

Zbigniew SETA¹

BADANIA EKSPERYMENTALNE UKŁADU PIASTY PNEUMATYCZNEJ

W referacie zawarto metodykę oraz sposób realizacji badań eksperymentalnych układu piasty pneumatycznej, zamocowanej do obręczy platformy o kołach pneumatycznych. Wskazano na cel badań jako określenie przydatności proponowanego rozwiązania do modyfikacji ciśnienia powietrza w kole w czasie rzeczywistym pod kątem zwiększenia mobilności platformy kołowej w terenie niezdeterminowanym. Do referatu włączono rysunki ilustrujące niezbędne składniki układu pneumatycznego związanego z kołem pneumatycznym platformy. Wnioski końcowe wskazują na poprawność przyjętej koncepcji oraz metodyki badań.

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF PNEUMATICAL SEAL

The report deals with the issue of methodology and the way of realizing the experimental research of the construction of a pneumatic nave fixed to the rim of the platform of the vehicle with pneumatic wheels. The aim of the research was to define the usefulness of a suggested solution to the modification of the air pressure in the wheel at the factual time taking into account the increase of mobility in the undetermined area. The drawings illustrating necessary components of a pneumatic scheme connected with the wheel of the platform are also included in the report. Final conclusions show at the correctness of the concept and the methodology of the research.

1. WSTĘP

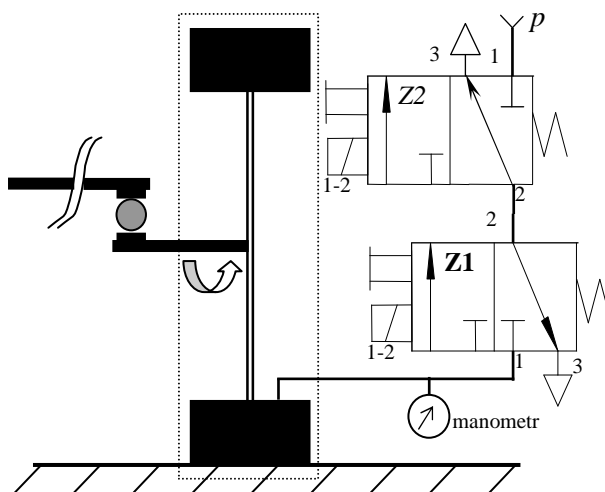
Powszechnie stosowane rozwiązania platform kołowych dla pojazdów mechatronicznych takich jak roboty mobilne mogą nie zapewnić całkowitej realizacji zadania przez ten pojazd na skutek np. napotkanych przeszkód na drodze ruchu robota. Staje się tak, bowiem dla terenu niezdeterminowanego (czyli np. obszaru działania robota o nieznanym charakterystyce powierzchni ruchu) spotykane rozwiązania platform kołowych nie gwarantują należytej adaptacji takich podwozi do napotkanych warunków jazdy. W pracach [2], [4] i [8] wskazano na przyczyny takiego stanu rzeczy oraz zaproponowano rozwiązanie dla polepszenia parametrów jezdnych dla platform o kołach pneumatycznych, na których można zabudować oprzyrządowanie mechatroniczne.

¹Politechnika Radomska, Wydział TiE, e-mail: z.seta@pr.radom.pl, tel.: +48 (048) 361 – 77 – 53.

Według przyjętej przez autora koncepcji polepszenie parametrów jezdnych pojazdu mobilnego powinno odbywać się poprzez wykorzystanie modyfikacji ciśnienia w kołach pneumatycznych jego platformy podczas ruchu w różnych warunkach terenowych.

Stwierdzono, że biorąc pod uwagę typową konstrukcję podwozia spotykanych platform tylko optymalizacja ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym podwozia platformy w czasie jej poruszania się może wpłynąć na poprawę parametrów jezdnych niemalże w każdych warunkach. Zaproponowano i zrealizowano serię eksperymentów potwierdzających zasadność przyjętej do rozważań koncepcji optymalizacji.

Na przykład w pracy [6] zaproponowano do realizacji procesu upuszczania / pompowania koła pneumatycznego platformy specjalny, opracowany na potrzeby badań układ pneumatyczny. Układ ten zbudowano wykorzystując odpowiednie połączenie dwóch zaworów pneumatycznych rozdzielających tak, aby wyzwalenie ich dokonywało selekcji sprężonego powietrza dla dwóch przeciwstawnych dróg sygnałowych: od zbiornika powietrza do koła oraz od koła do atmosfery. Schemat tego układu ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Schemat układu konfiguracji zaworów

Należy zaznaczyć, że istotnym elementem projektowanego układu pneumatycznego związanego z kołem platformy była tzw. piasta pneumatyczna. Widok prototypu piasty pneumatycznej ilustruje rys. 2².

