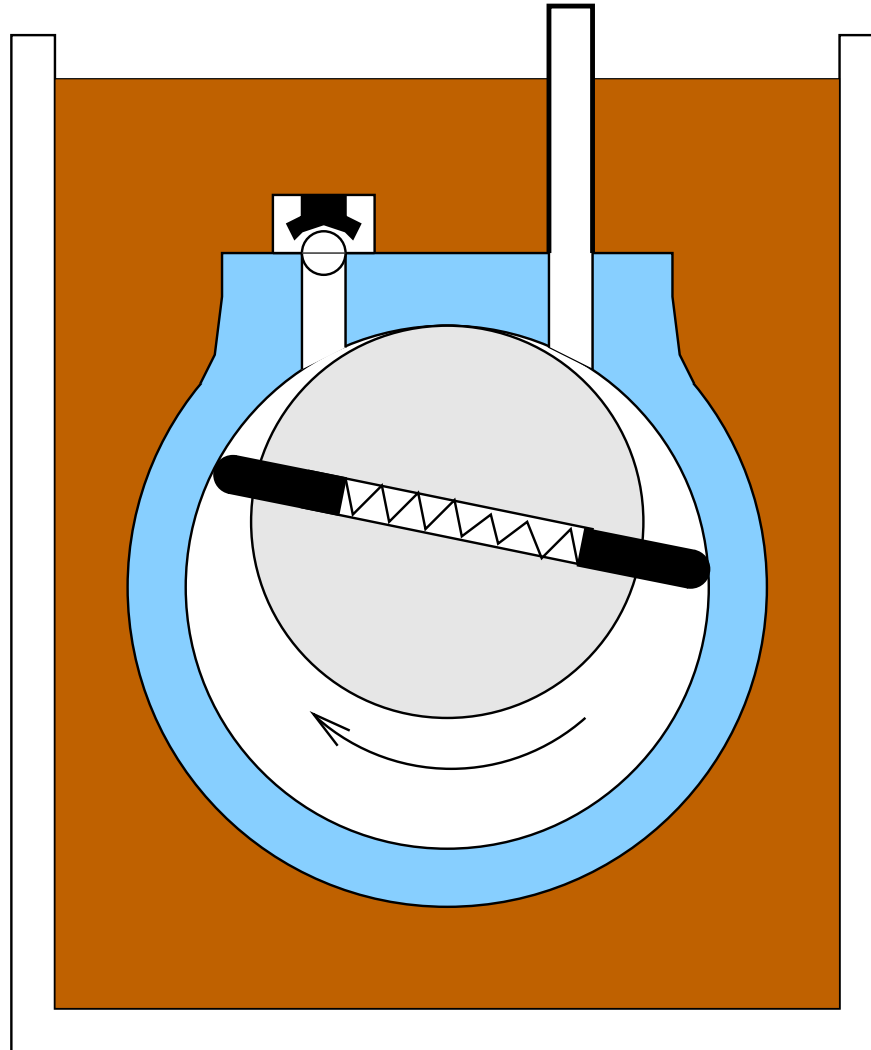
Rotační olejová vývěva s kolujícím rotorem a přepážkou



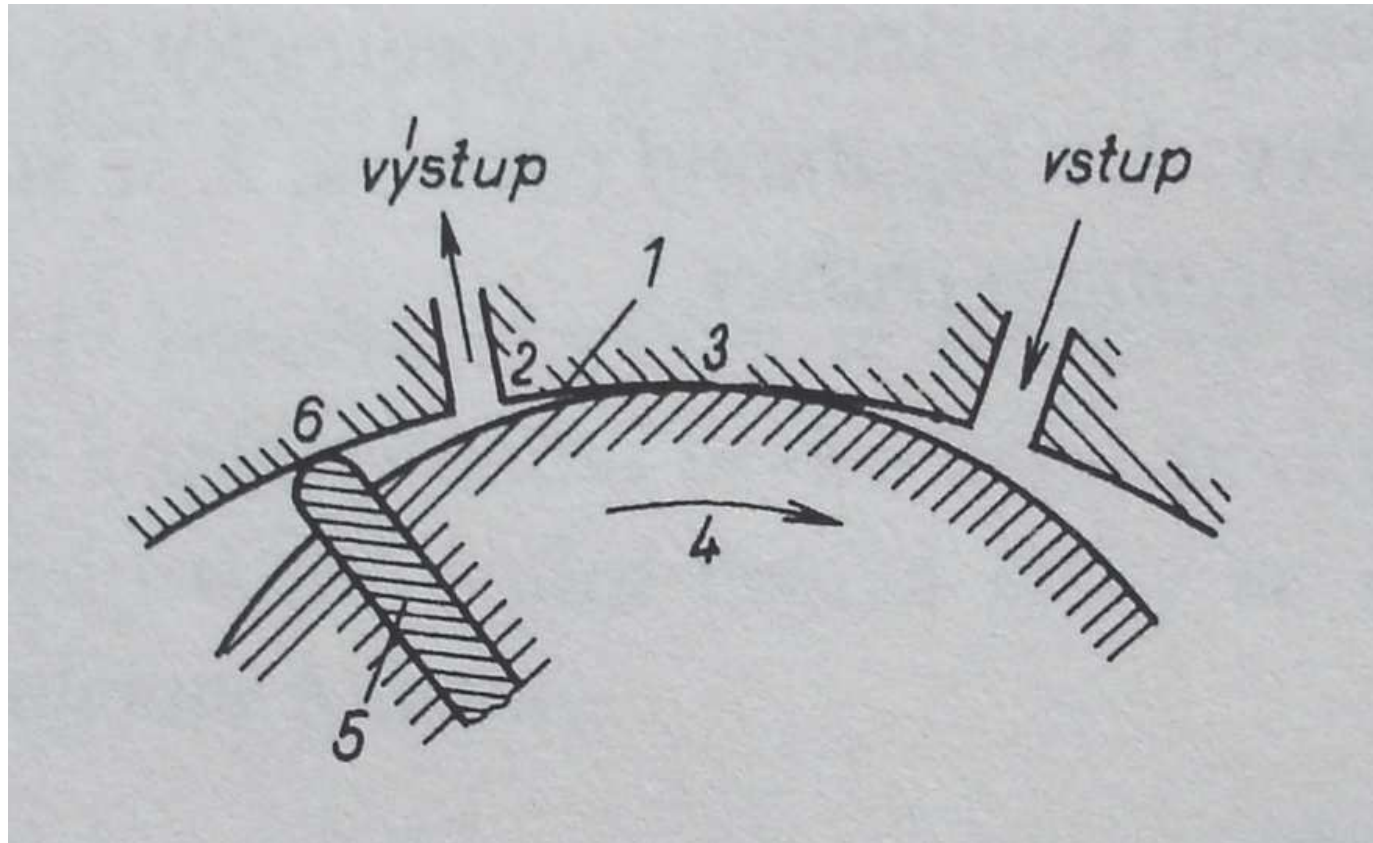
Rotační olejová vývěva s kolujícím rotorem a čtyřhrannou trubicí



