



Przegląd maszyn do wycinania laserowego

DR INŻ. **Robert Barbucha** (brobert@imp.gda.pl), ZAKŁAD ZASTOSOWANIA TECHNIKI PLAZMOWEJ I LASEROWEJ, OŚRODEK TECHNIKI PLAZMOWEJ I LASEROWEJ, INSTYTUT MASZYN PRZEPŁYWOWYCH PAN IM. ROBERTA SZEWALSKIEGO W GDAŃSKU

Od kilkudziesięciu lat maszyny do cięcia laserowego są wykorzystywane w przemyśle do wycinania i kształtowania arkuszy metali. Mianem maszyn do cięcia laserowego określa się przeważnie wielkogabarytowe urządzenia bramowe z laserami o mocach rzędu kilku kilowatów. W tym zakresie do wyboru są obecnie tylko trzy rodzaje laserów: gazowe, światłowodowe oraz dyskowe. Rozwój wycinarek laserowych idzie obecnie w stronę urządzeń o zwiększonej sprawności. Świadczy o tym fakt, że większość producentów urządzeń do wycinania laserowego oferuje wycinarki z laserami światłowodowymi. W przedstawionym raporcie zaprezentowano przegląd wybranych urządzeń laserowych oferowanych na polskim rynku. Dotyczy to maszyn producentów polskich oraz zagranicznych, oferowanych przez dystrybutorów. Raport obejmuje porównanie parametrów technicznych, jak również porównanie urządzeń z trzema typami laserów: gazowymi, światłowodowymi i dyskowymi.

Wycinarki laserowe należą do rodziny obrabiarek sterowanych numerycznie, wśród których oprócz nich można wymienić następujące typy urządzeń: maszyny do cięcia strumieniem wody,

maszyny do cięcia plazmowego, wykrawarki rewolwerowe oraz wycinarki elektroerozyjne.

Wszystkie te urządzenia służą do przecinania elementów wykonanych z metali na różne sposoby, któ-

re mają swoje zalety, lecz również wady. Wycinarki laserowe okazały się jednymi z najbardziej uniwersalnych urządzeń tnących ze względu na precyzję, jakość oraz szybkość wykonywania detali.

❖ Rozwój wycinarek laserowych wynika głównie z rozwoju technologii układów napędowych i ze źródeł laserowych w obrabiarkach CNC opartych na sterownikach PLC. Postęp w komputeryzacji systemów sterowania sprzyjał doskonaleniu konstrukcji maszyn. Dążono głównie do wyeliminowania udziału człowieka w procesie cięcia, czyli do pełnej automatyzacji tego procesu. Początkowo urządzenia tnące były oparte na niezawodnych laserach gazowych CO₂, które jako pierwsze przyjęły się w przemyśle na szeroką skalę. Wiązka lasera CO₂ była przesyłana do układu tnącego poprzez system luster, które jednak mogły ulec rozregulowaniu wraz z eksploatacją urządzenia. Poza tym wycinarki z laserem CO₂ wymagają regularnej wymiany gazu rezonatorowego lasera (mieszanka helu, azotu i CO₂), jak również dysz tnących. Większość wycinarek laserowych ma kształt bramowy, cięty materiał leży nieruchomo pod ruchomą głowicą tnącą przemieszczającą się w trzech osiach. Wraz z rozwojem urządzeń laserowych zaczęto wprowadzać lasery na ciele stałym (Nd:YAG) oraz lasery światłowodowe [1].

