

# Usprawnienie procesu wykonania przestrzennych konstrukcji z profili hutniczych poprzez zastosowanie techniki wycinania laserowego w gotowym wyrobie

mgr inż. Kamil Szydło\*, dr inż. Paweł Lonkwić\*\*

\* Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów Samochodowych, \*\* LWDO Lift Service S.A.

W artykule zaprezentowano zastosowanie wycinania laserowego do przyspieszania procesu produkcyjnego przestrzennych konstrukcji typu rama wyrównawcza dla napędu dźwigu osobowego, wykonywanych z profili hutniczych. Przedstawiona i opisana została technologia wykonania ramy bazująca na klasycznych rozwiązaniach (ślusarskich), jak również nowa technologia wykorzystująca wycinanie laserowe w gotowym wyrobie. Obie metody zostały porównane pod względem czasochłonności i generowania kosztów.

## 1. Wstęp

Postęp techniki sprzyja ciągłym poszukiwaniom metod obniżania kosztów produkcji i zwiększania wydajności bez zwiększania potencjału pracowniczego. Osiąga się to m.in. poprzez skracanie procesów produkcyjnych eliminując niektóre procesy technologiczne poprzez zastąpienie ich wydajnymi procesami wykorzystującymi nowoczesne maszyny CNC. Do takich maszyn bez wątplenia należą wycinarki laserowe stosowane obecnie w przemyśle na coraz szerszą skalę. Popularność obróbki laserowej wynika m.in. z tego, że jej możliwości są praktycznie nieograniczone. Obrabiarki laserowe umożliwią wycinanie stali, szkła, metali kolorowych oraz innych materiałów stosowanych w przemyśle o cienkich

przekrojach jak również grubych blach (do 40 mm). Obróbka laserowa daje możliwość wycinania dowolnych kształtów z dużą dokładnością.

Do głównych zalet obróbki laserowej można zaliczyć:

- wąską strefę wpływu ciepła,
- gładką i czystą powierzchnię cięcia (nie wymaga obróbki wykańczającej),
- oszczędność materiału poprzez występowanie wąskiej szczeliny cięcia,
- dużą szybkość cięcia,
- szeroki zakres materiałów poddających się procesowi cięcia,
- łatwość automatyzacji,
- możliwość uzyskiwania wspólnych krawędzi cięcia poprzez odpowiedni rozkład,
- dużą elastyczność procesu cięcia laserowego.

Głównymi jej wadami są stosunkowo wysoki koszt inwestycyjny, ograniczona grubość ciętej blachy jak również konieczność stosowania blach wysokiej jakości (brak wtrąceń i zgorzelin). Wszystkie te zalety jak również możliwość szybkiej zmiany typu wykonywanego cięcia (w przeciwieństwie do obróbki skrawającej która wymaga doboru odpowiednich narzędzi) sprawiają że obróbka laserowa doskonale sprawdza się w wycinaniu otworów w przestrzennych konstrukcjach ramowych umożliwiając dzięki temu zdecydowane skrócenie czasu procesu potrzebnego na ich wykonanie w stosunku do tradycyjnych metod ślusarskich (trasowanie, cięcie, wiercenie). W niniejszym opracowaniu postanowiono porównać tradycyjną technologię wykonania przestrzennej ramy



wyrównawczej wykonanej z profili hutniczych opartą na operacjach ślusarskich z technologią palenia laserowego gotowego wyrobu (przygotowanego do nakładania powłoki ochronnej).

## 2. Technika wycinania laserowego

Wycinanie laserowe jest nowoczesną metodą obróbki pozwalającą uzyskać tolerancję wymiarową wyższą niż klasyczna obróbka mechaniczna. Podstawowa różnica tkwi w stosowanym czynniku tnącym, który w przypadku cięcia laserowego stanowi wiązka lasera oraz gaz osłonowy. W zależności od typu urządzenia wycinanie laserowe można podzielić na następujące sposoby:

- poprzez odparowanie,
- poprzez topienie i wydmuchiwanie materiału,
- poprzez wypalanie,
- poprzez generowanie pęknięć termicznych,
- poprzez tzw. zimne cięcie.

