

Łukasz Kubik, Marcin Macherzyński, Tomasz Czaja
BOBRME KOMEL, Katowice

SPECJALISTYCZNE WYCINANIE LASEROWE W TECHNOLOGII FIBER

SPECIALIST LASER CUTTING FIBER TECHNOLOGY

Streszczenie: Wychodząc naprzeciw wysokim wymaganiom Naszych klientów oraz partnerów biznesowych, Instytut KOMEL zakupił specjalizowaną wycinarkę laserową typu FIBER. Z jej wykorzystaniem zapewniamy precyzyjne wycinanie skomplikowanych kształtów, jednocześnie uzyskując wysoką jakość ciętej krawędzi i powtarzalność. Wycinarka laserowa zapewnia szybkie wykonanie z blach, bardzo skomplikowanych elementów po kosztach znacznie niższych niż metodami tradycyjnymi. Wycinanie laserem to nowoczesna, najszybsza i najdokładniejsza z obecnie stosowanych metod cięcia blach. Artykuł opisuje podstawowe parametry techniczne oraz parametry cięcia lasera zakupionej wycinarki laserowej. Dodatkowo w artykule porównano technologię cięcia typu FIBER, a CO₂ oraz przedstawiono główne problemy podczas wycinania blach elektrotechnicznych. W obecnym czasie parametry maszyn elektrycznych odgrywają coraz to znaczącą rolę. Specjalistyczna wycinarka laserowa idealnie nadaje się do wykonywania prototypowych blach obwodu elektromagnetycznego stojana i wirnika. Nieustanny wzrost wymagań w zakresie wydajności i jakości procesów produkcyjnych skłania firmę KOMEL do poszukiwania coraz to nowocześniejszych rozwiązań technologicznych. BOBRME KOMEL zakupił specjalistyczną wycinarkę laserową typu FIBER z myślą o Klientach o wysokich oczekiwaniach. *Zapraszamy Wszystkich do współpracy.*

Abstract: To meet high demands of our customers and business partners, KOMEL Institute has bought a FIBER type specialized laser cutter. Using laser cutter we provide precise cutting of complicated shapes and produce a high quality cut edges and repeatability. Laser cutting machine is used for fast execution of very complex shapes of the sheets, at a cost much lower than in case of traditional methods. Laser cutting is a modern, fastest and most accurate method currently used to cut sheet metal. The paper describes basic technical parameters and laser cutting parameters of purchased machine. In addition, the paper compares FIBER cutting technology with CO₂ processing and presents major problems with cutting electrical sheets. Nowadays, parameters of electric machines play an increasingly significant role. Specialized laser cutter is ideal for executing prototype lamination sheets of stators and rotors electromagnetic circuits. Ever-increasing demand for efficiency and quality of production processes motivates KOMEL company to search for more and more modern technology. BOBRME KOMEL bought a FIBER type specialist laser cutter for customers with high expectations. *We invite everyone to cooperate.*

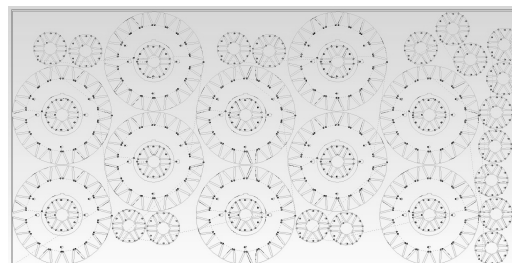
Słowa kluczowe: cięcie laserem, wycinanie laserem, laser, wycinarka laserowa, technologia FIBER

Keywords: laser cutting, laser, laser cutter, FIBER Technology

1. Wstęp

Aby sprostać wysokim wymaganiom w zakresie wykonywania blach elektrotechnicznych na pakiety stojanów i wirników KOMEL zakupił specjalizowaną wycinarkę laserową typu FIBER. Zapewnia ona precyzyjne wycinanie skomplikowanych kształtów, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości i powtarzalności wycinanych detali. Dzięki temu, za każdym razem uzyskuje się gotowe elementy nie wymagające dalszej obróbki.

Stosowane oprogramowanie pozwala na optymalizację procesu cięcia w celu uzyskania wysokiej jakości oraz maksymalnego wykorzystania arkusza blachy (rys. 1).



Rys. 1. Zrzut ekranu specjalistycznego oprogramowania wykorzystywanego do optymalizacji procesu cięcia oraz wykorzystania arkusza blachy.

