

Spis treści

Rozdział 1. Wstęp	7
Rozdział 2. Lasery technologiczne i charakterystyki promieniowania laserowego	11
2.1. Zasada działania laserów	11
2.2. Długość fali i moc promieniowania laserów technologicznych	13
2.3. Polaryzacja promieniowania lasera	15
2.4. Struktura przestrzenna promieniowania lasera	16
2.5. Ogniskowanie promieniowania laserowego	24
2.6. Deformacje wiązki	28
2.7. Stanowisko do laserowej obróbki materiałów	32
Rozdział 3. Pochłanianie promieniowania laserowego	35
3.1. Oddziaływanie promieniowania laserowego z materiałą	35
3.2. Pochłanianie Fresnela	36
3.2.1. Fale elektromagnetyczne w ośrodkach przewodzących; współczynnik załamania	36
3.2.2. Odbicie od płaszczyzny przewodzącej; wzory Fresnela	40
3.2.3. Elementarny model ośrodka przewodzącego; model Drudego	41
3.2.4. Przybliżenie długofalowe	45
3.3. Pochłanianie w plazmie	50
Rozdział 4. Kanał parowy	57
4.1. Powstawanie kanału	57
4.2. Pochłanianie w kanale parowym	62
4.3. Głębokość kanału parowego; prędkość drażenia	64
4.4. Kształt kanału parowego	67
4.5. Ciśnienie w kanale parowym	71
4.6. Przekaz ciepła i przepływ płynu	79
4.6.1. Prawa zachowania	79
4.6.2. Funkcje materiałowe	80
4.6.3. Przykłady obliczeń	82
Rozdział 5. Plazma	85
5.1. Plazma podtrzymywana promieniowaniem lasera	85
5.2. Lokalna równowaga termodynamiczna	92
5.3. Współczynnik emisji i profil linii widmowej	98

5.4. Temperatura i gęstość elektronów	103
5.5. Promieniowanie plazmy. Straty promieniste	111
5.6. Skład obłoku plazmowego	113
5.6.1. Model stacjonarny	113
5.6.2. Pomiar spektroskopowy wartości chwilowych	117
5.6.3. Promieniowanie plazmy w zakresie widzialnym	119
5.6.4. Określenie koloru	121
5.6.5. Dynamika obłoku plazmowego	123
5.6.6. Wartości chwilowe temperatury i gęstości elektronów	127
5.7. Rola plazmy w przekazywaniu energii wiązki laserowej do metalu	131
5.7.1. Pochłanianie wiązki laserowej w plazmie	131
5.7.2. Załamanie wiązki laserowej w plazmie	134
5.7.3. Plazmowe zwiększenie przekazu energii	142
Rozdział 6. Oscylacje kanału parowego	145
6.1. Niestabilności hydrodynamiczne	145
6.2. Model osiowosymetryczny	146
6.3. Dynamika nieliniowa	154
6.4. Model niesymetryczny	157
Rozdział 7. Sygnały optyczne i akustyczne emitowane podczas spawania	165
7.1. Zastosowanie	165
7.2. Rejestracja sygnałów	166
7.3. Sygnały optyczne	168
7.4. Fala akustyczna	170
7.5. Analiza widmowa sygnałów optycznych i akustycznych	173
7.6. Sterowanie procesem spawania	178
Bibliografia	181
Skorowidz	189