

Príklad 9

Surovina na výrobu rastlinného tuku obsahuje (v hmot. %) 28 % tuku, 10 % vody a beztukovú sušinu. Lisovaním sa z nej získa olej, ktorý obsahuje 80 % tuku a vodu. Tuhý zvyšok po lisovaní, ktorý obsahuje 81 % beztukovej sušiny, sa extrahuje chloridom uhličítym. Kvapalný extrakt obsahuje 10 % tuku a chlorid uhličitý. Tuhý zvyšok, obsahujúci tuk, vodu a beztukovú sušinu, sa po extrakcii suší v sušiareni, kde sa odparuje voda. Tuhý zvyšok obsahuje po sušení 3 % vody a 0,2 % tuku. Všetky % v zadaní sú hmotnostné.

Vypočítajte:

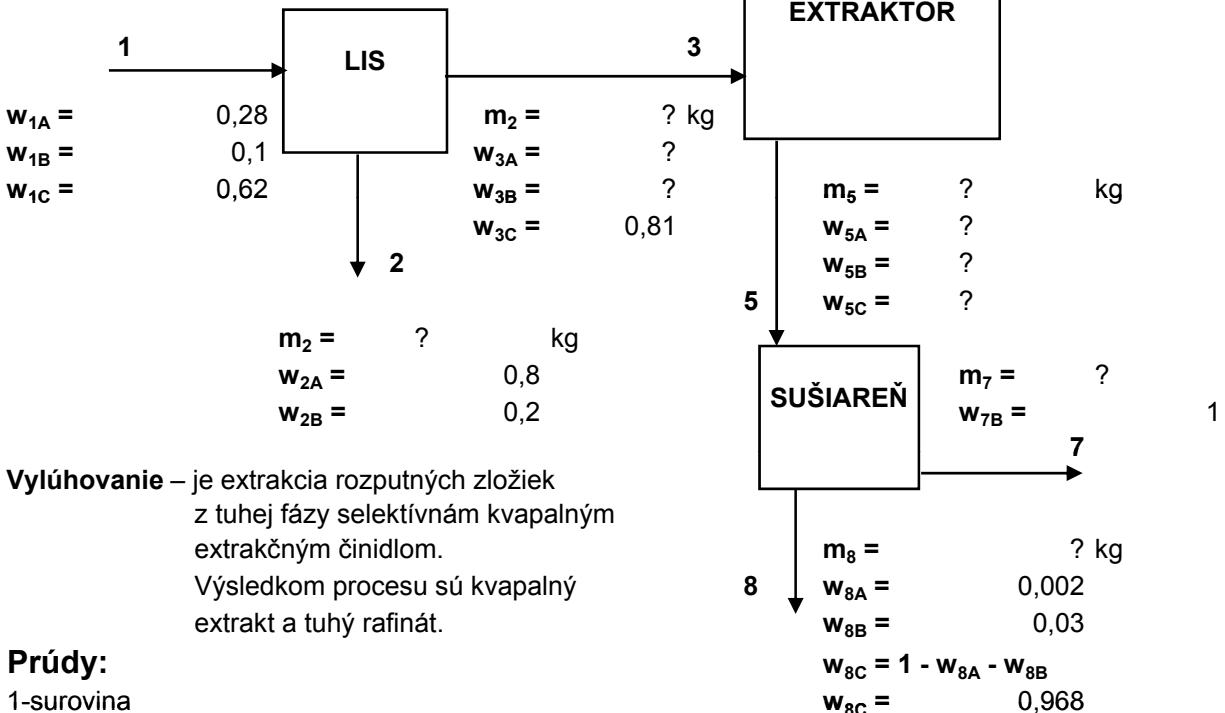
1. Výťažky tuku získaného lisovaním a extrakciou (vylúhovaním) vzhľadom na jeho množstvo vo vstupujúcej surovine.
2. Zloženie tuhého zvyšku po extrakcii.
3. Hmotnostný pomer tetrachloridu vstupujúceho do extrakčného zariadenia a tuhého zvyšku po lisovaní.

V zadaní nie je ani zmienka o vstupujúcom alebo vystupujúcom množstve prúdu resp. zložky v procese. Aj charakter otázok nám neodbytné našepkáva (treba počítať pomer niečoho k niečomu), že si bude nutné zvoliť základ výpočtu. Spravidla sa volí na vstupe, alebo výstupe zo systému, kde býva zvyčajne najviac informácií o procese.

Bilančná schéma:

Zvolený základ výpočtu:

$m_1 = 100 \text{ kg}$



Vylúhovanie – je extrakcia rozpuťných zložiek z tuhej fázy selektívnym kvapalným extrakčným činidlom. Výsledkom procesu sú kvapalný extrakt a tuhý rafinát.

