

MB - Príklad 3

Do rektifikačnej kolóny sa privádza 200 kmol/h binárnej zmesi (surovina) obsahujúcej 45.3 mol % butánu a pentán. V destiláte (produkt odchádzajúci z hlavy kolóny) je 91 percent z pôvodného množstva butánu privádzaného v surovine. Mólový zlomok pentánu v destiláte je 0,0489.

Vypočítajte:

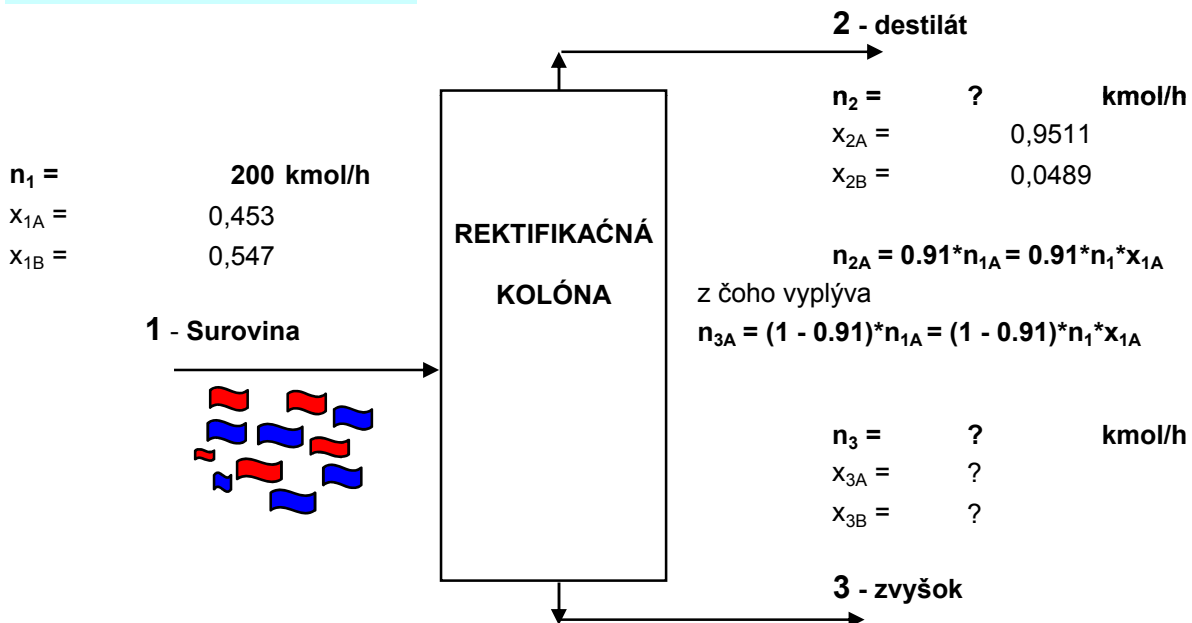
1. Toky látkových množstiev destilátu a zvyšku (produktový prúd odchádzajúci z dna kolóny)
2. Zloženie zvyšku v mólových a hmotnostných zlomkoch.
3. Strednú mólovú hmotnosť zvyšku.

Destilácia je **deliaci (separačný) proces** pri ktorom sa jednotlivé zložky kvapalnej zmesi separujú na základe ich rôznej prchavosti (rozdielných teplôt varu)

Výsledkom procesu je **destilát**, bohatší o ľahšie prchavejšiu zložku a **zvyšok**, obsahujúci menej ľahšie prchavejšej zložky, vzhľadom na jej zastúpenie vo vstupujúcej surovine

Rektifikácia je **viacnásobná destilácia**, ktorá sa realizuje v rektifikačných kolónach.

Bilančná schéma



Prúdy: 1 – surovina
2 – destilát
3 - zvyšok

Zložky: **A** - bután
B - pentán

Materiálová bilancia - prvý pohľad.....:

Prúdy Zložky	1	2	3
A: bután	200*0.453 90,600	$n_2 \cdot x_{2A}$	$n_3 \cdot x_{3A}$
B: pentán	200*0.547 109,400	$n_2 \cdot x_{2B}$	$n_3 \cdot x_{3B}$
Σ	n_1 200,000	n_2	n_3

$$x_{2A} = 0,9511$$

$$x_{2B} = 0,0489$$

Riešenie:

1. krok výpočtu

Podľa zadania obsahuje destilát 91 percent z množstva butánu privádzaného do rektifikačnej kolóny v surovine.

