AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
im. Stanisława Staszica w Krakowie
WYDZIAŁ FIZYKI I INFORMATYKI STOSOWANEJ
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. 633-37-40, 617-29-51, 617-29-53
http://www.fis.agh.edu.pl
NIP 6750001923

Uchwała nr 2a/03/RD/2021

Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne Akademii Górniczo-Hutniczej

w sprawie wniosków o dofinansowanie zakupu dużej aparatury badawczej

ze środków finansowych Projektu

„Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza"

Na podstawie artykułu 25 pkt. 2.3 Statutu Akademii Górniczo-Hutniczej, Rada Dyscypliny Nauki Fizyczne zaopiniowała pozytywnie wnioski o dofinansowanie zakupu dużej aparatury badawczej ze środków finansowych Projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza".

Propozycje wniosków zostały przedłożone przez Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii, podstawową jednostkę organizacyjną Akademii Górniczo-Hutniczej będącą zdefiniowanym w Statucie AGH „centrum badawczym", w którym aparatura będzie umiejscowiona.

Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii (ACMiN) AGH posiada kategorię naukową A+, potwierdzającą wysoki poziom prowadzonych badań naukowych oraz istotny dorobek publikacyjny. ACMiN jest piątą jednostka organizacyjną AGH o kategorii A+ co czyni naszą Uczelnię drugą w Polsce posiadających pięć jednostek z najwyższą kategorią naukową. Celem statutowym ACMiN jest nie tylko prowadzenie badań naukowych na najwyższym światowym poziomie, ale także stworzenie nowoczesnego zaplecza aparaturowego dla całej Uczelni (stąd systematycznie podejmowane inwestycje w infrastrukturę naukowo-badawczą ze wszystkich dostępnych źródeł finansowania).

Kolegium ACMiN dokonało oceny merytorycznej trzech wniosków, z których dwa uznało za najlepiej merytorycznie uzasadnione, a ich 50% finansowanie ze środków własnych ACMiN za możliwe z punktu widzenia budżetu ACMiN na rok 2021.

W oparciu o ocenę Kolegium ACMiN Rada Dyscypliny Nauki Fizyczne stwierdza, że oba przedstawione Radzie wnioski stanowią ważne uzupełnienie potencjału badawczego ACMiN i całego AGH, a zakup planowanej aparatury jest w pełni uzasadniony biorąc pod uwagę zarówno wysoki poziom badań naukowych, jak i logikę systematycznego rozwoju infrastruktury naukowo-badawczej gromadzonej w w ACMiN.

Zamieszczona poniżej lista pozytywnie zaopiniowanych wniosków nie jest listą rankingową, a każdy wniosek zawiera oddzielne uzasadnienie.

1. **Elipsometr spektroskopowy 240-1700 nm (koszt: 708 tys. PLN brutto)**
   Wnioskodawca:
   Prof. Konrad Szaciłowski, Kierownik Zakładu Fotofizyki i Elektrochemii Półprzewodników,
   prof. Marek Przybylski, Dyrektor ACMiN

Uzasadnienie:

Przedmiotem wniosku jest zakup nowoczesnego elipsometru spektroskopowego działającego w zakresie od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni i pozwalającego na rozbudowę o układ mapowania powierzchni, a także komórki pomiarowe dostosowane do

badania próbek pod warstwą cieczy oraz w strumieniu cieczy. Urządzenie to pozwoli na prowadzenie zarówno rutynowych (pomiar grubości, współczynnika załamania światła oraz współczynnika absorpcji w funkcji długości fali w strukturach wielowarstwowych – możliwa ekstrakcja parametrów dla każdej warstwy niezależnie) jak i zaawansowanych pomiarów właściwości optycznych cienkich warstw, a co ważniejsze, pozwoli na rozwój nowych, unikatowych technik pomiarowych dzięki możliwości sprzężenia elipsometru z aparaturą znajdującą się na wyposażeniu laboratoriów Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii.

Elipsometr będzie stanowił doposażenie Laboratorium Spektroskopii Optycznej i Laserowej ACMiN, w którym prowadzone są badania nad nowoczesnymi materiałami we współpracy z wieloma renomowanymi ośrodkami badawczymi z Europy i Azji, w ramach projektów krajowych oraz międzynarodowych.

Połączenie badań elipsometrycznych i elektrokatalitycznych powinno pomóc zrozumieć mechanizmy odpowiedzialne za degradację katalizatorów używanych w tym procesie i znacząco wspomóc badania nad nowymi katalizatorami cienkowarstwowymi. Badania będą możliwe po integracji elipsometru z układem do badań elektrokatalitycznych, znajdującym się w ACMiN (chromatograf gazowy z detektorami MS i TCD, potencjostaty i programowalne źródła prądowe, układ pomp dozujących, przepływomierze, kontrolery MFC oraz źródła światła wykorzystywane w badaniach fotoelektrokatalitycznych). Ponadto możliwe będzie prowadzanie nowatorskich pomiarów korozyjnych dzięki unikatowemu połączeniu pomiarów elipsometrycznych z technikami potencjodynamicznymi, chrono- oraz potencjometrycznymi, spektroskopią szumów elektrochemicznych jak również elektrochemiczną spektroskopią impedancyjną.

