

# Streszczenie

Technologie związane z wytwarzaniem przyrostowym, w tym proces Selektywnego Spiekania i Topienia Laserowego (SLS/SLM), należą do najszybciej i najbardziej intensywnie rozwijanych obecnie procesów wytwórczych. Rozwój metod przyrostowych stanowi jeden z priorytetowych kierunków prac badawczo-rozwojowych w programach naukowych międzynarodowych, agencji rządowych oraz przedsiębiorstw. Ze względu na wysoką efektywność związaną z bezpośrednim wytwarzaniem krótkich serii produkcyjnych, wytwarzaniem elementów o skomplikowanej geometrii oraz zmiennej strukturze wewnętrznej, technologia SLS/SLM wykorzystująca proszki metali i ich stopów znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle lotniczym, samochodowym, przetwórstwa tworzyw sztucznych oraz medycznym.

Prowadzone obecnie prace badawcze i rozwojowe związane z wytwarzaniem komponentów z metali i ich stopów przy użyciu technologii SLS/SLM, ukierunkowane są na optymalizację parametrów technologicznych w celu uzyskania komponentów o właściwościach fizyko – mechanicznych zbliżonych do materiałów litych / walcowanych.

Niniejsza rozprawa poświęcona jest wyznaczeniu wpływu parametrów technologicznych procesu SLS/SLM na właściwości fizyko-mechaniczne elementów wykonanych z proszków tytanu, stali chirurgicznej oraz aluminium. W ramach pracy dokonano również analizy wpływu / oddziaływania wiązki lasera na proszek metalu / stopu, związany z tworzeniem się dużych gradientów temperatury, co w połączeniu z charakterystyką procesu SLS/SLM powoduje powstawanie unikalnej mikrostruktury o dużej gęstości. Przeprowadzono również optymalizację parametrów spiekania w aspekcie ekonomiki (skrócenia czasu) wytwarzania metodą SLS/SLM poprzez wyznaczenie wartości czasu naświetlania (ET) oraz odległości pomiędzy następującymi po sobie przejściami wiązki lasera (HS), w celu osiągnięcia możliwie najkrótszego czasu wykonania elementów z proszków metali, przy jednoczesnym zachowaniu pożądanej gęstości wytwarzanego komponentu odpowiadającej co najmniej 95% gęstości materiału litego.

W rozprawie podjęte zostały badania dotyczące:

- identyfikacji i poznania zjawisk występujących w czasie procesu selektywnego spiekania i topienia laserowego SLS/SLM;
- opracowania modelu matematycznego procesu spiekania laserowego w atmosferze gazu obojętnego z uwzględnieniem parametrów pracy urządzenia (moc wiązki laserowej, średnica plamki, czas oddziaływania wiązki w punkcie, grubość nanoszonej warstwy proszku), w powiązaniu z danymi charakterystycznymi dla stosowanych materiałów (np.: temperatura topnienia, ciepła topnienia, współczynnik przewodności cieplnej, wielkość cząsteczek proszku);
- określenia wpływu parametrów technologicznych (związanych z mocą wiązki laserowej, szybkością skanowania itp.) na wybrane właściwości fizyko- mechaniczne otrzymywanych spieków;
- planowania i optymalizacji procesu selektywnego spiekania i topienia laserowego SLS/SLM dla trzech materiałów: stopu tytanu Ti6Al4V, stopu aluminium AlSi10Mg, stali nierdzewnej 316L.

Badania procesu SLS/SLM zostały zrealizowane w Instytucie Zaawansowanych Technologii Wytwarzania w Krakowie. Podczas realizacji badań związanych z procesem SLS/SLM, podczas doboru parametrów technologicznych, wykorzystano uproszczony model matematyczny procesu. Model został zweryfikowany eksperymentalnie dla materiałów o różnej temperaturze topnienia oraz różnym współczynniku przewodności

cieplnej, tj.: Ti6Al4V, AlSi10Mg, 316L. W pracy przedstawiono wpływ parametrów technologicznych procesu na wybrane właściwości fizyko-mechaniczne. W ramach przeprowadzonych badań wykonano pomiary elementów / próbek wytworzonych metodą SLS/SLM, uwzględniające: pomiar właściwości mechanicznych (wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie) oraz badania materiałowe, w tym: analizę składu chemicznego, składu fazowego oraz analizę mikrostruktury wykonanych elementów.

Przeprowadzono weryfikację doświadczalną modelowania i symulacji komputerowej oraz w wyniku planowanego eksperymentu wyznaczono charakterystyki procesu SLS/SLM opisane modelami regresyjnymi powiązań właściwości użytkowych (gęstość, twardość, chropowatość powierzchni) i parametrów technologicznych procesu.

Pracę kończą wnioski dotyczące przeprowadzonych badań oraz rozważania odnośnie dalszych prac badawczych nad procesem SLS/SLM.

Wynikiem rozprawy jest dalsze pogłębienie i rozszerzenie wiedzy o procesach Selektynego Spiekania i Topienia Laserowego proszków metali i ich stopów. Znaczenie praktyczne wiąże się z zaproponowaną metodą optymalizacji parametrów procesu SLS/SLM z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych tj. skróceniem czasu wytworzenia elementów wielkogabarytowych, przy zachowaniu wysokiej jakości produktów.