

Wpływ doboru parametrów nowoczesnej technologii cięcia laserowego stali na własności technologiczne procesu

Mirosław Bonek, Zbigniew Brytan, Oleg Polischuk Aleksandra Bodnar, Dominika Gajczowska, Tomasz Głowinkowski, Patryk Jerominek, Katarzyna Jędrzejczyk, Piotr Świerczek

Silesian University of Technology, Department of Engineering Materials and Biomaterials,
Konarskiego St. 18a, 44-100 Gliwice, Poland
Corresponding author:miroslaw.bonek@polsl.pl

Wprowadzenie

Praca zawiera informacje o systemach laserowych stosowanych w przemysłowym procesie cięcia. Praca przedstawia rzeczywiste fizyczne podstawy pracy lasera, a także podstawowe funkcje lasera w procesie cięcia. Przedstawiono poszczególne systemy montażu laserów, opisano również podstawowe parametry procesu. Artykuł zawiera również typowe zastosowania precyzyjnego cięcia laserowego. Wszystkie aspekty ekonomiczne opisane i omówione w artykule to porównanie wykorzystania laserów w porównaniu do innych technologii stosowanych w przemyśle.

Zastosowania przemysłowe

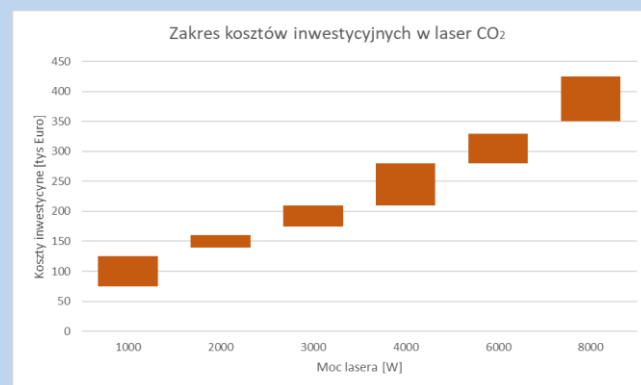
Pomimo istnienia wielu rodzajów laserów o różnych właściwościach, w przemyśle stosowane są głównie lasery CO₂ i Nd:YAG. Dobór typu lasera zależy przede wszystkim od materiału i jego zdolności do absorbowania określonej długości fali. Przy wyborze odpowiedniego typu rezonatora powinno się również wziąć pod uwagę:

- Grubość materiału,
 - Geometria materiału,
 - Jakość krawędzi cięcia które chcemy otrzymać w procesie,
 - Prędkość cięcia którą staramy się uzyskać.
- Lasery Nd:YAG posiadają długości fali łatwiej absorbowaną przez większość metali, w porównaniu z tymi wytwarzanymi przez lasery CO₂, jednak rezonatory CO₂ pozwalają na uzyskanie większej mocy wiązki.
- Zalety obu laserów:
 - Laser na dwutlenku węgla:
 - Większe moce
 - Lepsze możliwości skupienia wiązki - jej lepsza jakość pozwala na zmniejszenie szerokości szczeliny cięcia i wyższą jakość krawędzi;
 - Wyższe prędkości cięcia materiałów nie odbijających jego długości fali;
 - Możliwość cięcia materiałów większej grubości, które nie odbijają jego długości fali;
 - Niższe koszty eksploatacyjne.
- Lasery neodymowe:
- Możliwość użycia światłowodów do transportu wiązki;
 - Możliwość cięcia materiałów odbijających długość fali laserów CO₂;
 - Łatwiejsze rozdzielanie wiązki na kilka stanowisk;
 - Prostsze systemy dostarczające i skupiające wiązkę;
 - Długość systemów dostarczania wiązki nie wpływa na proces;
 - Możliwość osiągnięcia dużych mocy impulsów (przy pracy impulsowej).

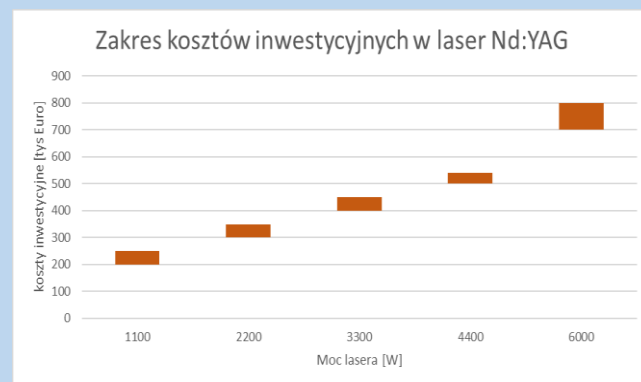
Aspekty ekonomiczne cięcia laserowego

W wyniku wysokich kosztów inwestycyjnych i ryzyka wiążącego się z inwestowaniem w nowe rozwiązania technologiczne, na początku technologia cięcia za pomocą wiązki promieniowania laserowego była wykorzystywana jedynie do wykonywania elementów, które wymagały doskonałej precyzji lub nie były możliwe do wykonania innymi metodami. W dzisiejszych czasach ze względu na rozwój technologii i przemysłu cięcie laserowe jest chętnie wykorzystywane w wielu przedsiębiorstwach. Dzięki zaznajomieniu się z możliwościami i aspektami technicznymi metod cięcia laserowego w dzisiejszych czasach procesy prowadzone tymi metodami cieszą się bardzo dużą precyzją i