Cięcie laserowe zapewnia powtarzalność wykonania elementów z dużą dokładnością. Wyci-

narka laserowa zapewnia szybkie wykonanie z blach bardzo skomplikowanych elementów po kosztach znacznie niższych niż metodami tradycyjnymi dla jednostkowych zamówień, prototypów lub małych serii. Wycinanie laserem to nowoczesna, najszybsza i najdokładniejsza z obecnie stosowanych metod cięcia blach.

Zalety wycinania laserowego:

- gładka i czysta powierzchnia (nie wymaga obróbki wykończeniowej),
- oszczędność materiału poprzez występowanie wąskiej szczeliny cięcia $\sim \pm 0,1$ mm,
- duża szybkość i elastyczność procesu.

2. Informacje ogólne

Wycinarka laserowa Eagle eVision 1225, która została zakupiona przez KOMEL, składa się z kilku urządzeń różnych producentów. Główne składowe systemu wycinania laserowego to:

1. Część laserowa - w skład której wchodzi:
 - źródło lasera - wytwarzające energię w postaci wiązki światła,
 - droga wiązki - system transportu energii ze źródła lasera przez głowicę do wycinanego arkusza,
 - agregat chłodzący - chłodzenie źródła lasera i drogi wiązki.
2. Część maszynowa - w skład której wchodzi (rys. 2):
 - korpus maszyny z polimerobetonu,
 - napędy liniowe,
 - wymienne stoły,
 - sterowanie.

2.1. Podstawowe parametry techniczne [2].

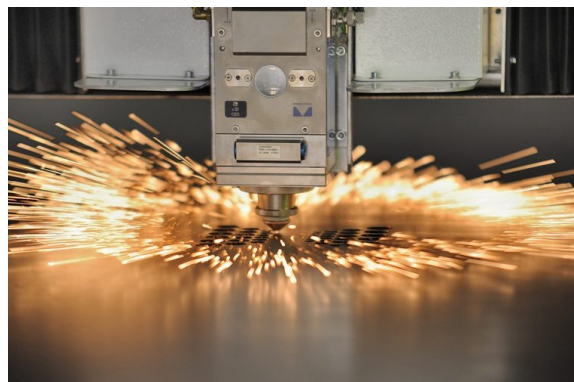
1. Obszar pracy:
 - Oś X – 2500 mm,
 - Oś Y – 1250 mm,
 - Oś Z – 120 mm.
2. Maksymalna waga arkusza: 550 kg.
3. Dokładność:
 - powtarzalność: 0,05 mm,
 - dokładność cięcia: 0,05 mm/m.



Rys. 2. Wycinarka laserowa Eagle eVision 1225

2.2 Parametry cięcia [2]:

1. Moc lasera: 2 kW (rys. 3),
2. Rodzaje blach i maksymalne grubości cięcia:
 - blachy magnetyczne - od 0,35 do 1 mm,
 - czarna – 12 mm,
 - nierdzewna – 10 mm,
 - aluminium – 6 mm,
 - miedź – 4 mm,
 - mosiądz – 2,5 mm.



Rys. 3. Głowica tnąca lasera

3. Porównanie technologii FIBER (laser włóknowy), a CO₂

Właściwości techniczne oraz konstrukcja źródła lasera FIBER powodują, że jest ono nieporównywalnie bardziej ekonomiczne i skuteczne w obróbce blach, niż źródło popularnego w ostatnich latach lasera CO₂.

Źródło lasera FIBER zużywa 70% mniej energii niż źródło lasera CO₂. Dodatkowo, laser FIBER zużywa mniej energii podczas pracy przy pełnym obciążeniu niż w przypadku, gdy laser CO₂ jest w stanie standby (gotowy do pracy, ale niepracujący).

W technologii FIBER w laserze nie występują części ruchome. Nie ma także optyki (luster), więc nie występuje możliwość ich awarii lub konieczność wymiany. Laser FIBER w ogóle nie zużywa gazów rezonatorowych.

Źródło lasera FIBER zasadniczo nie wymaga konserwacji ani regulacji przez cały okres użytkowania.

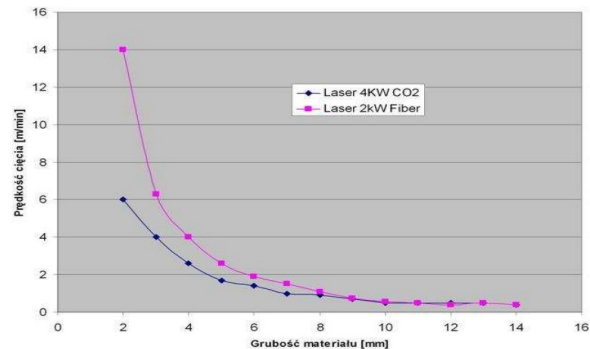
Wiązka laserowa FIBER posiada znacznie krótszą długość fali (1,07 μm), niż w przypadku lasera CO₂ (10,6 μm). W wyniku krótszej długości fali wiązka laserowa jest dużo lepiej absorbowana przez obrabiany materiał, niż w przypadku technologii o dłuższych falach.

