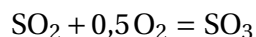


Utlenianie SO₂ do SO₃

Pierwszym etapem procesu wytwarzania kwasu siarkowego(VI) jest otrzymywanie tlenku siarki(IV) z siarki lub siarczków niektórych metali (np. Fe, Zn). W gazach otrzymywanych przy przetwarzaniu surowców siarkonośnych stężenie SO₂ wynosi zwykle od 7 do 12%. Pozostałymi składnikami tych gazów są azot i tlen. Kolejnym etapem procesu jest katalityczne utlenianie SO₂ tlenem do bezwodnika kwasu siarkowego(VI) SO₃:



Rysunek 1: Strumienie reagentów w reaktorze do katalitycznego utleniania SO₂ do SO₃

Końcowy etap produkcji kwasu siarkowego(VI) polega na reakcji SO₃ z wodą, a produktem jest stężony kwas siarkowy(VI).

Stosowane wielkości

- Natężenie przepływu strumieni:
 - SO₂, O₂ i N₂ wprowadzanych do reaktora jako strumień **E** - W_E[SO₂], W_E[O₂] i W_E[N₂], w kmol/h
 - SO₃, SO₂, O₂, i N₂ odprowadzanych z reaktora jako strumień **Y** - W_Y[SO₃], W_Y[SO₂], W_Y[O₂] i W_Y[N₂].
- Stopień przemiany SO₂ w SO₃:

$$x = \frac{W_Y[\text{SO}_3]}{W_E[\text{SO}_2]}$$

Założenie:

Zawartość SO₂, O₂ i N₂ w strumieniu wprowadzanym do reaktora wynosi, odpowiednio, 10%, 11% i 79% mol.

Cel zadania:

Należy wyznaczyć zależność między udziałem molowym $a[\text{SO}_2]$ w strumieniu **Y** odprowadzanym z reaktora i stopniem przemiany SO₂ w SO₃: $a = a(x)$.

Rozwiązanie:

Podstawa bilansu: Natężenie strumienia E wprowadzanego do reaktora: $W_E = 100 \text{ kmol/h}$.

Bilans masy w obszarze reaktora

Przychód

Z założenia wynika następujący skład gazu wprowadzanego do reaktora:

$$W_E[\text{SO}_2] = 10 \text{ kmol/h}$$

$$W_E[\text{O}_2] = 11 \text{ kmol/h}$$

$$W_E[\text{N}_2] = 79 \text{ kmol/h}$$

Rozchód

Z definicji stopnia przemiany x , wynika wielkość strumienia SO_3 zawartego w gazach opuszczających reaktor:

$$W_Y[\text{SO}_3] = 10x$$

Na podstawie pierwiastkowego bilansu siarki [S] można obliczyć zawartość SO_2 w strumieniu Y:

$$W_E[\text{SO}_2] = W_Y[\text{SO}_3] + W_Y[\text{SO}_2]$$

$$W_Y[\text{SO}_2] = 10(1 - x) \text{ kmol/h}$$

Na podstawie pierwiastkowego bilansu tlenu [O] można obliczyć zawartość O_2 w strumieniu Y:

$$2W_E[\text{SO}_2] + 2W_E[\text{O}_2] = 3W_Y[\text{SO}_3] + 2W_Y[\text{SO}_2] + W_Y[\text{O}_2]$$

$$W_Y[\text{O}_2] = 11 - 5x \text{ kmol/h}$$

Azot nie bierze udziału w reakcji:

$$W_E[\text{N}_2] = W_Y[\text{N}_2]$$

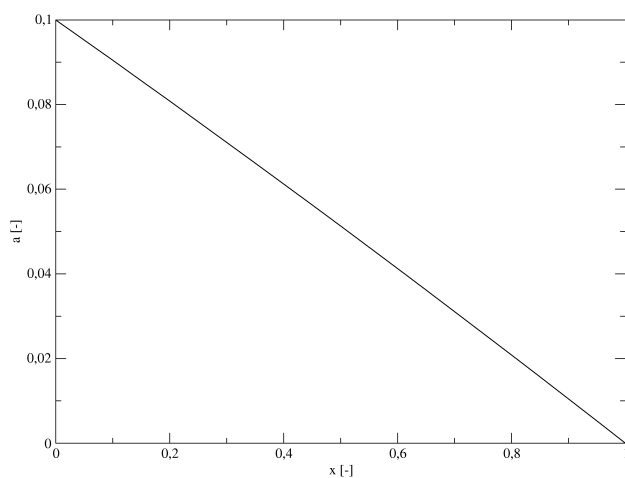
Bilans procesu przedstawiono w tabeli:

Tablica 1: Bilans procesu utleniania SO ₂			
Przychód [kmol/h]		Rozchód [kmol/h]	
SO ₂	10	SO ₂	10(1-x)
N ₂	79	N ₂	79
O ₂	11x	SO ₃	10x
		O ₂	11-5x
Suma przychodu	100	Suma rozchodu	100

Udział molowy SO₂ w strumieniu Y:

$$a = \frac{W_Y[\text{SO}_2]}{W_Y} = \frac{1-x}{10-0,5x}$$

W formie graficznej:



Rysunek 2: Zależność udziału molowego SO₂ w gazach odprowadzanych z reaktora od stopnia przemiany (x) SO₂ w SO₃