

Wytwarzanie przyrostowe, znane również jako druk 3D, jest nowoczesną techniką produkcyjną polegającą na wytwarzaniu obiektów poprzez nanoszenie materiału warstwa po warstwie na podstawie cyfrowego modelu 3D. Metoda ta pozwala na uzyskiwanie bardzo złożonych kształtów, które byłyby trudne czy nawet niemożliwe do wykonania tradycyjnymi metodami obróbki, takimi jak odlewanie czy obróbka ubytkowa. Szczególnie cenną grupą metod wytwarzania przyrostowego są techniki opierające się na przetwarzaniu proszków metali, takie jak Selektywne Spiekanie i/lub Przetapianie Laserowe (SLS/SLM). Główną wadą wspomnianych technik jest znaczny koszt materiałów. Proszki metaliczne wytwarza się w wieloetapowym, koszt- i energochłonnym procesie metalurgii i atomizacji. Ostatnie dokonania w świecie nauki zaowocowały powstaniem konceptu techniki „*in situ*” polegającej na syntezie materiałów, stopów lub kompozytów, bezpośrednio podczas procesu druku 3D. Dzięki tej metodzie możliwe jest tworzenie nowych, precyzyjnie zaprojektowanych materiałów pod specyficzne zastosowania bez konieczności kosztownego i czasochłonnego przygotowywania wsadu proszkowego tradycyjnymi metodami metalurgicznymi. Koncept ten ma duży potencjał rozwojowy, szczególnie w obszarze Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Mechanicznej.

Tytan oraz jego stopy są od lat szeroko wykorzystywane w wielu dziedzinach przemysłu, między innymi w lotnictwie, motoryzacji, a także medycynie. Popularność tego materiału wynika przede wszystkim z jego unikalnych właściwości – wysokiej wytrzymałości przy stosunkowo niewielkiej masie, bardzo dobrej odporności na korozję oraz doskonałej biogodności, czyli zdolności bycia umieszczonym w organizmie ludzkim bez wywoływania niekorzystnych reakcji. W implantologii, czyli dziedzinie medycyny zajmującej się umieszczaniem sztucznych narządów i wszczepów w ciele człowieka, właściwości te są niezwykle cenne. Tytan i jego stopy, z uwagi na ich słabą obrabialność metodami ubytkowymi, są jednymi z głównych materiałów wykorzystywanych w wytwarzaniu przyrostowym.

Stosowany obecnie stop tytan-aluminium-wanad, Ti6Al4V, jest stopem o szerokim zastosowaniu, posiadającym dobre właściwości mechaniczne, antykorozyjne i biogodne, znacznie lepsze od czystego tytanu. W implantologii jest chętnie wybieranym materiałem na wszelkiego rodzaju endoprotezy i wszczepy. Niektóre badania naukowe wskazują na potencjalną możliwość uwalniania z Ti6Al4V w wyniku korozji w środowisku tkankowym toksycznych jonów aluminium i wanadu, które mogą prowadzić do stanów zapalnych, reakcji alergicznych, a nawet przyczynić się do powstania chorób neurologicznych, takich jak choroba Alzheimera. Z perspektywy biomechaniki, Ti6Al4V nie jest idealnym materiałem na implanty, gdyż jego moduł sprężystości wzdłużnej (Younga) jest około 3,5 razy większy od ludzkiej kości. Może powodować to powstanie zjawiska tzw. „stress-shielding”, czyli sytuacji, gdy kość nie jest odpowiednio obciążana, co prowadzi do jej nieprawidłowej przebudowy i osłabienia.

Niniejszy projekt ma na celu opracowanie nowoczesnych materiałów na bazie tytanu, wytworzonych z pomocą innowacyjnej techniki *in situ* w procesie druku 3D metodą SLS/SLM. Opracowane materiały mają cechować się satysfakcjonującymi właściwościami mechanicznymi przy jednoczesnym niskim module Younga. Do badań wybrano kompozycje tytan – molibden i tytan – niob o zmiennej zawartości masowej dodatku stopowego. Zarówno molibden, jak i niob są pierwiastkami neutralnymi dla organizmu i posiadają potwierdzoną w badaniach naukowych właściwość, polegającą na obniżeniu modułu Younga w stopach tytanu w ściśle określonych stężeniach. Potencjalne, długofalowe zastosowanie efektów projektu może przysłużyć się implantologii, proponując nowe, bezpieczne materiały o lepszych właściwościach niż Ti6Al4V.

Prace badawcze w projekcie obejmą wytworzenie nowych materiałów *in situ* z różnymi zawartościami molibdenu oraz niobu na osnowie tytanu, dobór satysfakcjonujących parametrów procesu SLS/SLM, zbadanie struktury oraz właściwości mechanicznych, a także przygotowanie numerycznych modeli wytworzonych materiałów do przeprowadzania analiz z użyciem metod elementów skończonych (MES).

Rezultaty projektu mają potencjał znacząco wpłynąć na rozwój Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Mechanicznej. Opracowane materiały mogą znaleźć zastosowanie nie tylko w implantologii, ale także w innych dziedzinach przemysłu. Dzięki zastosowaniu metody *in situ* możliwe jest znaczące obniżenie kosztów produkcji i opracowanie materiałów pod konkretne i specyficzne zastosowania, co wpisuje się w ogólny trend masowej kustomizacji.