

*Naczepa , gęsia szyja, samochód skrzyniowy, zestaw, drogowy,
układ hamulcowy, sprzęg kulowy, zaczep kulowy,
badania, stanowisko podwoziowe*

Adam P. DUBOWSKI¹
Aleksander RAKOWICZ²
Radosław KARBOWSKI²
Tadeusz PAWŁOWSKI²
Sylwester WEYMANN²
Krzysztof ZEMBROWSKI²

NOWE SPRZĘGI KULOWE DLA NACZEP TYPU GĘSIA SZYJA

Badania stanowiskowe i drogowe samochodów skrzyniowych i naczep nowego systemu transportowego PIMR potwierdziły możliwość zbudowania uniwersalnej wersji sprzęgu kulowego dla naczep o DMC 12t. Zbudowano 5 nowych kompletów sprzęgów i zaczepów kulowych o średnicy kuli 60 mm , trzy sprzęgi zamontowano w naczepach badawczych PIMR, a dwa komplety wykonano dla potrzeb badań homologacyjnych, które są planowane w 2011 roku.

NEW BALL COUPLERS FOR GOOSENECK TRAILERS

Stand and road tests of truck and gooseneck trailers of new PIMR's transportation system confirmed the ability to build universal version of hitch ball and coupler for gooseneck trailers with GVW 12t. Built 5 new sets of couplers and hitch balls with diameter of the ball 60mm, three couplers mounted in PIMR's research gooseneck trailers and two sets are dedicated for approval tests that are planned in 2011.

1. WSTĘP

Od 2008 roku PIMR prowadzi prace związane z opracowaniem nowego systemu transportowego [1], którego podstawową opcję stanowi zestaw pojazdów drogowych złożony z samochodu skrzyniowego i naczepy typu gęsia szyja. Pojazdy są wyposażone w nowego typu sprzęgi i zaczepy kulowe o średnicy 60 mm oraz w sterowany przewodowo (Brake By Wire) układ hamulcowy PIMR-EBS (PEBS)[2]. W 2010 roku układ hamulcowy PEBS zamontowany w przyczepie PIMR-P1(DMC 3400kg) oraz w naczepie PIMR-N1 (DMC 4300kg) uzyskał europejskie świadectwa homologacyjne [3,4].

W etapie prac projektowych opracowano wirtualne modele sprzęgów kulowych współpracujące z zaczepami kulowymi o średnicy kuli 60 mm, a także o średnicy 70

^{1/2} Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych - PIMR-BE, 60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31,

Tel: + 48 618712230, Fax: + 48 61879-32-62

¹ E-mail: dubowski@pimr.poznan.pl

i 80 mm, przy czym o wykonaniu większych modeli sprzęgów miały zdecydować wyniki badań naczip wyposażonych w sprzęgi kulowe o średnicy kuli 60 mm.

2. BADANIA ZACZEPÓW I SPRZĘGÓW KULOWYCH

2.1 Badania modeli rzeczywistych pod kątem spełnienia wymagań dyrektyw WE

Opracowane w PIMR sprzęgi kulowe stanowią nowe rozwiązanie w zakresie sposobu blokowania zaczepu kulowego i należą do grupy podobnych urządzeń stosowanych od kilkudziesięciu lat m.in. w USA, Kanadzie, Australii. Konstrukcja ich nie stanowi zagrożenia dla osób obsługujących, zakres czynności związanych z ich otwieraniem i zamykaniem jest zrozumiały i w pełni bezpieczny dla kierowcy zestawu pojazdów. Wirtualne jak i rzeczywiste modele [5-6] urządzeń sprzęgających były konstruowane zgodnie z wymogami określonymi w Dyrektywie Nr 94/20/WE [7].

