

# Możliwości światłowodowych wycinarek laserowych

DR INŻ. **Robert Barbucha** (BROBERT@IMP.GDA.PL), ZAKŁAD ZASTOSOWAŃ TECHNIKI PLAZMOWEJ I LASEROWEJ, OŚRODEK TECHNIKI PLAZMOWEJ I LASEROWEJ, INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH PAN IM. ROBERTA SZEWAŁSKIEGO W GDAŃSKU

Obecnie większość liczących się firm oferujących wycinarki laserowe ma w swojej ofercie urządzenia z laserami typu fiber (światłowodowymi), które powoli zastępują lasery starszej technologii (gazowe lasery CO<sub>2</sub>), co przekłada się na zdecydowany wzrost konkurencyjności firm posiadających tego typu urządzenia w swoim parku maszynowym. W niniejszym artykule przedstawiono możliwości, jakie oferują obecnie firmy produkujące światłowodowe wycinarki laserowe z punktu widzenia materiałów, jak również opcji dodatkowych usprawniających proces produkcji.

Wycinarki z laserem światłowodowym różnią się od urządzeń z głowicami plazmowymi czy też laserami gazowymi CO<sub>2</sub>. Cięcie strumieniem zjonizowanego gazu (wycinarka plazmowa) przeznaczone jest głównie do najgrubszych blach metalowych stosowanych w przemyśle ciężkim (np. stoczniowym). Polega ono na topieniu i wyrzucaniu metalu ze szczeliny cięcia silnie skoncentrowanym łukiem elektrycznym o dużej energii kinetycznej. Przepuszczenie sprężonego gazu przez taki łuk powoduje jego jonizację, przez co wytwarza się strumień plazmowy. Cięcie plazmą możliwe jest tylko w przypadku materiałów przewodzących prąd elektryczny (stale węglowe, stopowe, aluminium i jego stopy, mosiądz, miedź i żeliwa). W celu eliminacji hałasu stosuje się także cięcie plazmą materiału zanurzonego w wodzie. Cięcie plazmą stosuje się do maksymalnej grubości materiału wynoszącej około 16 cm [1]. W tym przypadku krawędź cięcia nie ma tak istotnego znaczenia i nie jest kluczowa z punktu widzenia produktu końcowego.

Inną porównywalną techniką cięcia materiałów jest cięcie strumieniem wody (tzw. *waterjet*). Można nim ciąć przeważnie materiały miękkie (guma, panka, folia, tkaniny, papier, tektura, drewno, żywność, wykładziny PCV), zaś w przypadku cięcia wodą ze ścierniwem mamy możliwość cięcia praktycznie każdego materiału: od stali żaroodpornych i hartowanych, metali kolorowych, szkła, tworzyw sztucznych, ceramiki, kompozytów aż po kamień, marmur, granit czy kevlar. Czyli istnieje możliwość cięcia najtwardszych materiałów spotykanych w przemyśle. Grubości ciętych materiałów w tym przypadku mogą dochodzić nawet do 30 cm np. dla aluminium.

Cięcie materiałów z wykorzystaniem lasera jest uzależnione m.in. od absorpcji promieniowania świetlnego przez obrabiany materiał. Jest to związane z oddziaływaniem fotonów z siecią krystaliczną danego materiału na poziomie molekularnym. Tylko fotony o określonej energii są w stanie zerwać wiązania międzycząsteczkowe w danym materiale. Dlatego w przypadku laserów istnieje duża zależność typu obrabianego materiału od długości fali stosowanego pro-

mieniowania laserowego. Przykładem może być tutaj złoto, od którego promieniowanie podczerwone się odbija, zamiast wnikać. Oczywiście po przekroczeniu pewnej gęstości energii w ognisku wiązki laserowej nastąpi odparowanie materiału w procesie ablacji, jednakże proces ten nie będzie efektywny z punktu widzenia energetycznego. Dotychczas jedynym laserem, który był stosowany na skalę przemysłową, był laser gazowy CO<sub>2</sub>. Jego długość fali promieniowania wynosi 10,6 μm (daleka podczerwień). Fakt ten powoduje, iż laser ten nadaje się głównie do cięcia materiałów niemetalicznych z zawartością węgla. Są to między innymi: drewno, akryl, szkło, papier, tekstylia, tworzywa sztuczne, folie, skóry oraz kamienie. W wielu przypadkach można zintensyfikować produktywność cięcia laserem CO<sub>2</sub>, wykorzystując w tym celu osnowę gazu asystującego, np.: tlenu, azotu czy helu.

