

dr inż. Manfred Frejno

Wybrane technologie produkcji nowoczesnych hal

CZ. I. BLACHOWNICE SPAWANE

Projektant hal stalowych nie musi znać szczegółowej technologii działania maszyn obróbczych, powinien natomiast dobrze orientować się, jakim procesom technologicznym będą poddawane projektowane przez niego elementy.

Wprowadzenie

W Polsce do lat 70. ubiegłego wieku większość konstrukcji stalowych wytwarzano jako produkcję jednostkową w wytwórniach o zróżnicowanym wyposażeniu technologicznym, z których duży procent stanowiły dość prymitywne, tzw. wytwórnie polowe. W połowie lat 70. powstały w kraju pierwsze wytwórnie dostosowane do produkcji konstrukcji stalowych z zastosowaniem linii technologicznych. Huta Pokój jako jedna z pierwszych rozpoczęła produkcję blachownic spawanych automatycznie łukiem krytym. Były to blachownice typu ciężkiego, stosowane najczęściej w budownictwie przemysłowym. W lekkich halach współczesnych takie blachownice mogą być przydatne jako podciąg stropów w przypadku hal piętrowych lub np. jako elementy w stropie części piętrowej (biurowej) przy hali parterowej.

Linie technologiczne zostały wprowadzone najpierw w przemyśle maszynowym, gdzie produkcja seryjna występuje częściej aniżeli w budownictwie stalowym. To właśnie przemysł maszynowy wprowadził i upowszechnił używanie podczas procesu produkcji maszyn sterowanych numerycznie. W pierwszej kolejności zaczęto stosować sterowane numerycznie obrabiarki (tokarki, frezarki). Ponad 40 lat temu Zakład Budo-

wy Urzędzeń Spawalniczych Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach wdrożył do produkcji jedną z pierwszych maszyn w technologii plazmowej, jednak w tamtym okresie taka nowoczesna technika nie znajdowała zastosowania przy produkcji hal. Przyczyną tego stanu rzeczy było wówczas stosowanie tzw. „ciężkiej obudowy” z płyt prefabrykowanych. Dopiero wprowadzenie lekkiej obudowy do technologii budowy hal oraz rozwój nauki, wzrost poziomu informatyzacji i badania doświadczalne pozwoliły na stosowanie i produkowanie znacznie lżejszych konstrukcji hal stalowych.

Produkcja nowoczesnych hal

Nowoczesne podejście do produkcji konstrukcji stalowych, w tym hal, wymaga stosowania maszyn sterowanych numerycznie (CNC z oprogramowaniem CAD\CAM). Współczesne wytwórnie konstrukcji stalowych wyposażone są w nowoczesne maszyny, takie jak m.in.: maszyny do cięcia blach (plazmowe lub laserowe), giętarki, przecinarki do rur, zrobotyzowane urządzenia do spawania, urządzenia do oczyszczania powierzchni (gratowania, szlifowania itp.). Maszyny te zapewniają między innymi:

- optymalizację wykorzystania materiału wyjściowego (blach i rozkrojów),
- skrócenie cyklu produkcji,

- identyczność produkowanych elementów (również przy produkcji małoseryjnej),
- redukcję błędów spowodowanych czynnikiem ludzkim.

W latach 90. ubiegłego wieku produkcja omawianych maszyn zaczęła się szybko rozwijać również w Polsce. W tym samym czasie maszyny zaczęto stosować również przy produkcji hal stalowych, początkowo korzystając z używanych maszyn sprowadzanych z zagranicy.

Linia technologiczna

Podczas produkcji nowoczesnych hal różnego rodzaju urządzenia i maszyny ustawiane są w zmechanizowane linie technologiczne. Dobór maszyn i urządzeń zależy od rodzaju produkowanych elementów i przewidywanej wydajności linii.

