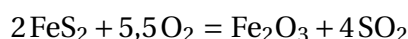
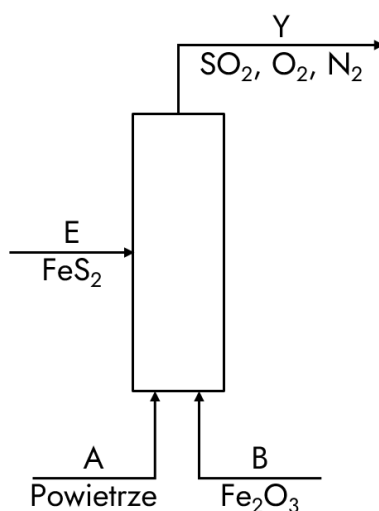


Utleniające prażenie pirytu

Pierwszym etapem w procesie produkcji kwasu siarkowego(VI) jest otrzymywanie SO_2 z siarki lub rud siarczkowych niektórych metali (cynku, miedzi, żelaza). Jednym z często stosowanych surowców jest piryt FeS_2 , który poddaje się utleniającemu prażeniu w strumieniu powietrza. Piece do prażenia pirytu działają w trybie ciągłym, a produktami procesu są gazy piecowe zawierające SO_2 , O_2 i N_2 oraz stały odpad w postaci tzw. wypałów, które składają się głównie z Fe_2O_3 . W piecu zachodzi reakcja:



W celu uniknięcia strat siarki, która może pozostawać w wypałkach, do pieca doprowadza się znaczny nadmiar powietrza. Nadmiarowa część strumienia powietrza rozcieńcza gazy piecowe. Tlen zawarty w tych gazach zostaje wykorzystany w następnym etapie procesu wytwarzania kwasu siarkowego(VI), w którym prowadzi się katalityczne utlenianie SO_2 do SO_3 .



Rysunek 1: Schemat pieca do utleniającego prażenia pirytu

Stosowane wielkości

- Natężenie przepływu strumieni [kmol/h]:
 - pirytu wprowadzanego do pieca: $W_E[\text{FeS}_2]$,
 - tlenu i azotu wchodzących w skład strumienia powietrza A wprowadzanego do pieca: $W_A[\text{O}_2]$ i $W_A[\text{N}_2]$,
 - wchodzących w skład strumienia gazów piecowych Y odprowadzanych z pieca $W_Y[\text{SO}_2]$, $W_Y[\text{O}_2]$ i $W_Y[\text{N}_2]$

– wypałów (Fe_2O_3) odprowadzanych z pieca: $W_B[\text{Fe}_2\text{O}_3]$.

- Udział molowy O_2 i SO_2 w gazach piecowych **Y**: $a_Y[\text{O}_2]$ i $a_Y[\text{SO}_2]$.

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

Założenie:

Przyjmuje się uproszczony skład powietrza 20% tlenu i 80% azotu.

Cel zadania:

Należy wyznaczyć zależność między udziałem molowym ditlenku siarki i udziałem molowym tlenu w strumieniu **Y** gazów piecowych: $a_Y[\text{SO}_2] = f(a_Y[\text{O}_2])$.

Rozwiązanie:

Podstawa bilansu: Natężenie strumienia gazów piecowych **Y**: $W_Y = 10 \text{ kmol/h}$

Skład gazów piecowych **Y**

Natężenie strumienia SO_2 :

$$W_Y[\text{SO}_2] = 10a_Y[\text{SO}_2] \quad \text{kmol/h}$$

Natężenie strumienia O_2 :

$$W_Y[\text{O}_2] = 10a_Y[\text{O}_2] \quad \text{kmol/h}$$

Natężenie strumienia N_2 :

$$W_Y[\text{N}_2] = 10(1 - a_Y[\text{SO}_2] - a_Y[\text{O}_2]) \quad \text{kmol/h}$$

Ponieważ azot nie bierze udziału w reakcji

$$W_A[\text{N}_2] = W_Y[\text{N}_2] = 10(1 - a_Y[\text{SO}_2] - a_Y[\text{O}_2]) \quad \text{kmol/h}$$

