

Zbigniew BUDNIAK, Jerzy CHUDY, Łukasz JASIUKAJTIS, Sylwester WOJCIESZAK

PROJEKT SAMOZAKLESZCZAJĄCEGO SIĘ ZAWIESIA ŻURAWIA SAMOCHODOWEGO

Streszczenie

W artykule omówiony został projekt samozakleszczającego się zawiesia wykorzystywanego do przeladunku towarów o gabarytach od 275 mm do jednego metra oraz o masie maksymalnej wynoszącej 6800 kg. Zawiesie to umożliwi jednoosobową obsługę przy wyładowywaniu ładunków ze skrzyni ładunkowej samochodu.

Słowa kluczowe: CAD, zawiesie, żuraw samochodowy, samozakleszczanie, analiza MES.

WSTĘP

Żurawie są to dźwignice z urządzeniem chwytającym zamontowanym do wysięgnika lub wciągarki poruszającej się po wysięgniku. Żurawie, których podstawowym elementem nośnym przenoszącym ciężar jest wysięgnik, można podzielić ze względu na cechy użytkowe, jak i cechy konstrukcyjne. Cechą użytkową jest przeznaczenie urządzeń do określonych prac załadunkowych lub przeladunkowych w portach, budownictwie, dokach, na kolei, na statkach, w warsztatach pracy. Konstrukcja urządzenia chwytającego jest uzależniona od przeznaczenia żurawia, dlatego żurawie nazywane są chwytakowymi, hakowymi i chwytnikowymi. Najczęściej spotykanym typem żurawia jest żuraw hakowy. Żurawie również można skwalifikować w zależności od konstrukcji podstawy, czyli sposobu przemieszczania się.

1. ŻURAWIE SAMOJEZDNE

Żurawie samojezdne wyposażone w wysięgnik, są w stanie poruszać się po drodze z zachowaniem stateczności pod wpływem sił ciężkości, zarówno w stanie obciążonym jak i nieobciążonym. Najczęściej stosowane są do prac montażowych, przeladunkowych i awaryjnych. Najpopularniejszą grupą są żurawie samochodowe. Konstrukcja żurawia jest budowana na typowym podwoziu samochodowym, które jest odpowiednio wzmocnione. Są również wersje samochodów konstruowane od podstaw z myślą o zabudowie z wysięgnikiem. Takie wersje posiadają jeden lub dwa silniki, z których jeden służy tylko do napędu jazdy. Wysięgniki mogą być kratownicowe (rys. 1) bądź teleskopowe. W tej grupie żurawi są również żurawie przeladunkowe z wysięgnikiem przegubowym (rys. 2).



Rys. 1. Żuraw samochodowy z wysięgnikiem kratownicowym
Źródło: www.kaza-bud.eu.



Rys. 2. Żuraw samochodowy z wysięgnikiem przegubowym
Źródło: www.inzynierbudownictwa.pl.

2. ZAWIESIA STOSOWANE W TRANSPORCIE ŁADUNKÓW

Przy żurawiach samochodowych do przeładunku towarów stosowane są najczęściej zawiesia ciągnowe ogólnego przeznaczenia. W skład takiego zawiesia wchodzi zespół elementów obejmujący co najmniej jedno zawiesie o obwodzie zamkniętym lub jednocześnie ciągną. Ciągna zawiesi wykonywane są z:

- syntetycznych i naturalnych lin włókiennych lub z lin stalowych,
- stalowych łańcuchów ogniowych,
- płaskich tkanych pasów z włókien syntetycznych.

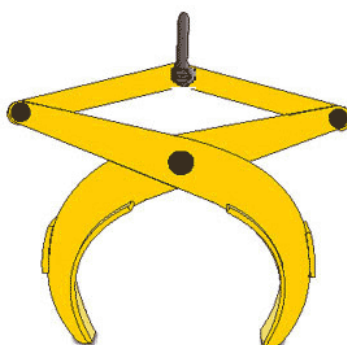
2.1. Uchwyty specjalnego przeznaczenia

Uchwyty specjalnego przeznaczenia: uchwyty szczękowe stosowane są do przenoszenia szyn (rys. 3), kształtowników, rur (rys. 4), skrzyń, okrągłaków, bloków kamiennych i betonowych, materiałów ceramicznych i tym podobnych. Zasada działania uchwytów szczękowych polega na zasadzie dźwigni dwustronnej. Typowy uchwyt szczękowy zbudowany jest z odpowiednio połączonych czterech dźwigni połączonych ze sobą sworzniami, umożliwiającymi swobodny obrót dźwigni. Podczas podnoszenia uchwytu następuje samoczynne dociskanie szczek do ładunku. Ładunek w szczękach utrzymywany jest siłami tarcia. Aby zwiększyć wartość współczynnika tarcia nacinane są elementy dociskowe szczek w jednym lub w dwu kierunkach, co stosuje się przeważnie w przypadku twardych ładunków. Podczas transportu miękkich materiałów elementy dociskowe mają często formę kolców.



