

STRESZCZENIE

Wytwarzanie przyrostowe to metoda zapewniająca elastyczność projektowania w porównaniu z tradycyjnymi technologiami obróbki. Ponadto umożliwia produkcję bez konieczności stosowania tradycyjnych technik, takich jak odlewanie, kucie i obróbka skrawaniem. DMLS jest jedną z szeroko stosowanych metod wytwarzania przyrostowego i działa na zasadzie spiekania warstwa po warstwie proszku nakładanego na płytę roboczą. Technologia ta umożliwia m.in. wykonanie elementów ze stopu tytanu Ti6Al4V. Stop ten jak wiadomo charakteryzuje się wysoką wytrzymałością przy zachowaniu niskiej masy gotowych wyrobów i bardzo dobrą odpornością korozyjną, co sprawiło, że znalazł zastosowanie w elementach przemysłu lotniczego, motoryzacyjnego, nuklearnego, robotyzacji czy implantologii biomedycznej. Jednakże nie wystarczające właściwości tribologiczne tytanu, a szczególnie mechanizm zużycia frettingowego stwarza potrzebę modyfikacji warstwy wierzchniej w celu zwiększenia trwałości w ten sposób wytwarzanych elementów. W ostatnich czasach wydaje się do tego celu optymalnym stosowanie cienkich powłok ceramicznych o wysokiej twardości i właściwościach przeciwzużyciowych.

Jak wiadomo z danych literaturowych stop Ti6Al4V spiekany laserowo posiada odmienne właściwości warstwy wierzchniej w stosunku do stopu wykonanego w konwencjonalnym procesie metalurgicznym. Do takich parametrów można zaliczyć przede wszystkim strukturę geometryczną powierzchni, mikrostrukturę wraz z teksturą, skład fazowy, naprężenia własne w warstwie wierzchniej, czy właściwości mechaniczne takie jak nanotwardość i moduł sprężystości. W związku z powyższym postanowiono sprawdzić wpływ odmiennych właściwości stopu spiekanego laserowo na parametry i przydatność cienkich powłok ceramicznych PVD.

W związku z powyższym, celem naukowym pracy było określenie związku pomiędzy mikrostrukturą, morfologią i właściwościami mechanicznymi warstwy wierzchniej stopu Ti6Al4V spiekanego laserowo a przyczepnością i właściwościami tribologicznymi wybranych powłok ceramicznych.

Cel użytkowy to wykazanie, że technologia wytwarzania stopu Ti6Al4V przez bezpośrednie laserowe spiekanie proszku DMLS jest możliwa do zastosowania w celu wykonania węzłów maszyn takich jak przeguby humanoidalnych robotów i wielotrapezowe zamki łopatek silników turbinowych, a zastosowanie cienkich powłok ceramicznych prowadzi do podwyższenia trwałości układu spiekany laserowo stop tytanu-ceramika.

Osiągnięcie tych celów było możliwe, dzięki udowodnieniu następującej tezy:

Stan warstwy wierzchniej stopu tytanu po spiekaniu laserowym DMLS nie wpływa istotnie na właściwości tribologiczne ceramicznych powłok azotkowych, ale poprawia ich właściwości adhezyjne.

Zakres badań pracy obejmował dwa podłoża z stopu Ti6Al4V wykonane przy użyciu odmiennych technologii oraz właściwości trzech cienkich powłok ceramicznych AlTiN, TiAlN, TiSiN. Na próbkach w postaci krążków przeprowadzono: badania profilometryczne, liczne analizy SEM, badania nanoindentacyjne, analizę naprężeń własnych II rodzaju oraz analizę składu fazowego, analizę mikrostruktury, badania odporności na zarysowanie (scratch test), badania odporności na zużycie przez tarcie skojarzeniu kula - tarcza.

Badania wykazały w wielu przypadkach lepsze właściwości adhezyjne cienkich powłok ceramicznych nanoszonych na spiekany laserowo stop tytanu niż na konwencjonalny. We wnioskach stwierdzono m.in., że analizowane powłoki ceramiczne z powodzeniem można nanosić na spiekany stop tytanu Ti6Al4V w celu zabezpieczenia węzłów tarciovych o skomplikowanej geometrii kształtu przed zużyciem przez tarcie. Mogą one także z powodzeniem zastąpić elementy produkowane metodą tradycyjną. Szczególnie w przypadku wyrobów tytanowych ma to znaczenie, gdy nie można osiągnąć niektórych kształtów w technologiach konwencjonalnych np. nietypowych krzywizn wielotrapezowych zamków łopatek turbin podatnych na fretting.