

MB - Príklad 5

V protipúdovej absorpčnej kolóne sa vypiera amoniak čistou vodou, ktorá sa privádza na hlavu kolóny. Pohltí sa v nej 98 percent z množstva amoniaku privádzaného na dno kolóny v plynnej zmesi obsahujúcej vzduch a amoniak. Vzduch je inertnou zložkou, počas procesu sa do vody (absorbent) nerozpúšťa a odchádza, spolu s neabsorbovaným amoniakom, hlavu kolóny. Objemový prietok vstupujúcej plynnej zmesi, obsahujúcej 5 obj. % amoniaku, je $1000 \text{ m}^3/\text{h}$, tlak 100 kPa a teplota 20° C . Kvapalná fáza, odchádzajúca z dna kolóny, obsahuje $2.27 \text{ mol amoniaku} / 100 \text{ mol vody}$.

Vypočítajte:

1. Tok látkového množstva absorpčného činidla privádzaného na hlavu kolóny.
2. Tok látkového množstva kvapalnej fázy odchádzajúcej z dna kolóny.
3. Zloženie pynu odchádzajúceho z hlavy kolóny v hmotnostných zlomkoch.
(Mólová hmotnosť vzduchu je 29 g/mol).

ABSORPCIA

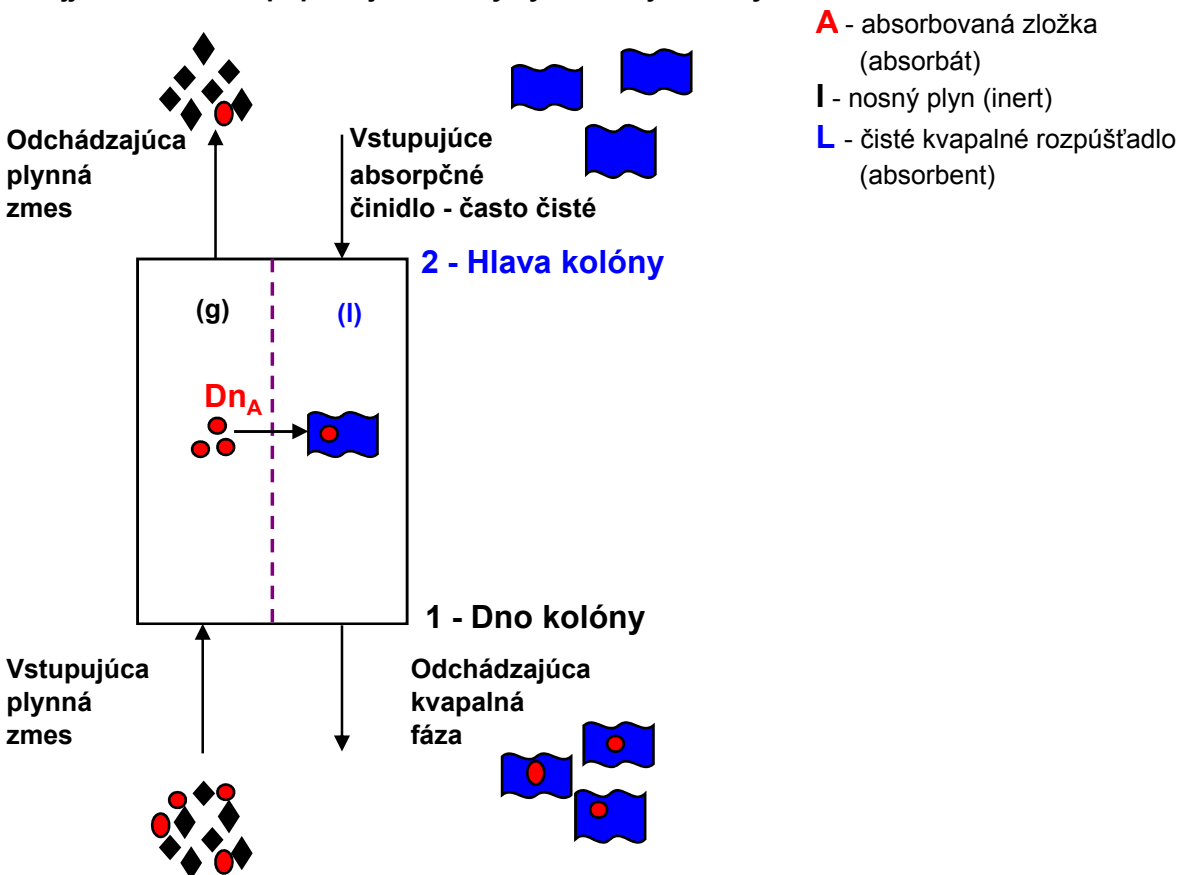
Absorpcia je separačný proces v ktorom sa jedna alebo aj viacej zložiek z plynnej zmesi rozpúšťa (pohlcuje) kvapalným absorpčným činidlom na základe ich rozdielnej rozpustnosti.