Z tejto explicitne (priamo) zadanej informácie vyplýva:

$$n_{2A} = 0.91 \cdot n_{1A} = 0.91 \cdot n_1 \cdot x_{1A}$$

$$n_1 = 200 \text{ kmol/h}$$

a následne aj implicitne (nepriamo).....

$$x_{1A} = 0,453$$

$$n_{3A} = (1 - 0.91) \cdot n_{1A} = (1 - 0.91) \cdot n_1 \cdot x_{1A}$$

$$x_{1B} = 0,547$$

$$n_{2A} = 82,446 \text{ kmol/h}$$

$$n_{3A} = 8,154 \text{ kmol/h}$$

2. krok výpočtu

Tok látkového množstva destilátu sa môže vypočítať z definičného vzťahu pre mólový zlomok

$$x_{2A} = n_{2A} / n_2 \quad \longrightarrow \quad n_2 = n_{2A} / x_{2A} = 86,685 \text{ kmol/h}$$

$$n_{2A} = 82,446 \text{ kmol/h}$$

$$x_{2A} = 0,9511$$

3. krok výpočtu

Tok látkového množstva zvyšku sa vypočíta z celkovej materiálovej bilancie rektifikačnej kolóny.

$$n_3 = n_1 - n_2 \quad n_1 = 200 \text{ kmol/h}$$

$$n_2 = 86,68489 \text{ kmol/h}$$

$$n_3 = 113,315 \text{ kmol/h}$$

4. krok výpočtu

Zloženie zvyšku v mólových zlomkoch je dopočítané z materiálových bilancií jednotlivých zložiek

Prúdy Zložky	1	2	3
A: bután	200*0.453 90,600	$n_2 \cdot x_{2A}$ 82,446	$n_3 \cdot x_{3A}$ 8,154
B: pentán	200*0.547 109,400	$n_2 \cdot x_{2B}$ 4,239	$n_3 \cdot x_{3B}$ 105,161
Σ	n_1 200,000	n_2 86,685	n_3 113,315

$$x_{3A} = 0,072$$

$$x_{3B} = 0,928$$

5. krok výpočtu

Mólová hmotnosť zvyšku sa sa vypočíta zo vzťahu odvodeného ako suma súčinov mólových hmotností a príslušných mólových zlomkov jednotlivých zložiek zmesi

$$M_j = \sum_{i=A}^N M_i \cdot x_{ji}$$

$$M_A = 58 \text{ kg/kmol}$$

$$M_B = 72 \text{ kg/kmol}$$

$$M_3 = M_A \cdot x_{3A} + M_B \cdot x_{3B} = 70,9926 \text{ kg/kmol}$$

6. krok výpočtu

Zloženie zvyšku v hmotnostných zlomkoch

Zloženie zvyšku v hmotnostných zlomkoch sa môže vypočítať z prepočtového vzťahu medzi príslušným hmotnostným zlomkom zložky v zmesi (prúde) a mólových hmotností a mólových zlomkov zložiek v zmesi (prúde).

$$w_{ji} = \frac{x_{ji} \cdot M_i}{\sum_{i=1}^N x_{ji} \cdot M_i} \Rightarrow w_{jA} = \frac{x_{jA} \cdot M_A}{x_{jA} \cdot M_A + x_{jB} \cdot M_B + \dots + x_{jN} \cdot M_N}$$

Aplikujúc tento prepočtový vzťah pre výpočet hmotnostného zlomku butánu vo zvyšku:

$$w_{3A} = \frac{x_{3A} \cdot M_A}{x_{3A} \cdot M_A + x_{3B} \cdot M_B} = 0,05879$$

Hmotnostný zlomok pentánu sa môže vypočítať analogicky ako hmotnostný zlomok butánu, alebo priamo dopočítať z väzbového vzťahu (pravidla):

$$w_{3B} = 1 - w_{3A} = 0,94121$$