

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej
w dyscyplinie nauk fizycznych**

w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Horodek Paweł dr hab. Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie pawel.horodek@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Siemek Krzysztof dr inż. Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie krzysztof.siemek@ifj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Badania uszkodzeń radiacyjnych w wybranych materiałach o zastosowaniach fuzyjnych Synteza jądrowa jest obecnie uważana za przyszłościowe, bezemisyjne, niemal niewyczerpalne źródło energii. Połączenie jąder deuteru i trytu w cięższy hel prowadzi do wyzwolenia ogromnej ilości energii. Proces ten przeprowadza się w tokamakach, w których gorąca plazma utrzymywana jest w silnym polu magnetycznym. Opracowanie materiałów, których właściwości nie ulegną znaczącej zmianie podczas długotrwałej ekspozycji na promieniowanie jonizujące, szczególnie w wysokich temperaturach jest kluczowe dla rozwoju przyszłych reaktorów. Oddziaływanie z neutronami i jonami prowadzi do powstania defektów w skali atomowej (wakancji, atomów międzywęzłowych, dyslokacji, produktów transmutacji). Ich późniejsza migracja i łączenie się w większe aglomeraty prowadzi do degradacji, objawiającej się jako puchnięcie, pęknięcie, kruchość radiacyjna, pełzanie oraz korozja. Efekty te można ograniczać poprzez dokonanie zmian w strukturze materiału np. wprowadzenie granic ziarnowych i fazowych stanowiących miejsca usuwania defektów radiacyjnych. Różne sposoby wytwarzania, formowania, obróbki termicznej oraz dodatki stopowe mogą w znaczący sposób przyczynić się do poprawy ich odporności na promieniowanie. Szybką i stosunkowo tanią metodą badań odporności radiacyjnej materiałów jest droga eksperymentalnej analizy defektów strukturalnych generowanych implantacją jonową. W ramach prezentowanego tematu zakłada się obserwację początkowych etapów degradacji materiałów poddanych

		implantacji jonowej, ze szczególnym uwzględnieniem roli aglomeracji i migracji defektów struktury. Badania będą prowadzone przy użyciu technik: spektroskopii anihilacji pozytonów, dyfrakcji rentgenowskiej, mikroskopii elektronowej, mikroskopii sił atomowych oraz metod komplementarnych. Część zadań badawczych będzie prowadzona na urządzeniach wielkoskalowych (np. wiązce pozytonów w HZDR w Niemczech) oraz we współpracy z wiodącymi instytutami.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Ukończone studia na kierunku fizyka, inżynieria materiałowa lub pokrewne. Znajomość podstaw krytalografii i eksperymentalnych metod badania ciała stałego. Żądza zdobywania wiedzy i samodoskonalenia, kreatywność, odpowiedzialność, umiejętność pracy w zespole. Dobra znajomość języka angielskiego w mowie i piśmie. Mile widziane doświadczenie w pracy z materiałami metalicznymi i promieniowaniem jonizującym.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Horodek Pawel DSc Institute of Nuclear Physics PAN pawel.horodek@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	Siemek Krzysztof DSc Institute of Nuclear Physics PAN krzysztof.siemek@ifj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Radiation damage studies in selected plasma-facing materials Fusion is currently regarded as an emission-free, almost inexhaustible source of energy. The fusion of deuterium and tritium nuclei into helium leads to the release of enormous amounts of energy. This process is carried out in tokamaks, where the plasma is held in a magnetic field. The development of materials whose properties will not be significantly changed during exposition to irradiation, especially at high temperatures, is key to the development of future reactors. Interaction with neutrons and ions leads to the formation of atomic-scale defects (vacancies, interstitial atoms, dislocations, transmutation

		<p>products). Their migration and clustering lead to degradation, manifested as swelling, cracking, radiation embrittlement, creep, and corrosion. These effects can be reduced by changing the structure of the material, e.g. the introduction of grain and phase boundaries that provide sites for the removal of radiation defects. Various methods of fabrication, forming, heat treatment and alloying additives can make a significant contribution to improving their radiation resistance. A fast and relatively low-cost method to study the radiation resistance of materials is the experimental analysis of structural defects generated by ion implantation.</p> <p>The presented topic is intended to observe the initial stages of degradation of materials subjected to ion implantation, with particular emphasis on the role of agglomeration and migration of structural defects. Research will be carried out using positron annihilation spectroscopy, X-ray diffraction, electron microscopy, atomic force microscopy and complementary methods. Some of the research tasks will be carried out on large-scale facilities (e.g. positron beam at HZDR in Germany) and in collaboration with leading institutes.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Completed degree in physics, materials engineering or related field. Knowledge of the basics of crystallography and experimental methods for the study of solids. Lust for knowledge and self-improvement, creativity, responsibility, ability to work in a team. Good knowledge of spoken and written English. Experience in working with metallic materials and ionising radiation is welcome.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	