Połączenie możliwości pomiarowych elipsometru spektroskopowego (wyposażonego dodatkowo w podwójny kompensator) z układem do badań neuromimetycznych (zestaw programowanych źródeł prądowych, analizatorów sygnału, linii opóźniających, spektrometru fotomodulacyjnego oraz unikatowego systemu impulsowej spektroskopii laserowej) pozwoli na prowadzenie in situ pomiarów efektów elektrooptycznych w nowych materiałach półprzewodnikowych używanych do budowy układów neuromimetycznych (np. perowskitach ołowiowych oraz ich analogach, aktualnie rozwijanych w ramach trzech projektów NCN (SONATA, OPUS i MAESTRO), a wcześniej realizowanych w ramach projektu H2020.

Szczególnie cenne wyniki będą dostępne dzięki integracji elipsometru z elektrometrem impulsowym (zakupionym ze środków przyznanego właśnie grantu NCN OPUS). Te unikatowe w skali światowej pomiary pozwolą na bezpośrednią obserwację zmiany koncentracji nośników w przełączanych ferroelektrycznych złączach Schottky'ego i pozwolą na szczegółowe określenie mechanizmów odpowiedzialnych za działanie memrystorów opartych o związki metaloorganiczne. Co ważne, pomiary te, w odróżnieniu od pomiarów spektroskopowych dostarczą kompletnych informacji o zmianach gęstości nośników w różnych warstwach próbki. Informacja ta jest niemożliwa do uzyskania z wykorzystaniem innych technik badawczych – klasyczne pomiary spektroskopowe dają jedynie informację uśrednioną, odnoszącą się do całej objętości próbki podczas gdy wyniki uzyskane techniką mikroskopii sił z sondą Kelvina (KPFM) dają jedynie informację o zmianach gęstości nośników na powierzchni warstw półprzewodników.

Aparatura będzie udostępniana pracownikom i doktorantom AGH na zasadach określonych regulaminami udostępniania infrastruktury badawczej AGH (i ACMiN). Koszt eksploatacji i utrzymania aparatury będzie pokrywany z subwencji i projektów badawczych, koszt będzie dzielony pomiędzy użytkowników proporcjonalnie do wykorzystanego czasu pomiarowego.

Na AGH są użytkowane: elipsometr laserowy (WMN) oraz elipsometr spektroskopowy (WIET), jednak ich konfiguracja i lokalizacja nie pozwala na prowadzenie badań opisanych w niniejszym wniosku. Unikatowa konfiguracja elipsometru (komórki cieczowe, podwójny kompensator) dają znacznie większe możliwości pomiarowe samego instrumentu, a jego lokalizacja w ACMiN, dzięki integracji z inną aparaturą pomiarową, umożliwi rozwój technik pomiarowych innowacyjnych w skali światowej – w tym badań efektów elektrooptycznych w memrystorach cienkowarstwowych, badań mechanizmów procesów elektrokatalitycznych oraz zaawansowanych badań korozyjnych.

Elipsometr spektroskopowy wraz z komórkami cieczowymi pozwoli między innymi na prowadzenie unikatowych w skali Europy badań elektrokatalitycznych nad konwersją dwutlenku węgla do etylenu – jednym z kluczowych procesów w gospodarce o obiegu zamkniętym (POB2). Z kolei pomiary in situ efektów elektrooptycznych w nowych materiałach półprzewodnikowych używanych do budowy układów neuromimetycznych (np. perowskitach ołowiowych oraz ich analogach), ściśle wiążą się z POB5 i POB7.

2. **Nanoindenter is-situ SEM/FIB (zestaw do badań nanomechanicznych w mikroskopie SEM) (koszt: 702 tys. PLN)**
   Wnioskodawca:
   dr hab. inż. Piotr Bała, Kierownik Zakładu Inżynierii Materiałowej
   prof. Marek Przybylski, Dyrektor ACMiN

Uzasadnienie:

Nanoindenter in-situ umożliwia prowadzenie szeregu testów mikro-mechanicznych w połączeniu z jednoczesną obserwacją testowanej próbki w komorze elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM). Podstawowa funkcjonalność naniondentera in-situ obejmuje między innymi badanie twardości, modułu Younga, prowadzenie testów tribologicznych, prowadzenie testów ściskania i rozciągania w szerokim zakresie prędkości odkształcenia, prowadzenie testów zmęczeniowych, badanie odporności na pełzanie i kruche pękanie.

Zakup nanoindentera in-situ umożliwi w szczególności prowadzenie badań nad mechanizmami odkształcenia zaawansowanych stopów metali w tym bioresorbowalnych stopów cynku, poprzez prowadzenie testów ściskania mikro-kolumn oraz zginania mikro-belek przygotowanych techniką FIB. Mikro-próbki przygotowywane są z pojedynczego ziarna o ustalonej wcześniej (techniką EBSD) orientacji krystalograficznej. Dzięki ograniczeniu odkształcenia do pojedynczego krystalitu o znanej orientacji krystalograficznej i geometrii w połączeniu z jednoczesną obserwacją SEM podczas deformacji, możliwe jest wyznaczenie wartości krytycznego naprężenia ścinającego (CRSS) dla aktywacji poślizgu dyslokacyjnego.

