

# Spis treści

Wykaz ważniejszych symboli i akronimów .....	9
Wprowadzenie .....	11
1. Charakterystyka ogólna metalizowania bezprądowego .....	17
2. Przygotowanie warstwy wierzchniej .....	27
2.1. Metody chemiczne .....	32
2.1.1. Metody oczyszczania powierzchni tworzyw za pomocą ciekłych związków chemicznych .....	33
2.1.2. Stosowanie primerów .....	36
2.1.3. Metody modyfikowania chemicznego .....	37
2.2. Metoda plazmowa .....	41
2.2.1. Warunki powstawania plazmy niskotemperaturowej .....	44
2.3.2. Efekty modyfikowania plazmowego .....	46
2.2.3. Wybrane parametry modyfikowania plazmowego .....	49
2.3. Metoda wyładowań koronowych .....	51
2.3.1. Warunki powstawania wyładowań koronowych .....	54
2.3.2. Efekty modyfikowania .....	56
2.3.3. Wybrane parametry modyfikowania .....	58
2.4. Metoda laserowa .....	61
2.4.1. Zasada działania laserów .....	63
2.4.2. Efekty modyfikowania .....	65
2.4.3. Charakterystyka laserów stosowanych w metalizacji materiałów polimerowych .....	70
3. Aktywacja powierzchni .....	73
3.1. Proces dwuetapowy .....	74
3.2. Proces jednoetapowy .....	75
3.3. Procesy aktywacji bezcynowej .....	76
3.4. Procesy z wykorzystaniem lasera .....	78

## Spis treści

4. Osadzanie warstwy metalu .....	85
4.1. Skład kąpeli do metalizowania i parametry bezprądowego metalizowania .....	87
4.2. Miedziowanie bezprądowe .....	91
4.3. Niklowanie bezprądowe .....	97
4.4. Srebrzenie bezprądowe .....	105
4.5. Złocenie bezprądowe .....	107
4.6. Utylizacja odpadów .....	109
4.6.1. Odpady wodno-ściekowe .....	109
4.6.2. Substancje wydzielane do atmosfery .....	114
5. Cel, zakres i metodyka badań .....	119
5.1. Cel i zakres ogólny badań .....	119
5.2. Charakterystyka PLA .....	120
5.2.1. Otrzymywanie PLA .....	121
5.2.2. Wybrane właściwości PLA .....	122
5.2.3. Wybrane zastosowania PLA .....	123
5.3. Metody i parametry modyfikowania warstwy wierzchniej PLA .....	124
5.4. Aktywacja powierzchni .....	128
5.5. Miedziowanie próbek .....	130
5.6. Elektronowa mikroskopia skaningowa .....	133
5.7. Mikroskopia sił atomowych .....	135
5.8. Pomiary kąta zwilżania i obliczenia swobodnej energii powierzchniowej .....	137
5.9. Spektroskopia fotoelektronowa .....	138
5.10. Oznaczanie temperatury indukcji utleniania .....	140
5.11. Oznaczanie odporności cieplnej .....	142
5.12. Właściwości dielektryczne .....	143
5.13. Wytrzymałość adhezyjna .....	145
6. Wyniki badań .....	147
6.1. Modyfikowanie warstwy wierzchniej PLA .....	147
6.1.1. Niemodyfikowany PLA .....	147
6.1.2. Modyfikowanie chemiczne .....	149
6.1.2. Modyfikowanie plazmowe .....	155
6.1.3. Modyfikowanie wyładowaniami koronowymi .....	164
6.1.4. Modyfikowanie laserowe .....	170

6.1.5. Podsumowanie wyników modyfikowania warstwy wierzchniej PLA .....	176
6.2. Efekty bezprądowego miedziowania PLA .....	183
6.2.1. Miedziowanie PLA niemodyfikowanego .....	183
6.2.2. Miedziowanie PLA modyfikowanego chemicznie .....	184
6.2.3. Miedziowanie PLA modyfikowanego plazmowo .....	188
6.2.4. Miedziowanie PLA modyfikowanego wyładowaniami koronowymi .....	191
6.2.5. Miedziowanie PLA modyfikowanego laserowo .....	191
6.2.6. Podsumowanie efektów bezprądowego miedziowania PLA .....	193
6.3. Badania wybranych właściwości osadzonej warstwy miedzi ..	194
6.3.1. Wpływ metody modyfikowania warstwy wierzchniej PLA na strukturę osadzonej warstwy miedzi .....	194
6.3.2. Wpływ metody modyfikowania warstwy wierzchniej na odporność cieplną miedziowanego PLA .....	200
6.3.3. Wpływ czasu miedziowania na odporność cieplną metalizowanego PLA .....	206
6.3.4. Wytrzymałość adhezyjna .....	211
6.3.5. Rezystywność skrośna i powierzchniowa .....	213
6.3.6. Podsumowanie badań wybranych właściwości warstwy miedzi .....	214
7. Stymulowane laserowo bezprądowe metalizowanie PLA .....	217
Podsumowanie .....	227
Literatura .....	233
Skorowidz .....	249
Summary .....	253