## Zagadnienia związane z cięciem laserem fiber

Pomimo faktu, iż lasery CO<sub>2</sub> są ciągle najczęściej stosowanymi głowicami ✦

❖ w wycinarkach laserowych, to obecne badania rynku pokazują, że aż 70% wszystkich zastosowań tych wycinarek skoncentrowanych jest na cięciu płaskich blach metalowych do grubości około 6-7 mm [4]. W tym zakresie grubości blach lasery światłowodowe mogą się sprawdzić idealnie. Lasery typu fiber generują promieniowanie o długości fali 1  $\mu\text{m}$ , które w porównaniu do fali laserów  $\text{CO}_2$  o długości 10,6  $\mu\text{m}$  daje 10-krotnie mniejszą plamkę w ognisku oraz 100-krotnie większą gęstość energii w ognisku wiązki laserowej [3]. W przypadku cięcia cienkich blach metalowych jest to zdecydowana zaleta. Ponadto poziom absorpcji lasera  $\text{CO}_2$  i lasera fiber jest różny – im wyższy, tym jakość i prędkość cięcia są większe. Laser fiber pozwala ciąć szybciej i dokładniej takie materiały jak: miedź, mosiądz czy aluminium. W ich przypadku wiązka lasera fiber jest zdecydowanie lepiej absorbowana niż wiązka lasera  $\text{CO}_2$ , która częściowo odbija się od ich powierzchni. Absorpcja metali zwiększa się w kierunku promieniowania widzialnego i UV [5]. Trudno jest jednak znaleźć gotowe informacje na temat tego, z jakimi prędkościami można ciąć dany materiał laserem fiber. Jest to związane z faktem, iż moc lasera to nie jedyny parametr odpowiedzialny za prędkość cięcia materiałów. Trzeba też wziąć pod uwagę geometrię wiązki laserowej, która zależy od takich parametrów optycznych jak: ogniskowa soczewki skupiającej, długość ogniskowej kolimatora, średnica światłowodu oraz to, czy laser jest jedno-, czy wielomodowy. Laser jednomodowy będzie można zogniskować soczewką do mniejszej plamki niż laser wielomodowy. Jednakże w przypadku tych drugich mamy dostępną zdecydowanie większą moc średnią lasera. Kluczowa jest tutaj też sama grubość materiału. Nie jest możliwe cięcie materiału, gdy średnica plamki laserowej jest bardzo mała. W takim przypadku gaz asystujący nie będzie w stanie wydymać stopionego materiału przez cienką szczelinę. Dlatego w przypadku grubych materiałów szczelina cięcia musi być odpowiednio szeroka. Jeżeli chodzi o grubości materiałów, w których laser fiber ma zdecydowaną przewagę nad konkurencyjnymi technologiami,

to są to wszystkie blachy do grubości 2 cm. Lasery fiber generalnie wykazują zdecydowaną przewagę nad laserami  $\text{CO}_2$  przy cięciu skomplikowanych kształtów w cienkich blachach. Możliwe jest wtedy wykorzystanie potencjału przesuwów liniowych, które mogą pracować przy maksymalnych prędkościach. Ponadto lasery fiber mają nieporównywalnie dużo większą sprawność, wynoszącą 35%, co w porównaniu do laserów  $\text{CO}_2$  (2-3% sprawności) powoduje, iż są bardzo korzystną alternatywą [2].

