

ALTERNATYWNE SPOSOBY WYTWARZANIA ELEMENTÓW ŻURAWI PRZYCZEPOWYCH

Alternative methods manufacturing elements of trailers cranes

Aleksander NIEOCZYM, Kazimierz DROZD

Streszczenie: W procesie konstruowania żurawia przyczepowego uwzględnia się możliwości technologiczne zakładu produkcyjnego. Przeprowadzony proces optymalizacji poszczególnych elementów ze względu na wytrzymałość lub koszty wytwarzania może wskazać alternatywne sposoby wykonania. W artykule poddano analizie technologicznej ramię wysuwane wysięgnika. Wskazano na możliwość wykorzystania standardowych elementów hutniczych w procesie jego wytwarzania. W przypadku zaczepu chwytaka rotatora wskazano na możliwość zastosowania gotowych chwytaków lub zmianę półfabrykatu skutkującą zwiększeniem wytrzymałości elementu.

Słowa kluczowe: żuraw przyczepowy, zaczep rotatora, ramię, spawanie

Abstract: The process of constructing a trailer crane takes into account the technological capabilities of the production plant. The optimization process of individual components due to their strength or production costs may indicate alternative methods of implementation. In the article, the extension arm of the jib was analyzed. The possibility of using standard metallurgical elements in the process of its production was indicated. In the case of hitching the rotator gripper, it was indicated the possibility of using ready grippers or changing the blank resulting in increased strength of the element.

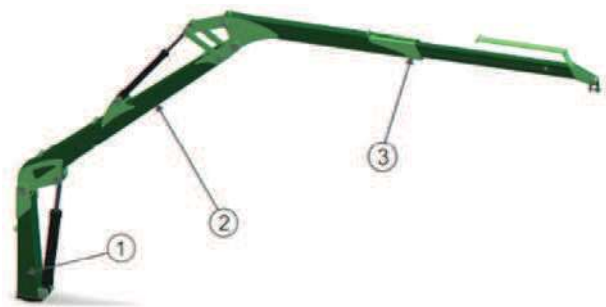
Key words: trailer crane, hook of the rotator gripper, arm, welding

Wstęp

Podczas projektowania podzespołów i całych maszyn bazuje się na dostępnych w zakładzie maszynach technologicznych i użytkowanym oprzyrządowaniu. Postępowanie takie ma na celu obniżenie kosztów produkcji i wykorzystanie potencjału produkcyjnego. Wybór określonej technologii wykonania nie zawsze musi być optymalny ze względu na wytrzymałość elementu czy całego zespołu lub też ze względu na koszty wykonania.

W artykule przeprowadzono analizę sposobów wytwarzania wybranych elementów konstrukcyjnych i próbę znalezienia korzystniejszych rozwiązań pod względem ekonomicznym i wytrzymałościowym. Autorzy przedstawili alternatywne sposoby wykonania w oparciu o elementy żurawia przyczepowego: zaczepu chwytaka rotatora oraz ramienia stałego wysięgnika teleskopowego. Żuraw przyczepowy stosowany jest jako integralna część przyczep do przewozu drewna [2]. W [3] przedstawiono wyniki projektowania żurawi o określonym udźwigu i wysięgu, podczas którego starano się wykorzystać elementy wspólne, pogrupowane w modułach funkcjonalno-konstrukcyjnych. Modułowość konstrukcji miała na celu uproszczenie procesu projektowania i wytwarzania żurawi przy jednoczesnym stworzeniu większego wachlarza oferowanych modeli urządzenia. Dodatkowym atutem modułów jest większa możliwość dostosowania urządzenia do potrzeb klienta, możliwość modyfikowania żurawi w procesie eksploatacji, większa dostępność części zamiennych oraz sprawne przeprowadzanie napraw i remontów żurawi.

Żuraw (rys. 1) jest konstrukcją spawaną, wykonaną ze stali drobnoziarnistych o podwyższonej wytrzymałości o oznaczeniu S355N oraz S420N. Tego rodzaju stale ze względu na spawalność mają ograniczoną zawartość węgla do 0,2% [1]. Blachy stosowane w konstrukcji mają grubość 5 mm i 6 mm. Ograniczona różnorodność materiałowa daje możliwość trasowania wytwarzanych detali na tych samych arkuszach blachy, czego efektem są małe straty materiałowe podczas wypalania profili.