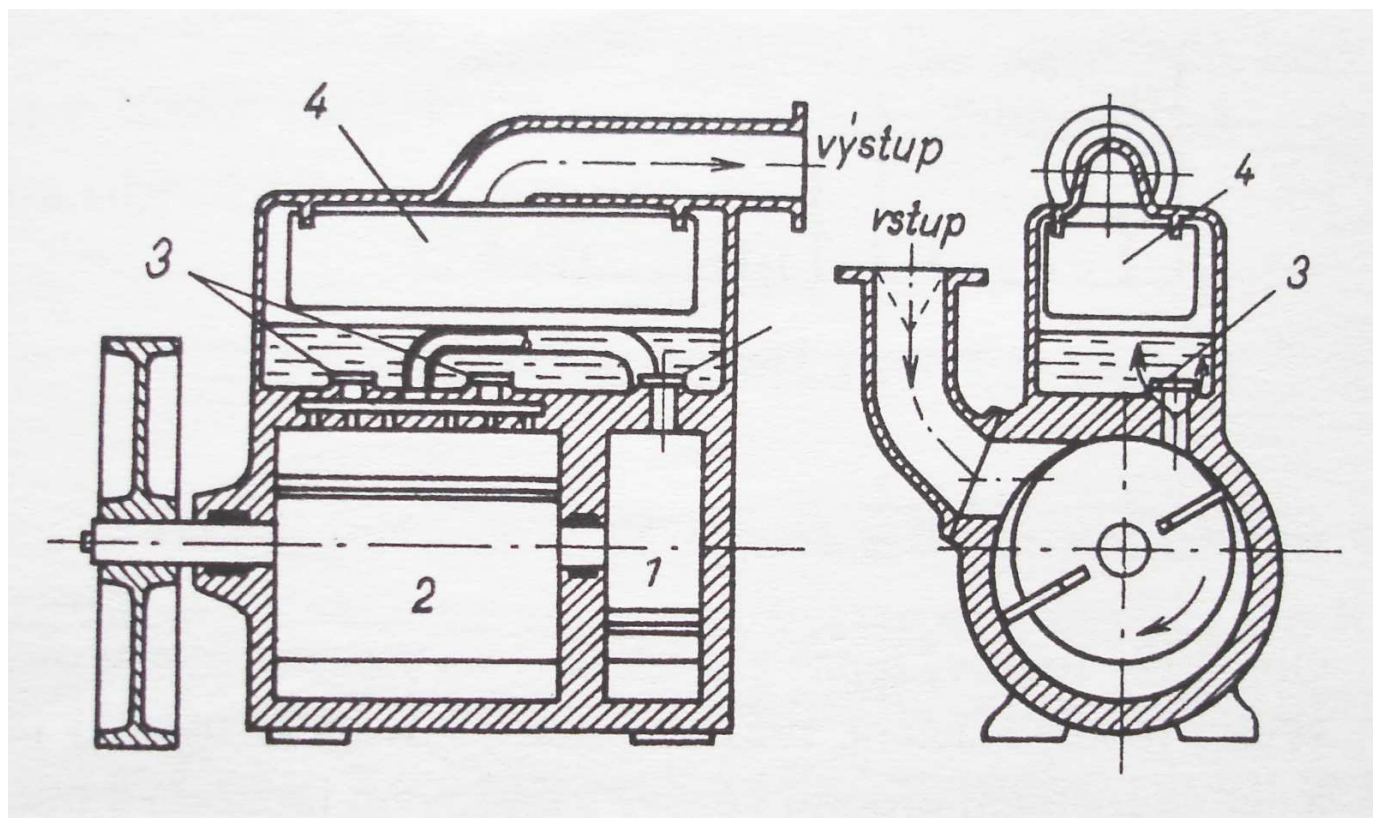
Rotační olejová lopatková vývěva



škodlivý prostor



Dvoustupňové provedení pro dosažení menšího mezního tlaku



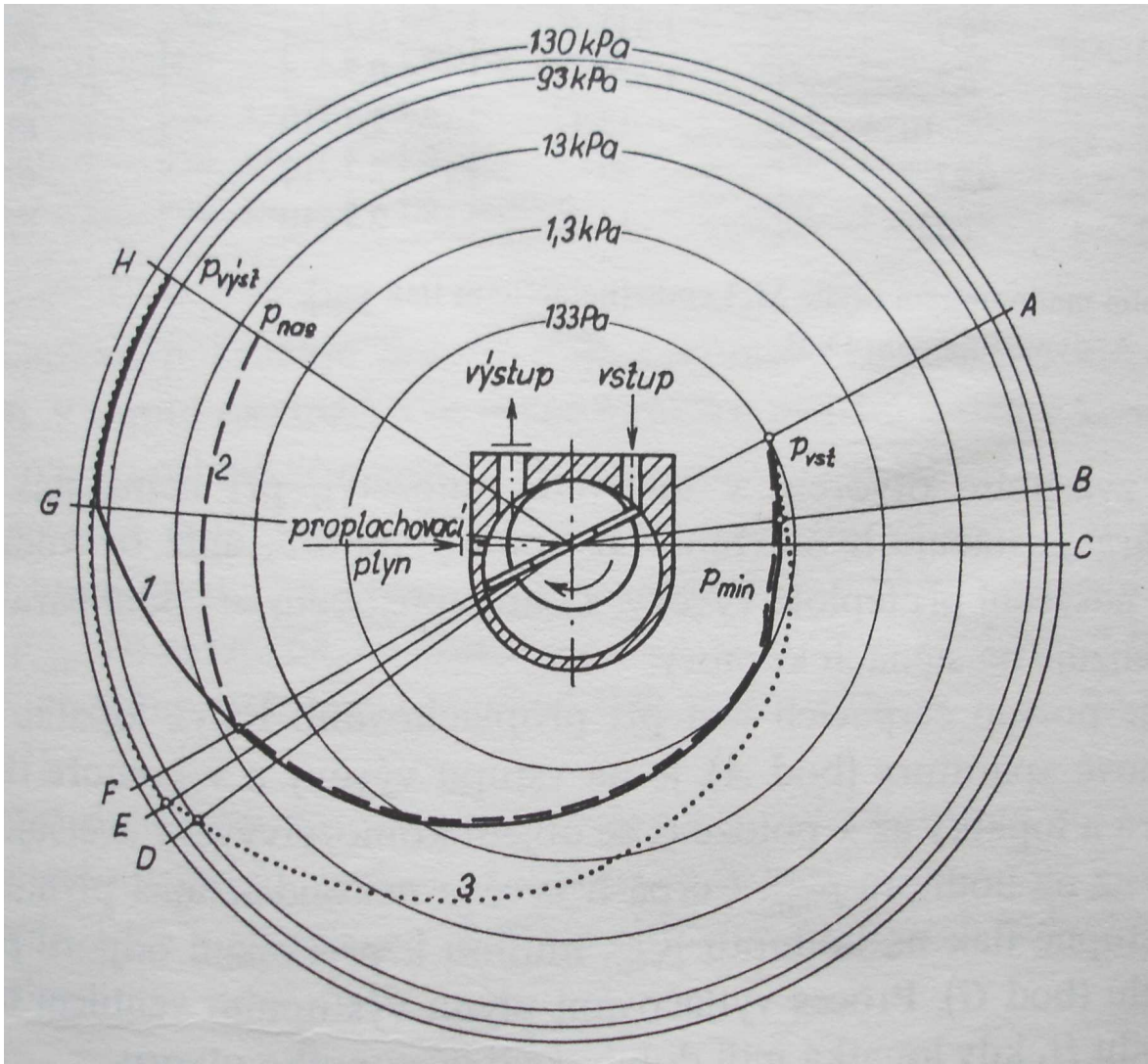
Gasballast - proplachování

Odčerpávaný plyn může obsahovat složky, které kondenzují při vyšším tlaku, zejména vodní pára.

- P_p parciální tlak vodní páry při pracovní teplotě vývěva
- P_r tenze vodní páry při pracovní teplotě
- $K = \frac{P_{atm}}{P_{vstup}}$ kompresní poměr

ke kondenzaci dochází pokud