### Opcje dodatkowe w wycinarkach laserowych

Mając na względzie zakup wycinarki laserowej ze źródłem promieniowania typu fiber, trzeba także rozważyć dobór odpowiednich dodatków oferowanych przez producentów. Opcją coraz częściej oferowaną jest zintegrowane środowisko sterujące maszyną, które można wykorzystać do kompleksowego zarządzania produkcją w firmie. Oprogramowanie sterujące jest jednym z najważniejszych elementów każdego urządzenia, gdyż to na nim pracują operatorzy urządzeń. Oprogramowanie tego typu potrafi obsłużyć także inne urządzenia danej firmy (np.: wycinarkę plazmową, prasę krawędziową czy wykrawarkę). Przykładem jest tutaj instalowane w urządzeniach firmy Mitsubishi oprogramowanie o nazwie Laser and Ncell [6]. Głównym założeniem jest kompleksowa automatyzacja procesu produkcji z wykorzystaniem wielu urządzeń. Główną opcją jest tzw. inteligentny nesting, czyli algorytm pozycjonujący położenie wycinanych elementów na powierzchni blachy w celu eliminacji odpadów materiałowych. Jednakże w tym przypadku branych pod uwagę jest wiele dodatkowych czynników. Nesting jest optymalizowany ze względu na: typ lasera (jednomodowy, wielomodowy), minimalizację ścieżek przepalenia (gdzie wiązka lasera przebija się przez materiał), wykorzystanie wspólnej ścieżki cięcia dla sąsiadujących detali.

W przypadku automatyzacji załadunku i rozładunku standardową opcją jest już oferowanie dodatkowych robotów z przyssawkami do pobierania arkuszy blach i ładowania ich na wysuwany stół roboczym wycinarki la-

serowej. Wycinarki laserowe są wyposażone przeważnie w dwa naprzemiennie pracujące stoły robocze, gdzie zmiana blachy zajmuje przeważnie do około 10 sekund. Wycięte blachy są odkładane na docelowych paletach za pomocą kolejnego robota paletyzującego, jednakże zamiast przyssawek stosuje się dwa nachodzące na siebie grzebienie podtrzymujące blachę od spodu.

### Podsumowanie

Lasery światłowodowe zdobywają coraz większą pozycję w obszarze produkcji przemysłowej. Jest to szczególnie zauważalne przy cięciu blach do grubości 20 mm. Przemawiają za tym przede wszystkim efekty ekonomiczne związane z użytkowaniem wycinarek światłowodowych. Obecnie poziom cen wycinarek światłowodowych osiągnął poziom cen wycinarek z laserem  $\text{CO}_2$ , przy czym koszty cięcia blach do grubości 20 mm są 4-krotnie niższe, a w przypadku cieńszych – nawet 8-krotnie niższe. Jednakże jeżeli chodzi o wszechstronność ciętych materiałów, to urządzenia z laserem  $\text{CO}_2$  nadal są bardziej uniwersalne. Dlatego konieczne jest dobranie odpowiedniego źródła pod kątem materiałów, które będą cięte. Trzeba zwrócić uwagę na aspekty fizyczne oddziaływania wiązki lasera z materiałem (moc średnia, absorpcja materiału w zależności od długości fali lasera), jak również na zależności geometryczne wiązki lasera (rozmiar ogniska wiązki lasera względem grubości ciętego materiału). Zależności te powodują, iż lasery światłowodowe są obecnie wykorzystywane w cięciu metali z niską zawartością węgla (aluminium, stal nierdzewna, stal konstrukcyjna, mosiądz, miedź). Jednakże, jak pokazują badania, właśnie w tym obszarze koncentruje się 70% wszystkich zastosowań wycinarek laserowych. □

### Piśmiennictwo

1. [https://www.icd.pl/poradnik/post/opis\\_ciecia\\_plazma](https://www.icd.pl/poradnik/post/opis_ciecia_plazma) [dostęp: 12.03.2018 r.].
2. <http://www.kimla.pl> [dostęp: 12.03.2018 r.].
3. <http://www.ophiropt.com> [dostęp: 12.03.2018 r.].
4. <http://www.fabricatingandmanufacturing.com> [dostęp: 12.03.2018 r.].
5. Klimpel A.: *Podstawy teoretyczne cięcia laserowego metali*. „Przegląd Spawalnictwa”, 2012, 6.
6. <http://www.ncell.com> [dostęp: 12.03.2018 r.].