Wiązkę lasera FIBER można skupić do 1/10 średnicy punktu powstałego po skupieniu lasera CO₂. Różnica w jasności światła oraz mniejsza średnica skupienia pozwalają na uzyskanie większej gęstości energii i dłuższej ogniskowej, co powoduje, że proces cięcia jest stabilny, a gęstość energii FIBER laser, dostarczonej do wycinanego elementu, jest nawet 100 razy większa niż w przypadku lasera CO₂.

W związku z powyższym kolejną zaletą lasera typu FIBER jest szerszy zakres obrabianych materiałów. Laserem FIBER można obrabiać blachy mocno refleksyjne - jak miedź czy mosiądz, czego nie można robić laserem CO₂.

Wymienione własności wiązki typu FIBER powodują, że laser ten osiąga o wiele wyższe prędkości cięcia blach w przypadku materiałów od 1 do 8 mm. Poniżej przedstawiony został wykres porównujący prędkości cięcia w funkcji mocy lasera 2 kW FIBER i 4 kW CO₂ (rys. 4).

Wykres: Porównanie parametrów cięcia laserem 4 kW CO₂ laserem 2 kW Fiber – stali nierdzewnej.



Rys. 4. Wykres przedstawiający wzrost prędkości cięcia w funkcji mocy lasera (na przykładzie stali nierdzewnej 8mm) [1]

Wiązka laserowa typu FIBER jest przekazywana ze źródła lasera do obrabianego materiału za pomocą światłowodu [4]. Światłowód umożliwia przekazywanie wiązki bez żadnych zakłóceń i strat energii, (które w laserach CO₂ dochodzą nawet do 10%). Rozwiązanie to jest właściwie bezkonkurencyjne w stosunku do wycinarek laserowych wykorzystujących technologię CO₂, w której wiązka światła prowadzona jest z rezonatora do głowicy tnącej za pomocą drogiej i awaryjnej optyki zewnętrznej (system chłodzonych wodą luster i harmonijek chroniących drogę wiązki). Dzięki zastosowaniu światłowodu uzyskano oszczędności gazów (tj. powietrza i azotu) pompowanych w drogą wiązkę.

Zastosowanie źródła lasera FIBER pozwala na wyeliminowanie konieczności częstych wymian soczewki w głowicy tnącej. Specjalna szklana osłona chroni soczewkę przed zanieczyszczeniami mechanicznymi, powstającymi podczas procesu cięcia. Rozwiązanie to pozwala na dużo dłuższą eksploatację soczewek w porównaniu z laserami CO₂, w przypadku których soczewka jest narażona na zanieczyszczenia, a w konsekwencji na częste jej wymiany oraz związane z tym koszty.



Rys. 5. Wnętrze wycinarki laserowej

4. Główne problemy z wycinaniem blach elektrotechnicznych

Nowoczesna technologia laserowa pozwala na osiągnięcie wyników, które do chwili obecnej nie były możliwe do uzyskania.

Użytkownicy, którzy korzystali oraz korzystają z tradycyjnej technologii wykonywania blach obwodu elektromagnetycznego – wykrojników - dobrze wiedzą jakie problemy wiążą się z wykonaniem małej serii danej maszyny lub też wykonaniu prototypu maszyny (np. w celu porównania parametrów rzeczywistych, a obliczeniowych), należy tu również wspomnieć o kosztach związanych z wykonaniem 1szt. pakietu stojana czy wirnika.

Projektując nową serię (typy) maszyn elektrycznych korzysta się ze wzorów empirycznych lub modeli matematycznych. W celu sprawdzenia rzeczywistych parametrów maszyny wykonuje się model, a następnie porównuje się parametry obliczeniowe z parametrami pomierzonymi. W przypadku niezgodności tych parametrów konieczne jest wprowadzenie zmian (poprawek) tj.:

- zmiana kształtu żłobka,
- zwiększenie, bądź zmniejszenie średnicy zewnętrznej lub wewnętrznej blachy stojana,
- zwiększenie, bądź zmniejszenie średnicy zewnętrznej lub wewnętrznej blachy wirnika,
- w przypadku maszyn prądu stałego zmianę kształtu biegunów głównych lub pomocniczych,
- czy wprowadzenie otworów technologicznych;

Powyższe zmiany można w bardzo łatwy sposób i o znacznie niższych kosztach wprowadzić techniką laserową. Kupowanie wykrojnika, bądź żłobkarki w fazie projektowej czy bada-

wczej mija się z celem. Koszty zakupu znacznie przekroczą koszty cięcia laserowego.