Ocena sprzęgu kulowego, zaczepu kulowego, wsporników zaczepu kulowego, montowanego w samochodach Mitsubishi L200 oraz Lublin, pod kątem spełnienia przepisów dyrektyw, dotyczących bezpieczeństwa obsługi i oceny ryzyka - pozwala stwierdzić, że szacunkowe ryzyko obsługi tych urządzeń sprowadzone jest do minimum. W trakcie wieloletniej eksploatacji pojazdów badawczych nie stwierdzono żadnych problemów dotyczących bezpieczeństwa pracy i obsługi. Sposób mocowania wspornika do ramy samochodu jest w pełni prawidłowy, nie stwierdzono żadnych poluzowań śrub czy nakrętek, również dźwignie sterujące mechanizmem zamykającym rygiel na kuli zaczepu mają odpowiednią przestrzeń dla palców czy dłoni, a siły potrzebne do przesterowania niczym nieobciążonych części - są niewielkie.

3. BADANIA STANOWISKOWE SPRZĘGU I ZACZEPU KULOWEGO

3.1. Badania zaczepu kulowego mocowanego w samochodzie Mitsubishi L200

Badania stanowiskowe pozwoliły sprawdzić pod kątem wytrzymałości zmęczeniowej m.in. sprzęgi kulowe wykonane ze stali S355 (18G2A) zamiast stali 40H, której zasadniczo nie można spawać. Badaniami dodatkowymi objęto także zaczepy kulowe wykonane ze stali 40H, które po obróbce ulepszano cieplnie (30 HRC). W badaniach na bębnowym stanowisku podwoziowym testuje się zazwyczaj elementy układu zawieszenia, ramy pojazdu, dyszla, przy czym dyszel badanego pojazdu jest połączony z zaczepem kulowym przytwierdzonym do ramy wsporczej mocowanej do szyn kotwiących stanowiska. W przypadku badań prawidłowości mocowania elementów wspornika zaczepu kulowego - samochód Mitsubishi L200 połączono z naczipą GN2000 obciążoną ładunkiem (DMC 4t) i następnie ustawiono na bębnowym stanowisku podwoziowym (rys. 1) - w ten sposób, że koła naczipy były napędzane bębnami z umocowanymi na nich progami. Każdy z bębnow był zaopatrzony w trzy progi o wysokości 40 mm, przy czym progi na drugim bębnie były przesunięte względem progów pierwszego bębna o kąt 120°. Takie usytuowanie progów dobrze symuluje przejazd obciążonej naczipy po nierównościach drogi, natomiast dla wspornika zamocowanego w samochodzie kilkugodzinna próba jest wystarczającą - by ocenić poprawność montażu wspornika na ramie samochodu.



Rys. 1. Badania kontrolne na stanowisku podwoziowym prawidłowości montażu wspornika zaczepu kulowego w samochodzie Mitsubishi L200

3.2. Badania stanowiskowe sprzęgów i zaczepów kulowych

W badaniach stanowiskowych związanych z testowaniem naczep nowego systemu transportowego postanowiono sprawdzić nie tylko sprzęg kulowy, który jest mocowany w dyszlu naczepy, ale także wspornik i zaczep kulowy wymontowany z samochodu Lublin. Przed zamocowaniem wspornika na stanowisku wprowadzono niewielką korektę w jego konstrukcji, a mianowicie górną krawędź kolumny wysuwnej zaczepu kulowego wzmocniono dodatkowo stalową opaską, w której zamontowano śrubę dociskową (rys. 2). Po wysunięciu korpusu zaczepu w położenie robocze i jego ustaleniu przy pomocy mechanizmu sworzniowego – dla całkowitego skasowania luzu należy dokręcić śrubę dociskową. Zmodyfikowany wspornik wraz z zaczepem kulowym zamontowano na specjalnej ramie wsporczej zakotwionej do szyn mocujących stanowiska podwoziowego (rys. 3,4) i testowano w próbach trwałościowych kolejnych wersji wykonawczych naczep kategorii O2 i O3.



