

inż. Wojciech ZIENKIEWICZ, email: wojciechzienkiewicz@gmail.com

dr inż. Wojciech MUSIAŁ, email: wmusial@vp.pl

Politechnika Koszalińska

PROJEKT OBRABIARKI CNC Z AUTONOMICZNĄ GŁOWICĄ PLAZMOWĄ

Streszczenie: Artykuł przedstawia projekt wycinarki plazmowej sterowanej numerycznie, która opracowana została jako model 3D, z wykorzystaniem systemów CAD. Wykonanie projektu konstrukcji obrabiarki poparte zostało stosowną analizą literaturową w zakresie technologii cięcia plazmą oraz budowy obrabiarek CNC, a także systemów sterowania CNC oraz systemów CAx. Przedstawiony artykuł obejmuje opracowanie założeń do budowy urządzenia technologicznego, użytych metod doboru elementów składowych urządzenia oraz przedstawienie przebiegu projektowania i wykonania modelu 3D obrabiarki. Ponadto w artykule zaprezentowano rysunki złożeniowe wybranych elementów opracowanego urządzenia.

Słowa kluczowe: wycinanie plazmowe, sterowanie numeryczne, modelowanie 3D

PROJECT OF CNC CUTTING MACHINE WITH AUTONOMIC PLASMIC HEAD

Abstract: The thesis presents the design of a numerically controlled plasma cutting machine along with design development backed with literature analysis for plasma cutting technology, CNC machines structure, CNC systems and CAx systems. Literature analysis is included in theoretical part of the thesis. Practical part covers requirements for project, methods used in selecting machine's components and depiction of designing process along with 3D model creation. Furthermore an assembly and production drawings of selected machine's components are included in thesis.

Keywords: plasma cutting, numerical control, CNC machines, 3D modelling

1. WPROWADZENIE

W artykule zaprezentowano projekt urządzenia technologicznego umożliwiającego realizację procesu wypalania elementów kształtowych z wykorzystaniem autonomicznej głowicy plazmowej. Przystępując do realizacji projektu dokonano analizy literatury w zakresie stosowania techniki cięcia plazmą analizując odpowiednie systemy stosowane obecnie w przemyśle [1, 2, 4]. Dokonano również przeglądu współczesnych urządzeń technologicznych sterowanych numerycznie począwszy od tokarek, poprzez frezarki CNC, kończąc na wycinarkach CNC [6].

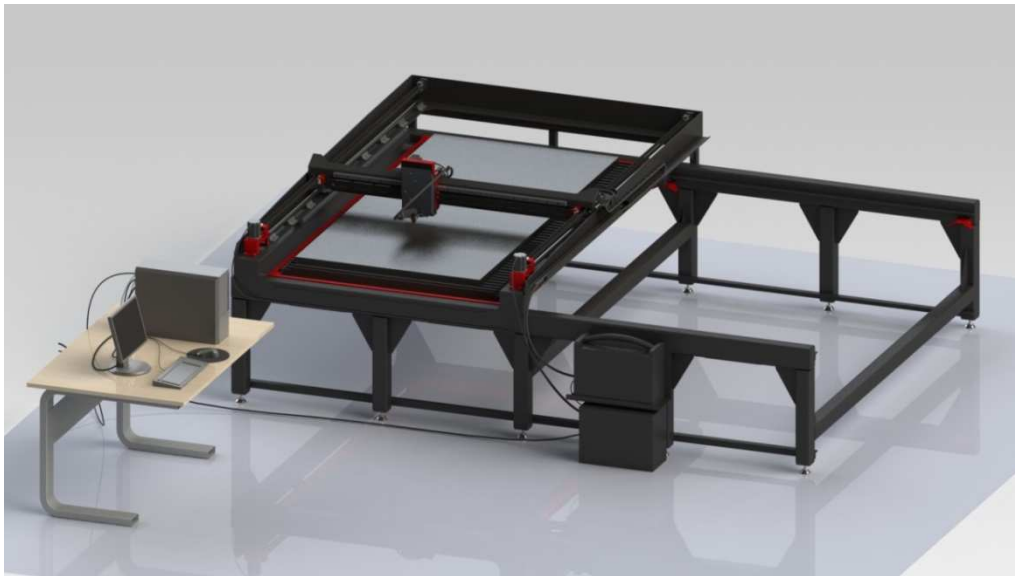
Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury, sformułowano założenia do opracowania projektu obrabiarki numerycznej współpracującej z autonomicznymi głowicami obróbkowymi ze szczególnym uwzględnieniem głowic służących do wycinania plazmowego. W artykule zaprezentowano wykonanie poszczególnych części wchodzących w skład opracowywanej obrabiarki w systemie CAD SolidWorks. Na podstawie wykonanego modelu 3D dokonano optymalizacji konstrukcji obrabiarki, uwzględniającej sposób transportu blach jako materiału wejściowego w realizowanym procesie oraz gotowych półwyrobów uzyskiwanych potencjalnie na projektowanej obrabiarence. Dokonano również analizy funkcji kinematycznych projektowanego urządzenia