Rys. 3. Uchwyt szczękowy do transportu dwuteowników

Źródło: www.uchwyt.com.pl.



Rys. 4. Zawiesia szczękowe do ładunków okrągłych

Źródło: www.uchwyt.com.pl.

Przy omówionych konstrukcjach uchwytów siła docisku jest większa przy szerokich ładunkach, kiedy potrzebna jest znaczna rozwartość szczek. Wpływ sił tarcia przy innym

ukształtowaniu szczęk nie ma tak istotnego znaczenia. Kształt szczęk można dostosować do przekroju poprzecznego transportowanego przedmiotu.

Uchwyty zaczepowe są używane jako różnego rodzaju kabłąki (rys. 5) o kształcie dopasowanym do podnoszonych ładunków. Jedno ramię kabłąka służy za podstawę, na której przedmioty są zawieszane lub ułożone, a drugie ramię służy do mocowania ciągną.



Rys. 5. Zaczep kabłąkowy jednoróżny

Źródło: www.uchwyt.com.pl.

Niektóre zaczepy kabłąkowe jednoróżne w celu zapewnienia równowagi towaru, można zaczepiać w kilku punktach. Dolne ramię robocze podczas transportu powinno być lekko odchylone do góry.

Istnieją uchwyty kabłąkowe z dwoma zaczepami, do transportu palet (rys. 6), uchwyty o ramieniu roboczym w kształcie sierpa pozwalają na transport rur, wałów i innych przedmiotów o okrągłym kształcie.

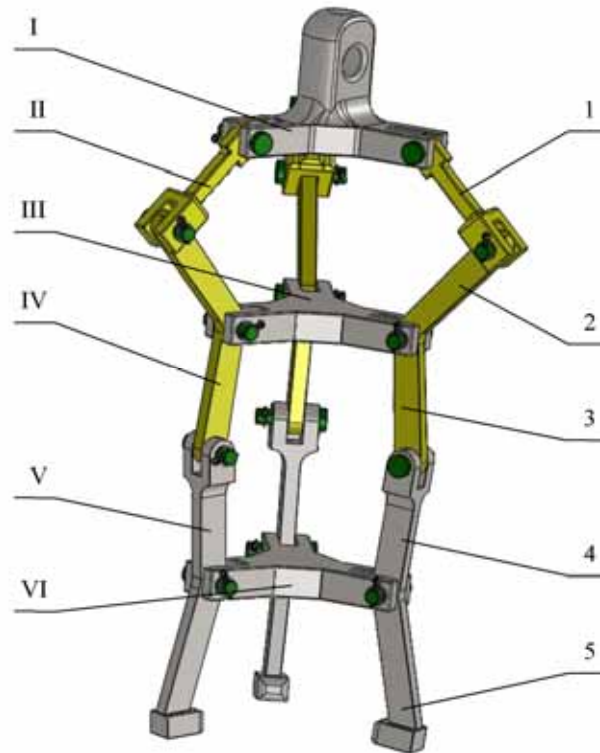


Rys. 6. Zaczep do transportu palet

Źródło: www.forankra.pl.

3. MODEL KONSTRUKCJI ZAWIESIA

Projekt samozakleszczającego się zawiesia został stworzony w programie SolidWorks 2010. Zaprojektowane składa się z: I cięgno górne, II cięgno środkowe, III cięgno dolne, IV łącznik, V łącznik z uchem, VI sworzeń. Budowę złożonego zawiesia przedstawia rysunek 7.



Rys. 7. Model zawiesia: I – łącznik górny, II – cięgno górne, III – łącznik środkowy, IV – cięgno środkowe, V – cięgno dolne, VI – łącznik dolny, 1 – ramię pierwsze, 2 – ramię drugie, 3 – ramię trzecie, 4 – ramię czwarte, 5 – ramię piąte

Źródło: Opracowanie własne.

4. MAKSYMALIZACJA UDŹWIGU ZAWIESIA

Masy transportowanych ładunków zależą w zasadniczy sposób od konstrukcji zawiesia. Poprzez modyfikację długości cięgien II, IV i V (rys. 7) a więc proporcji ramion dźwigni dwustronnych można uzyskiwać bardzo różne siły zaciskającą na końcu cięgna V. Jak okazuje się dzięki tej zmianie masa podnoszonego ładunku może wynosić minimalnie 45 kg zaś maksymalnie 6800 kg. Wyniki te przedstawiono w tabeli 1. Zawierają one wykaz zależności siły zaciskającej od proporcji długości cięgien podczas transportu materiałów o średnicy jednego metra lub 275 mm.

