

ŠPECIFICKÉ (ŠPECIÁLNE) USPORIADANIE ZARIADENÍ

V chemickej alebo potravinárskej výrobe sa často používa špecifické (špeciálne) usporiadanie zariadení:

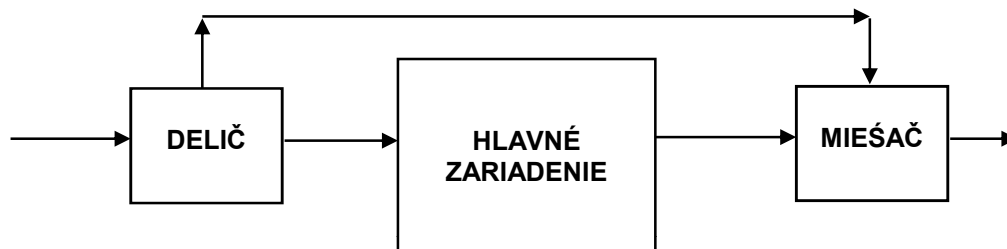
- s recyklom
- s obtokom

OBTOK (BYPASS)

Obtokový prúd v systéme zariadení s obtokom je prúd, ktorý sa po opustení prvého zariadenia systému (delič) pripojí (vstúpi) do posledného zariadenia systému.

Bilančný systém s obtokom si je možné v najjednoduchšom prípade predstaviť ako systém s tromi zariadeniami:

delič, hlavné zariadenie (vnútorné zariadenie) a miešač.



Rieši sa analogicky, ako systémy s viacerými zariadeniami resp. s recyklom. Buď sa počíta bilančný systém najprv ako celok, alebo sa rozdelí hneď na vhodné podsystémy.

Špeciálnu pozornosť treba venovať deliču.

Delič je zariadenie, v ktorom sa prichádzajúci prúd rozdelí na dva alebo viacej vystupujúcich prúdov.

Spravidla delič len rozdelí doň vstupujúci prúd v nejakom pomere množstiev na dva a viac vystupujúcich prúdov, ktoré majú **rovnaké zloženie**.

V niektorých prípadoch však v ňom dochádza aj k selektívnemu deleniu vstupujúceho prúdu (napr. delič s filtrom), čo spôsobí, že vystupujúce prúdy majú rôzne zloženie.

into which the main stream is split must be the same.

Poznámka:

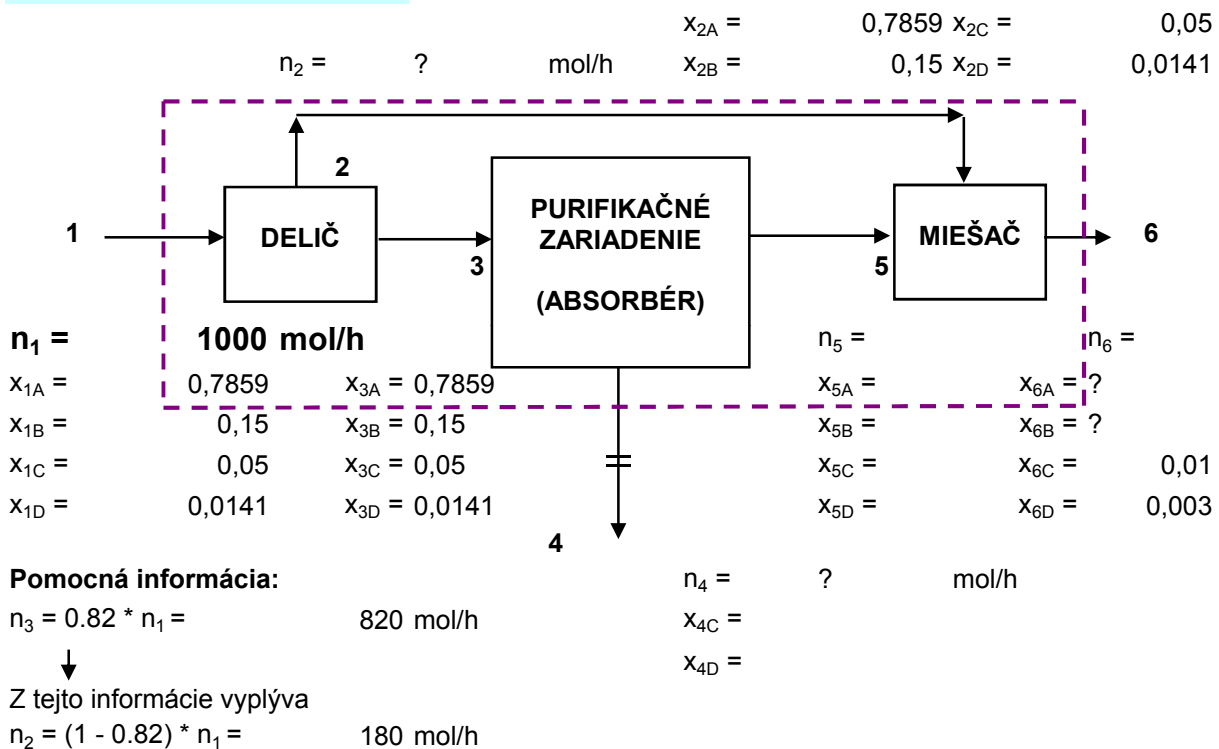
V hlavnej jednotke môže byť medzi miešačom a deličom aj viac ako jedno zariadenie.

