Projekt 4.2 Ultraszybkie przemiany strukturalne w metalach (eksperymentalne)

Promotor: dr hab. Ryszard Sobierajski
Instytut: IF PAN
Jednostka: SL1.1
www: https://www.ifpan.edu.pl/instytut-fizyki-pan/oddzialy-naukowe/srodowiskowe-laboratorium-badan-rentgenowskich-i-elektronomikroskopowych/sl1-1-zespol-optyki-rentgenowskiej-i-atomowych-badan-strukturalnych.html

Opis:

Topnienie i krystalizacja są przemianami polegającymi na przejściu materii między stanem uporządkowanym a nieuporządkowanym. Oba powyższe procesy są od dawna badane przez fizyków. Topnienie lodu i zamarzanie wody należą do doświadczenia dnia powszedniego. Z kolei topnienie i zestalenie metali są podstawowymi procesami w nauce o materiałach gdyż są związane z istotnymi procesami technologicznymi takimi jak np. odlewanie lub spawanie. Według szeroko rozpowszechnione opinii, topnienie i zestalenie następują w tej samej temperaturze. W bardziej ogólnym przypadku, temperatura w której zamarza ciecz nie jest jednak równa temperaturze topnienia kryształu. Zjawisko polegające na istnieniu cieczy poniżej nominalnej temperatury krzepnięcia nosi nazwę przechłodzenia i jest wspólną cechą niemal wszystkich cieczy. Co ciekawe, efekt odwrotny, polegający na przegrzaniu kryształu powyżej temperatury topnienia jest niezwykle trudny do zaobserwowania, gdyż wymaga niezwykle szybkiego ogrzewania, które pozwala niejako wyprzedzić proces topnienia. Ta ciekawa asymetria topnienia i krystalizacji wynika z ich różnych mechanizmów mikroskopowych. Mechanizmy te są dobrze poznane dla sytuacji gdy ogrzewanie lub chłodzenie, a co za tym idzie topnienie i krystalizacja, przebiegają powoli. Jednak w przypadku bardzo szybkich zmian temperatury, które mogą prowadzić do powstania stanów głębokiego przegrzania bądź przechłodzenia, topnienie i krystalizacja przebiegają na tyle szybko, że doświadczalne zweryfikowanie przewidywań modeli teoretycznych staje się poważnym wyzwaniem. Skala czasowa procesów zachodzących w tym zakresie jest mierzona w pikosekundach. Dla tak krótkich czasów, metody doświadczalne, dla których typowy czas pomiaru jest rzędu sekund, lub nawet godzin, stają się bezużyteczne. W niniejszym projekcie zamierzamy ominąć powyższe ograniczenie wykorzystując najnowocześniejsze techniki badawcze i podejście znane jako pompa-sonda do zbadania ultra szybkiego topnienia, zeszklenia i krystalizacji wybranych metali.

Cel projektu:

Celem projektu jest zrozumienie procesów topnienia, zeszklenia i krystalizacji w metalach. Badane będą metale jednoelementowe („czyste”) i stopy metaliczne w postaci nanostruktur (najczęściej cienkich warstw). Wykorzystana będzie technika ultraszybkiego wygrzewania próbek z użyciem impulsów laserowych połączona ze strukturalną charakteryzacją za pomocą rozpraszania optycznego, elektronów i promieni rentgenowskich, także z ultrakrótką rozdzielczością czasową (typowo ps – ns). Badania prowadzone będą z użyciem infrastruktury dostępnej w IFPAN (mikroskopia optyczna i elektronowa – SEM, TEM) oraz dużej infrastruktury badawczej (dyfrakcja rentgenowska na źródłach synchrotronowych i laserach na swobodnych elektronach). Praca doktoranta polegać będzie na zebraniu danych eksperymentalnych i ich analizie. Jej wyniki będą istotne dla zrozumienia podstawowych mechanizmów odpowiedzialnych za procesy topnienia, powstawania szkieł i krystalizacji. Projekt będzie realizowany w ramach międzynarodowej współpracy, szczególnie z European XFEL oraz Uniwersytetem w Duisburg-Essen w Niemczech.

Wymagania:

- poszukujemy silnie zmotywowanej osoby,
- powinna posiadać stopień Magistra w fizyce, materiałoznawstwie lub powiązanej dziedzinie naukowej (lub równoważnik który pozwala na rozpoczęcie studiów doktoranckich w fizyce w kraju wydania),
- jej zainteresowania powinny być związane z pracą eksperymentalną, choć także - do pewnego stopnia – teoretyczną,
- doświadczenie z użyciem fs laserów i/lub dyfrakcji elektronowej i rentgenowskiej będzie mile widziane,
- także umiejętności programowania w środowisku Matlab lub Python będą mile widziane,
- dobra znajomość języka angielskiego jest konieczna.

Finansowanie:

Stypendium: fundusze z projektu 5000 PLN miesięcznie, przed odjęciem obligatoryjnych składek ZUS (~15%) do 15.07.2026 z możliwością przedłużenia do 15.07.2027 pod warunkiem przedłużenia grantu. Po tym czasie ustawowe stypendium doktoranckie - około 3640 PLN/miesiąc.

Kontakt: ryszard.sobierajski@ifpan.edu.pl