

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Materiały ultradrobnoziarniste są przedmiotem intensywnych badań od około 20 lat. Motywacją były ich niespotykane właściwości, tj. bardzo wysoka wytrzymałość i zdolność do odkształcenia nadplastycznego przy dużych szybkościach odkształcenia. Wysoka wytrzymałość wynika bezpośrednio z rozdrobnienia ziarna i umocnienia granicami ziaren, co ilościowo opisane zostało już w latach 50-tych XX wieku przez Halla i Petcha. Zależność przez nich sformułowana mówi o liniowym wzroście granicy plastyczności materiału wraz z odwrotnością pierwiastka średniej wielkości ziarna. Wysokie właściwości wytrzymałościowe materiałów ultradrobnoziarnistych i nanokrystalicznych zostały potwierdzone w licznych pracach eksperymentalnych.

Zainteresowanie tymi materiałami spowodowało intensywny rozwój metod ich wytwarzania. Efektywne rozdrobnienie mikrostruktury materiałów metalicznych może zostać zrealizowane poprzez procesy dużych odkształceń plastycznych (ang. Severe Plastic Deformation, SPD). Najczęściej wykorzystywanymi metodami są przeciskanie przez kanał kątowy (ang. Equal Channel Angular Pressing, ECAP), skręcanie pod wysokim ciśnieniem (ang. High Pressure Torsion, HPT), czy wyciskanie hydrostatyczne (ang. Hydrostatic Extrusion, HE). Produktami końcowymi są próbki w kształcie prętów bądź dysków. Z punktu widzenia dalszego kształtowania plastycznego (np. wytlaczania czy kształtowania z wykorzystaniem efektu nadplastyczności) najbardziej pożądaną formą próbki jest blacha lub płytka. Materiały w tej postaci mogą być otrzymywane metodą pakietowego walcowania (ang. Accumulative Roll Bonding, ARB). Metoda ta, chociaż pozwalająca uzyskać rozdrobnienie struktury w wielu grupach materiałów, wykazuje pewne wady. Są to m.in. bardzo duża anizotropia właściwości mechanicznych oraz problemy wynikające z natury procesu, m.in. brak spójnego połączenia pomiędzy poszczególnymi warstwami materiału.

Celem projektu jest rozpoznanie możliwości wytworzenia metodami dużego odkształcenia plastycznego płytek o strukturze ultradrobnoziarnistej i małej anizotropii właściwości mechanicznych. Kształt ten jest bardziej atrakcyjny z punktu widzenia późniejszego kształtowania gotowych elementów. Jednocześnie można spodziewać się, że jednorodna ultradrobnoziarnista struktura sprzyjać będzie izotropii właściwości mechanicznych, co jest cechą szczególnie pożądaną w przypadku dalszego przerobu. Zastosowanymi metodami będą modyfikacje procesu przeciskania przez kanał kątowy, tj. przyrostowe przeciskanie przez kanał kątowy oraz przeciskanie przez kanał kątowy z dwoma równoległymi kanałami oraz następnym spęczaniem. Próbki zarówno w stanie wyjściowym, jak i po procesach dużych odkształceń plastycznych zostaną zbadane pod kątem anizotropii właściwości mechanicznych oraz strukturalnym. W tym celu mikrostruktura zostanie poddana charakteryzacji pod względem kształtu oraz rozkładu wielkości ziarna, dezorientacji granic ziaren, pomiarom mikrotwardości na różnych płaszczyznach oraz badaniom wytrzymałościowym.

Wnioskowany projekt pozwoli na stworzenie podstaw udoskonalania nowoczesnych materiałów, jakimi są materiały o strukturze ultradrobnoziarnistej, poprzez poszerzenie gamy dostępnych produktów o płytki, a w dalszej perspektywie blachy. Płytki w przeszłości były niezwykle rzadko wykonywane ze względu na trudności technologiczne. Jednak wnioskodawcy zakładają, że dobór odpowiednich metod odkształcenia oraz warunków procesu pozwoli na wytworzenie jednorodnych płytek, których przyszłe walory aplikacyjne są znacznie większe niż dotychczas stosowanych prętów. Dodatkowo projekt przyczyni się do powstania nowej wiedzy na temat mechanizmów rozdrobnienia ziaren, struktury i właściwości tych materiałów, a w szczególności ich anizotropii.