

NOWEJ GENERACJI NACZEPY TYPU GĘSIA SZYJA KATEGORII O3 I ICH BADANIA NA BĘBNOWYM STANOWISKU PODWOZIOWYM

Streszczenie

Nowa generacja naczep typu gęsia szyja, którą opracowano w PIMR bazuje na uniwersalnej ramie przeznaczonej dla różnych wersji naczep i przyczep. Badania naczepy na bębnowym stanowisku podwoziowym miały na celu wychwycenie ewentualnych błędów popełnionych w fazie projektowania lub budowy rzeczywistego, wykonanego ze stali, modelu naczepy. Wyniki badań stanowiskowych generalnie potwierdziły prawidłowość konstrukcji ramy i dyszla naczepy kategorii O3 (DMC 10 t). Stwierdzono jednak potrzebę przekonstruowania ramy w miejscu jej łączenia z dyszlem typu gęsia szyja. Wprowadzone zmiany konstrukcyjne pozwalają zmniejszyć wielkość naprężeń i powinny korzystnie wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa pracy i transportu towarów, zwłaszcza w sektorze rolniczym i leśnym.

1. Wstęp

Prowadzone w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych (PIMR) w Poznaniu prace badawczo-rozwojowe nad poprawą jakości i bezpieczeństwa transportu w sektorze rolniczym i leśnym, pozwoliły na opracowanie generalnej koncepcji systemu transportowego opartego na nowych sposobach sprzęgania zestawów pojazdów oraz zastosowaniu nowych bezpieczniejszych układów hamulcowych w holowanych pojazdach. W ramach projektu badawczego rozwojowego NR 10-0006-04/2008 prowadzono prace związane m.in. z opracowaniem nowych generacji naczep kategorii O3 (DMC 10 t) [1-4].

PIMR od szeregu lat wskazuje na zalety stosowania naczep i ich holowania przy użyciu samochodów skrzyniowych. Opracowana konstrukcja uniwersalnej ramy naczepy nie jest przeznaczona tylko dla jednej wersji nadwozia, ale w założeniu ma stanowić bazową konstrukcję dla wielu wersji wykonawczych takich naczep. Stąd też zbudowany model rzeczywisty naczepy był testowany na bębnowym stanowisku podwoziowym w celu możliwie szybkiego wychwycenia ewentualnych błędów konstrukcji, czy też błędów popełnionych w trakcie budowy i montażu podzespołów naczepy.

2. Budowa rzeczywistego modelu naczepy kategorii O3

W fazie początkowej prac projektowych opracowano wirtualne modele uniwersalnych ram naczep/przyczep, a na ich podstawie opracowano uproszczoną dokumentację warsztatową i zbudowano rzeczywisty model ramy naczepy/przyczepy kategorii O3 (DMC 10 t). Naczepa O3 została wyposażona w dwie osie Dexter Torflex 13. Szczegółowe analizy modeli wirtualnych, w których zakładano zbudowanie ramy ze stali S355 (18G2A) wykazały jednak zbyt duże naprężenia, zwłaszcza w obrębie węzła konstrukcyjnego - mocowania dyszla typu gęsia szyja do podłużnic uniwersalnej ramy. Podjęto decyzję wykonania ze stali DOMEX 700 obu podłużnic ramy. Jedynym potencjalnym zagrożeniem jest to, że dobrej jakości stale nie zawsze cechują się dobrą odpornością na obciążenia długotrwałe, o zmiennym charakterze. Stąd też w trakcie prac badawczych tej naczepy postanowiono kontrolować zwłaszcza mocniej obciążone węzły konstrukcyjne podłużnic ramy oraz belek tworzących dyszel typu gęsia szyja.

Z obu stron dyszla naczepy są umocowane wysuwne podpory, każda o udźwigu 2 t, z mechanizmami wysuwu napędzanymi jedną ręczną korbą, umieszczoną w czasie transportu w specjalnym uchwycie (rys. 1). Widok naczepy kategorii O3 sprzęgniętej z samochodem Mitsubishi L200 przedstawiono na rys. 2.