Obecnie co roku prezentowane są coraz nowsze rozwiązania wycinarek laserowych, w których standardem są już takie systemy jak ATS (*Automated Technology Selection*) czy RPP (*Regulated Pulsed Piercing*) polegający na regulowanym i pulsacyjnym przebijaniu blach o grubościach powyżej 12 mm [2]. Zastosowanie projektowania CAD/CAM oraz komputerowej symulacji kinetycznej modelu numerycznego maszyny pozwala na przeprowadzenie wizualizacji jej pracy. Dzięki temu można uzyskać informacje o odkształceniach i zużyciu się kluczowych elementów wykonawczych w celu ich późniejszego udoskonalenia. Obecny rozwój urządzeń do wycinania laserowego jest uzależniony od oczekiwań klientów, którzy potrzebują urządzeń szybszych i bardziej precyzyjnych. Nie do przecenienia jest tutaj oprogramowanie sterujące urządzeniem, które jest jego interfejsem, i to przez nie użytkownik dokonuje wszelkich operacji. Rozwój oprogramowania idzie w kierunku obsługi intuicyjnej, w której dominują obecnie operacje wykonywane w pełnym podglądzie

2D i 3D wraz z wizualizacją procesu cięcia na żywo. Obecnie oprogramowanie sterujące maszynami do cięcia laserowego potrafi być tak rozbudowane, że możliwe jest wykorzystanie go do sterowania produkcją w firmie. Umożliwia to objęcie zasięgiem wszystkich etapów cząstkowych: od opracowania oferty dla klienta, sterowania produkcją, aż po magazynowanie i dostawę [3].

Firmy produkcyjne niejednokrotnie zadają sobie pytanie, w jaki sposób wyselekcjonować odpowiednią wycinarkę laserową do swojego parku maszynowego. Jak to wykonać w sposób najbardziej ekonomiczny z punktu widzenia późniejszej eksploatacji wybranego urządzenia, mając na uwadze maksymalizację zysku z inwestycji? W jaki sposób zaplanować zakup wycinarki laserowej, tak aby odpowiadała ona obecnym zamówieniom, jak również sprawdziła się w przyszłości? Na te pytania postarano się odpowiedzieć w niniejszym raporcie, bazując na wyselekcjonowanej grupie parametrów technicznych maszyn laserowych dostępnych na polskim rynku.

Ocenę polskiego rynku urządzeń do cięcia laserowego przeprowadzono wspólnie z redakcją czasopisma „STAL Metale & Nowe Technologie” na podstawie ankiety, którą wypełniło pięć firm: Kimla, Mitsubishi, TRUMPF, Prima Power oraz Eagle. W porównaniu wzięto pod uwagę 14 urządzeń, wśród których można znaleźć trzy typy źródeł laserowych: gazowe CO₂ (dwa urządzenia), światłowodowe (9 urządzeń) oraz dyskowe (2 urządzenia). Klasyfikację parametrów technicznych dokonano w pięciu głównych kategoriach: typ głowicy laserowej (moc *vs.* prędkość pozycjonowania/cięcia), wymiary obszaru roboczego, precyzja i dokładność pozycjonowania w 3 osiach, maksymalna grubość ciętych materiałów oraz inne istotne cechy prezentowanych urządzeń.

Typ głowicy laserowej

Źródło promieniowania laserowego można scharakteryzować w skrócie poprzez długość fali promieniowania generowanego przez rezonator lasera, jak również przez maksymalną moc promieniowania. W przypadku porów-