Stosując technologię cięcia laserem można nadać dowolny kształt wykrawanej części, co daje praktycznie nieograniczone możliwości pod względem zarówno projektowym, jak i typowo mechanicznym.

Ważnym aspektem jest również czas reakcji na remont uszkodzonego silnika, który użytkowany był w procesie produkcji. Aby wyremontować silnik, czy też generator dużej mocy bardzo często wycina się jakąś część uszkodzonego obwodu blachy, a następnie zastępuje się go. Operacja ta doprowadza do obniżenia parametrów remontowanej maszyny. Postępowanie takie jest jak najbardziej dopuszczalne z punktu widzenia technicznego. Natomiast odtworzenie kompletnego pakietu blach obwodu elektromagnetycznego technologią tradycyjną za pomocą dedykowanego wykrojnika jest nieopłacalne z punktu widzenia ekonomicznego. W chwili obecnej korzystniej jest wykonać nowy obwód elektryczny lub jego część w technologii laserowej, gdzie koszty są nieporównywalnie niższe.

W wielu firmach w Polsce w dalszym ciągu pracuje spora liczba maszyn, których produkcję zakończono już dawno temu. Dokupienie części zamiennych jak np. blachy stojana lub wirnika jest już nieosiągalne z różnych powodów np.: zezłomowania linii produkcyjnej, uszkodzenia wykrojnika lub co również prawdopodobne, producent danego wyrobu już dawno nie istnieje na rynku.

Możliwości jakie daje wykrawanie blach na laserach są oczywiście bardzo duże. Jakość cięcia jest praktycznie idealna, nie występuje przegrzewanie się krawędzi cięcia i tym samym nie powoduje miejscowych zwarć, a co za tym idzie nie pogarszają się parametry maszyny.

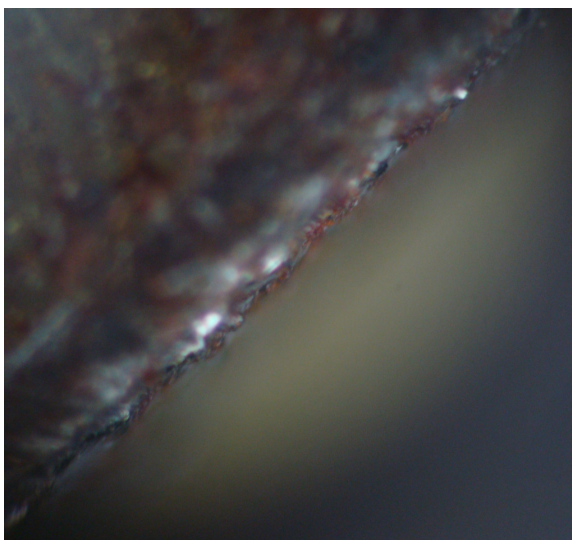
Bazując na wiedzy, którą dysponujemy przeprowadziliśmy próby cięcia detali różnymi metodami – wyniki tych badań zamieszczono na poniższych zdjęciach (zdjęcia blach z mikroskopu).

Najbardziej charakterystyczną różnicą pomiędzy cięciem blachy metodą typu FIBER, a CO₂ (rys. 6 i 7) jest mniejszy grat, regularna krawędź cięcia oraz mniejsza strefa przegrzania materiału. Wielkość strefy przegrzania, przekłada się na wartość tzw. strat w żelazie oraz strat dodatkowych, tak więc w technologii FIBER można uzyskać mniejsze wartości strat w maszynach elektrycznych (rys.6). Różnice

występują również pomiędzy blachą ciętą metodą FIBER, a wykonaną przy użyciu wykrojnika (rys. 6 i 8). Jak przedstawiono na rys. 8 przy cięciu z wykrojnika widoczna jest postrzępiona struktura materiału oraz dość duży grat. W związku z powyższym najlepszą jakość wykonania pod względem technologicznym oferuje technologia FIBER.



Rys. 6. Blachy wycięte laserem technologią FIBER



Rys. 7. Blachy wycięte laserem technologią CO₂



Rys. 8. Blachy z wykrojnika

Poza wszystkimi zaletami wykonania jednostkowych pakietów ciętych laserowo istnieje jeszcze jedna istotna zaleta, która odróżnia laser posiadany w naszym Instytucie od tradycyjnych laserów CO₂. Znaczący temat cięcia laserem doskonale wiedzą, iż niewątpliwym punktem cięcia laserem jest miejsce wejścia/wyjścia wiązki.