$$P_p K > P_r$$

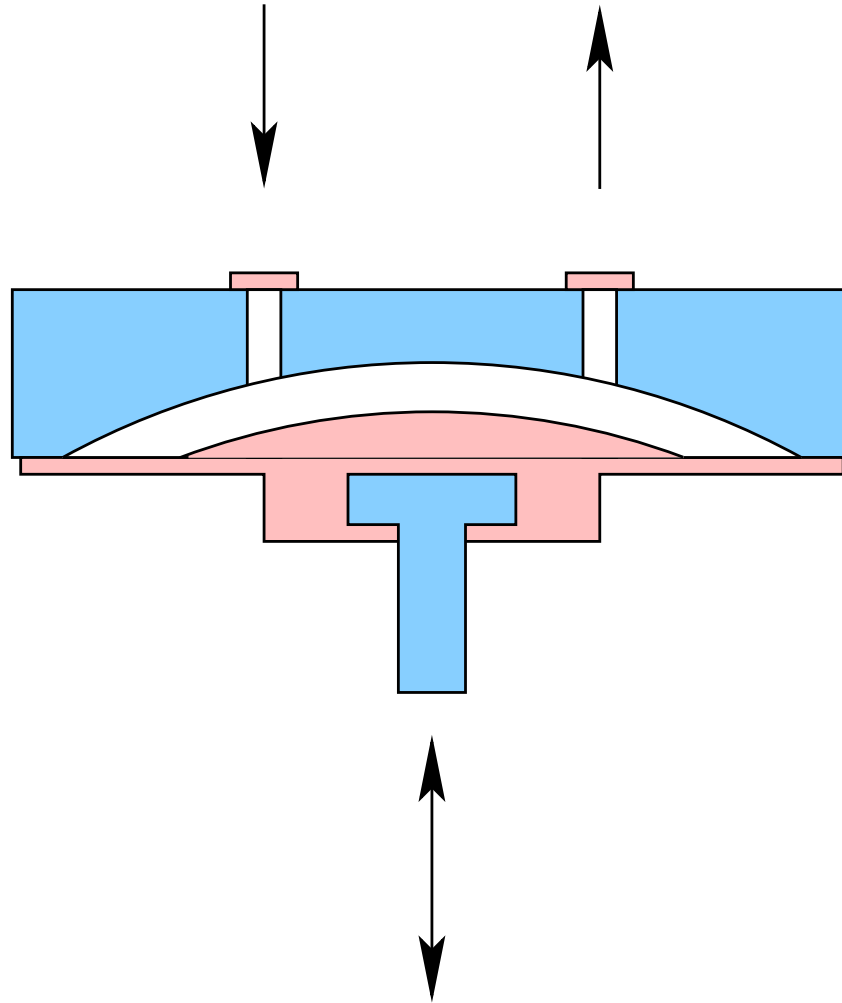


Rotační vývěva

- pracuje od atmosférického tlaku
- mezní tlak pro dvoustupňové provedení $10^{-2} Pa$
- počet otáček $300 - 600 min^{-1}$ - při zvýšení otáček nadměrné zahřívání
- do čerpaného prostoru se dostávají páry oleje
- vibrace
- funkce oleje
 - utěsňuje a vyrovnává nerovnosti povrchu ve vývěvě, olej vytváří na stěně tenký film
 - zmenšuje tření, zlepšuje chlazení, přispívá k odvodu tepla
 - vyplňuje škodlivý prostor
- požadavky na olej