nywanych urządzeń mamy do czynienia z trzema typami laserów: gazowym CO₂, światłowodowym oraz laserem dyskowym. Lasery CO₂ to sprawdzone konstrukcje, które potwierdziły swoją niezawodność. Ich konstrukcja w wielu przypadkach dotarła do kresu efektywności, przez co rozwój tych laserów obecnie się zatrzymał na rzecz laserów nowego typu. Są nimi lasery światłowodowe i dyskowe, z tą różnicą, że lasery światłowodowe posiada w swojej ofercie wiele firm, które opracowują swoje własne źródła, natomiast lasery dyskowe są oferowane jedynie przez firmę TRUMPF. Zasadniczą różnicą między laserami CO₂ i laserami na ciele stałym (światłowodowe i dyskowe) jest długość fali generowanego promieniowania. W przypadku laserów na ciele stałym jest ona dziesięciokrotnie mniejsza (około 1 μm), co wpływa na precyzję wykonywania elementów. Wynika to z faktu, że krótszą długość fali lasera można zogniskować do plamki o mniejszej średnicy. Tym samym szerokość cięcia, jak również dokładność wykonania detali są większe w przypadku tego typu laserów. Są to zdecydowanie konstrukcje nowsze i bardziej wydajne. Lasery na ciele stałym są także sześciokrotnie bardziej efektywne w konwersji energii elektrycznej na świetlną w porównaniu do laserów gazowych CO₂ (sprawność laserów na ciele stałym wynosi 30%, natomiast sprawność laserów CO₂ wynosi 5%) [3]. Ma to znaczenie *stricte* ekonomiczne, gdyż pozwala na realne oszczędności przy wydatkach na energię elektryczną. Wszystkie te zalety jednakże są kosztowne i znalezienie przewagi przy urządzeniu wartym około miliona euro jest tym bardziej trudne. Dlatego kupujący przeważnie stają przed dylematem, czy wybrać konstrukcję nowoczesną, ale drogą, czy też konstrukcję sprawdzoną i tańszą. Przy tej decyzji może pomóc analiza parametrów poszczególnych głowic laserowych. Jeżeli chodzi o maksymalną moc porównywanych głowic roboczych, to lasery światłowodowe zdecydowanie są liderem. Oferta firm Kimla i Eagle zawiera urządzenia z laserami o mocy średniej 12 kW, co jest obecnie rekordem w tego typu laserach. Lasery CO₂ charakteryzują się o połowę mniejszymi ❖

❖ mocami (oferowane przez firmy: Prima Power, Mitsubishi oraz TRUMPF). Moc lasera w tym przypadku przekłada się na prędkość cięcia, wyrażaną w metrach na minutę. W przypadku urządzeń firmy Kimla prędkość ta sięga 240 m/min, co jest także prędkością pozycjonowania. Maksymalne prędkości dla urządzeń pozostałych producentów są o połowę mniejsze. Wzrost mocy źródła laserowego oczywiście idzie w parze z ceną urządzenia, dlatego inne parametry techniczne mogą mieć także kluczowe znaczenie w ich wyborze.

Wymiar obszaru roboczego

Większość producentów urządzeń jest w stanie dostosować obszar roboczy urządzenia do potrzeb konkretnego klienta. Jednakże przyjęło się, że typowym zakresem obróbczym jest wymiar 3 m x 1,5 m oraz możliwość ruchu głowicy tnącej w osi Z w zakresie 10-15 cm. Pozwala to na odpowiednie podniesienie głowicy tnącej w przypadku grubszych materiałów. Jednakże, trend ten się zmienia i obecnie klienci szukają urządzeń z możliwie

dużym polem roboczym w celu zwiększenia wydajności urządzenia. W tym przypadku urządzenia firm Kimla oraz TRUMPF oferują stosunkowo duże zakresy obróbcze. W przypadku urządzenia PowerCut 2060 firmy Kimla jest to zakres 6,1 m x 2,1 m, natomiast w przypadku urządzenia TruLaser Cell 7400 – 4 x 2 m. W przypadku urządzenia TruLaser Tube 5000 istnieje możliwość obróbki rur i kształtowników o długościach dochodzących do 8 m.

Dokładność i precyzja pozycjonowania

Parametry te są kluczowe w przypadku urządzeń sterowanych numerycznie. Wartości tych parametrów oscylują w okolicach średnicy ogniska wiązki laserowej danego źródła, gdyż ono wyznacza minimalny rozmiar obróbki laserowej. Należy tutaj jednak rozróżnić dokładność pozycjonowania oraz dokładność cięcia laserowego. Z reguły ta pierwsza wartość jest bardziej istotna z punktu widzenia obróbki, gdyż druga wartość jest wyznaczana zazwy-