Rys. 1. Wysuwna podpora mocowana do dyszla naczepy kategorii O3

Fig. 1. Pulled out supporting leg fixed to the tongue of trailer category O3



Rys. 2. Widok naczepy O3 sprzęgniętej z samochodem Mitsubishi L200

Fig. 2. View of the trailer O3 coupled with Mitsubishi L200

Dane techniczne układu zawieszenia naczepy O3

typ osi Dexter Torflex	13 10K 87x62 22,5" down
układ jezdny	tandem
rozstaw kół	2 235 mm
nośność układu jezdnego	9 070 kg
sposób amortyzacji	wałki gumowe
hamulce tarczowe	Kodiak 13"
opony Bridgestone	M 840 10 R 17.5 143/141 J
obrycze	7.50x17.5 (6.75x17.5)

3. Badania naczepy O3 na stanowisku podwoziowym

3.1. Sposób usytuowania naczepy na stanowisku podwoziowym

Naczepę ustawiono kołami przedniej osi na bębnach stanowiska podwoziowego, natomiast dyszel sprzęgnięty z zaczepem kulowym umocowanym we wsporniku (samochód Lublin) i ramie wsporczej zakotwionej do szyn mocujących stanowiska (rys. 3, 4).



Rys. 3. Widok ogólny naczepy kategorii O3 na stanowisku podwoziowym PIMR

Fig. 3. General view of the trailer category 03 on the roll stand in PIMR



Rys. 4. Widok bębna stanowiska podwoziowego, z progami symulującymi jazdę pojazdu po nierównościach drogi (bruzdy, koleiny)

Fig. 4. View of the roll stand drum with thresholds which allow to simulate a ride of vehicle on an uneven road (furrows, ruts)

Bębny stanowiska, o średnicy 800 mm, mają na swojej powierzchni roboczej mocowane progi, które symulują jazdę kół po nierównościach szosy, czy drogi polnej. Do każdego z bębnow są zamocowane progi o wysokości 40 mm, przy czym progi na jednym bębnie są przesunięte względem progów na drugim bębnie o kąt 120°. Dzięki takiemu usytuowaniu progów, napędzane silnikami hydraulicznymi, bębny stanowiska podwoziowego obracają się, a po ich powierzchni toczą się koła naczepy. Po każdym pokonaniu progów koła przekazują na podwozie impulsy i drgania podobne do obserwowanych przy przejazdach naczepy po nieutwardzonej drodze lub mocno zniszczonej nawierzchni drogi utwardzonej - przez lata nieremontowanej.

Podczas badań na stanowisku prób trwałościowych całkowita masa naczepy wraz z ładunkiem wynosiła 10 t. W tab. 1 zamieszczono dane dotyczące konfiguracji progów zamontowanych na bębnach [7].

W czasie przejazdu 1 km na bębnowym stanowisku podwoziowym na naczepę działa 3984 wymuszeń. Bębny poruszały się z prędkością obrotową 1392 obr/h, co odpowiada prędkości 3,5 km/h. Przy tej prędkości charakter widma wymuszeń odpowiada wymuszeniom uzyskanym podczas przejazdów terenowych naczepy.

Tab. 1. Zastosowane progi podczas badań wytrzymałościowych
Tab. 1. Thresholds applied during strength tests

Typ progów symulujący zachowanie	Ilość wymuszeń na 1 koło	Ilość wymuszeń na 1 oś
dziury	1	2
przełomy	1	2
koleiny	1	2
boczne i skośne siły	2	4
Razem	5	10

3.2. Wyniki badań naczepy O3 na stanowisku podwoziowym

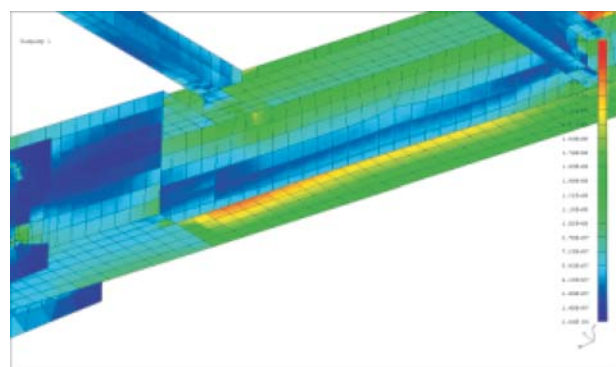
W trakcie trwałościowych stanowiskowych badań naczepy O3, po przejechaniu 88,27 km (351 668 wymuszeń), w prawej

podłużnicy ramy stwierdzono niewielkie pęknięcie (rys. 5).



Rys. 5. Widok pęknięcia w prawej podłużnicy ramy naczepy kategorii O3

Fig. 5. View of the fracture of the right stringer of trailer chassis



Rys. 6. Przebieg naprężeń w pierwotnym wariantcie węzła
Fig. 6. Stress pattern in primary variant of junction

W związku z tym próby stanowiskowe przerwano i przeanalizowano ponownie naprężenia w węźle konstrukcyjnym podłużnicy w miejscu jej łączenia z dyszlem naczepy. Stwierdzono, że główną przyczyną pęknięcia było wadliwe położenie spoiny. Mając na uwadze potencjalnie mniejszą odporność stali DOMEX 700 na zmienne obciążenia, postanowiono zmodyfikować model wirtualny ramy naczepy/przyczepy w miejscu uszkodzonego węzła.

