

Streszczenie popularnonaukowe

We współczesnym świecie obserwuje się obecnie ciągle doskonalenie znanych materiałów inżynierskich jak i wprowadzanie do użytku nowych materiałów. We współczesnych materiałach mikro- a coraz częściej również nano- struktura ma prawdopodobnie największy wpływ na właściwości końcowe produktów. Mikro- i Nano- struktura w przypadku materiałów metalicznych takich jak stale i stopy odnosi się do wielkości i rozmieszczenia ziaren czyli elementów ciała stałego o jednakowej budowie krystalicznej, a także faz czyli elementów ciała stałego odróżniających się lokalnym położeniem atomów w swojej strukturze.

W celu określenia mikro i nano struktury konieczne było wynalezienie technik obrazowania i badania struktury materiałów. Najpopularniejszymi z nich były historycznie techniki mikroskopii świetlnej, pozwalały one ocenić wielkość ziaren materiałów metalicznych co pozwalało naukowcom i inżynierom ocenić przydatność materiału. Kolejno wraz z odkryciem promieniowania X spopularyzowane zostały techniki dyfrakcyjne promieniowania X, które pozwoliły między innymi na opisanie położenia atomów w fazach, określenia udziałów objętościowych poszczególnych faz, wyznaczenia wielkości ziaren poszczególnych faz czy też wyznaczenia naprężeń występujących w materiale będących niejednokrotnie efektem ich obróbki. Często jednak techniki te nawet współcześnie nie pozwalają na obrazowanie ww właściwości w skali mikro i nano metrycznej. W celu opisu mikro i nano struktury materiałów najczęściej używa się technik mikroskopii elektronowej, mianowicie: skaningowej mikroskopii i transmisyjnej mikroskopii elektronowej.

Technika dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD) w skaningowym mikroskopie elektronowym, pozwala na zbieranie informacji na temat rozmiarów elementów mikrostruktury poprzez skanowanie wiązką elektronów punkt po punkcie i zbieranie obrazów dyfrakcyjnych przypisanych tym punktom. Obrazy dyfrakcyjne pozwalają obecnie na ocenę orientacji krystalograficznej, struktury fazowej (z pewnymi ograniczeniami) oraz wyznaczenie względnych naprężeń występujących w obszarach pojedynczych ziaren. Niemniej jednak obrazy dyfrakcyjne niosą również informacje na temat naprężeń w ujęciu bezwzględny, parametrów sieci – odległości i rodzajów atomów występujących w danej fazie, czy też defektów sieci krystalicznych takich jak dyslokacje.

Celem projektu jest przesunięcie granic możliwości dla techniki EBSD w kierunku tych oferowanych najczęściej przez techniki dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego z zachowaniem przypisywania zmierzonych właściwości poszczególnym elementom mikro i nanostruktury materii. Nowe możliwości, a więc pomiary relacji parametrów sieci, naprężeń bezwzględnych oraz poprawiona możliwość analizy fazowej w tym również analizy kwazikryształów są szczegółowymi celami projektu.

W celu realizacji projektu zostaną wykorzystane techniki symulacji dyfrakcji oraz wieloparametrowego dopasowania symulacji do eksperymentu. Dodatkowo zaadoptowany zostanie wewnątrz mikroskopu specjalny eucentryczny stolik na próbki pozwalający na zbieranie obrazów dyfrakcyjnych w kontrolowanych warunkach dyfrakcyjnych i znanej geometrii wiązka elektronów – próbka – detektor.

Uzyskanie ww. celów pozwoli na pomiary naprężeń bezwzględnych, analizę pojedynczych defektów (dyslokacji), analizę orientacji kwazikryształów czy też lokalne zmiany parametrów sieci krystalicznej. Informacje na temat lokalnego stanu mikrostruktury o coraz większym znaczeniu inżynierskim.

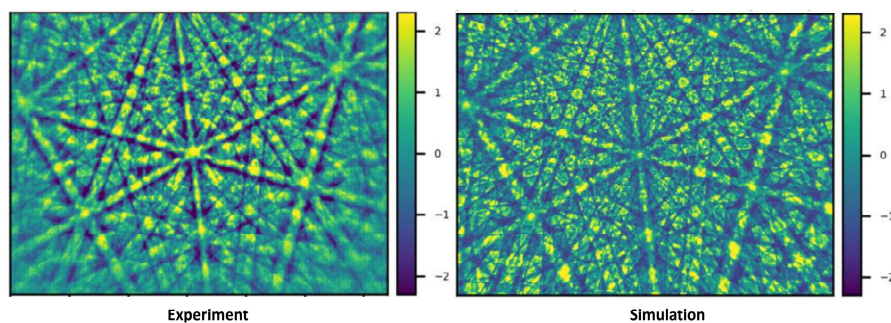


Figure 1: Ilościowe dopasowanie symulacji do eksperymentu: Typowy poziom podobieństwa uzyskany pomiędzy eksperymentalną (lewy) i zasymulowaną dyfrakcją Kikuchiego pozwalającą na wyznaczenie orientacji kryształu z wysoką precyzją współczynnik korelacji wzajemnej $r=0.69$, Węgiel wolframowy, napięcie przyspieszające 20kV (Winkelmann et al. Journal of Microscopy 277(2) (2020) 79-92).