

Celem niniejszego projektu jest rozpoznanie i opis mechanizmów przemian zachodzących w procesie wygrzewania wielowarstwowych układów platerów uformowanych na bazie metali lekkich, a także wpływem tych przemian na formowanie i propagację adiabatycznych pasm ścinania (APS) w procesie wysokoenergetycznego niszczenia plateru.

W prowadzonych badaniach przyjęto założenie, że poprzez uformowanie się nowych faz o dużej twardości, można stymulować silną zmianę własności mechanicznych układu wielowarstwowego. W tym celu, wytworzone z wykorzystaniem technologii wybuchowej, spajania pod naciskiem oraz walcowania spajania akumulacyjnego, wielowarstwowe układy platerów poddawane będą długotrwałemu wygrzewaniu dla zainicjowania dyfuzji pierwiastków do warstw sąsiednich. Wytworzone w ten sposób materiały kompozytowe na bazie stopów metali: Al, Ti oraz Mg, przedzielone będą bardzo twardymi warstwami faz (w tym międzymetalicznych) uformowanych pod wpływem długotrwałego oddziaływania wysokiej temperatury. Preferowane będą takie kombinacje temperaturowo/czasowe, przy których w procesie wygrzewania nastąpi 'relatywnie szybkie' uformowanie się twardych faz o 'możliwie dużej grubości', a grubość warstwy nakładanej sprzyjać będzie uzyskaniu optymalnych własności wyrobu.

W niniejszym projekcie proponuje się wykorzystanie zjawiska dyfuzji pierwiastków do warstw sąsiednich do 'budowy' układów wielowarstwowych o podwyższonej 'odporności na przebicie'. **Pomimo, że zagadnienia podejmowane w projekcie są inspirowane realnymi problemami wynikającymi z praktyki przemysłowej mają jednakże ściśle podstawowy charakter.** W części pierwszej prowadzone prace zmierzają będą do uzyskania fundamentalnych informacji na temat przemian strukturalnych, fazowych oraz zmian składu chemicznego w warunkach 'dynamicznych i statycznych obciążeń cieplnych'. Bazować one będą na wysokorozdzielczej transmisyjnej i skaningowej mikroskopii elektronowej. Zmiany strukturalne i składu chemicznego analizowane będą zarówno w trakcie izotermicznego wygrzewania próbek masywnych, jak i w eksperymentach wygrzewania 'in-situ'. Przemiany obserwowane w trakcie procesu spajania wybuchowego są bardzo 'dynamiczne' i dla wielu układów stanowią 'terra incognita'. W przeciwieństwie do tych zmian, **procesy zachodzące podczas wygrzewania zbliżone są do 'warunków stacjonarnych' i determinowane są dyfuzją pierwiastków do warstw sąsiednich.** W części drugiej analizowane będą zjawiska towarzyszące procesowi penetracji bijką poprzez strukturę warstwową. W szczególności zmierzają one będą do opisu mechanizmu formowania się niestabilności plastycznego płynięcia, a zwłaszcza (mikro)strukturalnych i krystalograficznych uwarunkowań formowaniu się APS w trakcie udarowego niszczenia plateru. *W analizie obserwowanych zjawisk szczególnie przydatne jest wykorzystanie systemu pomiaru orientacji lokalnych w SEM, które umożliwi nie tylko odwzorowanie obrazu (mikro)struktury strefy połączenia, ale i równoczesną analizę zmian składu chemicznego/fazowego.* Uzupełnieniem realizowanego programu badawczego będzie **analiza numeryczna** zachowania się platerów w trakcie procesu kształtowania oraz analiza odporności materiału na wysokoenergetyczne niszczenie udarowe, zwłaszcza w zakresie bardzo wysokich prędkości (energii) uderzenia.

W proponowanym cyklu badań kluczowa jest zależność pomiędzy obserwowanym stanem struktury a własnościami mechanicznymi (głównie 'odpornością' plateru na przebicie). Jest to, zatem klasyczne zagadnienie z zakresu inżynierii materiałowej dotyczące badań o charakterze podstawowym i poznawczym. Jego rozwiązanie, lub nawet tylko przybliżenie rozwiązania, powinno w istotny sposób przyczynić się do powiększenia stanu wiedzy o przemianach fazowych zachodzących w warunkach dynamicznych (wysokiego ciśnienia i szybkich zmian temperatury), jak i tych zbliżonych do stacjonarnych oraz wyjaśnienia mechanizmu formowania się i propagacji APS w strukturach warstwowych. Z praktycznego punktu widzenia prowadzone prace będą podstawą dalszych badań zmierzających do opracowania podstaw technologicznych wytwarzania materiałów wielowarstwowych o silnie podwyższonej odporności na przebicie. Szczególnie interesujące są analizy układu zbudowanego na bazie Ti oraz Al. Spośród wielu możliwych faz międzymetalicznych formowanych z udziałem Ti i Al, szczególnie silne zainteresowanie wzbudza możliwość pojawienia się fazy Al_3Ti , charakteryzującej się zbiorem unikalnych własności mechanicznych. Są one niezwykle interesujące dla zastosowań lotniczych (z uwagi na bardzo korzystny stosunek wytrzymałości do ciężaru) oraz dla przemysłu zbrojeniowego. W tym ostatnim przypadku, materiały kompozytowe wzmocnione udziałem tej fazy są w szczególności sugerowane dla potencjalnych zastosowań przemysłowych, jako materiały wykazujące dużą odporność na przebicie. Mogą być wykorzystane nie tylko dla zabezpieczenia przed oddziaływaniem balistycznym, ale i także pochodzącym od innych zagrożeń udarowych, zarówno osób, jak i pojazdów czy budynków.