W zamkniętych konturach palonych na laserze występuje miejsce wejścia wiązki lasera oraz jego wyjścia, zazwyczaj jest to jedno i to samo miejsce. Punkt ten jest bardzo charakterystyczny, ponieważ występuje w nim zazwyczaj spory grat spowodowany punktowym, długotrwałym nagrzewaniem materiału (długotrwałym w sensie całej pracy lasera na danym konturze), co z kolei powoduje tzw. wulkan materiału (czyli spiętrzenie przetopionego materiału).

W technologii FIBER zjawisko to ograniczone jest do minimum, co powoduje, iż jesteśmy w stanie sprostać najwyższym wymaganiom jakościowym. Z informacji jakie uzyskaliśmy, jedna z firm działających na naszym rynku podjęła się opracowania technologii wykrawania obwodów elektromagnetycznych na klasycznych laserach CO₂, dążąc do minimalizacji zjawiska gratu. Opracowanie takie powiodło się częściowo, ale zajęło ono około roku czasu popartego wieloletnim doświadczeniem. Z satysfakcją możemy się pochwalić, iż przy współpracy z dostawcą lasera w przeciągu 1 m-ca opracowaliśmy technologię, która pozwala nam na praktycznie bezgratowe cięcie blach obwodów elektromagnetycznych i możemy zaofero-

wać bezgratową jakość cięcia. Należy przy tym dodać, iż czas wykonania pakietu blach mieści się zazwyczaj w przedziale dwóch dni, co sprawia, że w porównaniu z dotychczasowymi metodami cięcie laserem jest bezkonkurencyjne.

Technologia FIBER pozwala na wycinanie blach dla obwodów transformatorów oraz blach wykonanych z miedzi lub mosiądzu. W tym przypadku ograniczenie kształtu blach spowodowane jest jedynie grubością materiału, z którego wykonane są dane wykroje. Blachy miedziane są bardzo podatne na odkształcenia, co z kolei ogranicza ich wykrawanie na laserze. Z naszego doświadczenia wynika, iż możemy ciąć blachy miedziane o grubości od 0,5mm do 2,5mm oraz mosiężne o grubości od 0,5mm do 4 mm. Wykonane próby na blachach poniżej 0,5 mm kończyły się niepowodzeniem. Trzeba jednak pamiętać, że wszystko zależy od kształtu wykrawanego elementu. Im mniejszy i bardziej skomplikowany element, tym trudniej wykroić go z cienkich blach miedzianych, czy też mosiężnych.

5. Podsumowanie

Podstawowym celem BOBRME KOMEL jest prowadzenie badań naukowych i prac badawczych oraz rozwojowych, a także opracowywanie nowych metod projektowania, konstruowania i badania maszyn elektrycznych oraz rozwijanie i unowocześnienie istniejących. Wyniki prac są wykorzystywane w projektowaniu i konstruowaniu nowych serii i odmian maszyn o najwyższych parametrach technicznych i eksploatacyjnych. W obecnym czasie parametry maszyn elektrycznych odgrywają coraz bardziej znaczącą rolę. Specjalistyczna wycinarka laserowa idealnie nadaje się do wykonywania prototypowych blach obwodu elektromagnetycznego stojana i wirnika.

Omówione przewagi lasera typu FIBER pozwalają wykonywać modele i prototypy oraz realizować produkcję małoseryjną maszyn elektrycznych. Dzięki temu możliwe jest nie tylko szybkie porównanie wyników badań prototypów z wynikami obliczeń, co pozwala rozwijać metody i algorytmy obliczeń, ale też szybko reagować na potrzeby klientów zewnętrznych oferując im usługi bezgratowego, bardzo dokładnego wycinania blach elektrotechnicznych oraz innych.

Zapraszamy Wszystkich do współpracy.

6. Literatura

- [1]. <http://www.eagle-group.eu/>.
- [2]. http://laser-sosnowiec.pl/index_dobry.html
- [3]. pl.wikipedia.org/wiki/Światłowód_włóknisty
- [4]. http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_laser

Autorzy

mgr inż. Łukasz Kubik
mgr inż. Marcin Macherzyński
mgr inż. Tomasz Czaja

BOBRME KOMEL
Zakład Wdrożeniowy
tel. (32) 258-20-41
e-mail: zaklad@komel.katowice.pl