

1. Wstęp

Analizując dany element pod względem jego budowy wewnętrznej jak również ewentualnych, przyszłych warunków pracy należy pamiętać, że własności produktu są uzależnione przede wszystkim od dwóch czynników: struktury wewnętrznej materiału, z którego jest wykonany oraz od stanu powierzchni zewnętrznej mającej bezpośredni kontakt zarówno mechaniczny jak i chemiczny z otoczeniem, w tym między innymi z narzędziami obrabiającymi dany element, a także podczas eksploatacji z powierzchniami innych współpracujących elementów. Charakter powierzchni, jej morfologia i własności często mają bezpośredni wpływ na wytwarzanie wyrobu, a o jego własnościach funkcjonalnych w dużej liczbie przypadków decyduje właśnie jakość powierzchni. Warstwę wierzchnią materiału charakteryzuje nie tylko kształt, chropowatość i wygląd (kolor, przezroczystość), ale również szereg innych własności zupełnie odmiennych od własności wnętrza materiału, które w znaczący sposób wpływają na różnego typu mechanizmy występujące w jej obrębie, tj.: tarcie, zmęczenie, korozję, erozję, dyfuzję, przewodność oraz warunkują o przydatności obrobionych powierzchniowo elementów do możliwych zastosowań. Pomimo faktu, że warstwy powierzchniowej materiałów inżynierskich nie można kształtować niezależnie od podłoża, to jednak wymagania stawiane wnętrzu wyrobu są zazwyczaj odmienne o warunków, które oczekuje się od wytworzonych powierzchni. Często ze względów ekonomicznych, technologicznych czy wręcz praktycznych korzystniejsze jest takie dobranie materiału podłoża, aby spełniał on ogólne założenia wytrzymałościowe przewidziane dla danego elementu, a w kolejnym kroku zastosowanie jednej z technik jego obróbki powierzchniowej w celu zabezpieczenia go przed zniszczeniem lub poprawy jego własności użytkowych. Projektując poszczególne zespoły maszyn lub wręcz całe urządzenia należy zwracać szczególną uwagę na odporność pracujących elementów na uszkodzenia zarówno trybologiczne (mechaniczne, zmęczeniowe, adhezyjne, abrazyjne) jak i nietrybologiczne (korozja, erozja, dyfuzja, kawitacja, ablacja). Dlatego tak ważnym etapem projektowania jest dobór materiału, który często dokonywany jest z uwagi na występujące w danym środowisku pracy procesy niszczące. Należy zwrócić również uwagę na fakt, że wytwarzanie nowych materiałów, w tym również z naniesioną powłoką pociąga za sobą możliwość odkrycia pionierskich, dotychczas niezidentyfikowanych mechanizmów strukturalnych oraz mechanizmów zużycia lub określenia szerszego spektrum już istniejących.

Przy obecnym zapotrzebowaniu rynkowym na lekkie i niezawodne konstrukcje istotną rolę odgrywają stopy aluminium, należące do grupy materiałów konstrukcyjnych charakteryzujących się szeregiem dobrych własności mechanicznych i użytkowych, dobrą lejnością i odpornością korozyjną. Stopy aluminium, stanowiące połączenie niskiej gęstości i dużej wytrzymałości, są coraz częściej stosowane tam, gdzie obniżenie masy elementów podzespołów jest istotne, pożądane i opłacalne. Charakterystyka wspomnianych mechanizmów i zależności ma nie tylko znaczenie poznawcze, ale również pozwala określić szersze perspektywy metodologiczne i aplikacyjne prezentowanych odlewniczych stopów aluminium, co ma szczególne znaczenie w czasie, gdy wyraźnie mówi się o konieczności wytwarzania materiałów inżynierskich i wykonywanych z nich elementów na zamówienie.

Niniejsza praca ma na celu przedstawienie wyników badań własności mechanicznych i użytkowych oraz badań struktury warstwy powierzchniowej stopów aluminiowych po obróbce cieplnej i powierzchniowej. Celem rozprawy jest również określenie warunków obróbki laserowej powierzchni stopów aluminium, takich jak prędkość skanowania, moc lasera, używana w zakresie od 1,0 do 2,2 kW, rodzaj i szybkość podawania proszku, a także parametrów obróbki PVD i CVD w celu wytworzenia na powierzchni obrabianych stopów najlepszych możliwych powłok i warstw wierzchnich.

W pracy wskazano także ciekawy kierunek dalszych badań w zakresie obróbki laserowej, dotyczących absorpcji, kombinacji podstawowych parametrów wtapiania oraz wynikające z tego możliwości optymalizacji własności użytkowych warstwy wierzchniej odlewniczych stopów aluminium, dotyczące zaprojektowania i zastosowania nowych udoskonalonych rodzajów podajników lub dysz, zastosowania topników w celu zminimalizowania niekorzystnego wpływu absorpcji promieniowania wiązki laserowej.

O oryginalności przedstawionej pracy może świadczyć fakt wytworzenia na powierzchni stopów Al quazi-kompozytowej struktury warstwy wierzchniej, o dobrej dyspersji wtopionych cząstek ceramicznych wykazujących dobrą zwilżalność, co spowodowało poprawę własności mechanicznych i użytkowych, jak również opracowanie technologii i warunków wytwarzania powłok PVD/CVD o wysokich własnościach mechanicznych i użytkowych przy jednoczesnej dużej powtarzalności uzyskanych wyników. Ważnym elementem przedstawionej rozprawy habilitacyjnej jest także zakres wykonanych badań – w tym przy użyciu mikroskopii elektronowej, rentgenowskiej analizy fazowej, mikroanalizy rentgenowskiej, spektroskopii ramanowskiej, badań dyfrakcyjnych, odporności na ścieranie a także odporności korozyjnej.

Niniejsza praca ma na celu zastosowanie nowoczesnych technologii laserowych oraz metod PVD i CVD, unikatowych na skale światową, a także nowych rozwiązań technologicznych, nowych rodzajów powłok PVD i CVD w tym hybrydowych, zbadanie mechanizmów umocnienia stopów, określenie struktury i podwyższenie własności, dobór i optymalizację warunków obróbki powierzchniowej odlewniczych stopów aluminium z grupy Al-Si-Cu, poprawiając ich własności zarówno na powierzchni jak i w głąb materiału.