Prúdy:

- 1 - surovina
- 2 - olej
- 3 - tuhý zvyšok po lisovaní
- 4 - tetrachlorid (selektívne rozpúšťadlo, extrahovadlo)
- 5 - tuhý zvyšok po extrakcii
- 6 - kvapalný extrakt
- 7 - odparená voda
- 8 - tuhá fáza po sušení

Zložky:

- A - tuk
- B - voda (H_2O)
- C - sušina
- D - tetrachlorid (CCl_4)

Riešenie:

Na základe ponúkaných informácií a kladených otázok bude rozumné si rozdeliť bilančný systém na vhodné podsystemy

Bilančný podsystem – Lis

Materiálová bilancia lisu

Prúdy Zložky	1	2	3
A: Tuk	$m_1 \cdot w_{1A}$ 28	$m_2 \cdot w_{2A}$	$m_3 \cdot w_{3A}$
B: Voda	$m_1 \cdot w_{1B}$ 10	$m_2 \cdot w_{2B}$	$m_3 \cdot w_{3B}$
C: Sušina	$m_1 \cdot w_{1C}$ 62		$m_3 \cdot w_{3C}$
Σ	m_1 100	m_2	m_3

Zvolený základ výpočtu:

$$m_1 = 100 \text{ kg}$$

$$m_2 = ? \text{ kg}$$

$$m_3 = ? \text{ kg}$$

$$w_{1A} = 0,28$$

$$w_{1B} = 0,1$$

$$w_{1C} = 0,62$$

$$w_{2A} = 0,8$$

$$w_{2B} = 0,2$$

$$w_{3C} = 0,81$$

1. krok výpočtu

Hmotnosť tuhého zvyšku po lisovaní z materiálovej bilancie sušiny

$$C: 100 \cdot 0,62 = m_3 \cdot 0,81 \longrightarrow m_3 = 76,5432 \text{ kg}$$

2. krok výpočtu

Hmotnosť oleja z materiálovej bilancie lisu

$$100 = m_2 + m_3 \longrightarrow m_2 = m_1 - m_3 = 23,4568 \text{ kg}$$

3. krok výpočtu

Zloženie vody a oleja v tuhom zvyšku po sušení z ich materiálových zložkových bilancií

$$A: 100 \cdot 0,28 = m_2 \cdot 0,8 + m_3 \cdot w_{3A} \longrightarrow w_{3A} = 0,12065$$

$$B: 100 \cdot 0,10 = m_2 \cdot 0,2 + m_3 \cdot w_{3B} \longrightarrow w_{3B} = 0,06935$$

Materiálová bilancia lisu - finálny "look"

Prúdy Zložky	1	2	3
A: Tuk	$m_1 \cdot w_{1A}$ 28	$m_2 \cdot w_{2A}$ 18,76543	$m_3 \cdot w_{3A}$ 9,234568
B: Voda	$m_1 \cdot w_{1B}$ 10	$m_2 \cdot w_{2B}$ 4,691358	$m_3 \cdot w_{3B}$ 5,308642
C: Sušina	$m_1 \cdot w_{1C}$ 62		$m_3 \cdot w_{3C}$ 62
Σ	m_1 100	m_2 23,4568	m_3 76,5432

100 23,45679 76,54321

4. krok výpočtu

Výtěžok oleja po lisovaní, definovaný ako množstvo oleja získaného lisovaním vzhľadom na jeho množstvo v privedenej surovine krát 100 %.

$$\eta = [(m_{2A})/m_{1B}] * 100 \%$$

$$\eta = 67,0194 \%$$

Bilančný podsystem – Extraktor + Sušiareň

Materiálová bilancia Extraktor + Sušiareň

Prúdy Zložky	3	4	6	7	8
A: Tuk	$m_3 * w_{3A}$ 9,234568		$m_6 * w_{6A}$		$m_8 * w_{8A}$
B: Voda	$m_3 * w_{3B}$ 5,308642			$m_7 * w_{7B}$	$m_8 * w_{8B}$
C: Sušina	$m_3 * w_{3C}$ 62				$m_8 * w_{8C}$
D: Tetra- chlorid		$m_4 * w_{4D}$	$m_6 * w_{6D}$		
Σ	m_3 76,5432	m_4	m_6	m_7	m_8