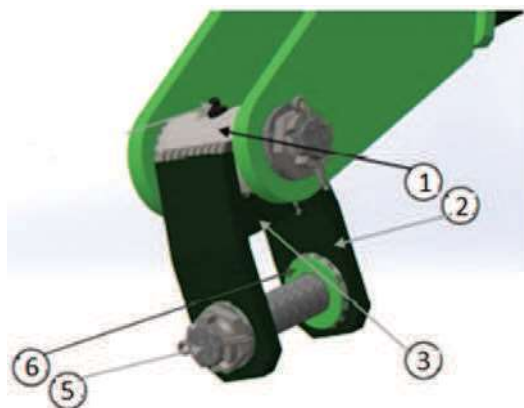
Rys. 1. Główne elementy składowe żurawia przyczepowego: 1 – obrotowa podstawa, 2 – wysięgnik pierwszy, 3 – wysięgnik teleskopowy złożony z ramienia stałego oraz ramienia wysuwanego

Fig 1. The main components of a trailer crane: 1 – rotary stand, 2 – first extension arm, 3 – telescopic extension arm consisting of a fixed arm and a retractable arm

Zaczep chwytaka rotatora

Rotator hydrauliczny jest elementem nośnym układu hydrauliki siłowej. Trzpień rotatora jest umocowany do chwytaka przejmując obciążenia od ładunku,

a dodatkowo umożliwia przenoszenie i obrót ładunku w pozycji poziomej. W projekcie żurawia zaczep chwytaka został skonstruowany jako element spawany (rys. 2). Zaczep chwytaka rotatora jest elementem montowanym na końcu ramienia wysuwanego na sworzniu o średnicy 25 mm (1). Średnice trzpieni i tulejek zostały dostosowane do występujących na rynku rotatorów. Dwa ucha gięte (2) oraz żebro usztywniające (3) wykonane zostały z blachy o grubości 10 mm ze stali S355N. W uchach wykonano otwory wzmocnione tulejkami (6), które służą do mocowania sworznia (5). Sworzeń (5) to element do którego bezpośrednio montowany jest rotator z chwytakiem.



Rys. 2. Zaczep chwytaka rotatora w konstrukcji żurawia – opis w tekście

Fig. 2. Hook of the rotator gripper in the trailer crane construction – description in the text

Zmiany w konstrukcji zaczepu chwytaka związane są z dwiema przesłankami:

- deformacje i naprężenia cieplne w elemencie wskutek procesu skrawania oraz obniżona wytrzymałość spoiny w porównaniu z materiałem rodzimym,

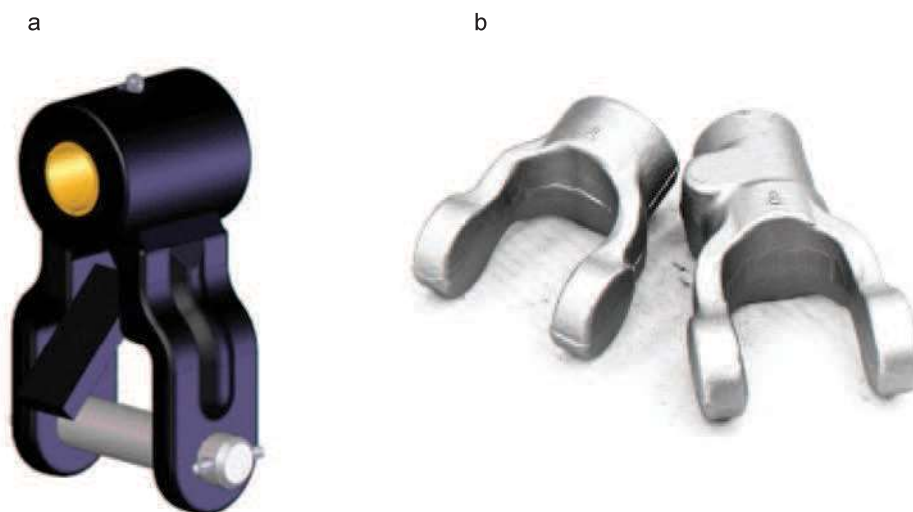
- możliwość zamontowania na żurawiu narzędzia dostosowanego do indywidualnych potrzeb i rodzaju wykonywanej pracy (chwytaki, hak, specjalistyczny uchwyt) powoduje, że rozstaw uszu (2) oraz średnica trzpieni (5) mogą różnić się nawet w przypadku jednakowego udźwigu żurawia. Wykonanie konstrukcji spawanej będzie wymagało zróżnicowanych uchwytów spawalniczych.

