

Chemická technika

06 – Tepelné operace

Petr Zbořil

Tepelné operace

- Účel
 - Udržování optimální teploty
 - Zahušťování (krystalizace), sušení – rozdíly
 - Destilace
 - Sterilizace
- Ekonomická hlediska
 - Zdroj energie – cena x problémy (ekologie)
 - Efektivita ohřívání a chlazení – způsob, konstrukce
 - Isolace proti tepelným ztrátám
- Způsoby sdílení tepla
 - Vedením – kondukce
 - Zářením, sáláním – radiace
 - Prouděním - konvekce

Vedení tepla

$$dQ/dt = - \blacksquare S \cdot dT/dx$$

- Tvar teplotního gradientu
 - Lineární pro planární stěnu
 - Exponenciální pro válcovou (trubka)
 - Gradient u stěny z obou stran
 - S pro konst. vlastnosti – jinak dS

Radiace

- Energie dopadajícího záření

$$E = f(\lambda) I$$

- $E = R + A + D = 1$

- $A = 1$ – absolutně černé těleso

Konvekce

- Rozdíl měrných hmotností

$$\rho_1 - \rho_2 = F$$

- Zrychlení z něho plynoucí – pohyb

$$a = F / \rho$$

Zahřívání

- Přímý zdroj tepla
 - Kouřové plyny, horké zplodiny hoření
 - Elektrický proud
- Zprostředkováno nosiči
 - Voda – pára (různé teploty)
 - Minerální oleje
 - Speciální nosiče (taveniny kovů aj.)

Zahřívání kouřovými plyny

- Zařízení
 - Pece na přímý ohřev
 - Přímou vyhřívané kotle
 - Pece na ohřev nosiče
 - Trubkové kotle

Zahřívání vodní parou

- Přímá (ostrá pára)
 - Nevadí-li kondensovaná voda
 - Současně se míchá
 - Rychlý ohřev (míchání)
 - Jednoduchá a účinná zařízení (trubka či ejektor)

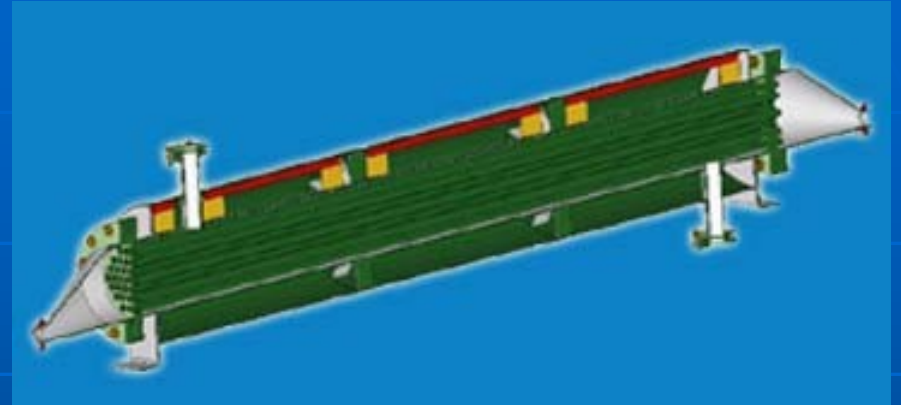
Zahřívání vodní parou

■ Nepřímá pára

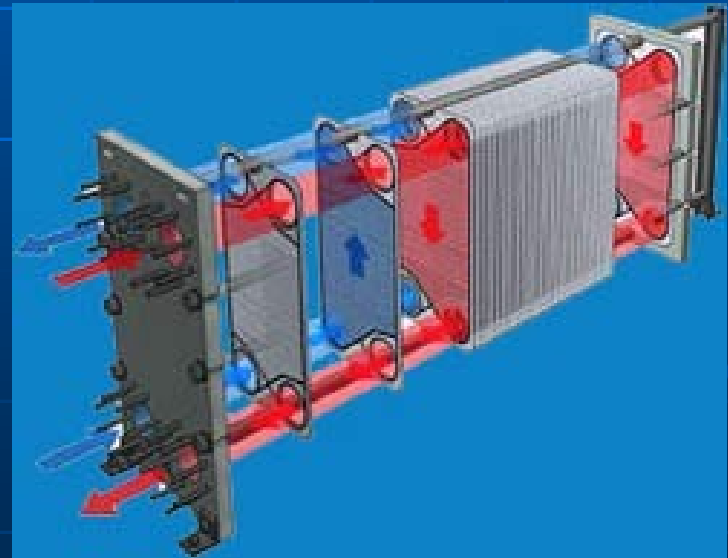
- Vylučuje styk reakční směsi s vodou a ředění
- Pomalejší přestup tepla (jen vedení)
- Výměníky různé konstrukce (dvojité dno, spirálové pláště a trubky, žebrové výměníky – ohřev vzduchu)