Unikalną cechą nanoindentera in-situ jest możliwość prowadzenia deformacji próbek – mikro-belek wyciętych techniką FIB w połączeniu z obrazowaniem wysokorozdzielczą kamerą EBSD zainstalowaną w mikroskopie FEI Versa 3D. Wykorzystując metodę korelacji wysokorozdzielczych obrazów dyfrakcyjnych (HR-EBSD) możliwe jest wyznaczenie pełnego tensora odkształcenia elastycznego w obszarze objętym obserwacją EBSD a tym samym badanie ewolucji i wyznaczanie przestrzennych map naprężenia podczas deformacji in-situ.

Badanie mechanizmów odkształcenia nowych materiałów metalicznych z wykorzystaniem zaawansowanych technik mikroskopowych i dyfrakcyjnych (w tym rozwój oprogramowania do analizy obrazów dyfrakcji elektronowej) jest jednym z głównych obszarów badawczych realizowanych w Zakładzie Inżynierii Materiałowej w ACMiN.

Jednym z tych obszarów są badania bioresorbowalnych stopów cynku z przeznaczeniem na tymczasowe implanty kostne lub stenty wieńcowe. Prowadzone badania wpisują się w światowy trend badań nad stopami cynku w tym obszarze a ukierunkowane są w ZIM na poszukiwanie nowych stopów, i w szczególności badania podstawowe mechanizmów odkształcenia oraz ewolucji mikrostruktury i tekstury tych stopów. Jedną z istotnych obserwacji z przeprowadzonych badań było uzyskanie niskotemperaturowej nadplastyczności w drobnoziarnistych stopach cynku, będącą wynikiem bardzo wysokiej czułości tych stopów na prędkość odkształcenia. Konsekwencją tej czułości jest potencjalnie podatność na pełzanie, czyli odkształcenie poniżej granicy plastyczności przy bardzo małych prędkościach odkształcenia.

W celu rozwiązania tego problemu konieczne są dalsze badania dotyczące mechanizmów odkształcenia w tych stopach w tym między innymi badania nad zjawiskiem poślizgu po granicach ziaren akomodowanym dyslokacyjnie. Badania mikromechaniczne z wykorzystaniem nanoindentera in-situ umożliwią poznanie mechanizmów odpowiedzialnych za zachowanie mechaniczne stopów cynku w szerokim zakresie prędkości odkształcenia.

Zakup nanoindentera in-situ pozwoli na zdecydowane podniesie poziomu realizowanych w ACMiN badań dotyczących m. in.: (1) absolutnej mikrokrystalografii w skaningowym mikroskopie elektronowym, (2) wielkoskalowej identyfikacji strategii tworzenia biokompozytów o wysokiej wytrzymałości, (3) projektu NAWA pn. „Nauka bez granic. Wyznaczenie ram dla długofalowej współpracy międzynarodowej środowisk akademickich", (4) opracowania trójwymiarowego wielkoskalowego modelu numerycznego opartego o koncepcję cyfrowej reprezentacji materiału do symulacji rozwoju mikrostruktury i ocena wpływu redukcji modelu na dokładność wyników, (5) sonoelektrochemicznej syntezy kompozytowych powłok antykorozyjnych Zn-SiC, (6) poprawy własności mechanicznych stali nierdzewnych austenitycznych na drodze przemiany martenzytycznej indukowanej odkształceniem plastycznym i przemiany odwrotnej.

Aparatura będzie udostępniana pracownikom i doktorantom AGH na zasadach określonych regulaminami udostępniania infrastruktury badawczej AGH (i ACMiN). Koszt eksploatacji i utrzymania aparatury będzie pokrywany z subwencji i projektów badawczych, koszt będzie dzielony pomiędzy użytkowników proporcjonalnie do wykorzystanego czasu pomiarowego.

Wnioskowana aparatura jest ściśle powiązana z POB nr 7 „Projektowanie, produkcja, badanie nowoczesnych materiałów i przyszłościowych technologii w oparciu o multidyscyplinarne podejście łączące inżynierię materiałową z chemią, fizyką, matematyką i medycyną", gdyż badane będą nowoczesne bioresorbowalne stopy cynku z przeznaczeniem na tymczasowe implanty kostne, a uzyskane rezultaty pozwolą na opracowanie zaawansowanej technologii ich wytwarzania. Oprócz badań właściwości mechanicznych na ww. stopach prowadzone są m. in. badania odporności korozyjnej w symulowanym środowisku fizjologicznym, biozgodności i aktywności antybakteryjnej.

Przewodniczący Rady Dyscypliny
Nauki Fizyczne

Prof. dr hab. Janusz Wolny