technologicznego. Opracowano dokumentację 2D wykorzystując możliwości komputerowego systemu wspomagania projektowania

2. PROJEKT WYCINARKI PLAZMOWEJ

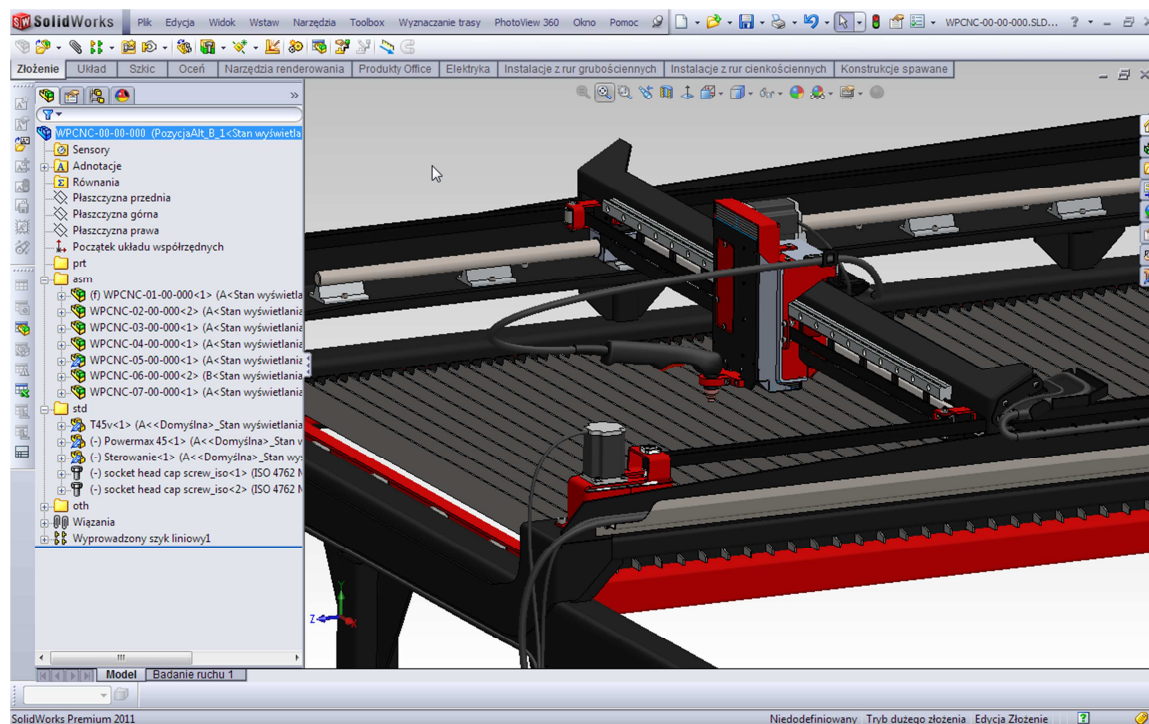
Plazma jest chmurą wolnych jonów o dużej energii kinetycznej, powstałych ze skoncentrowanego strumienia gazu roboczego przepływającego przez łuk elektryczny. Strumień plazmy może osiągać bardzo wysoką temperaturę, która jest zależna od natężenia prądu, rodzaju gazu roboczego oraz stopnia zwężenia łuku plazmowego [1].