czaj przez rodzaj źródła laserowego. W przypadku laserów CO₂ wynosi ona około ±50 μm, natomiast w przypadku laserów na ciele stałym – ±10 μm. Jest to związane z różną długością fali obu rodzajów laserów. W porównywanych urządzeniach najlepszą dokładnością cięcia charakteryzowały się urządzenia firmy Mitsubishi (10 μm) przy równie imponującej wartości precyzji pozycjonowania (5 μm). Tyle że jest to wartość uzyskana na odległości 0,5 m. Typowe wartości dla dokładności pozycjonowania i cięcia zawierały się odpowiednio w 10 μm i 20 μm dla urządzeń firmy Kimla, 30 μm (obie wartości) – dla firmy Prima Power, oraz 30 μm i 50 μm – dla firmy TRUMPF. Należy tutaj nadmienić, że dokładność pozycjonowania jest także uzależniona od układów pomiaru położenia typu absolutnego. Aby uzyskać odpowiednie dane wejściowe z każdej ruchomej osi urządzenia, układy te muszą zbierać sygnały pomiarowe z rozdzielczością dochodzącą do 1 nm, jak to jest w przypadku firmy Kimla, w której za te operacje odpowiadają układy firmy Renishaw [3]. ❖

reklama

❖ Grubość ciętych materiałów

Do porównania tego parametru brano pod uwagę maksymalną grubość blachy ciętej z maksymalną mocą rezonatora laserowego. W przypadku materiałów wzięto pod uwagę: stal konstrukcyjną, stal nierdzewną, aluminium, mosiądz i miedź. W przypadku stali konstrukcyjnej prym wiodą urządzenia z laserem światłowodowym firmy Eagle, gdzie grubość obrabianego materiału wynosi aż 6 cm. Urządzenia pozostałych firm oferują cięcie stali konstrukcyjnej o mniejszej grubości (30, 28, 25 i 20 mm). W przypadku stali nierdzewnej nadal prym wiedzie firma Eagle, tu grubość tego materiału może sięgać także 6 cm. W przypadku pozostałych firm jest ona na poziomie 2-2,5 cm. Duża moc laserów firm Kimla i Eagle pozwala także na cięcie stosunkowo grubych blach z aluminium (do 4-5 cm). Tutaj konkurencją jest także urządzenie TruLaser 5030 firmy TRUMPF, którym przy opcji BrightLine fiber także można ciąć aluminium o grubości 4 cm. W przypadku metali kolorowych (miedź i mosiądz) maksymalne grubości już nie są tak duże i oscylują w granicach 8-15 mm dla laserów na ciele stałym oraz 6 mm dla laserów CO₂. W porównaniu laserów CO₂ i na ciele stałym widać zależność wynikającą także z absorpcji promieniowania w materiale. Lasery CO₂ z reguły lepiej oddziałują ze stalą, natomiast gorzej z metalami kolorowymi. W przypadku laserów na ciele stałym jest odwrotnie. To także może być jeden z istotnych czynników przemawiających za wyborem odpowiedniej maszyny. Jeżeli głównym typem obrabianego materiału w firmie jest stal, to należy się zastanowić, czy nie warto zainwestować właśnie w urządzenie z laserem CO₂.

Cechy dodatkowe urządzeń laserowych

Większość producentów urządzeń laserowych stawia na doskonałość wykonania swoich urządzeń charakteryzującą się zwiększoną wytrzymałością konstrukcji. Jednym z atutów jest jednolity odlew żeliwny konstrukcji nośnej. Korpusy urządzenia wykonuje się także z materiału kompozytowego, jak np. w przypadku urządzeń firmy Eagle. Poza tym, w odpowiedzi na sugestie klientów, instalowane są także głowice skanujące do znakowania wyciętych detali, jak również głowice do skanowania kodów kreskowych. Jest to dodatkowy atrybut pozwalający usprawnić oraz zautomatyzować proces produkcyjny w firmach. Rozwój urządzeń laserowych idzie w kierunku całkowitej automatyzacji procesu, łącznie z załadunkiem, rozładunkiem, sortowaniem i magazynowaniem materiału. Daje to możliwość pełnej integracji urządzenia z linią produkcyjną bez ingerencji ze strony człowieka. Poza tym urządzenia laserowe wyposażane są w samodiagnostykę oraz automatyczną wymianę elementów zużywalnych, jak dysze. Są też różne podejścia odnośnie do optyki ogniskującej, gdy nie raz należy ją wymienić, natomiast np. w przypadku firmy TRUMPF stosowana jest strategia jednej głowicy tnącej dla wszystkich grubości blach. Sam proces cięcia jest także kontrolowany przez szereg czujników, np. ciśnienia komory soczewek lub też pomiaru temperatury powierzchni soczewek i okien ochronnych. Jednym z kluczowych

