

**Reaktywne mielenie** to proces, który prowadzony jest z użyciem popularnych młynków kulowych (przeważnie planetarnych), a jego celem jest nie tylko rozdrobnienie materiału wsadowego, ale również jego **doprowadzenie do jego reakcji - przeważnie z gazem** wypełniającym cylinder roboczy.

Technika ta, popularna w inżynierii materiałowej, zaliczana też czasem do metod tzw. „brutalnej chemii”, pozwala na prowadzenie reakcji chemicznych **w warunkach daleko odbiegających od warunków niezbędnych do zajścia reakcji** w klasyczny sposób. Często tą metodą się podwójne, potrójne wodorki metali, jak również wodorki kompleksowe - uważane jako materiały zdolne przysłużyć **do magazynowania wodoru** i ciepła na skalę przemysłową. Jako wręcz podręcznikowy można podać przykład syntezy wodorku magnezu, która to reakcja zachodzi normalnie w temperaturze  $>450\text{ }^{\circ}\text{C}$  przy ciśnieniu powyżej 50 bar wodoru, a z powodzeniem przeprowadzana jest w temperaturze pokojowej z użyciem właśnie reaktywnego mielenia. Co więcej, jednym z produktów tej reakcji jest odmiana polimorficzna wodorku magnezu, powstająca przy ciśnieniu statycznym wodoru rzędu kilku GPa. Procesy reaktywnego mielenia są niestety **długotrwałe**, a przez to dość podatne na zanieczyszczenia materiałem cylindra i kul mielących. Oprócz prostych wodorków (tzw. podwójnych) można tą metodą syntetyzować wodorki potrójne, borowodorki, alanyty, a także tlenki, azotki i inne związki chemiczne.

Proces ten, znany od wielu dziesiątek lat, jest bardzo prosty w zastosowaniu i przynosi nadzwyczaj dobre efekty, dlatego jest bardzo popularny i stosowany w setkach laboratoriów na całym świecie. Przeważnie proces syntezy mechanicznej pod ciśnieniem prowadzi się w taki sposób, że okresy **intensywnego mielenia przerywa się pauzą, mającą na celu doprowadzić do schłodzenia się cylindra** (!). W przypadkach masywnych cylindrów i dobrego chłodzenia oraz niskich obrotów, proces można prowadzić bez przerw.

Wnioskodawca **stawia tezę**, że proces mechanochemicznej syntezy powinien **zachodzić tym efektywniej im wyższa będzie temperatura** takiego cylindra i samego wsadu, gdyż **procesy dyfuzyjne** są w znacznym stopniu uzależnione właśnie od temperatury. Dodatkowo w takim procesie występować powinny procesy aktywowane cieplnie (**zdrowienie i rekryształizacja**), a w związku z tym dla niektórych materiałów w odpowiednio wysokiej temperaturze **nie będzie występowało umocnienie odkształceniowe**. Jako bardzo ciekawy problem badawczy pojawia się kwestia wymaganego do takiej reakcji ciśnienia wodoru, gdyż absorpcja musi zachodzić zawsze tylko powyżej ciśnienia równowagowego w danej temperaturze. W związku z tym, sterowanie ciśnieniem, dla niektórych mieszanin, **umożliwi sterowanie mechanizmem reakcji** powodując przesunięcie równowagi w kierunku wybranego składnika i wyeliminowanie drugiego, niepożądanego z produktów takiej reakcji. W przypadku mielenia w temperaturze pokojowej jest to praktycznie niemożliwe. Podejście takie **jest rewolucyjne i umożliwi po raz pierwszy** otrzymywanie czystych jednofazowych produktów niektórych reakcji (np. tworzenia wodorku złożonego  $\text{Mg}_2\text{FeH}_6$ ).

Temperatura w jakiej realnie można przyspieszyć syntezę większości wodorków metali będący w polu zainteresowania badaczy, jest niestety **wyższa niż maksymalna temperatura pracy większości popularnych konstrukcyjnych tworzyw sztucznych** (których wykonywane są przykładowo **uszczelnienia** oraz elementy mocujące młynka) oraz **elementów elektronicznych** - mogących służyć do kontroli procesu i bezprzewodowej transmisji danych. To właśnie dlatego, z powodu braku narzędzi, dotychczas **w literaturze światowej nie publikowano** wyników badań pokazujących wpływ temperatury na szybkość i wydajność reaktywnej syntezy mechanicznej.

Autor wniosku z powodzeniem **zaprojektował i wykonał** działający prototyp cylindra, umożliwiający mechaniczną syntezę **w temperaturze do  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$  oraz pod ciśnieniem do 100 bar** (również wodoru), z ciągłą rejestracją zarówno ciśnienia jak i temperatury. W związku z tym, na obecnym poziomie rozwoju tej techniki wytwarzania możliwe jest prowadzenie procesów reaktywnego mielenia przy różnych wartościach temperatury i ciśnienia.

Celem projektu jest zbadanie zachowania się wybranych materiałów metalicznych tworzących wodorki, w funkcji temperatury, ale i również, ciśnienia mielenia. Uzyskane rezultaty pozwolą na rewolucjonizowanie wytwarzania niektórych materiałów wodorkowych - stosowanych do magazynowania wodoru i poznania wpływu czynników zewnętrznych na mechanizmy oraz szybkość ich tworzenia.