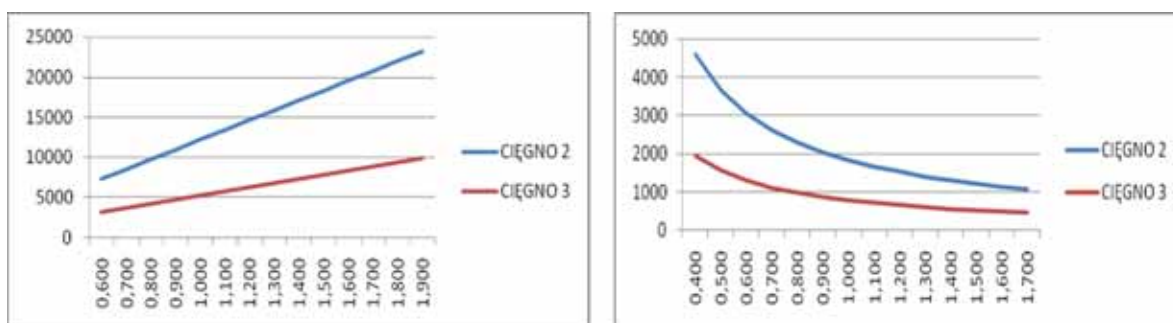
Ramiona drugie i trzecie należą do cięgna środkowego IV. Ramię drugie jest ramieniem górnym, a ramię trzecie dolnym. Ramiona cztery i pięć są elementami cięgna dolnego V. Przeprowadzono obliczenia sił dla poszczególnych długości ramion przy czym długości zmieniane są co 100 mm. Jak widać największy wpływ na siłę podnoszenia mają ramiona drugie i czwarte. Ramiona trzecie i piąte w miarę zwiększania długości powodują zmniejszenie siły transportowej zawiesia. Dzieje się tak niezależnie od średnicy przenoszonego ładunku.

W zależności od średnicy ładunku, przy zastosowaniu takich samych długości ramion, w cięgnach mogą występować różne siły. Związane jest to oczywiście ze zmianą rozkładów sił w zależności od kąta działania poszczególnych cięgien. Przy większych średnicach ładunków siła zaciskająca jest wyraźnie większa, co daje możliwość transportowania cięższych przedmiotów.

Tab. 1. Zestawienie zależności wartości sił od długości poszczególnych cięgien przy transporcie ładunku o średnicy 1 m

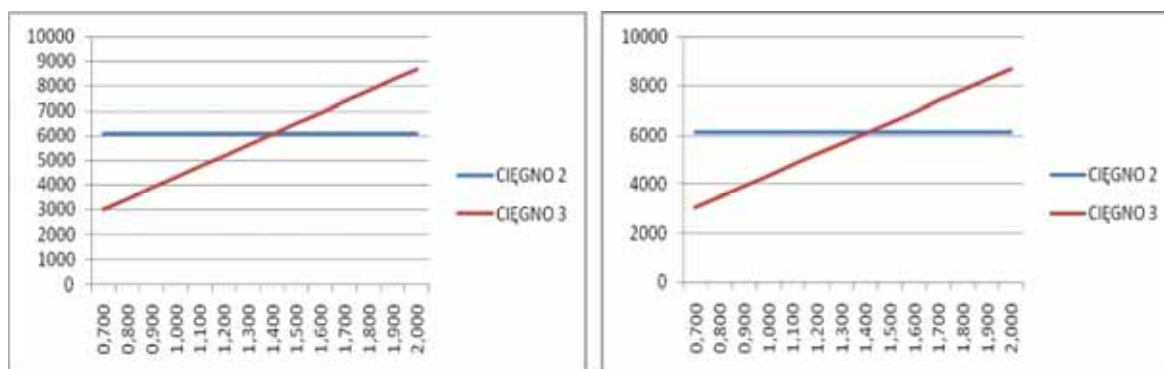
2	3	4	5	Dłuższe ramię 2		Dłuższe ramię 3		Dłuższe ramię 4		Dłuższe ramię 5	
Maksymalne rozwarście $\cos 44$				Cięgno 2	Cięgno 3	Cięgno 2	Cięgno 3	Cięgno 2	Cięgno 3	Cięgno 2	Cięgno 3
0,600	0,400	0,700	0,500	7334	3121	4584	1950	6112	3034	6112	2081
0,700	0,500	0,800	0,600	8557	3641	3667	1560	6112	3468	6112	1734
0,800	0,600	0,900	0,700	9779	4161	3056	1300	6112	3901	6112	1486
0,900	0,700	1,000	0,800	11002	4681	2619	1115	6112	4334	6112	1300
1,000	0,800	1,100	0,900	12224	5201	2292	975	6112	4768	6112	1156
1,100	0,900	1,200	1,000	13447	5721	2037	867	6112	5201	6112	1040
1,200	1,000	1,300	1,100	14669	6242	1834	780	6112	5635	6112	946
1,300	1,100	1,400	1,200	15891	6762	1667	709	6112	6068	6112	867
1,400	1,200	1,500	1,300	17114	7282	1528	650	6112	6502	6112	800
1,500	1,300	1,600	1,400	18336	7802	1410	600	6112	6935	6112	743
1,600	1,400	1,700	1,500	19559	8322	1310	557	6112	7368	6112	694
1,700	1,500	1,800	1,600	20781	8842	1222	520	6112	7802	6112	650
1,800	1,600	1,900	1,700	22003	9362	1146	488	6112	8235	6112	612
1,900	1,700	2,000	1,800	23226	9882	1079	459	6112	8669	6112	578

