

Od wielu lat prowadzone są badania nad stworzeniem materiału konstrukcyjnego, który posiadałby wysokie własności wytrzymałościowe bez utraty swojej plastyczności. Badania doprowadziły do m.in. do powstania nanostrukturalnych materiałów wielowarstwowych (Nanostructured Multilayered Materials - NMM), których podstawowymi zaletami są: znaczny wzrost wytrzymałości oraz istotne zmiany własności fizycznych. Szereg potencjalnych obszarów zastosowań otwiera się przed tego typu materiałami również w warunkach oddziaływań ekstremalnych np. wysokich i niskich temperatur, naprężeń czy też obciążeń cyklicznych-zmęczeniowych. Proponowany projekt ma na celu dostarczenie informacji na temat zależności pomiędzy morfologią warstw, w skalach nano- i makro, a własnościami materiałów wielowarstwowych. Materiały wielowarstwowe, zbudowane w oparciu o silną niejednorodność mechaniczną i mikrostrukturalną, odgrywają coraz większą rolę w osiąganiu strukturalnej i funkcjonalnej integralności. Materiały te mają już za sobą pierwsze testy wytwarzania w skali przemysłowej - dostępne obecnie technologie pozwalają na otrzymanie ich w stosunkowo dużych ilościach (w postaci blach lub taśm). Celem projektu jest wzmocnienie uzyskiwanych w ten sposób atrakcyjnych własności poprzez wykorzystanie do wytworzenia materiałów wielowarstwowych nowoczesnych gatunków stali m.in. mikrostopowych, które swoje podstawowe własności zawdzięczają oddziaływaniu złożonych mechanizmów umocnienia, w tym odkształceniowego, wydzieleniowego i roztworowego. Wyjątkowa atrakcyjność tych gatunków stali wynika z dużej odporności na działanie niekorzystnych warunków eksploatacyjnych m.in. dużych gradientów temperatury i obciążeń udarowych. To z kolei, jest efektem m.in. silnego rozdrobnienia mikrostruktury. Projekt przyczyni się do rozszerzenia możliwości przewidywania i kontrolowania rozwoju mikrostruktury materiałów wielowarstwowych ultradrobnoziarnistych i nanostrukturalnych w ujęciu wieloskalowym, co pozwoli na optymalizację mechanizmów umocnienia w celu poprawy własności tych materiałów. Wynikająca z planowanych badań wiedza na temat związków konstytutywnych kontrolujących własności mechaniczne i fizyczne umożliwi otwarcie nowych obszarów badań ultradrobnoziarnistych i nanostrukturalnych materiałów wielowarstwowych, dodatkowo umocnionych wydzieleniowo i roztworowo. Zastosowanie zaawansowanych metod i instrumentów badawczych oraz nowoczesnych rozwiązań teoretycznych, będących w dyspozycji wykonawców projektu, pozwoli na dogłębne zrozumienie złożoności występujących w badanych materiałach zjawisk i mechanizmów w celu osiągnięcia nowych i unikatowych właściwości. Podjęta zostanie próba zbudowania opisu konstytutywnego obejmującego w sposób wieloskalowy zachowanie się mikrostruktury, m.in. oddziaływanie z dyspersyjnymi cząstkami faz obcych, w obecności wielu warstw materiałów charakteryzujących się różnym rodzajem i stopniem umocnienia. Przewidywane, wymierne efekty z realizacji projektu podzielić można ogólnie na bezpośrednie i długofalowe. Do pierwszych zaliczyć należy wykorzystanie wyników badań podstawowych do badań stosowanych np. dla uruchomienia nowych technologii wytwarzania lub badania nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych o wysokiej wytrzymałości. Podstawowym efektem długofalowym, w zakresie badań podstawowych, będzie zdobycie nowej wiedzy, bardzo istotnej z punktu widzenia intensywnie rozwijającej się inżynierii wielowarstwowych materiałów ultradrobnoziarnistych i nanostrukturalnych. Wśród efektów czysto naukowych wymienić należy lepsze zrozumienie mechanizmów zachodzących wewnątrz i na styku pomiędzy poszczególnymi warstwami i składnikami struktury: nano (ziarna i cząstki faz obcych, krystality) i mikro (ziarna, kolonie perlitu), a także wpływ tych zjawisk i mechanizmów na kształtowanie wytrzymałości nowoczesnych materiałów wielowarstwowych. Efekty te zostaną osiągnięte poprzez połączenie komercyjnych technik wytwarzania (Platerowanie Wybuchowe oraz Powierzchniowa Obróbka Plastyczna) z nowoczesnymi technikami charakteryzującymi się silną akumulacją energii odkształcenia SPD (Severe Plastic Deformation). Nowatorski charakter projektu wynika z realizacji dwóch podstawowych celów: (1) poprawa zrozumienia oddziaływania mechanizmów umocnienia występujących w wielowarstwowych materiałach ultradrobnoziarnistych i nanostrukturalnych, (2) wykorzystując zdobytą, nową wiedzę zaproponowanie opisu konstytutywnego związków pomiędzy parametrami procesu wytwarzania tj. temperaturą, prędkością i wielkością odkształcenia a własnościami mechanicznymi tych materiałów.