Zahřívání vodní parou

Trubkový výměník

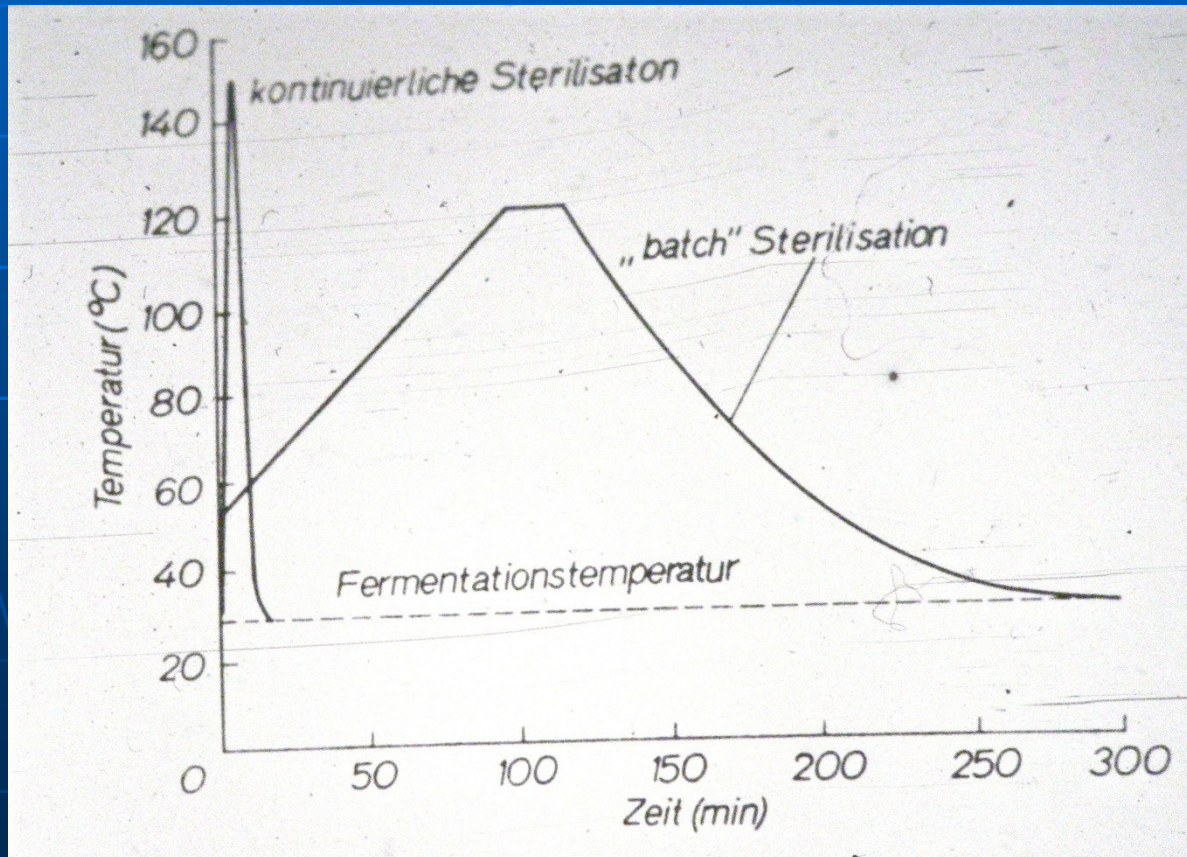


Deskový výměník



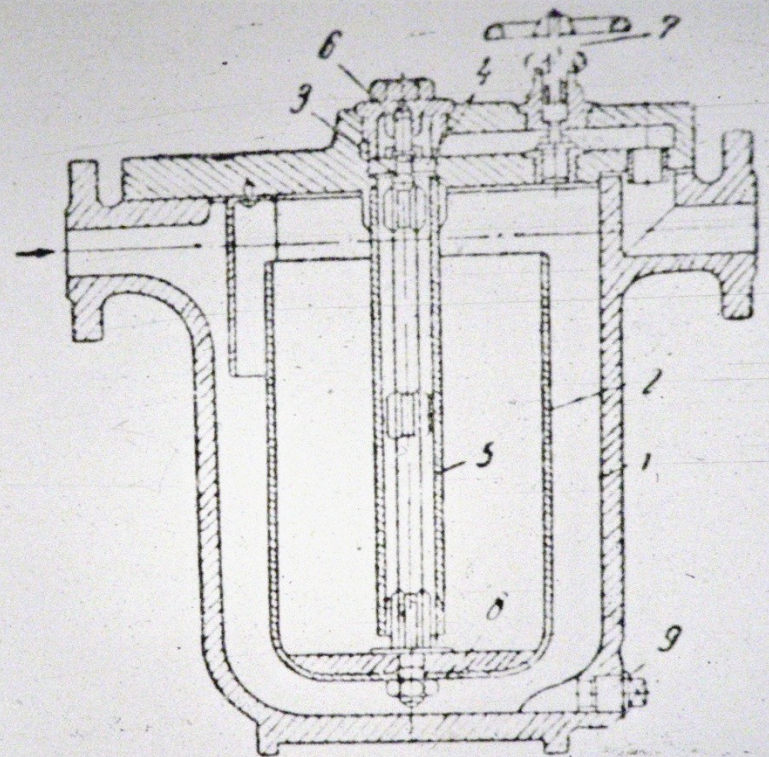
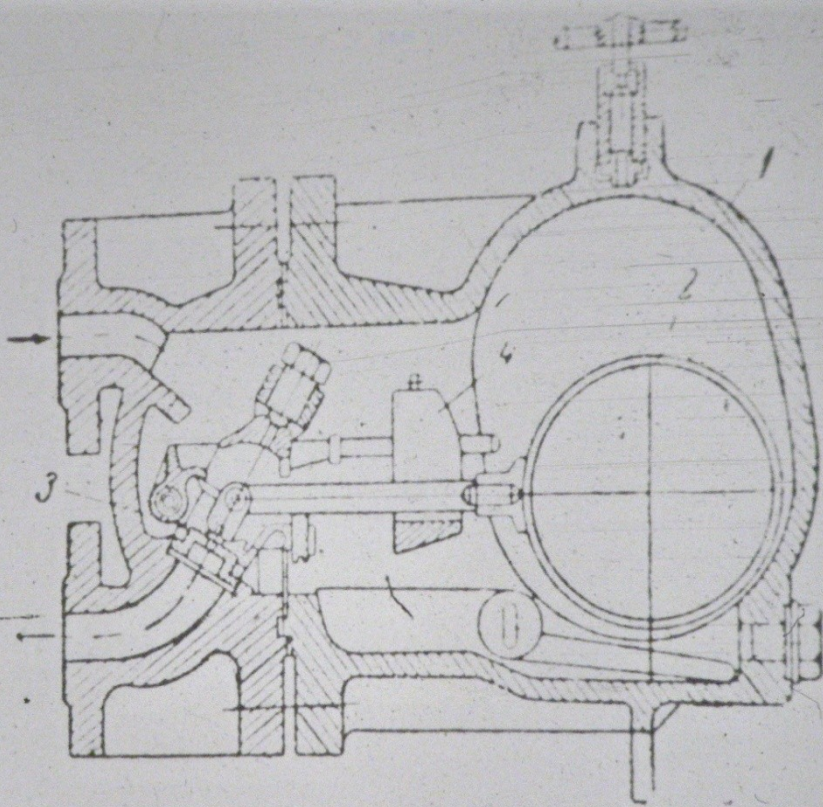
Zahřívání vodní parou

- Časový průběh teplot pro přímý a nepřímý ohřev



Zahřívání vodní parou

- Odvod kondensátu
 - Zařízení zamezí úniku páry, odvádí vodu



Ohřev dalšími nosiči

- Cirkulují v trubkách, pláštích apod.
- Expansní nádrže (kompensace objemových a tlakových změn)
- Konstrukce dle tepelných podmínek a vlastností nosiče (agresivita, toxicita)

Ohřev elektrickým proudem

■ Způsoby

- Přímý ohřev
- Nepřímý – ohřev nosiče

■ Zařízení

- Odporové pece a tělesa
 - Topná tělesa kolem nádoby (dno)
 - Ponorná tělesa
 - Snadná regulace
 - Nejčastější způsob pro přímý i nepřímý ohřev
- Obloukové pece
 - Speciální účely, vysoké teploty
- Indukční pece
 - Vířivé proudy indukované v tělese

Ohřev elektrickým proudem

- Oblouková pec – výroba oceli



Obloukové pece jsou bezpochyby impozantní stroje. A to nejen na pohled, ale i svoji spotřebou. Na výrobu jedné tuny oceli spotřebují v průměru 370 kilowatthodin energie.

