

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

W niniejszej pracy doktorskiej zaproponowano proces obróbki termoplastycznej czystego tytanu Grade 2, której celem było poprawienie właściwości wytrzymałościowych tego materiału. Określono zakres najbardziej korzystnych prędkości odkształcenia oraz temperatur pozwalających na uzyskanie pożądanej mikrostruktury. W celu usprawnienia procedury doboru parametrów wejściowych obróbki termoplastycznej, utworzono model numeryczny symulujący zachowanie się tytanu w warunkach silnego odkształcenia plastycznego w podwyższonej temperaturze. Stałe materiałowe zidentyfikowano na podstawie danych uzyskanych eksperymentalnie – poprzez ściskanie próbek w zaplanowanym zakresie temperatur i prędkości odkształceń.

W ramach pracy wykonano badania o szerokim zakresie. Na podstawie ekstensywnej analizy literatury przedmiotu zidentyfikowano typ obróbki plastycznej najbardziej korzystny dla materiału przeznaczonego na implanty medyczne. Zaplanowano eksperyment w którym ścisniano cylindryczne próbki tego materiału w zakresie temperatur od 400 °C do 800 °C i przy prędkościach odkształceń od 0,01 s⁻¹ do 10 s⁻¹. Wyniki testów w formie krzywych naprężenie-odkształcenie posłużyły, po pierwsze, do identyfikacji zachowania się materiału w różnych warunkach, a po wtóre pozwoliły na selekcję najbardziej interesujących próbek do badań materiałowych.

Przeprowadzono obserwacje mikrostruktury na skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) wraz z analizą rozkładu wielkości ziaren metodą wstecznie rozproszonej dyfrakcji elektronów (EBSD). Uzyskano znaczące rozdrobnienie struktury w niższych temperaturach oraz zidentyfikowano najbardziej sprzyjające temu prędkości odkształceń.

Na podstawie literatury przedmiotu oraz własnej analizy dobrano model matematyczny najwierniej opisujący proces obróbki termoplastycznej czystego tytanu. Pozwolił on na identyfikację stałych materiałowych niezbędnych do utworzenia symulacji w programie do obliczeń metodą elementów skończonych. Określono warunki brzegowe symulacji odzwierciedlające rzeczywistą obróbkę i wykonano symulacje numeryczne. Uzyskano bardzo dobrą zgodność przewidzianych wyników z eksperymentem.

Słowa kluczowe: obróbka termoplastyczna, tytan, badania materiałowe, symulacja numeryczna, modele matematyczne.