Rys. 2. Zmodyfikowany wspornik zaczepu kulowego (z samochodu Lublin)



Rys. 2. Widok wspornika zaczepu kulowego zamocowanego na ramie kotwiącej i sprzęgniętej z nim naczepy GN2000



Rys. 3. Dyszel naczepy PIMR-N-O3 ze sprzęgiem kulowym zamocowanym na zaczepie kulowym umocowanym we wsporniku samochodu Lublin i ramie wsporczej

Wersja wzmocnionego wspornika zaczepu kulowego (Lublin 2,9t) pracowała bez zarzutu podczas stanowiskowych badań trwałościowych naczep i przyczep. Przeprowadzone próby stanowiskowe wykazały, że zaczep kulowy o średnicy 60 mm posiada wystarczającą wytrzymałość zarówno dla sprzęgania naczep kategorii O2 oraz naczep kategorii O3.

W badaniach trwałościowych stwierdzono jednak dużo gorszą wytrzymałość powierzchni roboczych sprzęgów kulowych wykonanych ze stali S355 - w porównaniu do sprzęgu (ulepszana stal 40H) zamontowanego w 1998 roku w dyszlu naczepy GN2000. Powierzchnia gniazda (czaszy) sprzęgu kulowego ze stali 40H nie nosi żadnych śladów zużycia (rys. 4), natomiast we wszystkich gniazdach (czaszach) sprzęgów kulowych ze stali S355 stwierdzono znaczne uszkodzenie powierzchni roboczych (pitting) (rys. 5). Podobne ślady zużycia zaobserwowano w sprzęgach kulowych badanych w trakcie prób drogowych i terenowych.



Rys. 4. Sprzęg naczepy GN2000 z ulepszonej stali 40H, po 10-letnim okresie eksploatacji



Rys. 5. Sprzęg ze stali S355 – wyraźne ślady zużycia powierzchni gniazda (czaszki), z lewej strony podłużne wgłębienie jest rowkiem połączonym ze smarowniczką

Wyniki badań stanowiskowych i drogowo-terenowych nowych sprzęgów kulowych pracujących w dyszlach naczep: GN2000, PIMR-N1-O2, PIMR-N-O3 wskazują wyraźnie, że stali S355 (18G2A) nie powinno się stosować w sprzęgach kulowych montowanych w naczepach kategorii O2 i O3, zwłaszcza przeznaczonych do pracy w transporcie rolniczym i leśnym.

4. NOWE SPRZĘGI I ZACZEPY KULOWE DLA NACZEP KATEGORII O2÷O3

Analiza wyników badań sprzęgów kulowych wskazuje na celowość opracowania konstrukcji jednego uniwersalnego sprzęgu kulowego (o średnicy kuli 60 mm) dla naczep kategorii O2/O3 o DMC do 12 t (do 10t na kołach naczepy i do 2t na zaczepie kulowym).

Zaczepy kulowe oraz sprzęgi kulowe - powinny być wykonane ze stali ulepszanych cieplnie. Zgodnie z opracowaną w 2010 roku dokumentacją techniczną PIMR-BE zaczepy kulowe wykonano z ulepszonej stali 40HM-T, natomiast sprzęgi kulowe ze stali Superplast 400, która w stanie ulepszonym posiada w całym przekroju stałą twardość 370 HB (38HRC).

W listopadzie 2010 opracowano wirtualne modele, a po ich sprawdzeniu w badaniach symulacyjnych, zbudowano 5 kompletów nowych modeli sprzęgów i zaczepów kulowych (rys. 6.), z których trzy zamontowano w naczepach badawczych PIMR a pozostałe dwa przeznaczone są do badań homologacyjnych zgodnie z wymogami Dyrektywy 94/20/WE.



Rys. 6. Widok nowego kompletu sprzęgu kulowego i zaczepu kulowego dla naczep typu gęsia szyja kategorii O2 i O3

Nowe sprzęgi kulowe, które opracowano w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu mają szansę szybkiego wdrożenia w Europie, bowiem na rynku nie ma podobnego i o tak zwartej konstrukcji zaczepu kulowego dla naczep kategorii O3.