Oblouková pec



Chlazení a kondensace

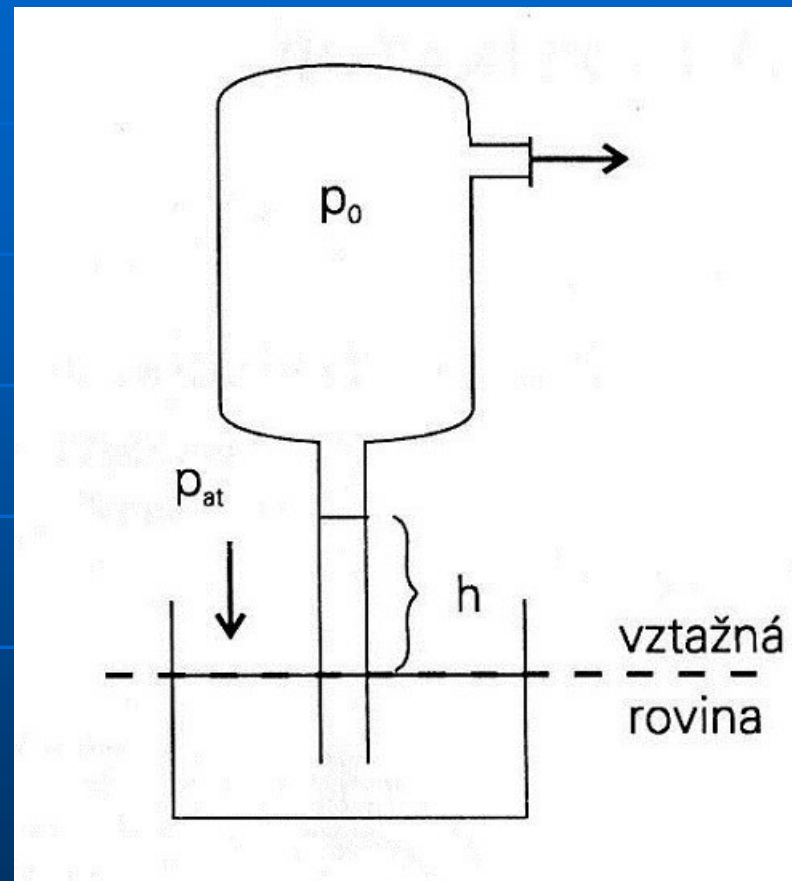
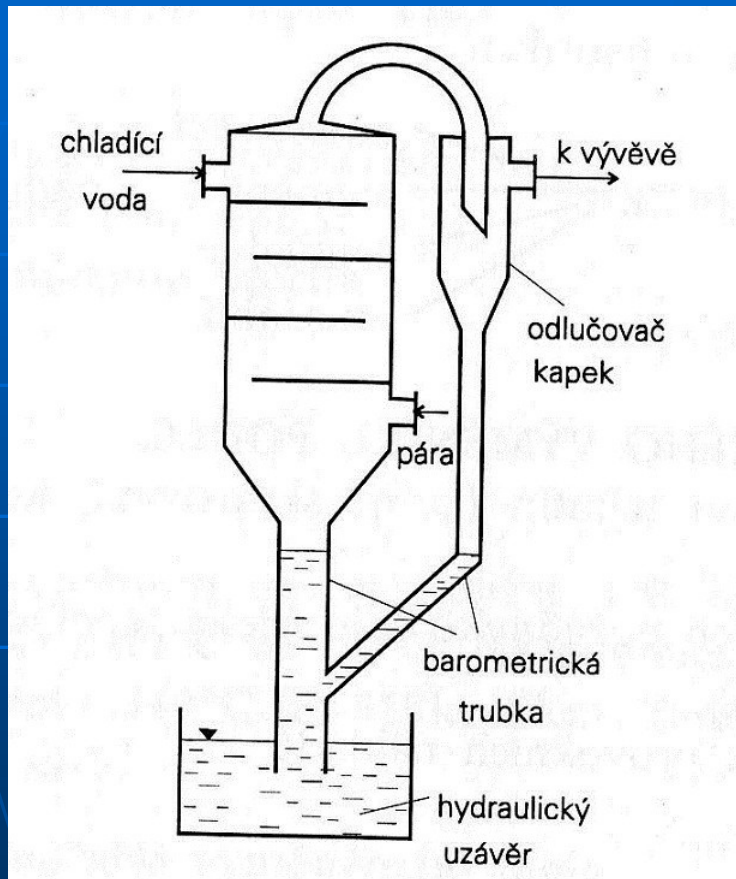
- Způsoby
 - Odevzdáváním tepla do okolí
 - Vlastním vypařováním
 - Přímým přidáváním vody (ledu)
- Zařízení
 - Chladiče pro kapaliny (vodu)
 - Analogie výměníkům – viz ohřev
 - Kondensátory pro plyny (páru)
 - Chlazení vzduchem, vodou

Chlazení a kondensace

- Chladicí věže JE Dukovany



Kondensace



Kondensátor směšovací – výpočet