$m_3 = 76,54321$
kg

$m_4 = ?$
kg

$m_6 = ?$
kg

$m_7 = ?$
kg

$m_8 = ?$
kg

$w_{3A} = 0,120645$

$w_{3B} = 0,069355$

$w_{3C} = 0,81$

$w_{4D} = 1$

$w_{7B} = 1$

$w_{8A} = 0,002$

$w_{8B} = 0,03$

$w_{8C} = 0,968$

$w_{6A} = 0,1$

1. krok výpočtu

Hmotnosť tuhého zvyšku po sušení z materiálovej bilancie sušiny

$$m_8 = 64,0496 \text{ kg}$$

$$m_3 = 76,54321 \text{ kg}$$

$$w_{3C} = 0,81$$

$$w_{8C} = 0,968$$

2. krok výpočtu

Hmotnosť odparenej vody z materiálovej bilancie vody

$$m_7 = 3,38715 \text{ kg}$$

$$m_3 = 76,54321 \text{ kg}$$

$$m_8 = 64,04959 \text{ kg}$$

$$w_{3B} = 0,069355$$

$$w_{8B} = 0,03$$

$$w_{7B} = 1$$

3. krok výpočtu

Hmotnosť tuku v extrakte a hmotnosť extraktu z materiálovej bilancie tuku

$$A: m_{6A} = m_3 \cdot w_{3A} - m_8 \cdot w_{8A} \qquad m_{3A} = m_3 \cdot w_{3A} = 9,234568 \text{ kg}$$

$$m_{6A} = m_6 \cdot w_{6A} = 9,10647 \text{ kg} \qquad m_{8A} = m_8 \cdot w_{8A} = 0,128099 \text{ kg}$$

$$m_6 = m_{6A} / w_{6A} = 91,0647 \text{ kg} \qquad w_{6A} = 0,1$$

4. krok výpočtu

Hmotnosť tetrachloridu (extrahovadlo) z materiálovej bilancie podsystemu

$$m_4 = 81,9582 \text{ kg}$$

Prúdy Zložky	3	4	6	7	8
A: Tuk	$m_3 \cdot w_{3A}$ 9,234568		$m_6 \cdot w_{6A}$ 9,106469		$m_8 \cdot w_{8A}$ 0,128099
B: Voda	$m_3 \cdot w_{3B}$ 5,308642			$m_7 \cdot w_{7B}$ 3,387154	$m_8 \cdot w_{8B}$ 1,921488
C: Sušina	$m_3 \cdot w_{3C}$ 62				$m_8 \cdot w_{8C}$ 62
D: Tetra- chlorid		$m_4 \cdot w_{4D}$ 81,95822	$m_6 \cdot w_{6D}$ 81,95822		
Σ	m_3 76,5432	m_4 81,9582	m_6 91,0647	m_7 3,38715	m_8 64,0496

91,06469

64,04959

5. krok výpočtu

Výtazok oleja po extrakcii, definovaný ako množstvo oleja získaného lúhovaním vzhľadom na jeho množstvo v privedenej surovine krát 100 %.

$$\eta = [(m_{6A})/m_{1A}] \cdot 100 \%$$

$$\eta = 32,5231 \%$$

$$m_{6A} = 9,106469 \text{ kg}$$

$$m_{1A} = 28 \text{ kg}$$

6. krok výpočtu

Pomer hmotnosti tetrachloridu a tuhého zvyšku po lisovaní

$$m_4/m_3 = 1,07074$$

$$m_3 = 76,54321 \text{ kg}$$

$$m_4 = 81,95822 \text{ kg}$$

7. krok výpočtu

Zloženie tuhého zvyšku po extrakcii

Materiálová bilancia sušiarne			
Prúdy Zložky	5	7	8
A: Tuk	$m_5 \cdot w_{5A}$ 0,128099		$m_8 \cdot w_{8A}$ 0,128099
B: Voda	$m_5 \cdot w_{5B}$ 5,308642	$m_7 \cdot w_{7B}$ 3,387154	$m_8 \cdot w_{8B}$ 1,921488
C: Sušina	$m_5 \cdot w_{5C}$ 62		$m_8 \cdot w_{8C}$ 62
Σ	m_5 67,4367	m_7 3,38715	m_8 64,0496

3,387154 64,04959

Dosadením už známych hodnôt,
do materiálovej bilancie sušiarne,
si dopočítame jej materiálovú bilanciu
a zloženie tuhého zvyšku po extrakcii.

Materiálová bilancia sušiarne			
Prúdy Zložky	5	7	8
A: Tuk	$m_5 \cdot w_{5A}$ 0,128099		$m_8 \cdot w_{8A}$ 0,128099
B: Voda	$m_5 \cdot w_{5B}$ 5,308642	$m_7 \cdot w_{7B}$ 3,387154	$m_8 \cdot w_{8B}$ 1,921488
C: Sušina	$m_5 \cdot w_{5C}$ 62		$m_8 \cdot w_{8C}$ 62
Σ	m_5 67,4367	m_7 3,38715	m_8 64,0496

67,43674 3,387154 64,04959

$$w_{5A} = 0,0019$$

$$w_{5B} = 0,07872$$

$$w_{5C} = 0,91938$$