W Belgii dla naczep kategorii O2 stosuje się dużo masywniejsze konstrukcje sprzęgu, który pokazano na rysunku 7, udostępnionym przez firmę Maxi Track Trailers [8]; a w Holandii dla większych naczep typu gęsia szyja stosuje się także dużo większy sprzęg o średnicy kuli 80 mm, który pokazano na rysunku 8 - udostępnionym przez firmę Boopark B.V. [9].



Rys. 7. Sprzęg kulowy stosowany w Belgii dla naczep kategorii O2, z elektrycznymi hamulcami (elektromagnesy) z USA



Rys. 8. Sprzęg kulowy stosowany w Holandii dla naczep kategorii O2 i O3

Zaczepty kulowe PIMR o średnicy 60 mm będzie można także stosować w przyczepach o DMC do 10t, jest to szczególnie ważne dla poprawy bezpieczeństwa transportu w rolnictwie, zwłaszcza przy holowaniu przyczep po drogach gruntowych i duktach leśnych.

5. WNIOSKI

1. Badania stanowiskowe i drogowe sprzęgów i zaczepów kulowych o średnicy kuli 60 mm wykazały celowość opracowania ich uniwersalnej wersji z przeznaczeniem do stosowania w naczepach kategorii O2÷O3.
2. Badania modeli wirtualnych nowego sprzęgu przeznaczonego dla naczep o DMC do 12t potwierdziły celowość ich zbudowania ze stali ulepszonych cieplnie.
3. Zbudowane modele sprzęgu kulowego będą badane w 2011 roku w naczepach nowego systemu transportowego PIMR oraz zostaną sprawdzone w badaniach homologacyjnych.
4. Uzyskanie świadectwa homologacyjnego dla sprzęgu i zaczepu kulowego, o średnicy kuli 60 mm pozwoli na ich wdrożenie w naczepach o DMC 2÷12t na rynku europejskim.
5. Uzyskanie świadectwa homologacyjnego dla zaczepu kulowego (60 mm) pozwoli także na jego stosowanie w przyczepach o DMC 2÷10t.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Projekt Badawczy Rozwojowy NR 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.: Mitsubishi L200 - samochód badawczy PIMR i jego przystosowanie do sprzęgania naczep typu gęsia szyja, z nowym rodzajem sprzęgu kulowego oraz elektronicznym układem sterującym pracą hydraulicznych hamulców. Politechnika Radomska, Prace Naukowe "Transport" Nr 1/27/2009.
- [3] Approval No.: E9-13R-11.1264 Vehicle category: O2, commercial description: PIMR P1.
- [4] Approval No.: E9-13R-11.1775 Vehicle category: O2, commercial description: PIMR N1.
- [5] Projekt Rozwojowy Nr 10-0006-04/2008 Etap 1. Opracowanie koncepcji zabudowy oraz budowa wirtualnych modeli wsporników zaczepu kulowego dla wybranych modeli samochodów skrzyniowych. Nr pracy 74/2008/BE/PR. Symbol ewid.: PIMR-7647.
- [6] Projekt Rozwojowy Nr 10-0006-04/2008 Etap 4. Opracowanie wirtualnych modeli uniwersalnej ramy nośnej i skrzyni ładunkowej naczepy/przyczepy (DMC do 3,5t oraz DMC do 10t), opracowanie modeli wirtualnych nowych rodzajów sprzęgu. Nr pracy 74/2008/BE/PR. Symbol ewid.: PIMR-7650.
- [7] Dyrektywa 94/20WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 30 maja 1994r. odnosząca się do mechanicznych urządzeń sprzęgających pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz systemów ich mocowania do tych pojazdów.
- [8] MAXI TRACK TRAILERS, Stehous Centre 67, 1480 TUBIZE, BELGIUM
tel 0032475691784 .
- [9] BOOPARK B.V. - <http://www.boopark.nl/> .