- nízká tenze par $\sim 10^{-3} Pa$
- vhodné mazací vlastnosti
- stálost proti štěpení a oxidaci, při zahřátí může docházet ke štěpení na složky, které mají vyšší tenzi par, rovněž oxidací mohou vzniknout složky s vyšší tenzi par

Membránová vývěva





MV 2

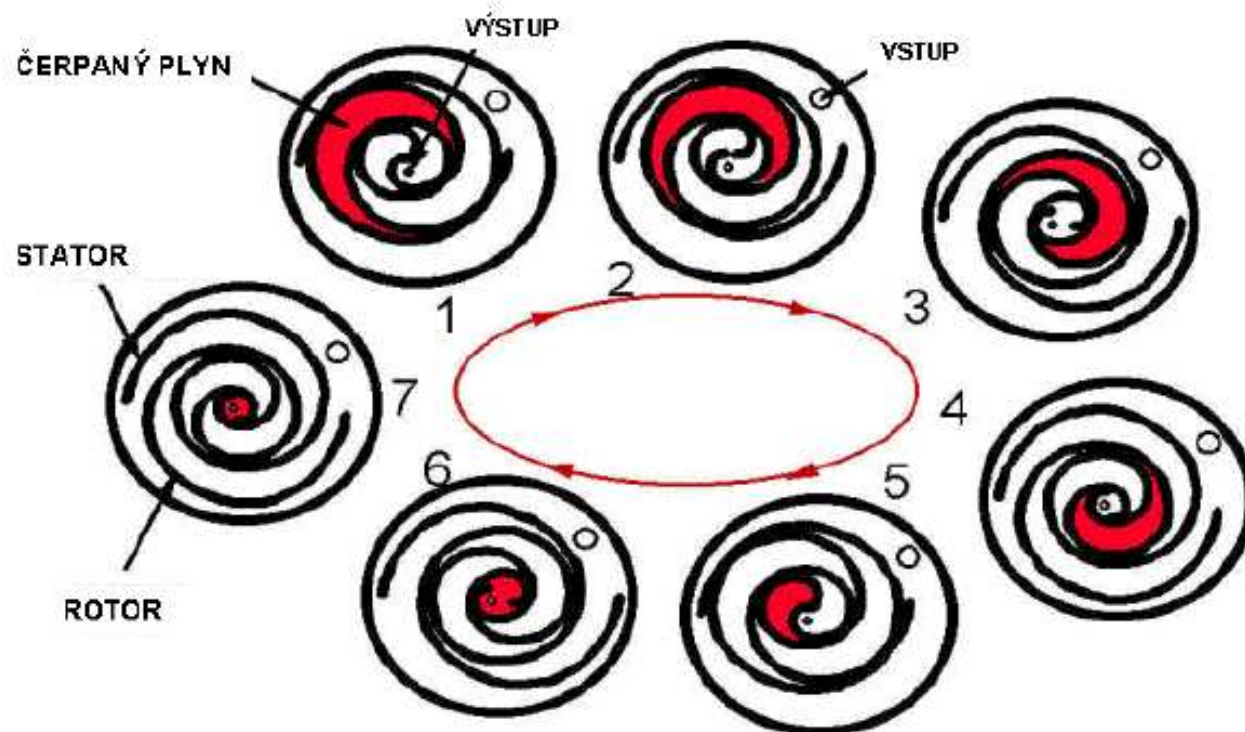


MD 12C

Membránová vývěva

- pracuje od atmosférického tlaku
- mezní tlak $\sim 10^2 Pa$
- suchá vývěva, bez oleje
- zpravidla více komor
 - řazení sériové - nižší mezní tlak
 - řazení paralelní - větší čerpací rychlost