W artykule zaprezentowano konstrukcję obrabiarki realizującej proces wycinania z wykorzystaniem autonomicznej głowicy plazmowej (rys. 1).

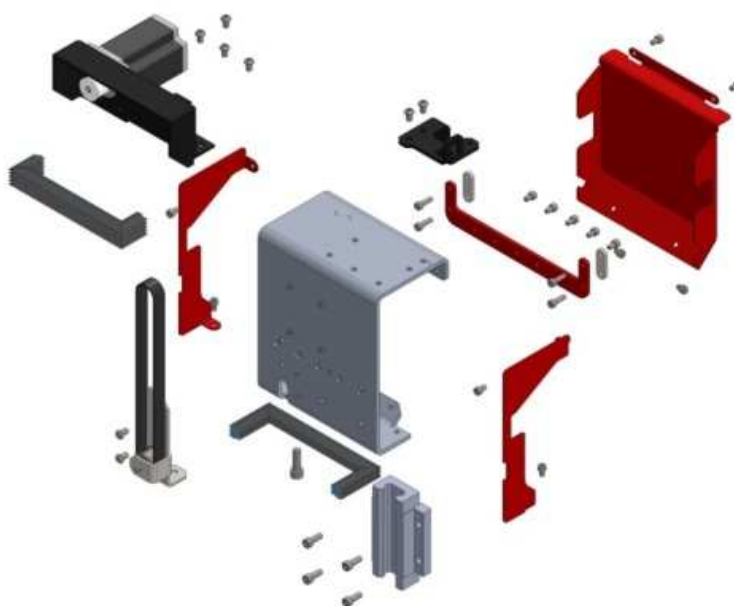


Rys. 1. Widok urządzenia technologicznego wyposażonego w magazyn do wyładunku i załadunku elementów wycinanych

Urządzenie zostało zaprojektowane dzięki uprzejmości firmy Inter-Metal Bonin/ koło Koszalina. Powstała obrabiarka jest autorską propozycją Pana inż. Wojciecha Zieniewicza studenta Politechniki Koszalińskiej i członka Koła Naukowego Konstruktorów i Programistów CNC. Zaprojektowane urządzenie technologiczne może pełnić funkcję uniwersalnej obrabiarki sterowanej numerycznie przeznaczony do wypalania i wycinania, dzięki możliwości stosowania autonomicznych głowic roboczych (rys. 2,3).



Rys. 2. Projekt obrabiarki wykonano w systemie CAD analizując obszar roboczy i optymalizując rozwiązania kinematyczne zastosowane w projektowanym urządzeniu technologicznym



Rys. 3. Do modelowania 3D oraz wykonania dokumentacji konstrukcyjnej wykorzystano oprogramowanie CAD

3. PARAMETRY FUNKCJONALNE OBRABIARKI

Punktem wyjścia do budowy obrabiarki było określenie materiałów, które można będzie obrabiać przy jej użyciu, oraz maksymalnych wymiarów blach, których obróbkę będzie realizować projektowane urządzenie. Informacje te są podstawą do doboru palnika plazmowego oraz opracowania konstrukcji obrabiarki.