Príklad 11

Na odstraňovanie zlúčenín síry z plynnej zmesi, obsahujúcej 15 mol. % CO_2 , 5 mol. % H_2S , 1,41 mol. % COS a CH_4 , sa používa absorpčné zariadenie. Tok látkového množstva vstupujúcej plynnej do systému je 1000 mol/h. Pretože absorpčné zariadenie môže pojať len 82 % z tohto množstva, vstupujúca plyná zmes sa v deliči rozdelí na obtokový prúd a prúd vstupujúci do absorpčného zariadenia. Plyná zmes po absorpcii sa zmieša s obtokovým prúdom v miešači. Prúd po zmiešaní, opúšťajúci systém, obsahuje 1 mol. % H_2S a 0,3 mole % COS . Čisté absorpčné činidlo sa pridá do zariadenia jednorazovo a a zlúčeniny síry sa v ňom vypierajú. Vypočítajte:

1. Toky látkových množstiev všetkých prúdov v bilančnom systéme.
2. Zloženie prúdov odchádzajúcich z miešača a z absorbéra a množstvo naabsorbovaných zlúčenín síry za hodinu.

Bilančná schéma:



Prúdy:

- 1 – vstupujúca plyná zmes do systému
- 2 – obtok
- 3 – plyná zmes vstupujúca do absorbéra
- 4 – absorpcia sírných zlúčenín v selektívnom rozpúšťadle (akumulácia)
- 5 – plyná zmes na výstupe z absorbéra
- 6 – plyná zmes opúšťajúca bilančný systém po zmiešaní s obtokovým prúdom

Zložky

- A – CH_4
- B – CO_2
- C – H_2S
- D – COS

Riešenie:

Výpočet môže byť iniciovaný celkovou materiálovou bilanciou systému.

$$\begin{aligned}
 n_1 &= n_4 + n_6 & n_1 &= & 1000 \text{ mol/h} \\
 \text{A: } n_1 \cdot n_{1A} &= n_6 \cdot n_{6A} & x_{1A} &= & 0,7859 \\
 \text{B: } n_1 \cdot x_{1B} &= n_6 \cdot x_{6B} & x_{1B} &= & 0,15 \\
 \text{C: } n_1 \cdot x_{1C} &= n_4 \cdot x_{4C} + n_6 \cdot x_{6C} & x_{1C} &= & 0,05 \\
 \text{D: } n_1 \cdot x_{1D} &= n_4 \cdot x_{4D} + n_6 \cdot x_{6D} & x_{1D} &= & 0,141 \\
 & & x_{6C} &= & 0,01 \\
 & & x_{6D} &= & 0,003
 \end{aligned}$$

Prepíšuc celkovú materiálovú bilanciu do tabuľkovej formy

Prúdy	1	4	6
Zložky			
A: CH ₄	$n_1 \cdot x_{1A}$ 785,9		$n_6 \cdot x_{6A}$ 785,9
B: CO ₂	$n_1 \cdot x_{1B}$ 150		$n_6 \cdot x_{6B}$ 150
C: H ₂ S	$n_1 \cdot x_{1C}$ 50	$n_4 \cdot x_{4C}$	$n_6 \cdot x_{6C}$
D: COS	$n_1 \cdot x_{1D}$ 14,1	$n_4 \cdot x_{4D}$	$n_6 \cdot x_{6D}$
Σ	n_1 1000	n_4	n_6

1. krok výpočtu

Sčítajúc materiálové bilancie zložiek obsahujúcich síru (C, D) a uvedomiac si že podľa väzbového pravidla platí:

$$x_{4C} + x_{4D} = 1$$

$$\left. \begin{aligned}
 \text{C: } n_1 \cdot x_{1C} &= n_4 \cdot x_{4C} + n_6 \cdot x_{6C} \\
 \text{D: } n_1 \cdot x_{1D} &= n_4 \cdot x_{4D} + n_6 \cdot x_{6D}
 \end{aligned} \right\} \longrightarrow n_1 \cdot (x_{1C} + x_{1D}) = n_4 \cdot (x_{4C} + x_{4D}) + n_6 \cdot (x_{6C} + x_{6D})$$

Získame rovnicu, kde vystupujú neznáme veličiny n_4 a n_6 . Presne tie isté ako aj v celkovej materiálovej bilancii systému.

