

Spis treści

Przedmowa	7
Streszczenie	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	10
1. Wprowadzenie	12
1.1. Ważność problematyki mikrospawania laserowego	12
1.2. Cel opracowania	12
1.3. Zakres pracy	13
2. Analiza literatury, przegląd problematyk badawczych, umiejscowienie problemu	14
2.1. Stan badań na podstawie opublikowanych prac	14
2.2. Działanie lasera	17
2.2.1. Podział laserów w zależności od ośrodka czynnego	20
2.2.2. Podział laserów ze względu na ich zastosowanie	22
2.3. Lasery stosowane w przemyśle	24
2.3.1 Lasery Nd:YAG	24
2.3.2. Lasery gazowe (CO ₂)	32
2.3.3. Lasery ekscymerowe (excimer lasers)	36
2.3.4. Lasery neodymowe Nd:glass (Nd:szkło)	38
2.3.5. Lasery rubinowe	39
2.4. Zagadnienia spawania laserowego	41
2.4.1. Modele spawania laserowego	47
2.4.2. Spawanie przewodnościowe (kondukcyjne)	52
2.4.3. Spawanie głębokie (kapilarne)	55
2.4.4. Parametry spawania laserowego	60
2.4.5. Spawalność laserowa materiałów	70
2.4.6. Rodzaje połączeń wykonanych laserowo	75
2.4.7. Gazy laserowe	76
2.5. Spawanie laserowe w przemyśle	78
2.5.1. Spawanie laserowe przewodnościowe	80
2.5.2. Spawanie laserowe głębokie	81
2.5.3. Lutowanie laserowe	83
2.6. Obrabiarki laserowe	85
2.6.1 Spawarki laserowe	88
2.6.2. Dodatkowe wyposażenie spawarek laserowych	99
2.6.3. Podzespoły obrabiarek laserowych	100
3. Analiza technologii wykonania termopar	111
3.1. Termopara - zasada działania	111
3.2. Technologia wykonywania czujników termopar	112

4. Mikrospawanie laserowe - badania własne; metodyka, warunki eksperymentu	127
4.1. Materiały obrabiane	133
4.2. Stanowisko badawcze	135
5. Wyniki badań, analiza	137
5.1. Badania wytrzymałości spoin termoelektrod	138
5.1.1. Wyniki badań wytrzymałości spoin łączących termoelektrody chromel-alumel $\varnothing$ 0,45 mm	138
a) Wpływ warunków obróbki na największą siłę osiągalną w próbie rozciągania spoiny P_m [N]	138
b) Wpływ warunków obróbki na granicę wytrzymałości na rozciąganie R_m [MPa]	165
c) Wpływ warunków obróbki laserowej na gęstość mocy w ognisku q [W/mm ²]	185
d) Makrogeometria powierzchni spawanych termoelektrod termopar	208
5.1.2. Wyniki badań wytrzymałości spoin łączących termoelektrody chromel-alumel $\varnothing$ 0,68 mm	211
a) Wpływ warunków obróbki na największą siłę osiągalną w próbie rozciągania spoiny P_m [N]	211
b) Wpływ warunków obróbki na granicę wytrzymałości na rozciąganie R_m [MPa]	237
c) Wpływ warunków obróbki laserowej na gęstość mocy w ognisku q [W/mm ²]	257
d) Makrogeometria powierzchni spawanych termoelektrod termopar	280
5.1.3. Wyniki badań wytrzymałości spoin łączących termoelektrody chromel-alumel $\varnothing$ 0,9 mm	282
a) Wpływ warunków obróbki na największą siłę osiągalną w próbie rozciągania spoiny P_m [N]	282
b) Wpływ warunków obróbki na granicę wytrzymałości na rozciąganie R_m [MPa]	309
c) Wpływ warunków obróbki laserowej na gęstość mocy w ognisku q [W/mm ²]	330
d) Makrogeometria powierzchni spawanych termoelektrod termopar	331
5.2. Technologia wykonania osłon czujników wg. własnych badań	335
5.2.1 Podsumowanie badań zespołów gilz przewężonych	352
6. Wnioski	354
7. Literatura	356
8. Streszczenie w języku angielskim	360
9. Streszczenie w języku rosyjskim	360