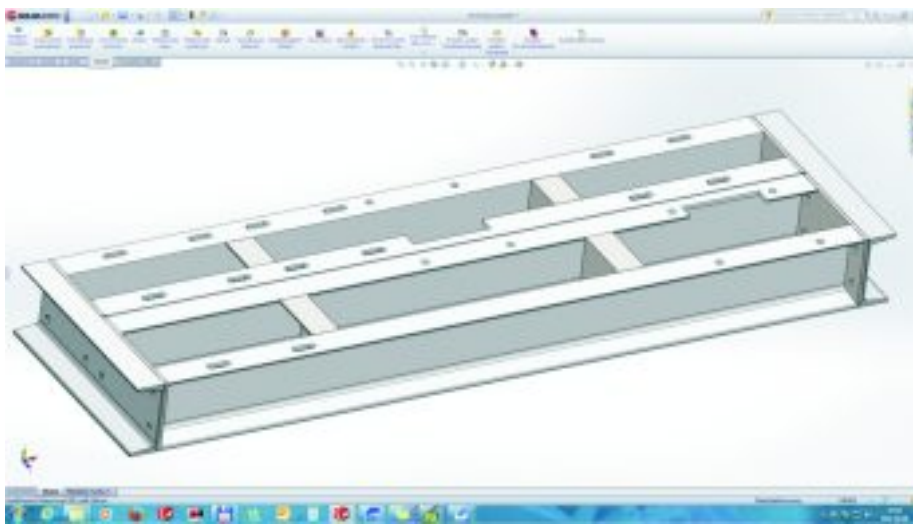
Aby proces cięcia laserowego przebiegał optymalnie niezbędna jest wiedza z zakresu parametrów regulacyjnych stosowanych przy cięciu wybranego materiału. Głównymi parametrami regulacyjnymi podczas cięcia laserowego są: prędkość cięcia, rodzaj i czystość gazu, ciśnienie gazu, moc lasera, rodzaj i średnica dyszy wylotowej.

Odpowiedni dobór dyszy wylotowej jest szczególnie ważny w przypadku cięcia materiałów niemetalicznych, ponieważ niewłaściwy rodzaj dyszy może powodować odbijanie wiązki lasera co w skrajnych przypadkach może skutkować uszkodzeniem soczewki skupiającej i lustra. Złe dobranie przekroju dyszy powoduje ponadto:

- w przypadku dyszy o zbyt dużym przekroju – zwiększenie zużycia gazu, zwiększenie kosztów cięcia,
- w przypadku zbyt małego przekroju – osłona wiązki będzie niewystarczająca pogarszając jakość cięcia.

Najczęstsze gazy stosowane podczas cięcia laserowego to powietrze, tlen i azot.

Tlen jest stosowany głównie do cięcia gazowego i laserowego stali niskostopowych i niskostopowych. Promień



Rys. 3.1. Model CAD ramy wyrównawczej wykonany w programie SolidWorks2012 firmy Dassault Systemes

laserowy rozgrzewa stal do temperatury topnienia. Spalanie materiału w strumieniu tlenu do cięcia generuje dodatkową energię cieplną, która wyraźnie przyspiesza proces cięcia laserem. Dzięki krótszemu czasowi obróbki można znacznie obniżyć koszty procesu. Tlenem można ciąć również aluminium. Azot stosowany jest przede wszystkim przy cięciu stali wysokostopowych, ale także przy cięciu aluminium i niemetali. Oprócz rodzaju gazu ważne jest też jego ciśnienie. Przy regulacji ciśnienia należy tak ustawić parametry aby gaz był w stanie „wydmuchać” roztopioną wiązką lasera materiał cięty. Jeżeli ustawione parametry zapewniają odpowiedni przedmuch i jakość krawędzi jest zadowalająca nie należy dalej zwięk-

szać ciśnienia ponieważ niepotrzebnie zwiększą się tylko koszty (poprzez większe zużycie gazu).

## 3. Przedmiot badań

Przedmiotem badań jest rama wyrównawcza dla posadowienia napędu dźwigu pokazana na rysunku 3.1.

Jest to konstrukcja wykonana z profili hutniczych typu ceownik o wysokości 180 mm. Technologia produkcji ramy wyrównawczej dla posadowienia napędu dźwigu przewiduje typowe operacje takie jak:

- cięcie profili na pile taśmowej,
- trasowanie,
- wiercenie,
- frezowanie,



Rys. 4.1. Wycinarka laserowa Domino CP3000 firmy PrimaPower [2]

- spawanie,
- montaż,
- malowanie,
- znakowanie.