Scroll vývěva





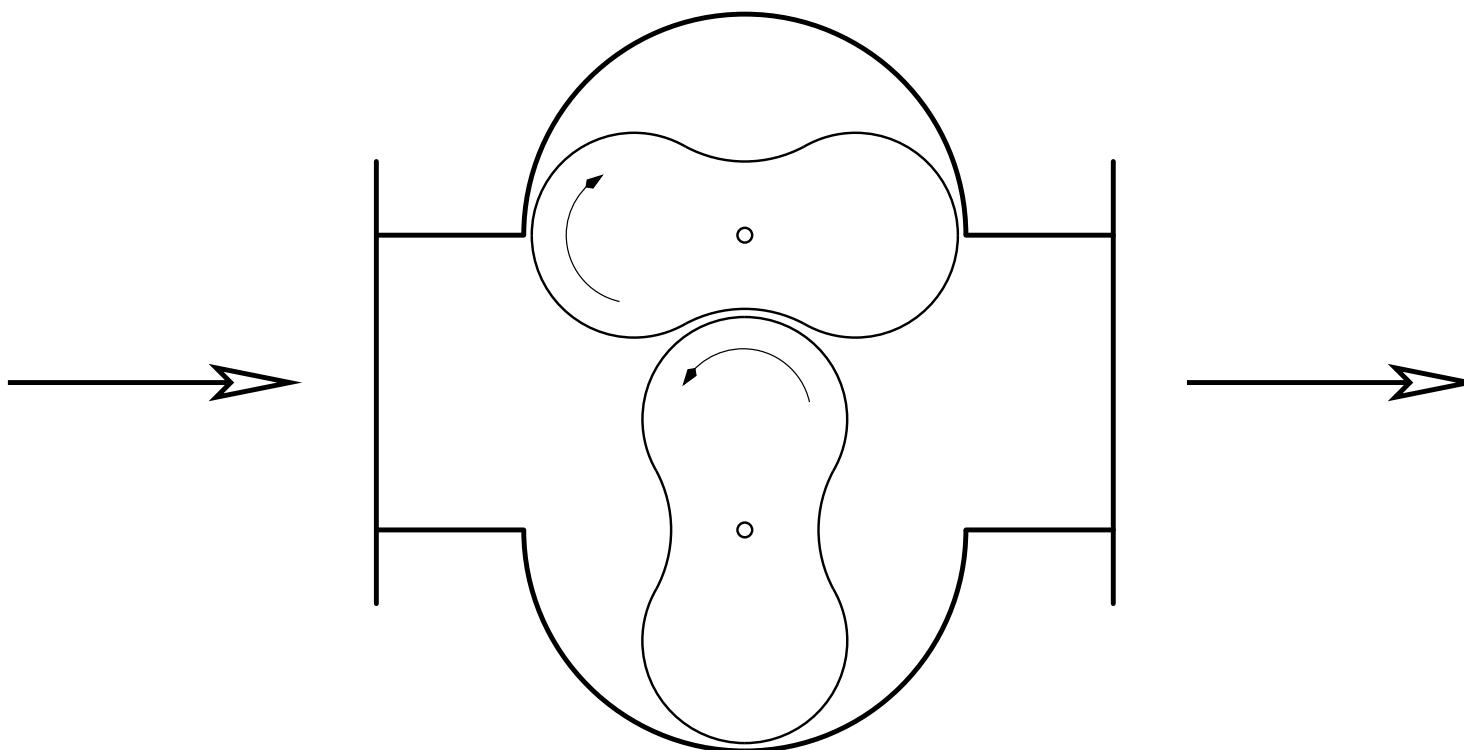
Scroll vývěva

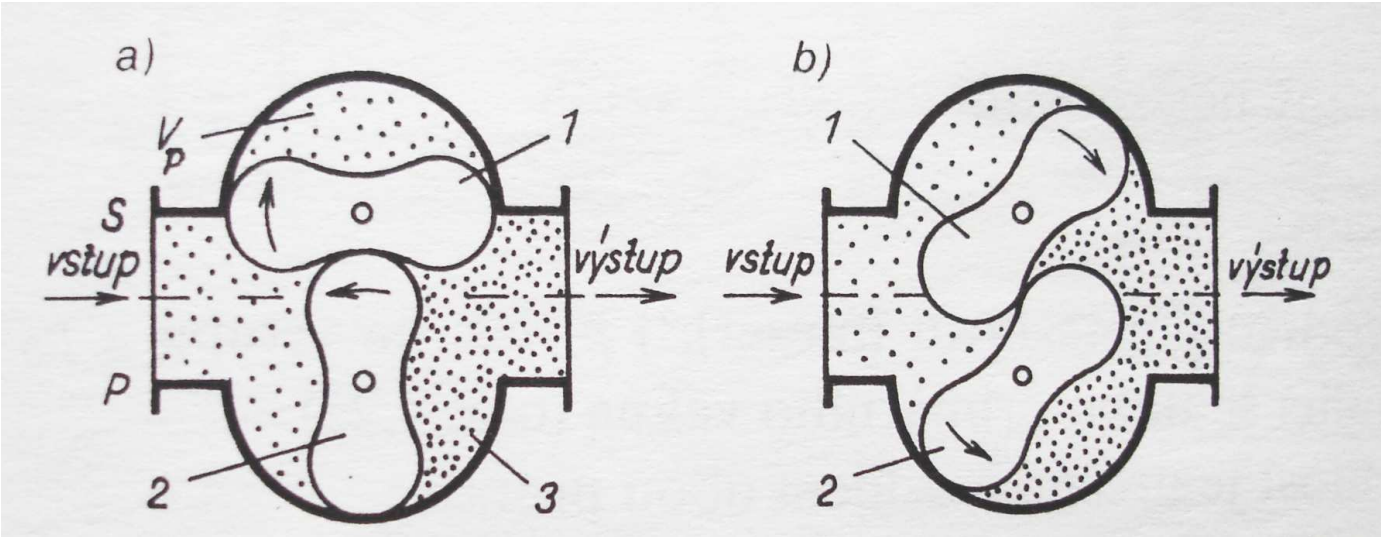
- pracuje od atmosférického tlaku
- mezní tlak $\sim 10^0 Pa$
- suchá vývěva, bez oleje
- varianta zcela bez oleje odělena vlnovcem
- využití zejména jako předčerpávací vývěva pro turbomolekulární vývěvy

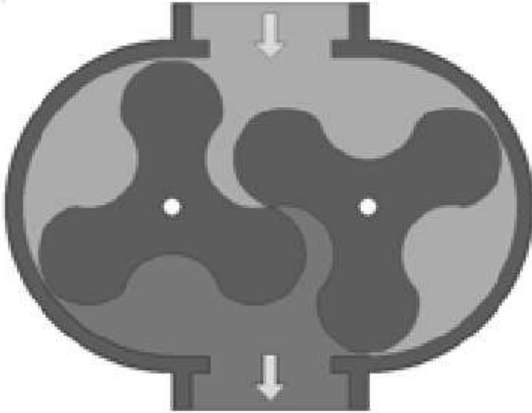
Vývěvy s neproměnným pracovním prostorem

U těchto typů vývěv získávají molekuly plynu dodatečnou složku rychlosti ke svému chaotickému pohybu ve směru čerpání. Předávaný impulz není důsledek stlačení předem odděleného plynu, většina těchto vývěv vyžaduje předčerpání na nižší tlak.

