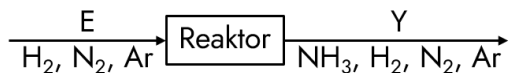


Synteza NH_3

Syntezę amoniaku prowadzi się w ciśnieniowym reaktorze katalitycznym, do którego wprowadza się mieszaninę substratów: H_2 i N_2 z domieszką Ar.



Rysunek 1: Schemat strumieni w reaktorze do syntezy amoniaku

Stosowane wielkości

- Natężenie przepływu strumieni [kmol/h]:
 - wprowadzanego do reaktora **E** - W_E - H_2 , N_2 i Ar w strumieniu **E** - $W_E[\text{H}_2]$, $W_E[\text{N}_2]$ i $W_E[\text{Ar}]$
 - odprowadzanego z reaktora **Y** - W_Y - NH_3 , H_2 , N_2 i Ar w strumieniu **Y** - $W_Y[\text{NH}_3]$, $W_Y[\text{H}_2]$, $W_Y[\text{N}_2]$ i $W_Y[\text{Ar}]$

- Stopień przemiany wodoru:

$$x = \frac{W_E[\text{H}_2] - W_Y[\text{H}_2]}{W_E[\text{H}_2]}$$

- Udział molowy amoniaku w strumieniu **Y** odprowadzanym z reaktora:

$$a = \frac{W_Y[\text{NH}_3]}{W_Y}$$

Założenia:

1. Stosunek molowy wodoru do azotu w strumieniu **E** wynosi 2,7
2. Udział molowy argonu w strumieniu **E** wynosi 0,02

Cel zadania:

Należy wyznaczyć zależność udziału molowego a amoniaku w strumieniu Y od stopnia przemiany wodoru x : $a = a(x)$.

Rozwiązanie:

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

Bilans masy w obszarze reaktora

Przychód Z założenia 2, wynika że:

$$W_E[\text{Ar}] = 2 \text{ kmol/h}$$

Z założeń 1 i 2 wynikają następujące wartości strumieni:

$$W_E[\text{H}_2] + W_E[\text{N}_2] = 98$$

$$W_E[\text{H}_2]/W_E[\text{N}_2] = 2,7$$

$$W_E[\text{H}_2] = 71,5 \text{ kmol/h}$$

$$W_E[\text{N}_2] = 26,5 \text{ kmol/h}$$

Rozchód

Z definicji stopnia przemiany wodoru x można obliczyć natężenie strumienia wodoru odprowadzanego z reaktora:

$$W_Y[\text{H}_2] = W_E[\text{H}_2](1 - x) = 71,5(1 - x) \text{ kmol/h}$$

Natężenie strumienia NH_3 można obliczyć na podstawie pierwiastkowego bilansu wodoru $[\text{H}]$:

$$2W_E[\text{H}_2] = 2W_Y[\text{H}_2] + 3W_Y[\text{NH}_3]$$

$$W_Y[\text{NH}_3] = 47,7x \text{ kmol/h}$$

Natężenie strumienia N_2 można obliczyć na podstawie pierwiastkowego bilansu azotu $[\text{N}]$:

$$2W_E[\text{N}_2] = 2W_Y[\text{N}_2] + W_Y[\text{NH}_3]$$

$$W_Y[\text{N}_2] = 26,5 - 23,9x \text{ kmol/h} \quad (1)$$

Argon nie bierze udziału w reakcji, a zatem:

$$W_E[\text{Ar}] = W_Y[\text{Ar}]$$

$$W_Y[\text{Ar}] = 2 \text{ kmol/h}$$

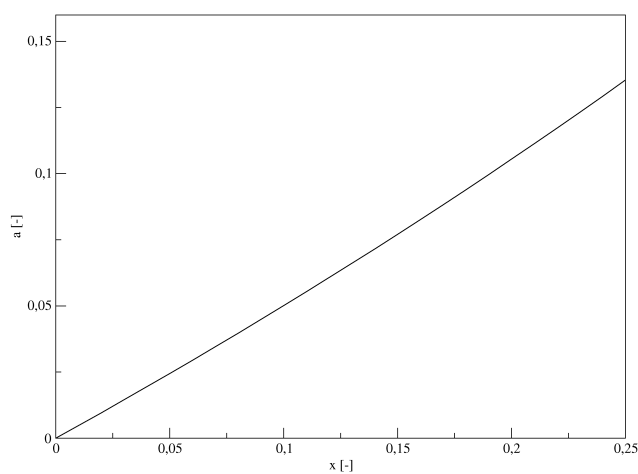
Bilans procesu przedstawiono w tabeli:

Tablica 1: Bilans masy w reaktorze syntezy NH_3

Przychód [kmol/h]		Rozchód [kmol/h]	
H_2	71,5	H_2	$71,5(1-x)$
N_2	26,5	N_2	$26,5-23,9x$
Ar	$2x$	Ar	2
		NH_3	$47,7x$
Suma przychodu	100	Suma rozchodu	$100-47,7x$

Korzystając z definicji wielkości a , przez podstawienie obliczonej wartości strumienia amoniaku w strumieniu $\mathbf{Y}$, otrzymuje się zależność $a = a(x)$.

$$a = \frac{47,7x}{100 - 47,7x}$$



Rysunek 2: Zależność udziału molowego amoniaku w strumieniu $\mathbf{Y}$ od stopnia przemiany H_2 (x)