Granica zmęczenia połączeń spawanych dla stali z rodziny DOMEX (m.in. Domex 700) może stanowić zaledwie 25% granicy zmęceniowej rodzimego materiału. Wytrzymałość zmęceniowa połączeń spawanych z wysoko wytrzymałościowych stali kształtuje się na poziomie wytrzymałości zmęceniowej połączeń wykonanych ze stali średnio węglowych [8].

4. Zmiany konstrukcyjne ramy naczepy kategorii O3

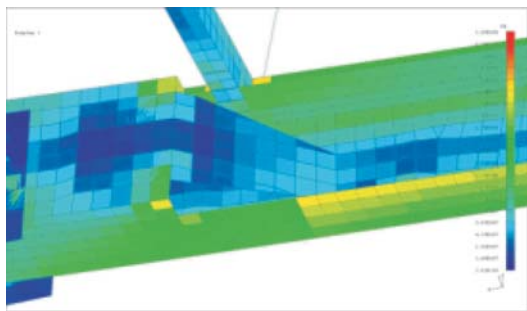
W celu obniżenia poziomu naprężeń zdecydowano się na wprowadzenie zmiany konstrukcyjnej w analizowanym węźle (rys. 6), która polega na wprowadzeniu nakładki łączącej ceownik z średnikiem podłużnicy i pozwala na zrezygnowanie ze spoiny na dolnej półce podłużnicy (rys. 7).

Otrzymane wartości naprężeń dla analizowanych rozwiązań przedstawiono w tab. 2.

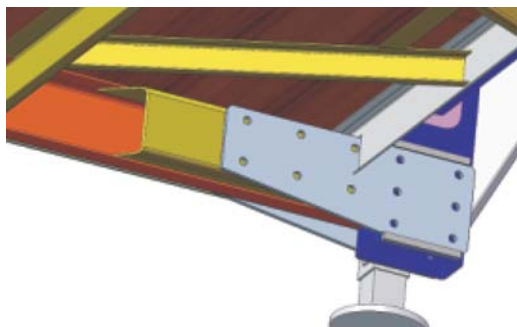
Tab. 2. Wartości naprężeń zredukowanych dla dwóch wariantów analizowanego węzła

Tab. 2. Values of reduced stresses for two variants of analyzed junction

Konstrukcja węzła	Miejsce odczytu naprężeń	Naprężenie [MPa]	Uwagi
Model pierwotny	lewa podłużnica	252	Spoina położona na półce podłużnicy
	prawa podłużnica	265	
Podłużnica ramy z nakładką	lewa podłużnica	185	Brak spoiny na półce podłużnicy
	prawa podłużnica	195	



Rys. 7. Przebieg naprężeń w wariancie węzła z nakładką
Fig. 7. Stress pattern in variant of junction with plate

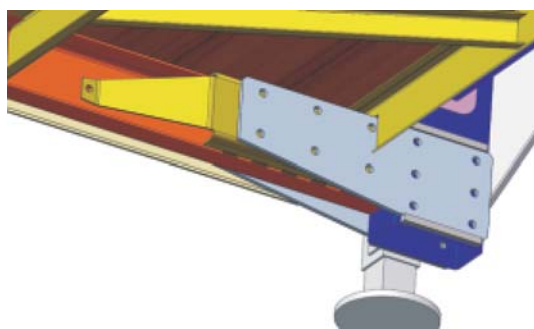


Rys. 8. Węzeł konstrukcyjny ramy naczepy kategorii O3 przed zmianami

Fig. 8. Constructional junction of the chassis of trailer category O3 before implementation of changes

W wirtualnym modelu zmieniono konstrukcję węzła w przedniej części ramy (rys. 8) na wersję węzła z nakładką łączącą się z podłużnicą w środku jej ściany (rys. 9).

Tak zaprojektowany węzeł ma dwie następujące zalety: spoina łącząca nakładkę z podłużnicą znajduje się na środku podłużnicy, a ponadto sam kształt nakładki powoduje mniej skokową zmianę sztywności tego węzła. Naprężenia w badanych przypadkach po wprowadzeniu modyfikacji zmniejszają się o ok. 60 MPa i są nieco poniżej granicznych naprężeń zmęczeniowych dla stali DOMEX 700, tj. poniżej 200 MPa.