Zaprojektowany wieszak można zastąpić:

- elementem gotowym dostępnym na rynku,
- elementem wykonanym w procesie kucia;

Zaczep przedstawiony na rys. 3a jest przykładem zaczepu uchwytu rotatora, wchodzącego w skład serii uchwytów zaprojektowanych do obciążenia masą do 3 t. Chwytki zróżnicowane są pod względem średnicy otworu w uchu oraz w główce, rozstawu otworów oraz rozstawu uszu. Zastosowanie w konstrukcji gotowych zaczepów umożliwi rozszerzenie uniwersalności zastosowania żurawia poprzez możliwość pracy z różnymi narzędziami oraz wyeliminuje konieczność konstruowania jednostkowych uchwytów spawalniczych.

Drugim rozwiązaniem służącym podniesieniu wytrzymałości zaczepu wieszaka jest zmiana technologii wykonania ze spawania do kucia. Podczas procesu kucia uzyskujemy ujednorodnienie materiału oraz jednorodny rozkład naprężeń, co przekłada się na większą wytrzymałość elementów kutych. Na rys. 3b przedstawiono odkuwkę detalu zbliżonego kształtem i wymiarami do zaczepu. Przeprowadzono analizy technologiczne wykorzystania odkuwek będących półfabrykatami widełek przegubów krzyżakowych. Oprócz frezowania otworu pod sworzeń w mocujący chwytak rotatora należy wykonać frezowanie powierzchni walcowej, a następnie wykonać otwór pod sworzeń mocujący zaczep do wysięgnika.



Rys. 3. Przykłady alternatywnych elementów: a) zaczep rotatora Finn Rotox CR 310 [4], b) kuty półfabrykat [5]

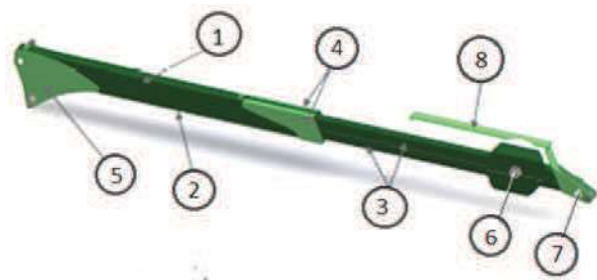
Fig. 3. Examples of alternative elements: a) rotor hook Finn Rotox CR 310 [4], b) forged blank [5]

Ramię wysuwne

Wysięgnik teleskopowy jest ruchomą konstrukcją spawaną, składa się z ramienia stałego oraz ramienia wysuwanego (rys. 4). W oryginalnej konstrukcji głównym elementem ramienia wysuwanego jest element nośny (3). W górnej części wykonane jest wzmocnienie z otworem do umocowania sworznia (6) służącego do mocowania siłownika hydraulicznego, sterującego ruchem ramienia teleskopowego.

Element nośny ramienia wysuwanego wykonany z dwóch ceowników połączonych spoiną czołową. Ceowniki zostały wykonane z dwóch blach giętych o grubości 5 mm ze stali S420N. Można wskazać alternatywne sposoby wykonania ramienia wysuwanego:

- konstrukcja z dwóch standardowych ceowników,
- konstrukcję wykonaną z ceownika zaślepionego płaskownikiem,
- ramię z gotowego profilu prostokątnego o wymaganym przekroju poprzecznym.



Rys. 4. Wysięgnik teleskopowy w położeniu maksymalnego wysunięcia ramienia wysuwanego: 1 – element nośny ramienia stałego, 2 – pokrywa, 3 – element nośny ramienia wysuwanego, 4, 5 – kształtowe wzmocnienie, 6 – sworzень, 7, 8 – elementy prowadzące przewodów hydraulicznych

Fig. 4. Telescopic extension arm in the position of the maximum extension of the retractable arm: 1 – support arm of the fixed arm, 2 – cover, 3 – support arm of the extension arm, 4, 5 – shaped reinforcement, 6 – pins, 7, 8 – elements leading hydraulic conduits

Ramię wysuwne jest elementem podlegającym największym naprężeniom. Jego wytrzymałość determinowana jest długością ramienia oraz udźwigniem, przykładowo:

- dla żurawia PKM6790 dopuszczalny udźwig przy maksymalnym wysuwie wynosi 400 kg, przekrój poprzeczny ramienia 100×130×5,
- dla żurawia PKM7390 dopuszczalny udźwig przy maksymalnym wysuwie wynosi 620 kg przekrój poprzeczny ramienia 80×140×5.