2. krok výpočtu

Z bilančného systému dvoch nezávislých rovníc (celková materiálová bilancia + rovnica, ktorá vznikla sčítaním zložiek obsahujúcich síru) o dvoch neznámých si vypočítame hodnoty n_4 a n_6 .

$$n_1 = n_4 + n_6 \qquad n_1 = 1000 \text{ mol/h}$$

$$n_1 \cdot (x_{1C} + x_{1D}) = n_4 \cdot (x_{4C} + x_{4D}) + n_6 \cdot (x_{6C} + x_{6D})$$

$$n_6 = n_4 \cdot (x_{4A} - x_{1A}) / (x_{1A} - x_{6A}) \qquad \longrightarrow \qquad n_6 = 948,23 \text{ mol/h}$$

$$n_4 = n_1 - n_6$$

$$n_4 = 51,773 \text{ mol/h}$$

3. krok výpočtu

Mólové zlomky H₂S a COS vo štvrtom prúde (akumulácia v absorbéri) a CH₄ a CO₂ v šiestom prúde (prúd opúšťajúci systém) sa vypočítajú z materiálových bilancií zložiek celého systému.

$$x_{4C} = 0,7826$$

$$x_{6A} = 0,8288$$

$$x_{4D} = 0,2174$$

$$x_{6B} = 0,1582$$

Celková materiálová bilancia systému:

Prúdy	1	4	6
Zložky			
A: CH ₄	$n_1 \cdot x_{1A}$ 785,9		$n_6 \cdot x_{6A}$ 785,9
B: CO ₂	$n_1 \cdot x_{1B}$ 150		$n_6 \cdot x_{6B}$ 150
C: H ₂ S	$n_1 \cdot x_{1C}$ 50	$n_4 \cdot x_{4C}$ 40,51773	$n_6 \cdot x_{6C}$ 9,48227
D: COS	$n_1 \cdot x_{1D}$ 14,1	$n_4 \cdot x_{4D}$ 11,25532	$n_6 \cdot x_{6D}$ 2,844681
Σ	n_1 1000	n_4 51,773	n_6 948,23

$$n_1 = 1000 \text{ mol/h}$$

$$x_{1A} = 0,7859$$

$$x_{1B} = 0,15$$

$$x_{1C} = 0,05$$

$$x_{1D} = 0,141$$

$$x_{6C} = 0,01$$

$$x_{6D} = 0,003$$

$$n_6 = 948,227 \text{ mol/h}$$

$$n_4 = 51,77305 \text{ mol/h}$$

4. krok výpočtu

Tok látkového množstva a zloženie plynnej zmesi opúšťajúcej absorbér sa vypočíta z materiálovej bilancie miešača

$$n_5 + n_2 = n_6 \quad \longrightarrow \quad n_5 = 768,23 \text{ mol/h}$$

$$\text{A: } n_5 \cdot x_{5A} + n_2 \cdot x_{2A} = n_6 \cdot x_{6A}$$

$$\text{B: } n_5 \cdot x_{5B} + n_2 \cdot x_{2B} = n_6 \cdot x_{6B}$$

$$\text{C: } n_5 \cdot x_{5C} + n_2 \cdot x_{2C} = n_6 \cdot x_{6C}$$

$$\text{D: } n_5 \cdot x_{5D} + n_2 \cdot x_{2D} = n_6 \cdot x_{6D}$$

Materiálová bilancia miešača

Prúdy	5	2	6
Zložky			
A: CH ₄	$n_5 \cdot x_{5A}$ 644,438	$n_2 \cdot x_{2A}$ 141,462	$n_6 \cdot x_{6A}$ 785,9
B: CO ₂	$n_5 \cdot x_{5B}$ 123	$n_2 \cdot x_{2B}$ 27	$n_6 \cdot x_{6B}$ 150
C: H ₂ S	$n_5 \cdot x_{5C}$ 0,48227	$n_2 \cdot x_{2C}$ 9	$n_6 \cdot x_{6C}$ 9,48227
D: COS	$n_5 \cdot x_{5D}$ 0,306681	$n_2 \cdot x_{2D}$ 2,538	$n_6 \cdot x_{6D}$ 2,844681
Σ	n_5 768,23	n_2 180	n_6 948,23

$$x_{5A} = 0,8389$$

$$x_{5B} = 0,1601$$

$$x_{5C} = 0,0006$$

$$x_{5D} = 0,0004$$

$$768,227$$

$$180$$

$$948,227$$

And game is over.....