V prípade protiprúdového usporiadania vstupuje plyná zmes na dno absorpčnej kolóny a absorpčné činidlo na hlavu kolóny. Neabsorbované zložky plynnej zmesi odchádzajú na hlave kolóny a kvapalná fáza, obsahujúca čisté absorpčné činidlo (absorbent) a rozpustené zložky z plynnej zmesi, odchádza na dne kolóny.

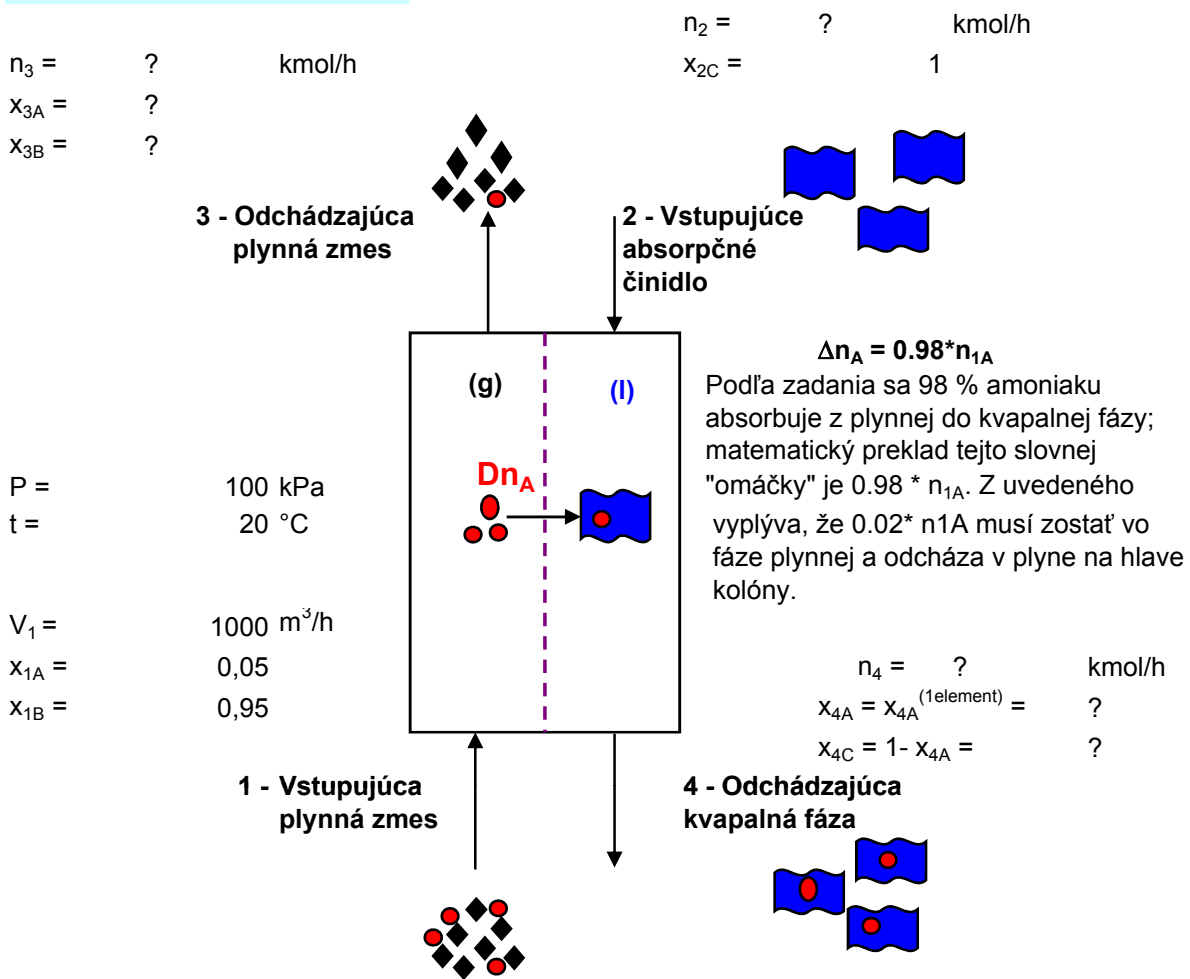
Transport látky prebieha len jedným smerom cez medzifázové rozhranie plyn - kvapalina.