Rys. 9. Węzeł konstrukcyjny ramy naczepy kategorii O3 po zmianach

Fig. 9. Constructional junction of the chassis of trailer category O3 after implementation of changes

Tak zaprojektowany węzeł ma dwie następujące zalety: spoina łącząca nakładkę z podłużnicą znajduje się na środku podłużnicy, a ponadto sam kształt nakładki powoduje mniej skokową zmianę sztywności tego węzła. Naprężenia w badanych przypadkach po wprowadzeniu modyfikacji zmniejszają się o ok. 60 MPa i są nieco poniżej granicznych naprężeń zmęczeniowych dla stali DOMEX 700, tj. poniżej 200 MPa.

5. Wnioski

1. Badania naczepy typu gęsia szyja kategorii O3 na bębnowym stanowisku podwoziowym generalnie potwierdziły prawidłowość opracowania konstrukcji modelu wirtualnego ramy naczepy, jednak wyniki stanowiskowych badań wskazały na celowość przekonstruowania węzła ramy w pobliżu miejsca połączenia podłużnicy z dyszlem typu gęsia szyja.
2. Wprowadzone zmiany konstrukcyjne tego węzła poprawiają niezawodność i bezpieczeństwo pracy oraz bezpieczeństwo przewozu maszyn i towarów, zwłaszcza ich transportu po drogach lokalnych utwardzonych oraz po drogach polnych i duktach leśnych.
3. Zastosowane zmiany konstrukcyjne ramy naczepy kategorii O3 będą zastosowane w naczepach, których budowa jest przewidziana w pracach wdrożeniowych PIMR.

6. Literatura

- [1] Dubowski A.P.: Projekt Badawczy Rozwojowy N R 10-0006-04/2008: System transportowy oparty na zastosowaniu nowych sposobów sprzęgania zestawów drogowych oraz innowacyjnym układzie sterowania hydraulicznych hamulców w holowanych pojazdach, 2008-2010.
- [2] Dubowski A. P. , Bręczewski J., Grzelak J., Rakowicz A., Pawłowski T., Weymann S., Zembrowski K.: Nowe zestawy pojazdów przeznaczone dla szkółek leśnych do transportu sadzonek drzew. Logistyka, 2009, nr 6.
- [3] Dubowski A. P., Grzelak J., Pawłowski T., Rakowicz A., Weymann S., Zembrowski K.: Nowy elektropneumatyczno-hydrauliczny układ hamulcowy dla lekkich i średnich zestawów drogowych. Logistyka, 2010, nr 2.
- [4] Dubowski A. P., Rakowicz A., Karbowski R., Pawłowski T., Weymann S., Zembrowski K.: Badania sprzęgów kulowych dla naczep kategorii O2-O3 (DMC 2-12t). Logistyka, 2011, nr 3.
- [5] Dubowski A. P., Grzelak J., Pawłowski T., Karbowski R., Rakowicz A., Weymann S., Zembrowski K.: R&D works progress on agricultural and forestry transportation units equipped with modern electronic brake system gooseneck trailers that could be coupled with light trucks or farm tractors. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2011, vol. 56 (1), pp. 37-43.
- [6] Zembrowski K., Wojtkowiak R., Ratajczak W., Rakowicz A., Weymann S., Dubowski A.P.: Transport sadzonek drzewek leśnych w kontenerach chronionych opończami wykonanymi z agrotkaniny Logistyka, 2011, nr 3.
- [7] Pawłowski T., Dubowski A., Kromulski J., Mac J., Kaźmierczak H.: Badania trwałościowe przyczepy na stanowisku badań przyśpieszonych. Poznań: PIMR, 2005.
- [8] Gustafsson M.: Preliminary report - General fatigue data for Domex steels, Project AT07012, SSAB TUNPLANT, Sweden (<http://www.ssab.com>).

NEW GENERATION OF GOOSENECK TRAILERS CATEGORY O3 AND THEIR TESTS ON ROLL STAND

Summary

New generation of gooseneck trailers which has been developed in PIMR is based on the universal type of frame destined for different versions of body construction. Tests on roll stand were run to capture any kind of errors made during designing of virtual model and building of real steel models. In general, stand test results confirmed proper design of the tongue and chassis of gooseneck trailer category O3 (GVW 10t) but indicated the need to redesign the construction of the frame in place near its linking with tongue of gooseneck trailer. Implemented changes caused reduction of stresses and should improve safety of work and transport of goods, especially in the agricultural and forestry sectors.