Rootsova vývěva



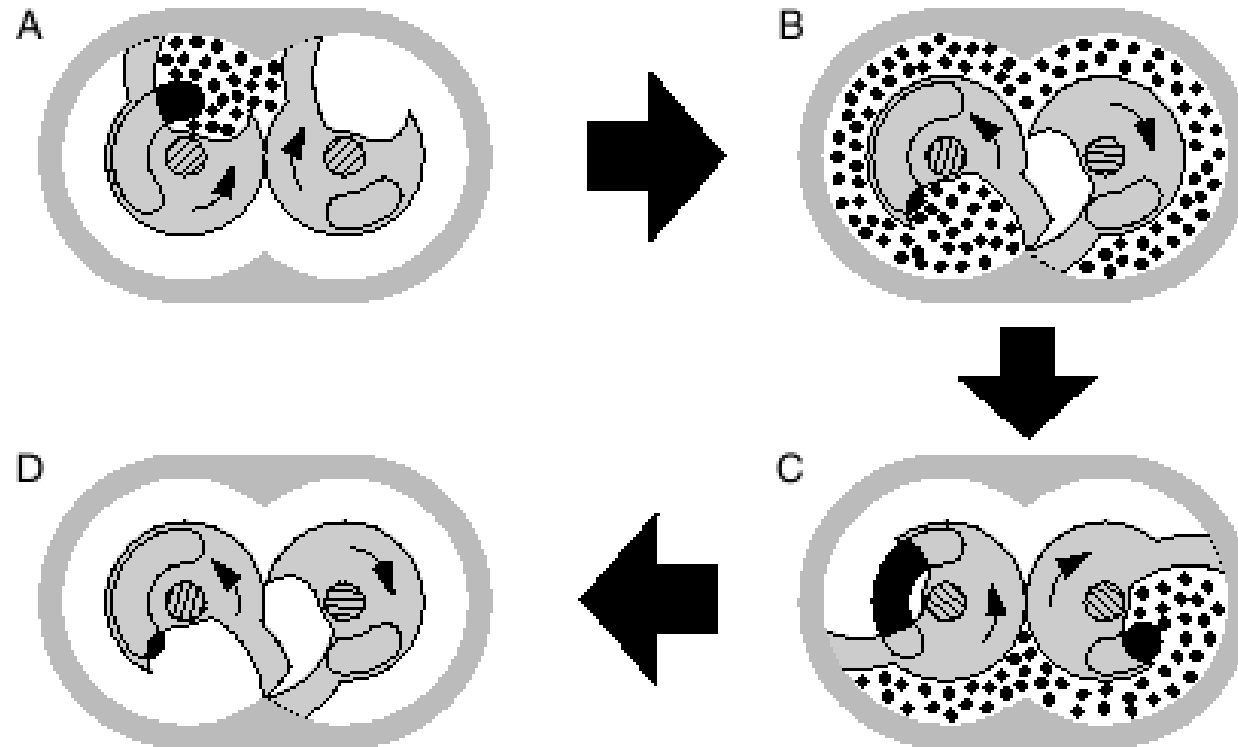




Rootsova vývěva

- potřebuje předčerpát na tlak asi $10^2 Pa$
- mezní tlak $\sim 10^{-3} Pa$
- počet otáček $\sim 1000 min^{-1}$
- suchá vývěva, bez oleje
- velká čerpací rychlost
- mezera mezi rotory $\sim 10^{-1} mm$
- vícestupňové provedení pracuje i od atmosférického tlaku (mezní tlak $10^0 Pa$)

Claw (drapáková) vývěva



A Inlet exposed

B Inlet isolated

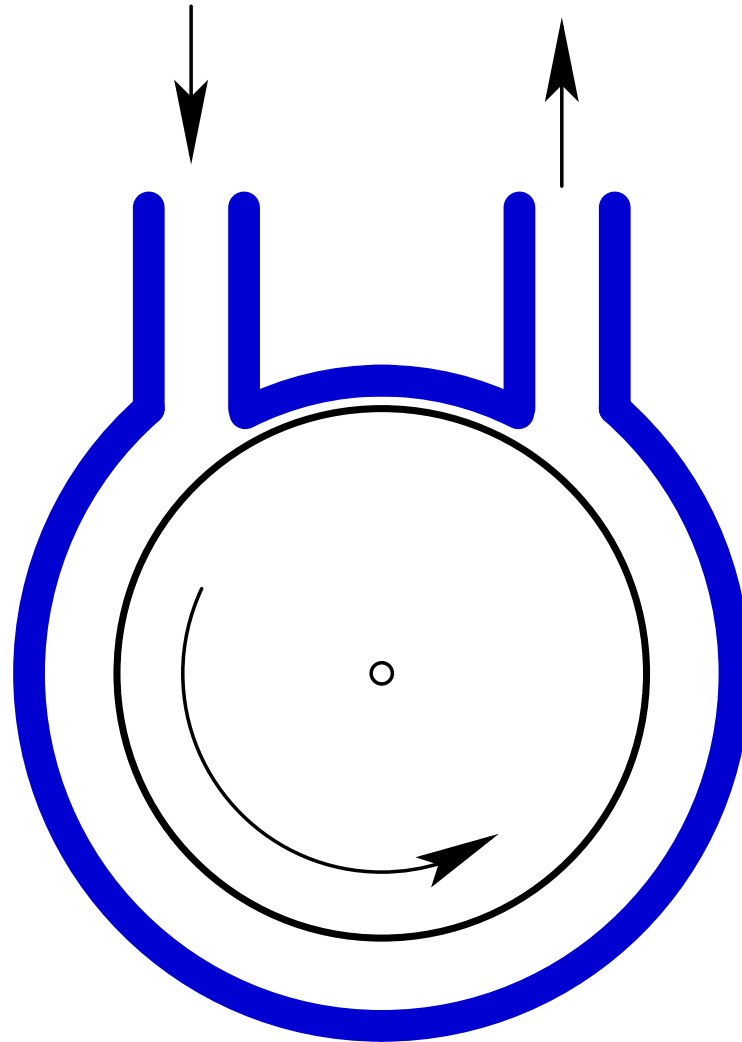
C Outlet exposed

D Outlet isolated

Claw vývěva

- pracuje od atmosférického tlaku
- mezní tlak $\sim 10^{-1} Pa$
- suchá vývěva, bez oleje
- vícestupňové provedení
- velká čerpací rychlost
- maximální čerpací rychlost při nižším tlaku

