

Streszczenie popularnonaukowe

Głównym celem projektu jest rozpoznanie możliwości wytwarzania ultra drobnoziarnistych płytek ze stopów aluminium posiadających jednorodną mikrostrukturę oraz wykazujących małą anizotropię, zdolność do głębokiego tłoczenia, a także nadplastycznego formowania przy dużych szybkościach odkształcania. Zdolność do odkształcenia nadplastycznego przy dużych szybkościach odkształcania jest obok wysokiej wytrzymałości główną zaletą materiałów ultra drobnoziarnistych. W niniejszym projekcie uwaga zostanie skoncentrowana na takim ukształtowaniu materiału ultra drobnoziarnistego, aby nadawał się do dalszych procesów kształtowania, tj. głębokiego tłoczenia i odkształcenia nadplastycznego przy dużej szybkości odkształcania. Do tego niezbędna jest jednorodna mikrostruktura, mała anizotropia właściwości mechanicznych, a w szczególności materiał w postaci płytek lub blach. Szeroko wykorzystywane do wytwarzania materiałów ultra drobnoziarnistych metody dużego odkształcenia plastycznego, takie jak przeciskanie przez kanał kątowy czy skręcanie pod ciśnieniem, pozwalają na przetwarzania prętów lub małych dysków, a metoda walcowania pakietowego choć pozwala na otrzymywanie blach, to charakteryzują się one silną anizotropią mikrostruktury i właściwości.

W projekcie proponuje się wykorzystanie względnie nowej techniki przyrostowego przeciskania przez kanał kątowy (ang. I-ECAP – Incremental Equal Channel Angular Pressing) i stawia tezę, że jednorodne płytki o strukturze ultra drobnoziarnistej i zakładanych właściwościach można wytworzyć metodą I-ECAP. W metodzie tej odkształcenie plastyczne jest wywołane serią małych przyrostowych odkształceń, które bazują na czystym ścinaniu, tak samo jak w konwencjonalnej metodzie ECAP. Wsad jest umieszczony pomiędzy ruchomymi elementami matrycy, nieznacznie wysuwany ponad ich powierzchnię i dociskany stemplem. Proces jest kontrolowany tak, by obszary odkształcenia plastycznego nakładały się na siebie, tworząc homogeniczną strukturę. Konstrukcja narzędzia wpływa na istotne zredukowanie oporów tarcia, dzięki czemu istnieje możliwość przetwarzania długich (nawet nieskończonych) pasm.

Charakterystyka mikrostruktury wytworzonych płytek polegać będzie na określeniu średniej wielkości ziarna, rozkładu wielkości ziarna, wydłużenia ziarna, rozkładu kątów dezorientacji granic ziaren, udziału granic o dużym kącie dezorientacji, rozkładu orientacji ziaren (tekstury). Do tego celu wykorzystane zostaną metody SEM/EBSD, TEM i XRD. Określona zostanie anizotropia właściwości mechanicznych poprzez pomiary mikrotwardości (na przekroju blachy) oraz próbę jednoosiowego rozciągania próbek wyciętych pod różnymi kątami w stosunku do kierunku odkształcania ostatniego przepustu. Przeprowadzone zostaną także próby tłoczności. W celu zademonstrowania zdolności do odkształcenia nadplastycznego przy dużych prędkościach odkształcania wytworzonych płytek przeprowadzone zostaną próby jednoosiowego rozciągania w podwyższonej temperaturze oraz przy różnych szybkościach odkształcania. Wreszcie, mechanizmy nadplastycznego odkształcania zostaną zbadane, używając technik in-situ i post-mortem (badania zmian układu liniowych znaczników). Kombinacja dogłębnej analizy mikrostruktury powiązana z zachowaniem płytek pod wpływem obciążenia powinna pozwolić na poznanie mechanizmów odpowiedzialnych za odkształcenie nadplastyczne. Poznanie tych zależności poszerzy wiedzę dotyczącą formowania metali oraz pozwoli na bardziej świadome kształtowanie mikrostruktury materiału z uwzględnieniem późniejszego ich zastosowania.