

Mgr inż. Tomasz Kaźmierczak

Promotor: prof. dr hab. inż. Piotr Niedzielski

Promotor pomocniczy: dr inż. Witold Kaczorowski

Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej, Zakład Inżynierii Biomedycznej i Materiałów Funkcjonalnych, Politechnika Łódzka

Mechaniczna modyfikacja proszków węglowych wytwarzanych metodami CVD wspomaganymi plazmą częstotliwości radiowej i mikrofalowej.

Streszczenie po polsku

Pod nazwą proszki węglowe kryje się szereg odmian i rodzajów węgla, do których zaliczyć można nanorurki, fulereny, kryształy diamentu, grafit oraz węgiel w postaci amorficznej. Ta różnorodność pociąga za sobą również szerokie spektrum metod syntezy proszków węglowych, wśród których można wymienić niskociśnieniowe techniki plazmochemiczne, a także metody bazujące na wysokich temperaturach i ciśnieniach, np. detonacyjne służące do produkcji nanodiamentów. Materiały w skali nano cieszą się wciąż nie słabnącą popularnością, co wynika z ich unikalnych właściwości niedostępnych dla materiałów w skali makro. Jednakże właściwości te są silnie uzależnione od stopnia rozdrobnienia materiału, jego jednorodności i składu fazowego. Parametry te można modyfikować w większości etapów produkcji proszku węglowego.

Otrzymanie materiałów węglowych rozmiarów setek lub dziesiątek nanometrów możliwe jest już na etapie syntezy, tak jak w przypadku wspomnianych proszków detonacyjnych lub też w dalszym etapie na drodze modyfikacji. Prym w tej dziedzinie wiodą modyfikacje mechaniczne, do których zaliczyć można mielenie. Istnieje szereg typów młynów, jednak w większości bazują one na zjawiskach dynamicznego zgniatania i ścinania materiału mielonego. Pozwala to na skuteczne dostarczenie dużej ilości energii do mielonego materiału, co przekłada się na jego znaczne rozdrobnienie. Jednakże istnieje ryzyko wprowadzenia tym samym zmian nie tylko w budowie, ale i w składzie fazowym mielonego proszku. Konieczne jest zatem takie dobranie parametrów mielenia, aby w pełni kontrolować zarówno rozmiar uzyskiwanych cząstek materiału jak i ich skład fazowy.

Na podstawie przeglądu literatury oraz przeprowadzonych wstępnych badań sformułowane zostały następujące tezy pracy:

- **Możliwe jest sterowanie parametrami procesów wytwarzania umożliwiające powstawanie proszków w sposób ciągły**
- **Możliwe jest otrzymanie w procesie mielenia kulowego proszków węglowych o jednorodnej wielkości cząstek.**
- **Możliwe jest ograniczenie stopnia grafityzacji proszków węglowych w trakcie mielenia kulowego przez odpowiedni dobór parametrów mielenia.**

Tak postawione tezy definiują cel pracy, którym jest:

„Określenie wpływu parametrów wytwarzania oraz mielenia proszków węglowych na uzyskiwane właściwości fizyko-chemiczne.”

Otrzymane wyniki pozwoliły zweryfikować sformułowaną tezę i wyciągnąć następujące wnioski:

1. Proszki węglowe wytwarzane w procesie CVD wspomaganym plazmą o częstotliwości radiowej i dwuczęstotliwościowej (MW/RF) stanowią fragmenty połamanych powłok węglowych.

2. Ponad dwugodzinne procesy syntezy ograniczają stabilność pracy urządzenia CVD poprzez zwarcia pomiędzy elektrodą a uziemioną komorą roboczą wywołane przez wytwarzane, częściowo połamane, powłoki węglowe. Procesy wytwarzania proszków węglowych metodami CVD nie mogą być realizowane w sposób ciągły.
3. Produkcja jednorodnych proszków węglowych CVD jest możliwa tylko poprzez zastosowanie dodatkowego procesu mielenia.
4. W wyniku procesu mielenia spada czystość proszków węglowych w związku z wprowadzeniem do nich materiału, z którego wykonane jest stosowane naczynie albo kulki.
5. Poprzez wprowadzenie do naczynia mielącego cieczy można ograniczyć zachodzące procesy grafityzacji proszków węglowych.
6. Połączenie zabiegów wytwarzania proszków węglowych z ich mieleniem w młynie planetarno-kulowym stwarza możliwości pozyskiwania proszków węglowych o rozmiarach nanometrycznych o sterowalnych właściwościach fizyko-chemicznych.

T. Kadmierciak

09.11.2016