

## **Dwuwymiarowe, magnetyczne stopy powierzchniowe na bazie metali ziem rzadkich oraz platyny. Badania właściwości elektronowych i magnetycznych z atomową zdolnością rozdzielczą.**

Badania dotyczące materiałów magnetycznych prowadzone są od wielu wieków i niemal każdego roku odkrywano nowe interesujące materiały. Naukowcy poszukują materiałów o różnych właściwościach magnetycznych, np. materiały ferromagnetyczne, antyferromagnetyczne, czy z niekolinearną strukturą magnetyczną. Już w przypadku ferromagnetyków obserwuje się dużą różnorodność właściwości magnetycznych m.in. pole koercji może się zmieniać od bardzo małych (miękkie magnesy) do dużych wartości (twarde magnesy). Natomiast w przypadku cienkich warstw, szczególnie istotną rolę zaczyna odgrywać anizotropia magnetyczna. Ponadto, zależność właściwości magnetycznych od temperatury, opisywana tzw. temperaturą Curie (poniżej której materiał jest ferromagnetyczny), może się zmienić diametralnie w przypadku drobnych zmian w składzie lub w strukturze materiału magnetycznego. Zmniejszanie rozmiarów materiałów (w skali sub-mikronowej) również wpływa na ich właściwości magnetyczne, np. objętościowe materiały bardzo często mają inne właściwości, niż odpowiadające im cienkie warstwy lub klastry. Z tego powodu, od wielu lat prowadzone są bardzo intensywne badania nad wytworzeniem materiałów magnetycznych w formie bardzo cienkich warstw o oczekiwanych właściwościach. Spośród wszystkich omówionych wyżej materiałów, najbardziej obiecujące są dwuskładnikowe stopy metaliczne. Najlepiej poznane systemy dotyczą kombinacji dwóch metali przejściowych, mianowicie magnetycznie miękkich stopów *Fe-Ni* lub magnetycznie twardych stopów *Co-Fe*, podobnie jak układy składające się z kombinacji metali z grupy przejściowej i metali ziem rzadkich, np.: *Fe-Gd*, *Fe-Nd* czy *Co-Tb*, czy układy binarne metali przejściowych z metalami szlachetnymi *Co-Pt* lub *Fe-Pt*. Natomiast stopy metali ziem rzadkich i metali szlachetnych są jednymi z najmniej poznanych dwuskładnikowych stopów magnetycznych.

Niedawno odkryto nową klasę materiałów magnetycznych, mianowicie stopy powierzchniowe *Gd-Au* i *Gd-Ag*. W postaci materiału litego, stopy te wykazują antyferromagnetyzm. Jednakże oba stopy w warstwach przypowierzchniowych wykazują właściwości ferromagnetyczne. Stop powierzchniowy jest ograniczony do grubości zaledwie 1÷2 monoatomowych warstw, a zatem jest tak cienki jak to tylko fizycznie możliwe. Trwałość takich magnetycznych układów powierzchniowych sprawia, iż nadają się one doskonale dla osadzania np. molekuł organicznych w kontekście zastosowań w spintronice. Okazało się, że dobrze zdefiniowana struktura magnetyczna tych stopów pozwala na wytworzenie bardziej skomplikowanych układów wielowarstwowych. Ponadto, można modyfikować właściwości magnetyczne tych stopów poprzez zamianę metalu ziemi rzadkiej lub podłoża. Dla przykładu, zmiana podłoża z *Au* na *Ag* powoduje znaczną zmianę temperatury Curie o kilkadziesiąt Kelwinów. Natomiast wpływ obecności takich pierwiastków, jak *Pt* posiadających silne sprzężenie spin-orbita, nie został jeszcze zbadany.

W tym projekcie skupimy się na badaniach podstawowych dotyczących wzrostu i właściwości nowej klasy materiałów, mianowicie stopów powierzchniowych typu metale ziem rzadkich – platyna. W pierwszym etapie określimy warunki wzrostu pojedynczej oraz podwójnej warstwy stopów powierzchniowych. Następnie skupimy swoją uwagę na badaniu struktury powierzchni otrzymanych stopów z atomową zdolnością rozdzielczą. W tym celu skorzystamy z różnych powierzchniowo czułych technik badawczych. Połączenie dyfrakcji niskoenergetycznych elektronów (LEED), spektroskopii elektronów Augera (AES) oraz skaningowej mikroskopii tunelowej (STM) pozwoli nam określić strukturę i skład chemiczny otrzymanego stopu powierzchniowego. W kolejnym kroku, zbadamy lokalne właściwości elektronowe i magnetyczne wytworzonych stopów powierzchniowych wykorzystując w tym celu STM, skaningową spektroskopię tunelową (STS) oraz spinowo spolaryzowaną STM/STS. Ponadto, zaplanowaliśmy badania właściwości magnetycznych w skali bardziej globalnej za pomocą magnetycznego dichroizmu kołowego z użyciem wiązki promieniowania rentgenowskiego. Wszystkie badania eksperymentalne zostaną poparte obliczeniami teoretycznymi metodą teorii funkcjonału gęstości (DFT).

Podsumowując, projekt skupia się na wytworzeniu oraz scharakteryzowaniu nowych 2D układów magnetycznych. Jest to istotne zarówno ze względu na rozwój spintroniki, jak i niezbędne dla zrozumienia podstawowych mechanizmów oddziaływań magnetycznych w dobrze uporządkowanych 1÷2 monoatomowych warstwach stopów powierzchniowych, wykonanych z metali ziem rzadkich platyny.