Główna idea projektu polega na rozpoznaniu możliwości wytwarzania nowych materiałów z niemieszalnych systemów o ultradrobnoziarnistej strukturze wykazujących wysoką wytrzymałość, przewodność elektryczną i cieplną oraz podwyższoną stabilność termiczną.

Czysta miedź charakteryzuje się bardzo wysoką przewodnością elektryczną i cieplną, dzięki czemu może być stosowana w różnorodnych zastosowaniach przemysłowych. Przewiduje się, że może on stać się w przyszłości głównym materiałem konstrukcyjnym, jeśli poprawi się jego twardość, wytrzymałość i stabilność termiczna. W szerokim spektrum stopów istnieje wiele systemów „układów niemieszających się", w których dwa pierwiastki składowe wykazują niewielką lub żadną wzajemną rozpuszczalność, nawet w stanie ciekłym aż do bardzo wysokich temperatur. Zasadnicze zgłębianie teorii tworzenia stopów i przemian fazowych w takich układach daje nowe możliwości dostosowywania właściwości materiałów. W tym projekcie chcielibyśmy zbadać możliwość produkcji niemieszających się systemów na bazie miedzi Cu-W, Cu-Co, Cu-Cr, Cu-Nb wykorzystując zmodyfikowane podejście w technice skręcania pod wysokim ciśnieniem (ang. HPT – high-pressure torsion). Szacuje się, że mogą one wykazywać wysoką wytrzymałość i stabilność cieplną (materiału wzmacniającego) i dobrą przewodność cieplną i elektryczną jaką daje miedź.

Właściwości wytrzymałościowe materiałów metalicznych w dużym stopniu zależą od charakterystycznych wymiarów mikrostruktury (np. rozmiarów ziaren, czy gęstości dyslokacji). Rozdrobnienie struktury do skala mikro- oraz nano- kontroluje właściwości materiału obserwowane przez nas w skali makro. Proces ten może odbywać się na drodze dużego odkształcenia plastycznego (ang. SPD – severe plastic deformation). Dla większości materiałów metalicznych rozdrobnienie ziarna wiąże się z dużym wzrostem wytrzymałości.

Koncepcja hybrydowego łączenia materiałów metodami SPD stanowią nowe zagadnienie w dziedzinie nauki jaką jest inżynieria materiałowa. Nieliczne doniesienia literaturowe z tej tematyki koncentrują się głównie na mikrostrukturze otrzymywanych połączeń i pozostawiają wiele pytań: jakie będą właściwościach mechanicznych takich kompozytów i jaki będzie wpływ architektury takich połączeń i parametrów procesów łączenia na kształtowanie właściwości mechanicznych? Niniejszy projekt ukierunkowany jest na zbadanie tego zagadnienia. W projekcie proponuje się wykorzystanie techniki skręcania pod wysokim ciśnieniem (ang. high pressure torsion - HPT) do wytworzenia materiałów hybrydowych charakteryzujących się unikalnymi właściwościami mechanicznymi, i fizycznymi. Planowane badania będą obejmowały określenie wpływu architektury połączeń hybrydowych (liczba warstw, ułożenie i wzajemna grubość oraz rodzaj użytych materiałów) i parametrów procesu HPT (jak liczba obrotów) na ich właściwości. Właściwości wyprodukowanych materiałów zostaną zweryfikowane za pomocą pomiarów mikrotwardości, statycznej próby rozciągania, oraz w testach badania przewodności. Następnie próbki zostaną poddane szczegółowej analizie mikrostruktury z wykorzystaniem zaawansowanych technik SEM, FIB, TEM STEM, EDX i XRD. Analiza jakościowa i ilościowa będzie obejmowała: ocenę mikrostruktury i grubości poszczególnych warstw po procesie HPT, wielkości i kształtu ziaren, przemian fazowych w połączeniach, porowatości szczątkowej i jakości połączenia, rozmieszczeniu elementów i zmianom składu chemicznego. Proponowany projekt ma duże znaczenie naukowe i dotyczy najbardziej aktualnych zagadnień w dziedzinie inżynierii materiałowej w obszarze materiałów o silnie rozdrobnionej strukturze. Przyczyni się także do opracowania efektywnej techniki wytwarzania niemieszalnych systemów.