

## **"Kinetyka absorpcji i desorpcji wodoru w nanomateriałach cienkowarstwowych na bazie magnezu "**

**Miejsce realizacji:** Instytut Fizyki Molekularnej PAN  
Zakład Cienkich Warstw,

**Opiekun naukowy:** dr hab. Lesław Smardz  
tel.: 61 8695 244,  
e-mail: [smardz@ifmpan.poznan.pl](mailto:smardz@ifmpan.poznan.pl)

### **Wprowadzenie:**

Metaliczne nanomateriały odwracalnie absorbujące wodór są grupą materiałów, która cieszy się ogromnym zainteresowaniem naukowców na całym świecie. Związane to jest z rosnącym zastosowaniem wodoru jako nośnika energii. Wodór pobierany z bezpiecznego magazynu wodoru, jakim może być nanomateriał metaliczny przetwarzany jest w ogniwie paliwowym na energię elektryczną zastosowaną w ekologicznych samochodach lub małych elektrowniach. Produktem ubocznym jest czysta woda. Metaliczne nanomateriały odwracalnie absorbujące wodór znajdują również zastosowanie jako elektroda ujemna w ekologicznych akumulatorach typu Ni-MH. W Europie, od niedawna komercyjnie stosowanym magazynem wodoru są kontenery, w których materiałem czynnym jest metaliczny nanokompozyt na bazie magnezu. Ponadto, cienkie warstwy odwracalnie absorbujące wodór na bazie magnezu mają potencjalne zastosowanie jako sensory wodoru oraz przełączalne lustra w optoelektronice. Z drugiej strony, prowadzone są nadal intensywne badania właściwości fizycznych nowych nanomateriałów metalicznych na bazie magnezu wykazujących zwiększoną absorpcję wodoru. Zgodnie z półempirycznym modelem wodorowania Miedemy – Griessena, koncentracja wodoru i stabilność wodorunku zależy między innymi od szerokości pasma walencyjnego matrycy metalicznej. Dlatego, jednym z głównych zadań będzie zbadanie pasm walencyjnych nanokrystalicznych cienkich i ultra cienkich warstw na bazie Mg.

Jeżeli chodzi o zastosowania, to optymalnym materiałem jest taki, który szybko absorbuje wodór w temperaturze pokojowej a desorbuje w temperaturze o kilkadziesiąt stopni wyższej przy ciśnieniu równowagowym około 1 bar. Ze względu na ograniczenia wagowe najlepszym materiałem jest Mg, który absorbuje do 7.6 % wag. H<sub>2</sub>. Niestety, dla ciśnienia 1 bar H<sub>2</sub> temperatura absorpcji/desorpcji wodoru jest znacznie wyższa i wynosi powyżej 570 K. Znaczne obniżenie tej temperatury absorpcji/desorpcji można uzyskać poprzez zmniejszanie grubości i/lub rozmiaru ziarna nanowarstw Mg, domieszkowanie lub zastosowanie odpowiedniego katalizatora o optymalnej grubości.

Praca ma charakter poznawczy i jej głównym założeniem jest poszerzenie stanu wiedzy na temat mechanizmów wodorowania w nanomateriałach metalicznych. Z drugiej strony, uzyskane wyniki mogą być wykorzystane do otrzymania nowych nanomateriałów metalicznych o lepszych parametrach wodorowania.

### **Cel naukowy pracy i proponowane metody badawcze**

Celem rozprawy jest zbadanie mechanizmów fizycznych odpowiedzialnych za absorpcję i desorpcję wodoru w materiałach cienkowarstwowych na bazie magnezu oraz określenie optymalnej grubości i składu ultracienkiej warstwy pomocniczej.

Praca ma charakter doświadczalny. Planowane badania będą prowadzone w oparciu o następujące technologie i metody pomiarów dostępne w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu:

1. Technologia przygotowania próbek: - magnetronowe rozpylanie katodowe DC/RF w komorze UHV.
2. Badania składu powierzchni warstw i struktury elektronowej:
  - pomiary *in-situ* (bez kontaktu z atmosferą) XPS i UPS, wykonywane niezwłocznie po naniesieniu warstw.
3. Badania strukturalne: - dyfraktometria rentgenowska (XRD).
4. Badania kinetyki absorpcji i desorpcji wodoru przy ciśnieniach do do 1 bar.

Badania morfologii powierzchni dla wybranych próbek zostaną wykonane we współpracy z Politechniką Poznańską (UHV STM) i Wielkopolskim Centrum Zaawansowanych Technologii (STM, AFM).