W przypadku wykonania ramienia z gotowych zamkniętych profili o przekroju prostokątnym można wykorzystać następujące elementy hutnicze [5] w konstrukcji następujących żurawi:

- żuraw PKM7390 – profil 80×140 mm,
- żuraw PKM7140 – profil 100mm×140 mm,
- żuraw PKM6790 – profil 100mm×130 mm,
- żuraw PKM6490 – profil 80mm×130 mm.

Zastosowanie gotowych profili umożliwi pominięcie procesu spawania, który zwiększa koszty i wprowadza osłabienie konstrukcji w miejscach łączenia. Kolejną zmianą konstrukcyjną ramienia wysuwanego jest połączenie spoiną standardowych ceowników. Przykładowe typy ceowników w odniesieniu do rodzaju żurawia przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Ceowniki możliwe do zastosowania w konstrukcji ramienia wysuwanego (opracowano na podstawie [6])

Table 2. C-profiles possible to use in the construction of a retractable arm (developed on the basis [6])

Grubość ścianki/ szerokość x wysokość	Grubość ścianki					
	2	3	4	5	6	8
Ceowniki na ramię wysuwne – żuraw PKM 7390						
80 x 70			x	x	x	
Ceowniki na ramię wysuwne – żuraw PKM 7140						
100 x 70			x	x	x	x
Ceowniki na ramię wysuwne – żuraw PKM 6790						
100 x 60			x	x	x	x
100 x 70			x	x	x	x
Ceowniki na ramię wysuwne – żuraw PKM 6940						
80 x 60			x	x	x	
80 x 70			x	x	x	

Tabela 2. Ceowniki możliwe do zastosowania w konstrukcji ramienia wysuwanego (opracowano na podstawie [6])

Table 2. U-bars and flat bars that can be used in the construction of a retractable arm (developed on the basis of [6])

Nazwa wyrobu hutniczego	Grubość ścianki							
	2	3	4	5	6	8	10	12
Ramię wysuwne – żuraw PKM 7390								
Ceownik 140 x 80			x	x	x	x		
Płaskownik 80			x	x	x	x	x	x
Ramię wysuwne – żuraw PKM 7140								
Ceownik 140 x 100			x	x	x	x		
Płaskownik 100			x	x	x	x	x	x
Ramię wysuwne – żuraw PKM 6790								
Ceownik 120 x 100			x	x	x	x		
Płaskownik 100			x	x	x	x	x	x
Ramię wysuwne – żuraw PKM 6940								
Ceownik 120 x 80			x	x	x	x		
Płaskownik 80			x	x	x	x	x	x

Trzecim rozwiązaniem konstrukcyjnym ramienia wysuwanego jest konstrukcja spawana powstała ze standardowego ceownika zespawanego z płaskownikiem. Przykładowe typy ceowników i płaskowników w odniesieniu do rodzaju żurawia przedstawiono w tab. 2.

Wnioski

W procesie produkcyjnym technologia wykonania części może ulec zmianie pod wpływem warunków ekonomicznych związanych z pracą na określonym stanowisku lub zmianami oprzyrządowania technologicznego. Na przykładzie ramienia wysuwanego żurawia zamieszczono specyfikację techniczną półfabrykatów do wykonania ramienia jako zespołu spawanego z dwóch ceowników lub ceownika i płaskownika. Wskazano także na możliwość całkowitej rezygnacji z procesu spawania i wykonanie elementu z gotowego profilu hutniczego. W przypadku zaczepu rotatora, który w oryginalnym wykonaniu jest elementem spawanym, zaproponowano zastosowanie półfabrykatu w formie odkuwki lub w granicznym przypadku rezygnacji z własnej produkcji i zastosowania typowego rotatora.

LITERATURA

- [1] Bąk R., T. Burczyński. 2014. „Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego”. Warszawa: WNT.
- [2] Krzysiak Z. i in. 2018. „Modelowanie przyczepy do przewozu drewna z wykorzystaniem programu Inventor”. *Mechanik* (1): 79–81.
- [3] Nieoczym A., K. Drozd. 2018. „Modułowa konstrukcja żurawi przyczepowych”. *Technologia i Automatyżacja Montażu* (2): 36–38.
- [4] <http://www.mecanil.fi/en/tuotteet/rotaattorit/>, www.rotatory.com.pl/rotatory/hydrauliczne, dostęp 14.04.2017.
- [5] <http://www.wostal.pl/produkty/odkuwki-matrycowe>, dostęp 14.04.2017.
- [6] <https://www.koenigstahl.pl> – dostęp 14.04.2017.

dr inż. Aleksander Nieoczym – Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, e-mail: a.nieoczym@pollub.pl

dr inż. Kazimierz Drozd – Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, e-mail: k.drozd@pollub.pl