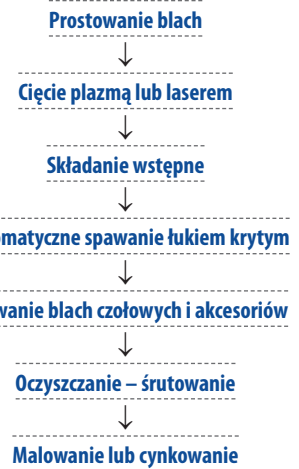
Linie technologiczne zmechanizowanej produkcji elementów hal stalowych mogą dotyczyć np.:

- blachownic spawanych,
- belek o przekroju skrzynkowym (spawanych z blach),
- blachownic z falistym środkiem,

- belek kratowych,
- kratownic z cienkościennych kształtowników formowanych na zimno – zgrzewanych,
- kształtowników zimnogiętych o przekrojach otwartych i rur wewnątrz pustych,
- belek ażurowych z dwuteowników walcowanych,
- elementów z profili walcowanych.

W artykule zostanie przedstawiona technologia produkcji blachownic stosowanych w nowoczesnych halach.

Przykładowy układ linii technologicznej do produkcji blachownic przedstawiono na rys. 1. Przesuwanie elementów na linii technologicznej odbywa się głównie za pomocą rolek, wśród których wyróżniamy: rolki z napędem indywidualnym (np. hydraulicznym), rolki bez napędu oraz rolki do bocznego prowadzenia elementu. Na pewnych odcinkach linii technologicznej transport może odbywać się za pomocą suwnic. Wymienione na rys. 1 czynności i niezbędne do ich wykonania urządzenia zostały szczegółowo opisane w specjalistycznej literaturze.



■ Rys. 1. Schemat linii technologicznej do produkcji blachownic spawanych

Projektant a technologie

Projektant hal stalowych nie musi znać szczegółowej budowy takich maszyn, powinien natomiast orientować się, jakim procesom technologicznym będą poddane projektowane przez niego elementy. Można stwierdzić, że możliwość mechanizacji produkcji poszczególnych elementów konstrukcji zależy głównie od inwencji i wiedzy projektanta. ▶

— reklama

- TWORZYSZ SKOMPLIKOWANIE KONSTRUKCJE STALOWE ?
- CHCESZ ZMNIJSZYĆ KOSZTY ?
- STAWIASZ NA JAKOŚĆ ?

MAMY ROZWIĄZANIE !!!
Głowica 3D z palnikiem plazmowym

to INNOWACYJNY w pełni zautomatyzowany system do cięcia, ukosowania blach, rur i profili.



DIAMANT LASER FIBER

ŚWIATOWA TECHNOLOGIA JUŻ W POLSCE!

PRZEKONAJ SIĘ SAM!!!

Wyślij do nas e-maila na adres: laser@eckert.com.pl

W razie pytań i niejasności prosimy o kontakt z Działem Marketingu:
 Tel: (48) 76 850 27 96

Załącz w formacie *.dxf Twój najczęściej cięty detal. **W tytule napisz LASER FIBER DIAMANT!** W informacji zwrotnej otrzymasz indywidualne oszacowanie kosztów na bazie cięcia przedmarką Diamant Laser Fiber.

www.eckert.com.pl

**OKAZJA
 ABSOLUTNIE
 ZA DARMO!**

► To projektant ma wpływ na rozwiązania węzłów i decyduje o ich uproszczeniu i powtarzalności. Elementy konstrukcji przeznaczone do produkcji zmechanizowanej mogą mieć formę złożoną, ale powinna je cechować duża powtarzalność jednakowych lub podobnych części w ciągu linii technologicznej (elementy niekoniecznie muszą być identyczne). Przykładem może być rygiel ramy z blachownic spawanych, gdzie styki warsztatowe pasów i średnica ustalone przez projektanta mogą występować w dużych ilościach (tak, aby uzyskać dobry efekt ekonomicznego zużycia stali). Zmniejszenie liczby styków spowoduje pewne zwiększenie zużycia stali, ale przyczyni się do obniżenia pracochłonności wykonania warsztatowego [1].