Na wykresach zamieszczonym na rys. 8 i 9 przedstawiono graficznie zmiany siły na cięgnach IV i V w zależności od długości ramienia drugiego i trzeciego przy maksymalnej średnicy podnoszonego ładunku.



Rys. 8. Charakterystyki sił w cięgnach przy zmianie długości ramienia 2 i 3 w cięgnie IV

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 9. Charakterystyki sił w cięgnach przy zmianie długości ramienia 4 i 5 w cięgnie V

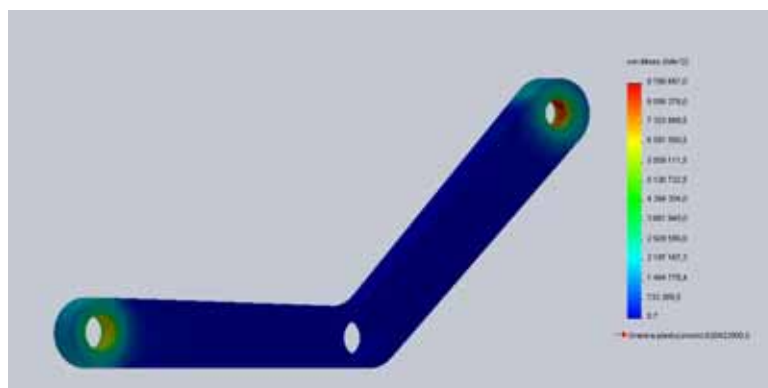
Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunkach 8 i 9 przedstawiona jest charakterystyka zmian sił na końcach cięgien w zależności od długości ramienia czwartego przy największym rozwarciu zawiesia. W tym przypadku siła na cięgnie IV ma wartość stałą równą 6112 N, a na cięgnie V siły rosną pod wpływem zwiększania długości ramienia czwartego.

Charakterystyki sił naciąganych dla zawiesia przenoszącego ładunek o minimalnej średnicy możliwej do transportowania rozkładają się identycznie jak te dla największej średnicy ładunku możliwej do przeniesienia.

5. ANALIZA NAPRĘŻEŃ MES WYBRANEGO ELEMENTU ZAWIESIA

Badanie zostało przeprowadzone dla cięgna środkowego (rys. 10). Cięgno to zostało obciążone w górnym uchu siłą 90 kN, a w dolnym siłą 80 kN. Zamocowanie umiejscowiono w uchu środkowym. Największe naprężenia powstały w uchu górnym, które zamocowane jest do cięgna górnego i wyniosły $\sigma_{\max} = 8,78$ MPa.



Rys. 10. Cięgno środkowe

Źródło: Opracowanie własne.

BIBLIOGRAFIA

1. Pawlicki K., *Elementy dźwignic*. PWN, Warszawa 1986.
2. Piątkiewicz A., Sobolski R., *Dźwignice*. Tom 1, WNT, Warszawa 1977.
3. Skrzymowski W., *Zawiesia dźwignic budowa i eksploatacja*. Wyd. KaBe, Krosno 2009.

PROJECT ALONE JAMMING ONESELF SLING ALONG CARS CRANES

Abstract

The article is describing the project alone jamming oneself sling along with analysis of stresses of Messes. they carried out a project with 3D model with the SolidWorks 2010 program.

Key words: CAD, sling, truck crane, alone jamming, FEM analysis.

Autorzy:

dr inż. **Jerzy Chudy** – Politechnika Koszalińska

doc. dr inż. **Zbigniew Budniak** – Politechnika Koszalińska

inż. **Łukasz Jasiukajtis** – Politechnika Koszalińska

inż. **Sylwester Wojcieszak** – Politechnika Koszalińska