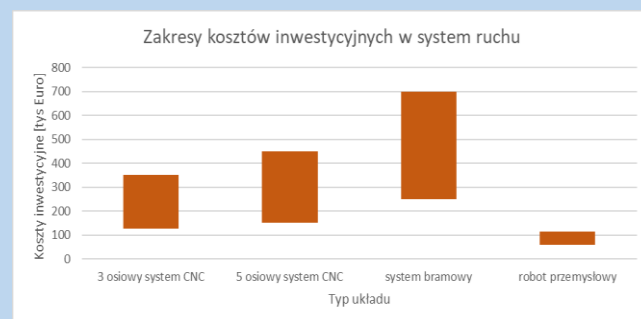
wydajnością, co przekłada się na liczne korzyści finansowe dla firm, które z nich korzystają. Najbardziej powszechnie wykorzystywanymi w przemyśle laserami są lasery CO₂ oraz Nd:YAG, których zaimplementowanie często wymaga analizy kosztów i aspektów inwestycji ze względu na wysoki koszt urządzeń. Firmy muszą brać pod uwagę aspekty związane z wykorzystaniem technologii na linii produkcyjnej, aspekty eksploatacyjne oraz po jakim czasie inwestycja się zwróci przy założonych warunkach produkcji. Analiza ta często budzi pytanie czy lepszym ekonomicznie rozwiązaniem będzie zastosowanie technik tradycyjnych, które są o wiele tańsze w implementacji. Do przeliczenia kosztów zaimplementowania technologii cięcia laserowego trzeba zwracać uwagę na konieczność rozbudowy systemów, zapotrzebowanie na rynku, koszt maszyn i urządzeń, oraz koszt ich eksploatacji. Na Rysunkach 1-3 przedstawiono zakres kosztów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych [1][4-11].



Rys. 1. Wykres przedstawiający zakres kosztów inwestycyjnych w laser CO₂ (z systemem chłodzenia)



Rys. 2. Wykres przedstawiający zakres kosztów inwestycyjnych w laser Nd:YAG (z systemem chłodzenia)



Rys. 3. Wykres przedstawiający zakres kosztów inwestycyjnych w systemy ruchu bez uwzględnienia źródła lasera

Podsumowanie

Skoncentrowana moc wiązki laserowej zrewolucjonizowała przemysł cięcia materiałów. Pozwala ona na cięcie większości materiałów oraz umożliwia cięcie w sposób którego nie da się osiągnąć metodami konwencjonalnymi. Odpowiednio skupiony promień lasera jest w stanie ciąć z dokładnością nawet do mikrometrów co nie jest możliwe w przypadku nawet wysoce zaawansowanych metodach termicznego i mechanicznego cięcia. Termiczne metody cięcia nie są w stanie precyzyjnie skupić energii jak to jest w przypadku wiązki laserowej. W celu dostarczenia odpowiedniej ilości energii, płomień gazowy lub strumień plazmy musi oddziaływać na dużą powierzchnię. Z laserami jest odwrotnie, im mniejszy punkt, tym bardziej jest skupiona wiązka a co za tym idzie przenosi więcej energii. Wadą systemów laserowych jest ich wysoki koszt inwestycyjny związany z zakupem urządzeń i systemów sterowania mało konkurencyjnych w porównaniu do metod konwencjonalnych.

Systemy laserowe oferują ogromne możliwości w procesach cięcia różnych materiałów których nie oferują nam metody konwencjonalne. Systemy laserowe oferują nam:

- Uzyskanie małych szerokości szczelin przy zachowaniu równych krawędzi,
 - Zminimalizowanie SWC,
 - Zminimalizowanie odkształceń materiału.
- Brak bezpośredniego kontaktu wiązki laserowej z powierzchnią przecinanego materiału pozwala na:
- Całkowite wyeliminowanie odkształceń,
 - Bezpieczne cięcie materiałów o dużej twardości,
 - Brak konieczności wymiany części roboczych stykających się z materiałem w przypadku cięcia mechanicznego,
 - Zminimalizowanie hałasu.
- Dodatkowo cięcie wiązką laserową daje dużą kontrolę nad procesem co ma związek z:
- Możliwość cięcia różnych materiałów,
 - Szybka zmiana geometrii cięcia,
 - Wysoka automatyzacja procesu,
 - Możliwość wycinania skomplikowanych kształtów,
 - Możliwość cięcia przedmiotów o skomplikowanej geometrii.

Literatura

- [1] Wirth P.: Introduction to industrial laser materials processing. ROFIN Group, Hamburg, 2004
- [2] Havrilla D. Anthony P.: Laser cutting process fundamentals and troubleshooting guideline. Rofin-Sinar, Plymouth Mitchigen, 1999
- [3] Koebner H.: Industrial applications od laser. Chichester, New York 1984
- [4] Schaeffer R.: Laser cutting of large sheet materials. Welding and metal fabrication 7, 2001
- [5] Faerber M.: Laser cutting – current state of the technology development. Przegląd spawalnictwa 06, 2007
- [6] BUŁAWA, J. Wpływ składników kosztów eksploatacji lasera na koszt cięcia. Welding Technology Review, 2007, 79.6: 8-10.
- [7] Migliore L.R.: Interaction between light and matter during laser processing. The Fabricator, 05, 1993
- [8] Szczeciński Z.: Laserowe cięcie materiałów. Przegląd spawalnictwa 08, 1986
- [9] MacLellan D.: Fine cutting with lasers. Medical device technology, 01/02, 2003
- [10] Mirski Z.: Możliwości zastąpienia azotu powietrzem przy cięciu laserowym. Przegląd spawalnictwa 01, 2004
- [11] Pond J.B.: Rough cut. Cutting tool engineering, 03, 1990