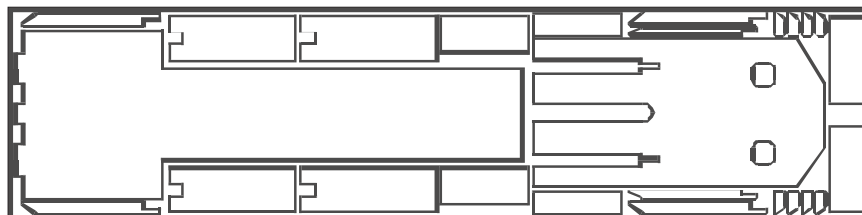
Przy projektowaniu konstrukcji przeznaczonych na zmechanizowane linie technologiczne należy przeprowadzić analizę ekonomiczną polegającą na znalezieniu optymalnego rozwiązania uwzględniającego pracochłonność wykonania. Aby projekt spełniał oczekiwania produkcji (których przykłady zostały wymienione powyżej), projektant konstrukcji musi pozostawiać „blisko” procesu wytwarzania. Wiadomo, że projektowanie dla konkretnego warsztatu ułatwia profesjonalne wykonanie projektu warsztatowego, który będzie w pełni zgodny z oczekiwaniami wykonawcy.

Cięcie blach

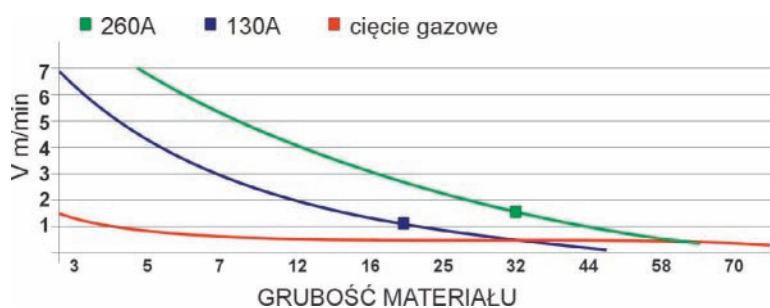
W artykule zostaną przedstawione główne urządzenia przykładowej linii technologicznej dla zmechanizowanej produkcji blachownic spawanych. Po dostarczeniu blachy z magazynu do hali produkcyjnej blacha zostaje poddana prostowaniu, następnie przesuwana jest rolkami na stanowisko cięcia. Wśród technologii cięcia blach stosowane mogą być metody wypalania gazowego lub przecinania za pomocą plazmy, lasera lub wody. W lekkich halach z blachownic spawanych najczęściej stosowane grubości blach plasują się w przedziale od 5 do 30 mm. Szybkie cięcie elementów o grubości do 30 mm uzyskuje się metodą cięcia plazmowego lub laserowego. Technologia cięcia wodą jest bardziej ekonomiczna dla elementów grubszych, znacznie odbiegających od potrzeb hal lekkich. Wg [2], „Blachownice najczęściej

Grubość [mm]	CIĘCIE PLAZMOWE				CIĘCIE TLENOWE				
	prędkość cięcia [m/min]	czas cięcia rozkroju [min]	koszty gazów	koszty energii	koszty części	koszty razem	prędkość cięcia [m/min]	czas cięcia [min]	koszty gazów
12	3,7	22	2,09 zł	7,33 zł	6,91 zł	16,33 zł	0,55	149	20,86 zł
20	2,2	36	4,18 zł	12,00 zł	12,45 zł	28,63 zł	0,45	169	23,66 zł
30	0,9	88	7,53 zł	29,30 zł	42,50 zł	79,33 zł	0,40	206	28,84 zł
40	0,6	131	10,83 zł	43,67 zł	97,16 zł	151,66 zł	0,35	237	33,18 zł

Rozkrój blachy 2500 x 8000



Rys. 2. Porównanie kosztów cięcia plazmowego i gazowego [2, rys. 6]



Rys. 3. Porównanie prędkości cięcia plazmowego i gazowego dla różnych grubości blach, [2, rys. 6]

przygotowywane są przy wykorzystaniu palników gazowych, nawet wśród producentów. Na pewno przecinarki oparte na kilku palnikach gazowych pozwalają na dość znaczną wydajność pracy, jednak zastosowanie w procesie palników plazmowych zwiększa tę wydajność kilkakrotnie”. Na rys. 2 zaprezentowano porównanie kosztów cięcia plazmowego i tlenowego, a na rys. 3 – porównanie prędkości cięcia plazmowego i gazowego dla różnych grubości blach.

Rys. 3 wyraźnie pokazuje, że cięcie plazmą blachy stalowej jest ekonomiczne do grubości maks. 30 mm, a zatem jest to metoda optymalna przy produkcji lekkich hal z blachownic spawanych ch. Na rys. 4b i 6 przedstawiono proces cięcia blachy omawianą metodą za pomocą przecinarki plazmowej CNC.

