

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

KATEDA METALURGII I RECYKLINGU (RM2)

TOMASZ WOJTAL

**OKREŚLENIE SZYBKOŚCI REDUKCJI TLENKÓW
CYNY MIESZANKAMI GAZ OBOJĘTNY - WODÓR**

**PRACA
DOKTORSKA**

Promotor:

prof. dr hab. inż. Jerzy ŁABAJ

Promotor pomocniczy:

dr inż. Tomasz MATUŁA

KATOWICE 2023

STRESZCZENIE

Zwarzywszy na charakter chemiczny, wodór uważany był przez lata za zbyt niebezpieczny, by stosować go w przemyśle wysokotemperaturowym. Współcześnie odchodzi się jednak od tego założenia. Przemysł metalurgiczny zaczął dostrzegać pozytywne aspekty technologii wodorowych. Wodór stał się obiektem zainteresowań jako surowiec proekologiczny i łatwo odnawialny. Stanowi on alternatywę dla nieprzyjaznych środowisku technologii, w których stosowane są materiały w postaci stałego węgla, czy gazowe CO, CH₄ generujące dużą ilość gazów cieplarnianych (w tym głównie CO₂).

Nowe rozwiązania technologiczne pozwalają w sposób bezpieczny i kontrolowany prowadzić procesy redukcji tlenków metali przy użyciu wodoru. Gaz ten cechuje wysoka zdolności penetracyjna, która umożliwia dużo lepszy kontakt z fazą stałą, tlenkową, niż w przypadku reduktorów stałych. Pozwala to uzyskiwać wysoką wydajność całego procesu. Dodatkową zaletą tych technologii jest zarówno to, że są przyjazne dla środowiska, jak i to, że mogą pozwolić na znaczące zintensyfikowanie procesu produkcji. Należy również nadmienić, że energia wodorowa jest uważana za rodzaj czystej i regeneracyjnej energii, gdzie występuje zerowa emisja węgla oraz jego związków, a to staje się kierunkiem rozwoju globalnej energetyki.

W pracy przedstawiono wyniki badań redukcji tlenku cyny(II) (SnO) przy wykorzystaniu cząsteczkowego wodoru (H₂), podawanego w postaci mieszanki z gazem obojętnym którym był argon (Ar). Zawartość wodoru w stosowanych mieszankach wynosiła 1 – 10% obj.H₂. Proces redukcji prowadzono w zakresie temperatury 773 – 873K. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem metody termogravimetrycznej (TG) stosując termowagę firmy NETZSCH model STA 449F3. Na podstawie uzyskanych danych przeprowadzono analizę kinetyczną procesu.

W pracy wykazano, że wraz ze wzrostem temperatury, w analizowanym zakresie, wzrasta szybkość przebiegu reakcji, a uzyskany stopień redukcji SnO zmienia się od 45,51 do 100%. Ustabilizowanie zmian masy badanej próbki uzyskiwano po czasie od 25 minut dla temperatury 773K do 15 minut dla temperatury 873K.

Na podstawie uzyskanych danych wykazano również, że zawartość wodoru w mieszance redukującej ma znaczenie wyłącznie przy stosowaniu zakresu temperatur 773K – 833K, gdzie stopień redukcji SnO dla stosowania 1%obj. H₂ wyniósł 45,51%, zaś dla 10%obj. H₂ wyniósł 59,91%. Użycie wyższych temperatur niezależnie od stosowanej mieszanki pozwoliło na uzyskanie redukcji SnO na poziomie 100%.