

LABORATORIUM LASEROWE TECHNIKI  
OBRÓBKI I WYTWARZANIA

Instrukcja do ćwiczenia 8

**LASEROWE DRAŻENIE OTWORU**

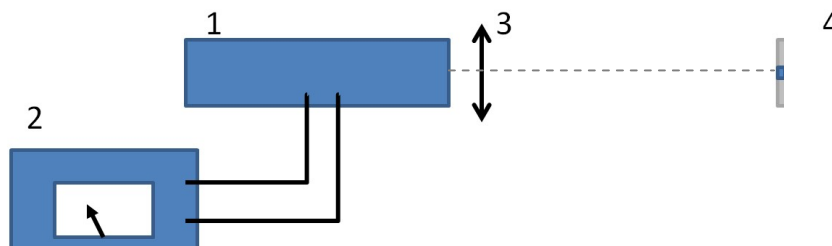
## 1. Cel i zakres ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest wykonanie otworu w cienkiej metalowej blaszce za pomocą neodymowego lasera impulsowego. Wcześniej należy wykonać obliczenie gęstości energii plamki laserowej oraz sprawdzenie warunku energetycznego w celu doboru właściwych parametrów technologicznych.

## 2. Wiadomości ogólne.

### 2.1 Przyrząd do wykonania otworu.

Stanowisko laboratoryjne do drażenia laserowego składa się z impulsowego lasera neodymowego wraz z zasilaczem, soczewki skupiającej promieniowanie oraz materiału poddawanego obróbce (metalowa blaszka).



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego. 1) laser neodymowy, 2) zasilacz lasera, 3) soczewka skupiająca, 4) metalowa blaszka.

Użyta soczewka powoduje skupienie wiązki laserowej, tak żeby gęstość energii i mocy światła padającego na materiał poddawany obróbce była jak największa. W ten sposób zapewnione są najlepsze warunki do drażenia laserowego.

### 2.2. Obliczenie średnicy $2w'$ wiązki zogniskowanej.

Jeżeli wiązka światła o małym kącie rozbieżności pada na soczewkę skupiającą, to po przejściu przez nią w ognisku otrzymujemy strumień światła o szerokości  $2w'$  i promieniu  $w'$

$$w' = \frac{\lambda f}{\pi w} \quad (1)$$

gdzie:  $\lambda$  – długość fali światła ( $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$  dla lasera neodymowego),

$f$  – ogniskowa soczewki,

$w$  – promień wiązki laserowej przed soczewką (około 5 mm).

### 2.3. Obliczenie powierzchniowej gęstości mocy wiązki zogniskowanej

Gęstość mocy należy obliczyć ze wzoru

$$H = \frac{P_{sr}}{S} = \frac{E}{t_p \pi w'^2} \quad (2)$$

gdzie:  $P_{sr}$  – średnia moc wiązki laserowej,

$S$  – pole powierzchni na które pada wiązka laserowa,

$E$  – całkowita energia impulsu laserowego, zmierzona w odpowiednim ćwiczeniu lab.

$t_p$  – czas trwania impulsu, zmierzony w odpowiednim ćwiczeniu laboratoryjnym.

## 2.4. Obliczenie głębokości otworu.

Głębokość otworu wydrążonego przez wiązkę laserową można wstępnie obliczyć ze wzoru

$$d = \frac{H \cdot t_p}{\rho \cdot (C \cdot T_v + L_m + L_v)} \quad (3)$$

gdzie:  $H$  - powierzchniowa gęstość mocy wiązki laserowej (w  $\text{W}/\text{m}^2$ ),  
 $t_p$  - czas trwania impulsu,  
 $\rho$  - gęstość materiału z którego wykonana jest blaszka ( $2700 \text{ kg}/\text{m}^3$ ),  
 $C$  - ciepło właściwe ( $900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ),  
 $T_v$  - temperatura wrzenia ( $2520^\circ \text{C}$ ),  
 $L_m$  - ciepło topnienia ( $398 \text{ kJ}/\text{kg}$ , podstawiać do wzoru w  $\text{J}/\text{kg}$ ),  
 $L_v$  - ciepło parowania ( $10500 \text{ kJ}/\text{kg}$ , podstawiać do wzoru w  $\text{J}/\text{kg}$ ).

Wielkość  $H \cdot t_p$  we wzorze (3) jest powierzchniową gęstością energii wiązki laserowej (w  $\text{J}/\text{m}^2$ )

## 3. Przebieg ćwiczenia.

### 3.1. Pomiar szerokości wiązki laserowej.

W torze wiązki laserowej należy ustawić kalkę i uruchomić jednorazowo laser impulsowy. Następnie zmierzyć szerokość powstałego śladu na kalce. Promień  $w$  jest połową tej szerokości.

### 3.2. Obliczenia.

Obliczyć maksymalną głębokość otworu możliwego do wykonania za pomocą używanego w ćwiczeniu lasera impulsowego o danej energii impulsu. Posłużyć się po kolei wzorami od (1) do (3). Zapisać wartość ogniskowej  $f$  soczewki.

Zmierzyć grubość użytej blaszki metalowej i stwierdzić, czy otwór jest możliwy do wykonania.

### 3.3. Wykonanie otworu.

Cienką blaszkę metalową należy umieścić w płaszczyźnie ogniskowej soczewki i wykonać otwór impulsem laserowym. Sprawdzić czy otwór został wykonany.

Blaszki zachować w celu dalszych pomiarów wielkości i kołowości otworu.

## Literatura.

1. S. R. Meyer – Ardent: Wstęp do optyki, PWN W – wa 1997.
2. H. Klejman: Lasery, PWN W-wa 1977.
3. W. Wyrębski: Lasery właściwości budowa zastosowania specjalne, MON W-wa 1975.