Molekulární vývěva



**při vyšších tlacích proudění vlivem viskozity plynu
při nižších tlacích je konstantní kompresní poměr**

$$K = \frac{P_v}{P_N} = e^{bu}$$

b je konstanta závislá na plynu, u je obvodová rychlost

Teoretická čerpací rychlost

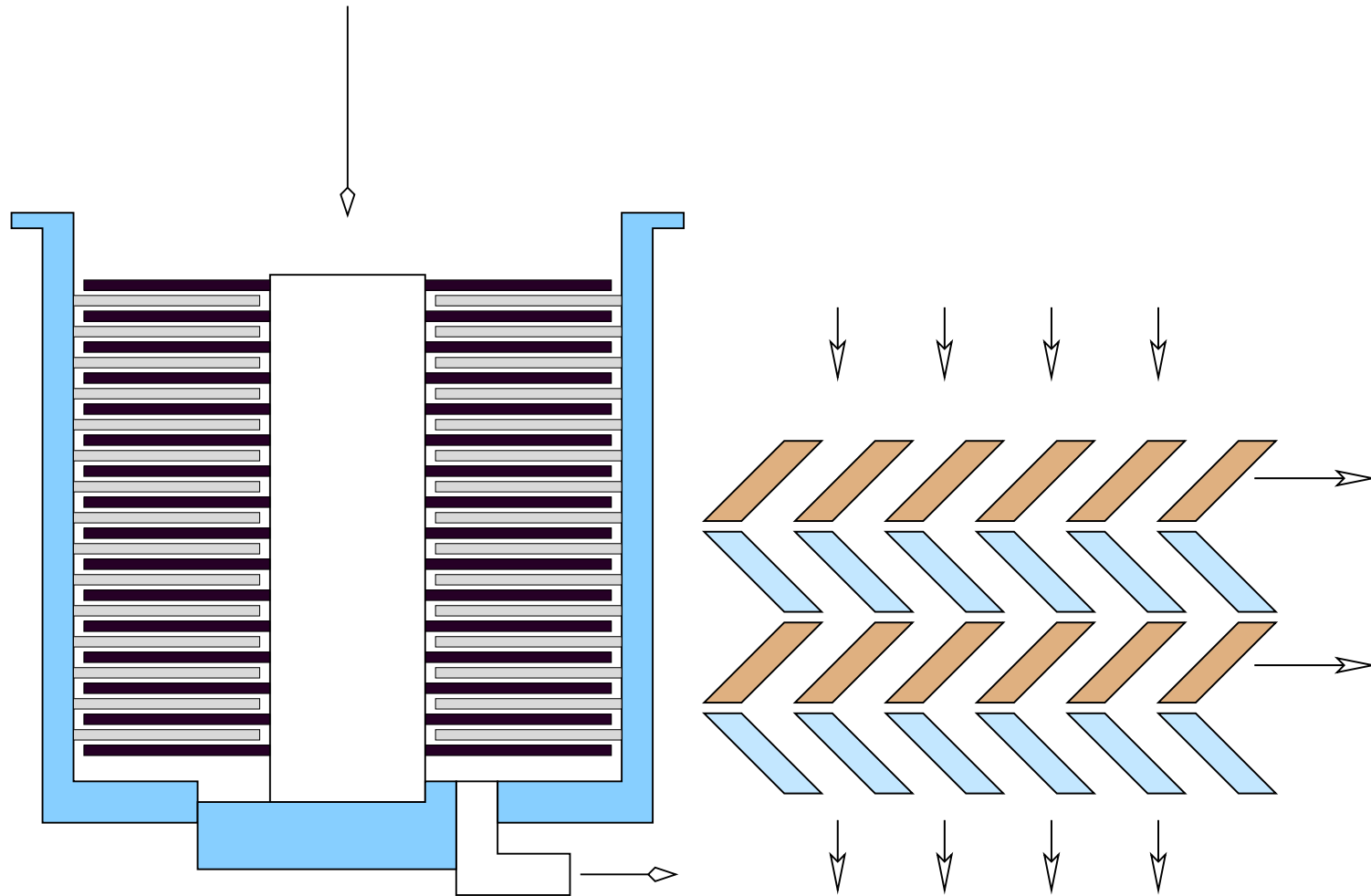
$$S_T = \frac{1}{2}ulh,$$

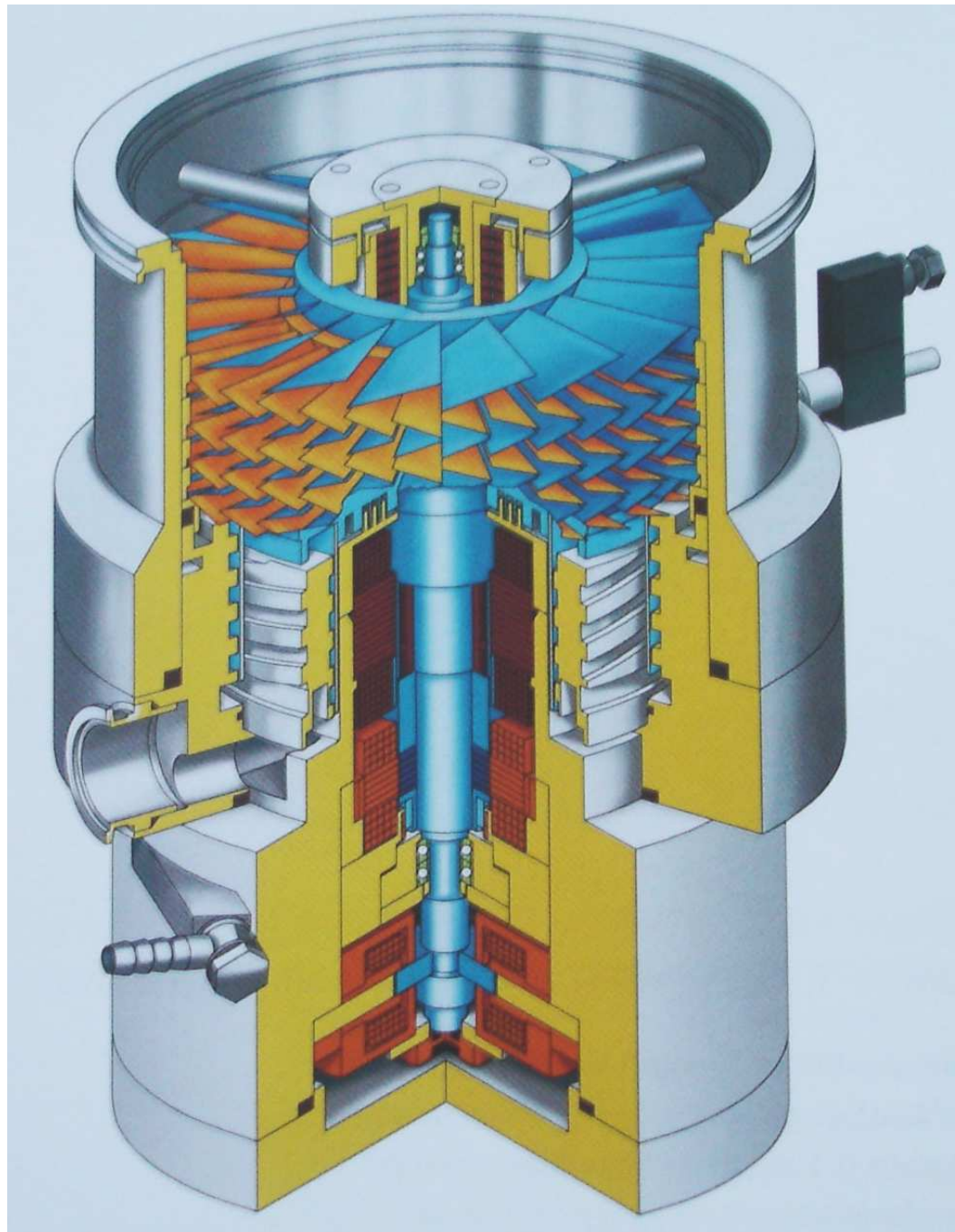
l -délka prac komory, h -šířka prac komory