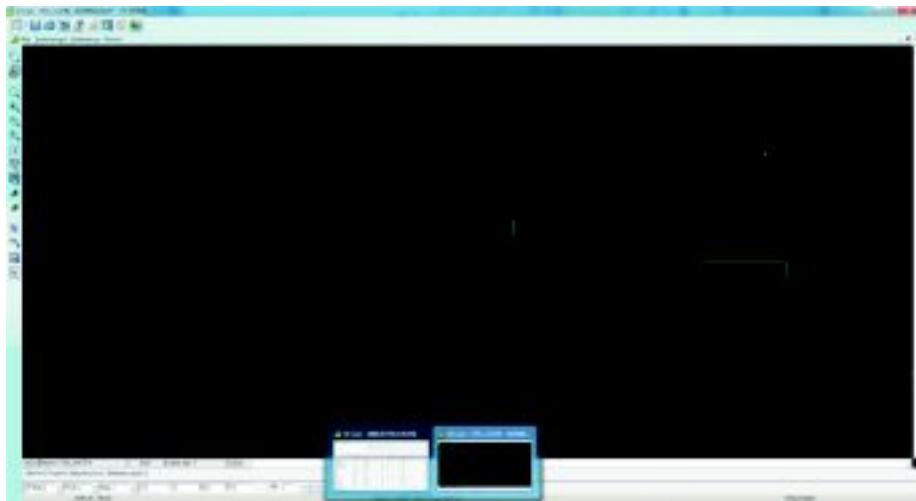
Duża liczba gniazd produkcyjnych potrzebnych do wyprodukowania gotowego wyrobu sprawia, że czas potrzebny na realizację od projektu do gotowego wyrobu znacząco się wydłuża przez co koszty produkcji są większe.

#### 4. Wyniki

W celu zmniejszenia kosztów produkcji i skrócenia czasu wytworzenia ramy, która jest jednym z komponentów dźwigu postanowiono część operacji w procesie produkcyjnym zastąpić operacją wycinania laserowego w gotowym wyrobie wykorzystując wycinarkę laserową Domino CP3000 firmy PrimaPower pokazaną na rysunku 4.1.

W tabeli 1 zestawione zostały dwie technologie wykonania ramy wyrównawczej z porównaniem czasów potrzebnych na wykonanie poszczególnych operacji.

Jak widać w tabeli 1 czas potrzebny na wykonanie gotowego wyrobu po zastosowaniu wycinania laserowego skrócił się o 40 minut co sprawia, że w przeciągu jednej zmiany (8 h) możliwości produkcyjne dla danego wyrobu wzrosły o 38%. Jest to spo-



Rys. 4.2. Program na wycinarkę laserową wykonany za pomocą programu Si-Cam14.02

wodowane tym, że wycinanie laserowe zastąpiło w technologii produkcji aż trzy operacje na różnych gniazdach produkcyjnych dla których czas przygotowawczo zakończyłowy ( $t_{pz}$ ) jest różny w zależności od specyfiki produkcji.

Czas potrzebny na wykonanie wszystkich otworów na wycinarce laserowej można rozłożyć jedynie na:

- czas napisania programu na obrabiarkę (3 min. z gotowego modelu CAD, z wykorzystaniem oprogramowania CAM) (rys. 4.2),
- umieszczenie gotowego półwyrobu na obrabiarce (2 min) (rys. 4.3),

- wycinanie laserowe (3 min) rys. 4.4),
- przeniesienie wykonanej ramy na pole odkładcze do dalszego procesu.

#### 5. Wnioski

Przeprowadzone porównanie technologii wykonania ramy wyrównawczej wykonanej z profili hutniczych wyraźnie pokazuje korzyści z zastosowania techniki wycinania laserowego zamiast tradycyjnych metod ślusarskich. Oprócz

Tabela 1. Zestawienie czasów operacji technologicznych dla dwóch technologii wykonania (w czasy podane w tabeli wliczono również „ $t_{pz}$ ”)

Tradycyjna technologia wykorzystująca operacje ślusarskie		Technologia wykorzystująca wycinanie laserowe gotowym wyrobie	
Operacja	Czas [min]	Operacja	Czas [min]
Cięcie	10	Cięcie	10
Trasowanie	20	Wycinanie laserowe (łącznie z programowaniem wycinarki)	10
Wiercenie	10		
Frezowanie	20		
Spawanie	30	Spawanie	30
Montaż	5	Montaż	5
Malowanie	10	Malowanie	10
Znakowanie	1	Znakowanie	1
<b>Suma:</b>	<b>106</b>	<b>Suma:</b>	<b>66</b>



Rys. 4.3. Rama umieszczona na polu roboczym wycinarki laserowej Domino CP3000