

Nanostrukturalne stopy trójskładnikowe: wpływ metody ablacji laserowej na ich właściwości

Materiały wykazujące przemiany magnetostrukturalne, czyli takie, w których zmiany struktury krystalicznej zachodzą równocześnie ze zmianami właściwości magnetycznych, od kilku lat budzą duże zainteresowanie naukowców na całym świecie. Ich unikalne cechy mają znaczenie nie tylko dla podstawowych badań fizycznych i chemicznych, ale również dla wielu nowoczesnych technologii. Wśród ich niezwyklej właściwości można wymienić m.in.: efekt pamięci kształtu sterowany temperaturą lub polem magnetycznym, olbrzymi efekt magnetokaloryczny (wykorzystywany np. w nowoczesnych systemach chłodzenia), zmiany oporu elektrycznego w polu magnetycznym (magnetooporność), czy efekt barokaloryczny związany ze zmianami ciśnienia.

W naszym projekcie planujemy wytworzyć drobne cząstki stopów (o rozmiarach submikronowych i nanometrowych) łącząc metody chemiczne i fizyczne. Szczególnie interesują nas stopy o strukturach charakterystycznych dla tzw. stopów typu Heuslera, które zawierają metale przejściowe oraz takie pierwiastki jak krzem, german, mangan, żelazo czy gal.

Projekt obejmuje trzy główne cele:

- badanie, jak rozmiar kryształków i ich ułożenie atomowe wpływają na właściwości magnetyczno-strukturalne;
- zastosowanie nowoczesnej metody syntezy – ablacji laserowej w cieczy (LASiS) – do otrzymywania wieloskładnikowych stopów w formie submikronowych cząstek;
- analizę wpływu rozproszenia cząstek na ich właściwości magnetyczne.

Dotychczasowe badania wykazały, że nawet niewielkie zmiany składu chemicznego lub domieszkowania mogą znacząco zmieniać właściwości tych materiałów. Nasz zespół ma duże doświadczenie w syntezie nanomateriałów metodami chemicznymi, przez mielenie kulowe oraz przygotowywanie roztworów stałych. Wytworzone w ten sposób cząstki mogą być dalej stabilizowane za pomocą odpowiednich surfaktantów, aby zapobiec ich sklejanu się.

Nowatorską częścią projektu będzie zastosowanie techniki ablacji laserowej w cieczy, która pozwala na obróbkę materiałów o bardzo złożonym składzie chemicznym. Do wytwarzania początkowych stopów planujemy użyć pieca łukowego, w którym topione będą czyste pierwiastki w atmosferze argonu. Następnie materiały będą rozdrabniane i przekształcane w nanocząstki.

Aby dokładnie poznać właściwości powstałych materiałów, zastosujemy szereg zaawansowanych metod badawczych, m.in. spektroskopię Mössbauera, dyfrakcję rentgenowską (XRD), mikroskopię elektronową (SEM, TEM), analizę termiczną (DSC, TGA), spektroskopię w podczerwieni (IR), UV-Vis, spektroskopię Ramana oraz analizę powierzchniową BET i EDX. Większość tych metod jest dostępna w naszym Centrum BioNanoTechno na Wydziale Chemii Uniwersytetu w Białymstoku.

Współpracujemy również z zagranicznym partnerem z Uniwersytetu w Padwie, który wesprze nas w budowie stanowiska do ablacji laserowej, oraz z Wydziałem Fizyki UwB, który posiada doświadczenie w badaniach masywnych stopów Heuslera.

Badania te pozwolą lepiej zrozumieć, jak uporządkowanie atomów i wielkość cząstek wpływają na właściwości tych wyjątkowych materiałów. Dzięki temu możliwe będzie świadome projektowanie ich parametrów w przyszłości, co może znaleźć zastosowanie w nowoczesnych systemach chłodzenia, przetwarzania energii czy w elektronice nowej generacji.