

Inżynieria granic międzykrystalicznych (ziarn) (GBE, z ang. Grain Boundary Engineering) to technika umożliwiająca kontrolowanie i manipulowanie mikrostrukturą materiałów w celu uzyskania pożądanych makroskopowych właściwości mechanicznych i fizycznych. W projekcie postanowiliśmy zastosować inżynierię granic międzykrystalicznych w stopach Al-Si wytworzonych technologią selektywnego przetapiania laserowego, celem poprawy odporności na uszkodzenia radiacyjne/korozyjne. „Idealne” materiały pracujące w środowisku radiacyjnym to takie, które mogą zachować swoje początkowe właściwości, będąc narażonymi na długotrwałe oddziaływanie promieniowania. Zwiększenie udziału powierzchniowego granic specjalnych, zwanych granicami z siecią miejsc koincydentnych (ang. coincidence site lattice – CSL), w których część idealnych pozycji atomów (węzłów sieci) z jednego ziarna nakłada się na węzły sieci krystalicznej drugiego ziarna, jest obiecującym sposobem na poprawę odporności na uszkodzenia radiacyjne/korozyjne.

W pierwszym etapie realizacji projektu zbadamy wpływ gradientu temperatury w procesie selektywnego przetapiania laserowego na zjawisko migracji granic ziaren. **Niniejsze zadanie ma na celu opracowanie strategii wytwarzania (okna procesowego) „programowalnych” mikrostruktur zbudowanych z osiowych ziaren o zróżnicowanym rozkładzie gęstości dyslokacji geometrycznie niezbędnych (ziaren, w których występuje różnica w zmagazynowanej energii).** Prace eksperymentalne będą zmierzać do uzyskania fundamentalnych informacji na temat ewolucji mikrostruktury/mikrotekstury w początkowych stadiach rekrytalizacji. Będą one bazować na metodach opartych na transmisyjnej (TEM) i skaningowej (SEM/TKD) mikroskopii elektronowej. Zmiany te następnie będą analizowane w dwóch grupach eksperymentów: podczas izotermicznego wygrzewania próbek masywnych oraz w eksperymentach wyżarzania 'in-situ' w TEM wyposażonych w systemy pomiaru orientacji lokalnych.

W drugim etapie realizacji projektu zjawisko migracji granic ziaren będzie analizowane na próbkach odkształconych. Zaplanowano wytworzenie dwóch rodzajów próbek:

- odkształcone powierzchniowo wykorzystując technologię śrutowania (laser/shot peening),
- próbki masywne odkształcone metodą KOBO.

Prace eksperymentalne będą zmierzać do optymalizacji udziału ilościowego charakteru granic ziaren oraz do jednoznacznego udokumentowania mechanizmów odpowiedzialnych za formowanie się ziaren o określonej orientacji krystalograficznej. W celu scharakteryzowania mikrostruktury w początkowych stadiach rekrytalizacji wykorzystane zostaną metody oparte na transmisyjnej (TEM) i skaningowej (SEM/TKD) mikroskopii elektronowej oraz w dyfrakcyjnej tomografii kontrastowej (DCT) w celu mapowania orientacji krystalograficznej i mikrostruktury w 3D.

Ostatnim etapem projektu będzie zrozumienie wpływu defektowania radiacyjnego na strukturę wytworzonych materiałów, ponieważ wiedza ta ma fundamentalne znaczenie dla zrozumienia degradacji materiałów podczas ich eksploatacji. Dogłębne zbadanie i zrozumienie ewolucji mikrostruktury w czasie pracy umożliwi opracowanie i optymalizację technologii wytwarzania materiałów o lepszej odporności radiacyjnej/korozyjnej.

Projekt będzie realizowany przez konsorcjum składające się z naukowców z Politechniki Śląskiej (*dr inż. Przemysław Snopiński*), Akademii Górniczo-Hutniczej (*dr hab. Inż. Krzysztof Żaba*) oraz Narodowego Centrum Badań Jądrowych (*prof. Katarzyna Nowakowska-Langier, dr inż. Marek Barlak*). Ponadto w realizację projektu zostaną zaangażowani naukowcy z *VSB TUO Ostrava (Laboratorium druku 3D Protolab)* oraz *DTU Denmark (Department of Civil and Mechanical Engineering)*, którzy dostarczą unikalnej wiedzy dotyczącej optymalizacji procesu selektywnego przetapiania laserowego oraz wielowymiarowej analizy zjawiska migracji granic ziarn.

Realizacja projektu umożliwi pozyskanie nowej wiedzy o charakterze podstawowym dotyczącej zjawiska migracji granic ziaren w stopach Al-Si wytworzonych technologią addytywną, co dotychczas nie zostało należycie zbadane i opisane. Zdobyta wiedza pozwoli podjąć dyskusję na temat ewolucji/zmian mikrostruktury/mikrotekstury oraz charakteru granic ziaren podczas procesu wyżarzania/rekrytalizacji, przyczyniając się do weryfikacji istniejących i opracowania nowych modeli teoretycznych opisujących to zjawisko w badanej grupie materiałów.

Pomimo tego, że projekt jest nastawiony przede wszystkim na poszerzenie wiedzy dotyczącej zjawiska migracji granic ziaren, uzyskane wyniki mogą przyczynić się do rozwoju nowej generacji stopów aluminium o podwyższonej odporności radiacyjnej, które mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle jądrowym, kosmicznym a także medycynie radiacyjnej.