Jeszcze szybsze niż za pomocą plazmy cięcie blach stalowych zapewnia laser. Cięcie laserem jest droższe niż cięcie plazmowe, posiada jednak wiele zalet, takich jak: wąskie szczeliny cięcia, małą strefę wpływu ciepła i nieduże utwardzenie krawędzi elementu. Przykłady określonych korzyści stosowania technologii

laserowych podano w [3]. W Centrum Laserowym Instytutu Spawalnictwa można między innymi określić, jakie rozwiązania z zastosowaniem technologii laserowej są celowe przy produkcji konkretnych wyrobów. Wg [4] „Technologie laserowe to obecnie możliwość dokonania rewolucyjnych zmian w procesie produkcji, przy równoczesnej redukcji kosztów”.

Automatyczne spawanie łukiem krytym

Kluczowe przy produkcji nowoczesnych blachownic jest ich automatyczne spawanie łukiem krytym. W stosunku do wyrobów produkowanych w sposób tradycyjny blachownice te wyróżniają się:

- wysoką jakością połączenia spawanych pasów ze średnikiem,
- niską wartością naprężeń spawalniczych,
- dużą dokładnością kształtu.

Na rys. 5 przedstawiono maszynę do automatycznego spawania łukiem krytym [6]. Po wykonaniu spoin po jednej stronie belki zostaje ona obrócona i przeniesiona suwnicą na początek tego



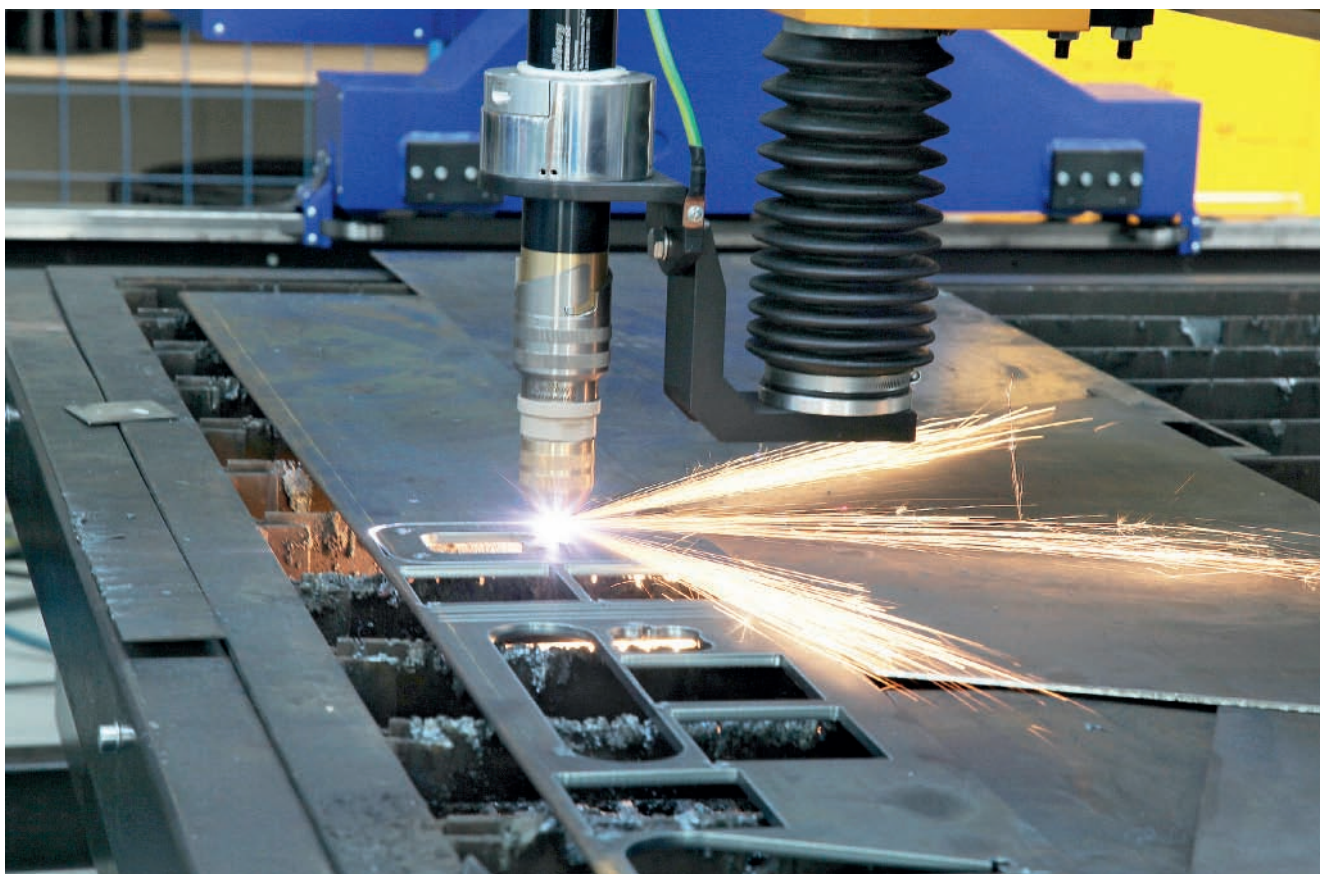
■ Rys. 4. Proces cięcia blachy za pomocą: a) wypalarki gazowej [9], b) przecinarki plazmowej CNC [9]

