

U16.8

Entalpicka bilance rektifikacni kolony

```
> restart; Digits:=5:
```

Znacení slozek: A...methanol, B...voda, E...chladicí voda, P...topná para

Znacení uzlů: H1...predehrivac nastriku, H2...varak, C...chladic parní fáze odchazející z hlavy kolony

Znacení proudů: F...nastrik, W...zbytek, D...destilat, V...parní fáze, L...kap. fáze

I. Hmotnostní bilance celého systému:

```
> wAF:=0.40:
```

```
wBF:=0.60:
```

```
mF:=2500:      # hmotnost nastriku [kg]
```

```
wAD:=0.96:
```

```
wBD:=1-wAD:
```

```
wAW:=1-wBW:
```

```
wBW:=0.98:
```

```
R:=1.5:      # refluxní pomer
```

```
> b1:=mF=mD+mW:
```

```
b2:=mF*wAF=mD*wAD+mW*wAW:
```

```
res:=solve({b1,b2},{mD,mW});
```

```
assign(res):
```

$res := \{mD = 1010.6, mW = 1489.4\}$

II. Entalpicka bilance predehrivace H1: $m_1=m_2=m_F$, $m_8=m_9=m_{PH}$

Vychází údaj: referenční stav kapalina při 0°C (lze volit pro každý subsystém jinak)

```
> tref:=0:
```

```
t1:=20:      # teplota nastriku před predehrivacem [°C]
```

```
t2:=79.1:    # teplota nastriku na vstupu do kolony (teplota varu z e-tabulek) [°C]
```

```
cpA:=2590:   # zadaná měř. tepel. kapacita metanolu [J/kg]
```

```
cpB:=4180:   # zadaná měř. tepel. kapacita vody [J/kg]
```

Pozn: zadané hodnoty měř. tepel. kapacit považujeme za konstantní, tj. není nutno je přepočítávat pro různé střední teploty různých proudů

```
pPH1:=3e5:   # tlak syté pary - topného média v H1 [Pa]
```

```
t8:=solve(pPH1=1e3*exp(16.2886-3816.44/(T+(-46.13))),T)-273.15;
```

výpočet teploty [°C] syté topné pary v H1 ze známé tenze par pomocí Antoineovy rovnice (e-tabulky)

```
t9:=t8:      # uvažujeme pouze kondenzační teplo, teplota se nemění
```

$t8 := 133.54$

Entalpicka bilance

```
> eb1:=mF*h1+mPH1*h8=mF*h2+mPH1*h9:
```

```
dv1:=h8-h9=deltaHvypPH1:
```

```
eb1s:=mPH1*deltaHvypPH1=mF*(h2-h1): # zjednodušený zápis entalp. bilance H1
```

```
deltaHvypPH1:=2163599.3: # z e-tabulek [J/kg]
```

```
> h1:=(wAF*cpA+wBF*cpB)*(t1-tref):
```

```
h2:=(wAF*cpA+wBF*cpB)*(t2-tref):
```

```
> mPH1 := mF * (h2 - h1) / deltaHvypPH1; # alternativa: mP1 := solve(eb1s, mPH1), vyjde v [kg]
```

```
mPH1 := 242.01
```

III. Entalpická bilance kolony K + varaku H2: $m_7 = m_W$, $m_5 = m_{L0}$, $m_3 = m_{V1}$, $m_{10} = m_{11} = m_{PH2}$

Vychodi udaje: referencni stav kapalina pri 0°C (lze volit pro kazdy subsystem jinak)

```
> t3 := (65.82 + 65.3) / 2; # teplota odchaz. par = teplota varu destilatu (z e-tabulek, lin. interpolace) [°C]
```

```
t5 := t3; # zpetny tok se vraci do kolony pri svem bodu varu
```

```
t7 := (98.9 + 96.8) / 2; # teplota zbytku = teplota varu zbytku (z e-tabulek, lin. interpolace) [°C]
```

```
t10 := t8; # syta vod. para o stejných vlastnostech jako u H1
```

```
t3 := 65.560
```

```
t7 := 97.850
```

Entalpická bilance

```
> eb2 := mF * h2 + mL0 * h5 + mPH2 * h10 = mV1 * h3 + mW * h7 + mPH2 * h11:
```

```
dv2 := h11 - h10 = deltaHvypPH2:
```

```
mL0 := R * mD; # z definice reflux. pomeru, analogie pro hmotn. veliciny
```

```
mV1 := mL0 + mD; # z bilance delice
```

```
R := 1.5; # zadano
```

```
eb2s := mF * h2 + mL0 * h5 + mPH2 * deltaHvypPH2 = mV1 * h3 + mW * h7: # zjednodusený zapis entalp. bilance
```

```
deltaHvypPH2 := deltaHvypPH1; # syta vod. para o stejných vlastnostech jako u H1
```

```
h3 := (wAD * cpA + wBD * cpB) * (t3 - tref) + wAD * deltaHvypA3 + wBD * deltaHvypB3:
```

uvazujeme ohrati kapalne smesi z refer. teploty k bodu varu a odpareni pri bodu varu

```
> deltaHvypA3 := 1108614; # vyparna entalpie methanolu v proudu 3 (pri teplote t3) [J/kg]
```

```
deltaHvypB3 := 2345371; # vyparna entalpie vody v proudu 3 (pri teplote t3) [J/kg]
```

```
h5 := (wAD * cpA + wBD * cpB) * (t5 - tref):
```

```
> h7 := (wAW * cpA + wBW * cpB) * (t7 - tref):
```

```
> mPH2 := solve(eb2s, mPH2); # [kg]
```

```
mPH2 := 1389.2
```

IV. Celkove mnozstvi spotrebovane pary

```
> mP := mPH1 + mPH2; # celkova hmotnost potrebne pary [kg]
```

```
mP := 1631.2
```

V. Entalpická bilance totalního kondenzatoru C: $m_3 = m_4 = m_{V1}$, $m_{14} = m_{15} = m_{EC1}$

Vychodi udaje: referencni stav kapalina pri 0°C (lze volit pro kazdy subsystem jinak)

```
> deltaTatEC := 20; # dle zadani se voda ohreje o 20°C
```

```
t4 := t3; # kondenzat odchazi pri teplote varu
```

```
h4 := h5; # merna entalpie se v delici nemeni, neni potreba ji pocitat znovu
```

Entalpická bilance

```

> eb3:=mV1*h3+mEC*h12=mV1*h4+mEC*h13:
dv3:=h13-h12=cpEC*deltatEC:
eb3s:=mV1*(h3-h4)=mEC*cpEC*deltatEC:
cpEC:=cpB: # jelikoz nezname vstupni teplotu vody, musime cpE odhadnout
mEC:=solve(eb3s,mEC); # hmotnost chladici vody [kg]
                                mEC := 34999.

```

```

[ >

```