Pierwszym założeniem projektowym było określenie maksymalnych wymiarów obrabianej blachy. Wynoszą one odpowiednio:

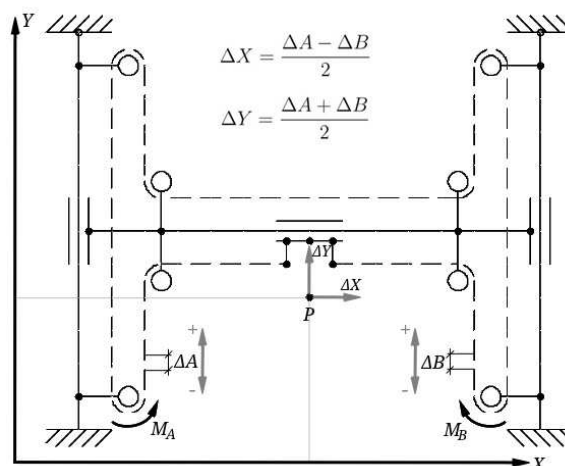
- długość $l_{\max} = 2000$ mm,
- szerokość $w_{\max} = 1000$ mm.

Projekt zakłada możliwość cięcia blach, które mogą być wykonane z jednego z trzech (określonych poniżej) materiałów. Grubość obrabianej blachy uzależniona będzie bezpośrednio od materiału, z którego jest wykonana, oraz od rodzaju palnika. Maksymalne rozważane grubości blach przewidywalne do realizacji obróbki :

- stal konstrukcyjna 1.0038 (wg normy EN 10027-2), $g_{\max} = 25$ mm,
- stal nierdzewna 1.4301 (wg normy EN 10027-2), $g_{\max} = 18$ mm,
- aluminium EN AW-5754, $g_{\max} = 18$ mm.

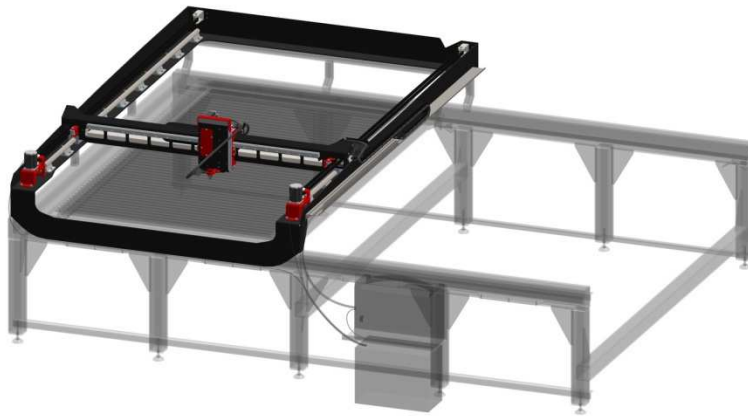
Minimalna grubość blachy zależy głównie od prędkości posuwu osiąganego przez układ pozycjonowania urządzenia (ze względów praktycznych, istnieje możliwość uszkodzenia tak cienkiego arkusza), w projekcie ta grubość została ustalona na $g_{\min} = 0,5$ mm.

Na szczególną uwagę zasługuje zaproponowany układ napędu w płaszczyźnie X/Y. Przeniesienie napędu odbywa się w trzech osiach za pomocą elastycznego paska zębatego HTD. Zdecydowana większość ploterów płaskich ma każdą z osi napędzaną osobnym serwomechanizmem. Tak też jest w przypadku napędu osi Z prezentowanego urządzenia. Osie X i Y są napędzane dwoma silnikami, jednak są one połączone jednym paskiem w układzie kinematycznym zaprezentowanym na rysunku 4. Takie rozwiązanie spotykane jest w urządzeniach, gdzie nie jest wymagana duża sztywność obrabiarki. Pasek napędowy przymocowany jest do elementu ruchomego z obu stron i przebiega przez rolki, z których dwie są napędzającymi.



Rys. 4. Uproszczony schemat układu przeniesienia napędu H-Bot (przykład http://www.youtube.com/watch?v=ei4IPk_aM9Y)

Ruch wzdłuż pojedynczej osi realizowany jest przez oba silniki (rys. 4). Podczas pracy tylko jednego silnika przesuw odbywa się pod kątem 45° . Rozwiązanie takie spotykane jest często w urządzeniach hobbystycznych, gdzie nosi nazwę H-Bot (rys. 5). W takim układzie kinematycznym silniki nie przemieszczają się, możliwe jest więc zmniejszenie masy układu pozycjonowania, co pozwala na uzyskanie większej dynamiki.