Rozpustné zložky plynnej zmesi prechádzajú z plynnej do kvapalnej fázy

V najjednoduchšom prípade je bilančný systém trojzložkový:



Bilančná schéma



Prúdy:

- 1 - Vstupujúca plynná zmes (zmes vzduchu a amoniaku)
- 2 - Vstupujúce absorpčné činidlo (čistá voda)
- 3 - Odchádzajúci plyn
- 4 - Odchádzajúca kvapalná fáza (zmes vody a rozpusteného amoniaku)

Zložky:

- A** - amoniak (absorbát)
- B** - vzduch (inert)
- C** - voda (absorbent)

Riešenie:

Pred samotným riešením materiálovej bilancie je nevyhnutné vypočítať niektoré veličiny, či už priamo alebo nepriamo vyplývajúce zo zadania.

Výpočet toku látkového množstva vstupujúcej plynnej zmesi zo stavovej rovnice ideálneho plynu - definovaný základ výpočtu.

$$n_1 = P \cdot V_1 / R \cdot T$$

	P =	100 kPa	
	t =	20 °C	T = 293,15 K
Základ výpočtu	V ₁ =	1000 m ³ /h	
n₁ =	41,03 kmol/h	R =	8,314 kJ/kmol/K

Výpočet zloženia odchádzajúcej kvapalnej fázy

$$x_{4A} = x_{4A}^{(1\text{element})} = n_{4A}^{1\text{element}} / n_4^{1\text{element}}$$

	n _{4A} ^{1element} =	2,27 mol
	n _{4C} ^{1element} =	100 mol
	n ₄ ^{1element} = n _{4A} ^{1element} + n _{4C} ^{1element}	
	n ₄ ^{1element} =	102,27 mol

$$x_{4A} = x_{4A}^{(1\text{element})} = \mathbf{0,0222}$$

$$x_{4B} = x_{4B}^{(1\text{element})} = \mathbf{0,9778}$$

Výpočet toku látkového množstva odchádzajúceho plynu:

$$n_3 = ?$$

$$n_3 = n_{3A} + n_{3B}$$

Množstvo amoniaku v odchádzajúcej plynnej zmesi n_{3A} je možné zistiť nepriamo z informácie, že 98 percent amoniaku sa počas procesu pohltí vo vode. $\Delta n_A = 0.98 \cdot n_{1A}$
 Logicky však musia zvyšné dve, vo vode nerozpustené, percentá amoniaku odchádzať v plyne z hlavy kolóny. $n_{3A} = 0.02 \cdot n_{1A}$

Vzduch je inertnou zložkou v plynnej fáze. V akom množstve do systému vstupuje, v takom istom množstve zo systému v tej istej fáze aj vystupuje.