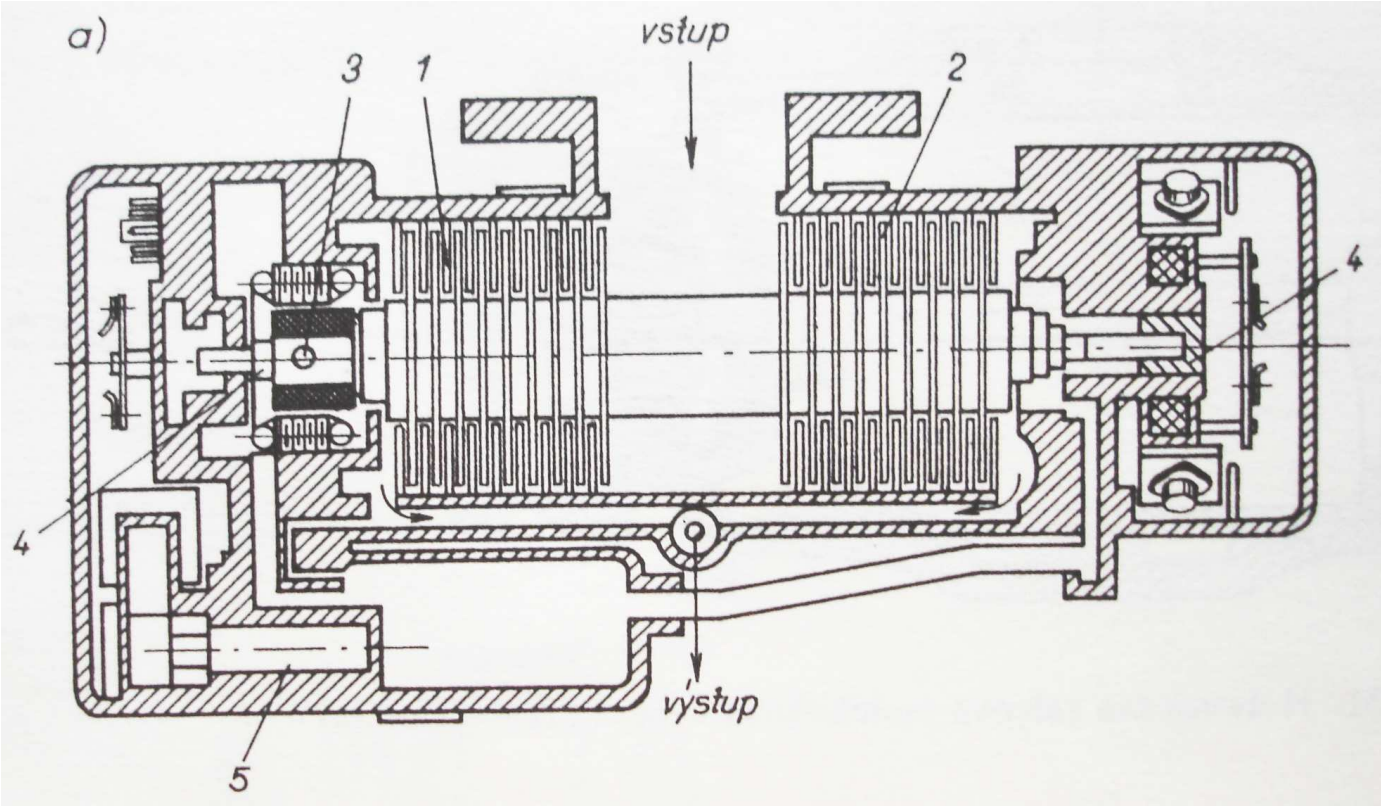
Molekulární vývěva

- potřebuje předčerpát na tlak asi $10^1 Pa$
- mezní tlak $\sim 10^{-4} Pa$
- počet otáček $\sim 10000 min^{-1}$
- suchá vývěva, bez oleje
- mezera mezi rotorem a tělem vývěvy $\sim 10^{-1} mm$

Turbomolekulární vývěva







Turbomolekulární vývěva

- potřebuje předčerpat nejčastěji membránovou, nebo rotační vývěvou
- mezní tlak $\sim 10^{-9} Pa$
- počet otáček až $90000 min^{-1}$
- suchá vývěva, bez oleje
- mezera mezi rotorem a statorem $\sim 10^0 mm$