

Celem projektu jest rozpoznanie i opisanie wpływu granic międzyfazowych na umocnienie wielowarstwowych nano-kompozytów metalicznych. Proponuje się zastosowanie trzech kombinacji metali o strukturze sieci krystalicznej regularnej przestrzennie (fcc) i płasko (bcc) centrowanej, tj. Ta/Cu, Nb/Cu i Fe/Cu. Do wytworzenia pełno-wymiarowych, (pół)produktów o charakterze nanokompozytów zaplanowano połączenie technologii spajania wybuchowego (EXW) oraz walcowania-spajania akumulacyjnego (ARB). W pierwszym etapie układy wielowarstwowe: Cu/Ta, Cu/Nb i Cu/Fe, zostaną wytworzone z wykorzystaniem technologii EXW w celu uzyskania platerów składających się z min. 10 warstw, naprzemiennie ułożonych blach o grubości $\sim 0,5$ mm. W drugim etapie, kompozyty te będą przetwarzane poprzez wielokrotne walcowanie, cięcie i pakietowanie (do 7 - 8 przejść), z zastosowaniem wyżarzania pośredniego, w celu uzyskania materiału o charakterze kompozytu i o grubości poszczególnych warstw mierzonych w skali nanometrycznej. W selektywnie wybranych przypadkach, ostatni etap procesu walcowania będzie realizowany w temperaturze ciekłego azotu w celu zwiększenia intensywności bliźniakowania odkształceniowego.

Proponowany program badawczy będzie koncentrował się na charakterystyce granic międzyfazowych pomiędzy poszczególnymi nano-warstwami oraz określeniu ich roli w zarodkowaniu i propagacji bliźniaków odkształcenia i pasm ścinania. W przeprowadzonych badaniach wstępnie założono, że granice międzyfazowe mogą być w rzeczywistości bardzo cienkimi warstwami reakcyjnymi, złożonymi z obu pierwiastków oraz że metodami opartymi na inżynierii granic ziaren można zwiększyć odporność udarową. Z jednej strony przeanalizowany zostanie wpływ grubości warstwy pośredniej na propagację poślizgu w kierunku warstw sąsiednich, szczególnie pod wpływem dużych prędkości odkształcania (z wykorzystaniem młota opadowego). Z drugiej strony, przeprowadzone zostaną analizy procesu destrukcji kompozytu podczas oddziaływania balistycznego. W tym ostatnim przypadku w centrum zainteresowania będzie identyfikacja mechanizmów odpowiedzialnych za penetrację pocisku poprzez strukturę kompozytu. Zagadnienie to będzie połączone z analizą wpływu niskotemperaturowego odkształcenia plastycznego (w 77 K) na intensywność zarodkowania i wzrostu bliźniaków oraz pasm ścinania, a następnie ich wpływu na zarodkowanie i wzrost nieciągłości strukturalnych.

Pomimo, że badane w projekcie zagadnienia są inspirowane rzeczywistymi problemami wynikającymi z praktyki przemysłowej, projekt mieści się w grupie prac badawczych o charakterze podstawowym. Uzyskane wyniki mogą być jednak w przyszłości pomocne przy formułowaniu konkretnych zaleceń aplikacyjnych. Dotyczą one podstawowych aspektów przemian mikrostrukturalnych i nowych technologii wytwarzania materiałów o zwiększonej odporności na przebicie. Z naukowego punktu widzenia, kluczowymi działaniami dla praktycznego zastosowania wyników projektu jest identyfikacja zjawisk zachodzących w strefie lokalizacji odkształceń oraz wykazanie ich związku z 'odpornością na przebicie'. Opis ten dotyczy w szczególności zmian mikrostrukturalnych związanych z formowaniem się bliźniaków odkształcenia i pasm ścinania. Ponieważ proponowane badania mają charakter podstawowy, zakłada się, że pozwolą one na identyfikację i opis mechanizmów odpowiedzialnych za propagację pęknięć podczas penetracji pocisku. Te ostatnie zagadnienia są niezwykle interesujące z punktu widzenia zastosowań w przemyśle zbrojeniowym, gdyż materiały modyfikowane metodami inżynierii granic ziaren są szczególnie sugerowane do potencjalnych zastosowań przemysłowych, jako materiały o zwiększonej odporności na przebicie. Mogą one być stosowane nie tylko do ochrony przed oddziaływaniem balistycznym, ale również przed innymi zagrożeniami o charakterze udarowym, zarówno w stosunku do ludzi, jak i pojazdów czy budynków. Badania te będą stanowiły istotny wkład do podjętej w Polsce kilka lat temu problematyki badawczej, inspirowanej praktyką przemysłową.