Je **spojovacou zložkou**. $n_{3B} = n_{1B}$

Spojovacou zložkou v kvapalnej fáze je zase **voda (absorbent)**.

$$n_{3A} = 0.02 \cdot n_{1A} \quad n_{1A} = n_1 \cdot x_{1A} = 2,051493 \text{ kmol/h}$$

$$n_{3A} = \mathbf{0,041 \text{ kmol/h}}$$

$$n_{3B} = n_{1B} \quad n_{1B} = n_1 \cdot x_{1B} = 38,97837 \text{ kmol/h}$$

$$n_{3B} = \mathbf{38,978 \text{ kmol/h}}$$

$$n_3 = \mathbf{39,019 \text{ kmol/h}}$$

$$x_{3A} = n_{3A} / n_3 = \mathbf{0,0011} \quad x_{3B} = n_{3B} / n_3 = \mathbf{0,9989}$$

Dosadiac veličiny známe a vypočítané veličiny do materiálovej bilancie:

Prúdy Zložky	1	2	3	4
A: NH ₃	$n_1 \cdot x_{1A}$ 2,051493		$n_3 \cdot x_{3A}$ 0,04103	$n_4 \cdot x_{4A}$
B: Vzduch	$n_1 \cdot x_{1B}$ 38,97837		$n_3 \cdot x_{3B}$ 38,97837	
C: H ₂ O		$n_2 \cdot x_{2C}$		$n_4 \cdot x_{4C}$
Σ	n_1 41,03	n_2	n_3 39,019	n_4

Definovaný základ výpočtu:

$$n_1 = 41,02986 \text{ kmol/h}$$

$$n_3 = 39,0194 \text{ kmol/h}$$

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

$$x_{1B} = 0,95$$

$$x_{2C} = 1$$

$$x_{3A} = 0,001052$$

$$x_{3B} = 0,998948$$

$$x_{4A} = 0,022196$$

$$x_{4B} = 0,977804$$

Tok látkového množstva kvapalnej zmesi vody a amoniaku sa vypočíta z materiálovej bilancie amoniaku

$$n_4 = 90,577 \text{ kmol/h}$$

Tok látkového množstva vody môže byť dopočítaný z celkovej materiálovej bilancie

$$n_2 = 88,567 \text{ kmol/h}$$

Streams Species	1	2	3	4
A: NH ₃	$n_1 \cdot x_{1A}$ 2,051493		$n_3 \cdot x_{3A}$ 0,04103	$n_4 \cdot x_{4A}$ 2,010463
B: Air	$n_1 \cdot x_{1B}$ 38,97837		$n_3 \cdot x_{3B}$ 38,97837	
C: H ₂ O		$n_2 \cdot x_{2C}$ 88,56667		$n_4 \cdot x_{4C}$ 88,56667
Σ	n_1 41,03	n_2 88,567	n_3 39,019	n_4 90,577

41,02986 88,56667 39,0194 90,57713

Zloženie plynnej zmesi odchádzajúcej z hlavy kolóny v hmotnostných zlomkoch

Aplikujúc vzťah medzi hmotnostným zlomkom zložky a mólovými zlomkami a mólovými hmotnosťami zložiek v zmesi (prúde)

$$w_{3A} = \frac{x_{3A} \cdot M_A}{x_{3A} \cdot M_A + x_{3B} \cdot M_B}$$

$$M_A = 17 \text{ kg/kmol}$$

$$M_B = 29 \text{ kg/kmol}$$

$$w_{3A} = 0,0006$$

$$w_{3B} = 1 - w_{3A} = 0,9994$$

Aplikujúc väzbové pravidlo.....