

SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i akronimów	5
Wprowadzenie.....	7
1. Charakterystyka procesów kształtowania przyrostowego.....	9
1.1. Klasyfikacja technologii kształtowania przyrostowego.....	10
1.2. Istota kształtowania przyrostowego.....	11
1.3. Etapy procesów kształtowania przyrostowego.....	13
2. Metody szybkiego prototypowania	15
2.1. Metoda stereolitografii.....	18
2.2. Metoda modelowania warstwowego topionym materiałem.....	20
2.3. Selekttywne spiekanie laserowe	22
2.4. Selekttywne topienie laserowe i bezpośrednie spiekanie laserowe metali	24
2.5. Osadzanie sproszkowanego materiału i selektywne aplikowanie lepiszcza.....	26
2.6. Warstwowe budowanie obiektu poprzez nanoszenie ciekłego materiału fotopolimerowego	28
2.7. Laserowe kształtowanie sproszkowanego materiału	31
2.8. Topienie proszku wiązką elektronów	33
2.9. Metoda obiektów laminowanych.....	35
3. Metody szybkiego wytwarzania narzędzi	37
3.1. Metody bezpośrednie.....	38
3.1.1. Wytwarzanie wkładek formujących poprzez szczególne utwardzanie żywicy	38
3.1.2. Proces bezpośredniego wytwarzania narzędzi i form wtryskowych	39
3.1.3. Metoda modyfikacji narzędzi i napraw matryc kuźniczych	42
3.1.4. Metoda wytwarzania form ceramicznych.....	43
3.1.5. Proces selektywnego topienia laserem sproszkowanego metalu do wytwarzania form wtryskowych i odlewniczych	44
3.2. Metody pośrednie	45
3.2.1. Proces <i>Spray Metal Tooling</i>	45
3.2.2. Metoda <i>Silicone Rubber Tooling</i>	47
3.2.3. Proces <i>Nickel Electroformed Tooling</i>	49
3.2.4. Metoda <i>Rapid Solidification Process (RSP) Tooling</i>	51

3.2.5. Metoda 3D <i>Keltool Process</i>	53
3.2.6. Proces <i>Investment Cast Tooling</i>	54
4. Techniki kształtowania przyrostowego (druk 3D)	57
4.1. Druk 3D z wykorzystaniem materiałów termoplastycznych.....	58
4.2. Druk 3D z wykorzystaniem fotopolimerów	62
4.3. Druk 3D z wykorzystaniem proszków.....	64
5. Perspektywy wykorzystania druku 3D w budowie maszyn	73
5.1. Przemysł lotniczy	74
5.2. Przemysł kosmiczny	77
5.3. Przemysł motoryzacyjny.....	80
5.4. Przemysł morski	84
5.5. Przemysł energetyczny	86
5.6. Przemysł obronny	87
6. Wykorzystanie druku 3D do regeneracji i napraw w okrętownictwie	89
6.1. Naprawa zużytych elementów.....	89
6.2. Wykorzystanie druku 3D na pokładzie statku.....	90
6.3. Wykorzystanie druku 3D na lądzie.....	92
7. Analiza możliwości zastosowania w okrętownictwie części zamiennych wykonanych przez kształtowanie przyrostowe	95
7.1. Śruba napędowa RAMLAB i WAAM.....	95
7.2. Implementacja druku 3D na statkach – <i>Green Ship of the Future</i>	98
7.3. Kadłub łodzi podwodnej – <i>Oak Ridge National Laboratory</i>	100
7.4. Uchwyt do tulei cylindrowych – <i>Wärtsilä</i>	100
7.5. AM JIP – <i>Additive Manufacturing Joint Industry Programme</i>	103
7.6. Zalety druku 3D.....	107
7.7. Ograniczenia w stosowaniu metod przyrostowych	110
8. Modelowanie i fizyczne wykonanie przykładowych elementów maszyn	113
8.1. Projekt oraz wykonanie modelu tłoka i korbowodu na drukarce 3D....	113
8.2. Projekt i wytworzenie przykładowych części – uchwyt uniwersalny na rurę, tabliczka opisowa rurociągu, nakładka ochronna na gwint śruby	123
Podsumowanie.....	129
Literatura.....	132
Streszczenia w języku polskim i angielskim	137