Rys. 5. Usytuowanie napędów w układzie litery H

W prezentowanym projekcie zastosowano przedstawiony układ napędu przede wszystkim z tego powodu, że oba serwonapędy są stacjonarne, umieszczone w głównej ramie, upraszcza to konstrukcję mostu osi Y, na którym w zasadzie umieszczona jest tylko prowadnica i rolki paska, dzięki temu następuje redukcja jego masy do minimum. Zaprezentowany układ napędowy umożliwia uzyskanie dużej dynamiki ruchu w płaszczyźnie X/Y. Pod względem sterowania wymagane jest jedynie obrócenie układu współrzędnych o 45° w porównaniu z tradycyjnymi obrabiarkami CNC.

4. PODSUMOWANIE

Zastosowanie układu H-Bot wymusza konstrukcję bramową obrabiarki. Wadą tego rozwiązania może być pasek napędowy, który podatny jest na działanie temperatury i wilgotności powietrza, co może powodować względnie niewielkie zmiany jego długości, które jednak mogą być dość znaczące biorąc pod uwagę, że długość paska wynosi 11840 mm. Długa eksploatacja paska także może powodować dalsze jego wydłużanie. Efekt ten został uwzględniony w projekcie i może być zminimalizowany poprzez zastosowanie odpowiednich napinaczy.

Wymiennosc głowicy jest jednym z zasadniczych założeń projektu. Dzięki odseparowaniu funkcjonalnemu głowicy obróbkowej od układu pozycjonowania istnieje możliwość zastosowania szerokiej gamy procesów technologicznych. Projektowana obrabiarka w założeniu nie ma dużej dokładności pozycjonowania i przeznaczona jest do cięcia plazmą, jednak otwarta konstrukcja zaprojektowanego urządzenia i prosty system

mocowania pozwala na dostosowanie go do użycia innych rodzajów głowic. W urządzeniu można zastosować np. głowicę laserową. Innym efektywnym sposobem użytkowania obrabiarki jest zastosowanie głowicy z dodatkową osią obrotu i zamontowanym diamentem do cięcia tafli szkła zamiast arkusza blachy. Te przykłady prezentują ogromne możliwości rozbudowy urządzenia o potrzebne i przydatne funkcje, ograniczone jedynie wytrzymałością, dokładnością pozycjonowania, sztywnością obrabiarki oraz wymiarami obszaru roboczego. Cechą charakterystyczną projektowanej obrabiarki jest możliwość zastosowania autonomicznej głowicy obróbkowej. W opracowanym projekcie planuje się zastosować ręczny palnik plazmowy T45v zamocowany w specjalnym uchwycie. Dzięki temu możliwa będzie szybka i łatwa wymiana palnika na inną głowicę, lub równie łatwe zdemontowanie palnika z głowicy. Takie rozwiązanie gwarantuje zarówno wymiennność, jak i autonomiczność głowicy plazmowej.

LITERATURA

- [1] A. KLIMPEL. *Spawanie zgrzewanie i ciecie metali. Technologie*. WNT, Warszawa, 1999.
- [2] Kent Swart. Plasma cutting primer. <http://www.thefabricator.com/> [dostęp: 2012-11-29 19:14], 2008. <<http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/plasma-cutting-primer>>.
- [3] Hypertherm Inc., Hanover, NH Stany Zjednoczone. *Powermax45. Podręcznik operatora*, 2010.
- [4] Jak poprawić jakość ciecienia plazmą? <http://pmax.pl/archiwletter>, 2012-09-26. Newsletter 02/2012.
- [5] Jak prawidłowo dobrać powietrzną przecinarkę plazmowa? <http://pmax.pl/archiwletter>, 2012-09-26. Newsletter 03/2012.
- [6] W. GRZESIK, P. NIESŁONY, M. BARTOSZUK. *Programowanie obrabiarek NC/CNC*. WNT, Warszawa, 2000.