elementów jest oprogramowanie sterujące urządzeniem, które w wielu przypadkach umożliwia kompletne zarządzanie całym parkiem maszynowym danej firmy. W celu zwiększenia prędkości cięcia (lub zmniejszenia czasu przestoju) stosuje się algorytmy z dynamiczną analizą wektorów. Tego typu algorytmy sprawdzają się w przypadku cięcia bardzo skomplikowanych kształtów, których poszczególne odcinki ścieżki cięcia są krótkie. Odpowiednio kontrolując pozycję rozpoczęcia cięcia oraz przyspieszenia głowicy, można skrócić całkowity czas cięcia pięciokrotnie. Ta kolosalna różnica w czasie pracy maszyny pozwala na osiągnięcie znacznych korzyści przy wykonywaniu prac wykorzystujących skomplikowane ścieżki cięcia, np. przy obróbce: form wtryskowych, tłoczników, wykrojników, modeli odlewniczych, matryc i innych narzędzi [3]. Istotnym elementem jest też serwis urządzenia gwarancyjnego oraz pogwarancyjnego. Firma TRUMPF oferuje np. teleserwis poprzez Internet, gdzie może zostać wykonana zdalna

diagnoza problemu w celu jej szybkiego usunięcia.

Podsumowanie

Urządzenia do cięcia laserowego już na dobre zawitały w parkach maszynowych firm produkcyjnych. Obecnie oferowane na rynku urządzenia zaskakują swoją wydajnością, precyzją cięcia oraz uniwersalnością. Dzięki temu klienci mogą precyzyjnie dobrać odpowiednie urządzenie do swoich potrzeb, zwłaszcza że musi to być zakup perspektywiczny, a maszyna posłuży wiele kolejnych lat. Należy pamiętać także, że w większości przypadków cena nie jest już jedynym kryterium przy wyborze maszyny laserowej. Klienci coraz częściej zwracają uwagę na dodatkowe funkcjonalności, możliwość integracji z linią produkcyjną oraz serwis gwarancyjny i pogwarancyjny. Obecnie rynek polski jest zdominowany przez dystrybutorów firm zagranicznych. Z analizy parametrów technicznych pięciu firm wynika, że prym wiodą dwie firmy: Kimla i Eagle, których urzą-

dzenia charakteryzowały się zdecydowanie najlepszymi parametrami technicznymi. Z jednej strony parametry te zależą w głównej mierze od mocy źródła laserowego, jednakże te dotyczące precyzji wykonania detali zależą od konstrukcji ruchomej urządzenia. W przypadku urządzeń tych firm jeszcze jeden parametr wypadł zdecydowanie lepiej niż u konkurencji – maksymalne obciążenie stołu (Kimla: 1500 kg, Eagle: 2200 kg). U konkurencji parametr ten wahał się w okolicach 900 kg. To także świadczy o możliwościach urządzeń tych firm. Podsumowując niniejszy raport, należy stwierdzić, że na tle konkurencji te dwie firmy ze swoimi urządzeniami laserowymi wytyczają nowe trendy w rozwoju tego typu urządzeń. □

Piśmiennictwo

1. Trzepieciński T.: *Trendy rozwojowe maszyn i technik stosowanych w technologii cięcia blach*. „Inżynieria Maszyn”, R. 17, z. 3, 2012, s. 94-106.

Autor artykułu korzystał również z materiałów firm: Bystronic [2], Kimla, TRUMPF oraz Prima Power [3].

reklama