samego agregatu i spawana jest druga strona belki. Istnieją również bardziej wydajne maszyny do spawania łukiem krytym. W maszynach tych, po wykonaniu spoin z jednej strony środnika, belka jest przesuwana rolkami do urządzenia hydraulicznego, które obraca belkę, a następnie belka jest przemieszczana na drugi ciąg produkcyjny i podawana do innego automatu spawalniczego w celu wykonania spoin po drugiej stronie belki dwuteowej. Parametry wielkości przekrojów blachownic zależą od zmiennego zakresu możliwości ustawienia urządzenia do spawania łukiem krytym. Najczęściej stosowane urządzenia mają zakres wysokości blachownicy od 200 mm do 2000 mm, zaś szerokość pasów – do 500 mm. Istnieją też urządzenia z możliwością spawania do wy-



■ Rys. 5. Maszyna do automatycznego spawania łukiem krytym [9]

sokości belki 2500 mm, co odpowiada rozpiętości hali parterowej o rozpiętości do 100,0 m bez podparcia pośredniego. W nowoczesnych halach z blachownic produkuje się elementy o zmiennym momencie bezwładności, w zależności od wielkości sił w wewnętrznych, a więc ▶



■ Rys. 6. Proces cięcia plazmą

► środniki o zmiennej wysokości, a pasy – o zmiennej grubości i pewnych przedziałach długości rygla lub słupa ramy [1]. Po wykonaniu blachownic następuje spawanie blach czelusowych z otworami dla śrub (otwory wykonano wcześniej na stanowisku cięcia) oraz innych akcesoriów, takich jak podpórki dla płatwi na ryglach ram i dla rygli – na słupach. Następnie element zostaje przesunięty na śrutownicę.

Oczyszczanie konstrukcji

Piaskowanie i śrutowanie należą do najbardziej ekonomicznych metod oczyszczania konstrukcji. W nowoczesnych wytwórniach produkujących hale stalowe oczyszczanie konstrukcji przeprowadza się mechanicznie w oczyszczarkach. Dawniej konstrukcje były czyszczone metodą ręcznego piaskowania na otwartej przestrzeni. Robotnik musiał być ubrany w specjalny skafander, gdyż olbrzymie ilości pyłu, unoszące się podczas tej pracy, szkodziły zarówno człowiekowi, jak i atmosferze. Obecnie najbardziej ekologiczną metodą jest stosowanie urządzeń z zamkniętym obiegiem śrutu. Urządzenie takie można zainstalować

w ciągu linii technologicznej do produkcji hal. Blachy lub profile transportowane są wewnątrz tej maszyny na przenośniku rolkowym, który może być przedłużony na zewnątrz urządzenia. Powierzchnia elementów oczyszczanych obrabiana jest w czasie przejścia przez komorę roboczą. Urządzenie to może również współpracować bezpośrednio z malarnią oraz suszarnią. Na rys. 7 przedstawiono przelotowe urządzenie śrutujące.