Z bilansu pierwiastkowego siarki [S] otrzymuje się równanie:

$$W_E[\text{FeS}_2] = 0,5W_Y[\text{SO}_2] = 5a_Y[\text{SO}_2] \quad \text{kmol/h}$$

Z bilansu pierwiastkowego żelaza [Fe] otrzymuje się równanie:

$$W_B[\text{Fe}_2\text{O}_3] = 0,5W_E[\text{FeS}_2] = 0,25W_Y[\text{SO}_2] \quad (1)$$

Z bilansu pierwiastkowego tlenu [O] otrzymuje się równanie:

$$2W_A[\text{O}_2] = 2W_Y[\text{SO}_2] + 2W_Y[\text{O}_2] + 3W_B[\text{Fe}_2\text{O}_3] \quad (2)$$

Równanie (2) można przekształcić, korzystając z zależności (1) i wprowadzając udziały molowe $a_Y[\text{SO}_2]$ i $4a_Y[\text{O}_2]$:

$$W_A[\text{O}_2] = 10a_Y[\text{SO}_2] + 13,75a_Y[\text{O}_2] \quad (3)$$

Z założenia wynika, że stosunek molowy

$$W_A[\text{O}_2]/W_A[\text{N}_2] = 0,25$$

a zatem

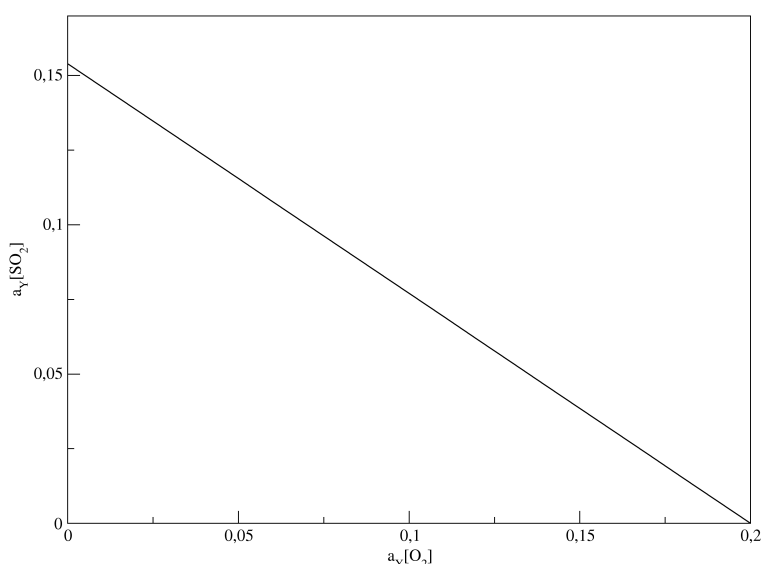
$$W_A[\text{O}_2] = 0,25 \cdot 10(1 - a_Y[\text{SO}_2] - a_Y[\text{O}_2]) \quad (4)$$

Przyrównując prawe strony równań (3) i (4), otrzymuje się zależność między udziałami molowymi SO_2 i O_2 w gazach piecowych:

$$a_Y[\text{SO}_2] = 0,154 - 0,77a_Y[\text{O}_2] \quad (5)$$

Z przedstawionych obliczeń bilansowych procesu utleniającego prażenia pirytu wynika zależność (5), która w ujęciu ogólnym określa możliwy zakres wartości udziału molowego SO_2 w gazach piecowych wynoszący od 0 do 0,154 (rys. 2). W warunkach procesu przemysłowego udział molowy SO_2 w gazach piecowych zależy od składu przetwarzanego surowca i na ogół mieści się w zakresie 0,06-0,08, przy czym w gazach występuje nadmiarowy tlen.

W formie graficznej:



Rysunek 2: Zależność $a_Y[\text{SO}_2] = 0,154 - 0,77a_Y[\text{O}_2]$