Rozwiązania informatyczne dla produkcji [8]

Współczesne wytwarzanie hal bazuje na stosowaniu techniki komputerowej. Przy produkcji hal występuje ciągłe dążenie do mechanizacji i automatyzacji prac warsztatowych. Na pewnych etapach praca ludzka została zastąpiona maszynami, np. podczas wiercenia otworów mamy do czynienia z wypalaniem plazmą zamiast ręcznego wiercenia, a przy spawaniu stosuje się spawanie łukiem krytym zamiast pracy ręcznej.

Obecne tendencje nie sprzyjają typizacji modularnej, gdyż inwestorzy mogą sobie życzyć wykonania hal o dowolnych

wymiarach, zatem nie można mówić o seryjnej produkcji hal. Mimo jednostkowego cyklu produkcyjnego samo przygotowanie produkcji, cykl realizacji i montażu muszą być jak najkrótsze. Liczący się producenci posiadają certyfikaty poświadczające jakość i nowoczesność ich produktów. Jeśli firma chce zachować konkurencyjność na rynku, musi dążyć do obniżania kosztów wytwarzania hal. Powyższe czynniki sprawiają, że zastosowanie techniki komputerowej przy produkcji hal w przyszłości będzie miało coraz większe znaczenie.

Oprócz programów do sterowania konkretnymi maszynami coraz powszechniejsze stają się programy do całościowego zarządzania produkcją w warsztacie, jak również do montażu elementów stalowych, w tym do montażu hal.

Istnieją już zaawansowane zintegrowane systemy klasy ERP\CAD\CAM wspomagające proces zarządzania wytwarzaniem konstrukcji stalowych. Systemy te są dedykowane szczególnie firmom wykonawczym oraz zajmującym się montażem konstrukcji stalowych. Programy te skutecznie zwiększają efektywność firm poprzez pełniejsze wykorzy-

stanie danych projektowych oraz ciągły monitoring stanu zaawansowania produkcji, wysyłek i montażu. Programy te, w oparciu o wizualizacje 3D, pozwalają na zaawansowane zarządzanie elementami wysyłkowymi, w tym rejestrację i raportowanie wykonania elementów na zdefiniowanych stanowiskach produkcyjnych, rozliczanie pracowników, optymalizację rozkroju blach i kształtowników oraz bilansowanie i rozliczanie materiałów.

W części II artykułu zostanie przedstawiona technologia produkcji elementów nośnych konstrukcji hal z blachownic o środnikach falistych oraz innych elementów konstrukcyjnych. □

Piśmiennictwo

1. Frejno M.: *Techniki i technologie w nowoczesnym budownictwie hal*. Wydawnictwo Elamed, Katowice (w przygotowaniu do druku).
2. Materiały firmy Eckert Automatyka Spawalnicza Sp. z o.o. w Legnicy: *Technologia cięcia plazmowego. Optymalne rozwiązanie w produkcji konstrukcji spawanych*. „Nowoczesne Hale”, 3/2009, s. 19-21.
3. Pilarczyk J. z zespołem: *Centrum Laserowe Instytutu Spawalnictwa – możliwości bada-*



■ Rys. 7. Przelotowe urządzenie śrutujące Lanco firmy Shot Blasting [7]

- nia i zastosowania przemysłowe. 52. Naukowo-Techniczna Konferencja Spawalnicza „Zaawansowane technologie spawalnicze”, październik 2010 r.
4. Zeman W.: *Zaawansowane technologie spawalnicze*. „Konstrukcje Stalowe”, 6(107)/2010.
5. Frejno M.: *Projektowanie i produkcja hal stalowych przy pomocy nowoczesnych programów komputerowych*. „Nowoczesne Hale”, 2/2009, s. 30-33.
6. Frejno M.: *Hale stalowe z blachownic spawanych*. [w:] *Stal w budownictwie*. „Builder”, styczeń 2009 r.
7. Materiały informacyjne firmy Shot Blasting.
8. Frejno M., Duczmal P.: *Innowacyjne rozwiązania informatyczne dla produkcji, logistyki i montażu konstrukcji stalowych*. „Nowoczesne Hale”, 1/2011.
9. Materiały informacyjne firmy Trasko Stal.

reklama