Konstrukcja piasty została tak opracowana, aby możliwe było jej trwałe i pewne zamocowanie w osi koła pneumatycznego platformy. Dodatkowo z otworami roboczymi piasty (przez które przepływa sprężone powietrze w obu kierunkach) zorientowane są odpowiedniego rodzaju przyłącza pneumatyczne. Pierwsze zakończone jest kształtką kątową i umożliwia przyłączenie przewodu pneumatycznego obwodu głównego do piasty.

² Rozwiązanie układowe piasty pneumatycznej objęte jest wnioskiem patentowym Nr P387914.



Rys. 2. Prototyp piasty pneumatycznej do badań eksperymentalnych

Do drugiego zakończonego przyłączką prostą doprowadzony jest przewód ciśnieniowy, łączący piastę pneumatyczną z kołem pneumatycznym platformy (poprzez zaworek koła). Piasta jest tak skonstruowana, aby pierwsze przyłącze w stosunku do obudowy piasty (jak i drugiego przyłącza) mogło wykonywać względny ruch obrotowy. Jest to warunek stosowalności piasty do badań eksperymentalnych według przyjętej koncepcji upuszczania / pompowania koła podczas ruchu platformy w terenie. Rozwiązanie zamocowania piasty pneumatycznej w osi koła ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Prototyp piasty pneumatycznej zamocowany w osi koła

2. METODYKA BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH UKŁADU PIASTY

Celem realizowanych badań eksperymentalnych było określenie przydatności proponowanego rozwiązania piasty pneumatycznej do modyfikacji ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym w czasie rzeczywistym. Zaproponowano następujące rodzaje eksperymentu:

- modyfikacja statyczna – polegająca na upuszczaniu/pompowaniu koła pneumatycznego w czasie postoju pojazdu;
- modyfikacja dynamiczna – polegająca na upuszczaniu/pompowaniu koła pneumatycznego w czasie ruchu pojazdu z różnymi prędkościami.

Dla zachowania odpowiednich zasad bezpieczeństwa związanych z użytkowaniem pojazdu w czasie badań eksperymentalnych, odpowiedni odcinek przewodu ciśnieniowego łączącego pierwsze przyłącze piasty pneumatycznej z centralnym układem pneumatycznym zamocowano za pośrednictwem odpowiedniego uchwytu³ w podwoziu platformy. Ilustruje to rysunek 4.



Rys. 4. Uchwyt mocujący przewód ciśnieniowy do zawieszenia platformy

Należy nadmienić, że badania eksperymentalne wszelkich nowych rozwiązań i koncepcji podwozi pojazdów dla określenia ich możliwości terenowych przeprowadza się według odpowiednich norm branżowych i na przygotowanym torze przeszkód (tzw. poligonie doświadczalnym)[3]. Normy te określają szereg czynników, które badacz musi spełnić w trakcie przeprowadzanych badań pojazdu.

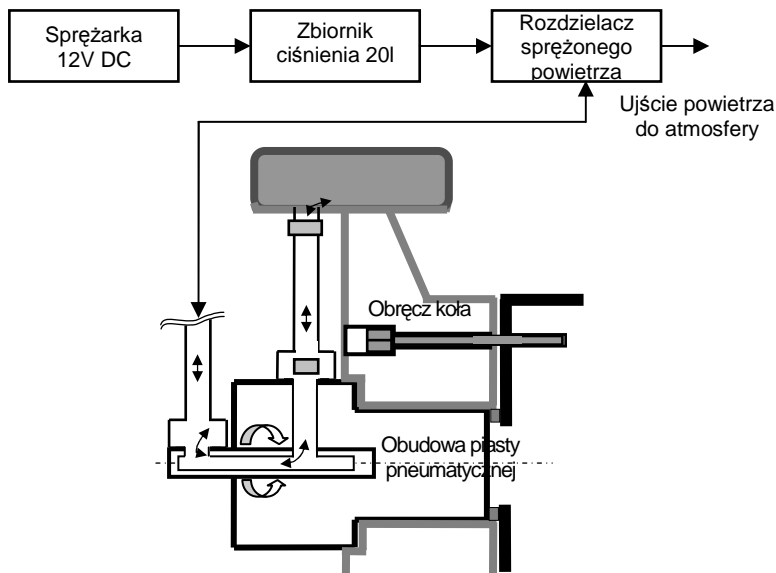
³ Rozwiązanie układowe uchwytu objęte jest wnioskiem patentowym Nr **P387915**.

Uwzględniając powyższe należy jednak stwierdzić, że przypadek badania zachowania się pojazdu mobilnego w terenie z różnym ciśnieniem powietrza w kołach, modyfikowanym przy użyciu piasty pneumatycznej nie jest objęty konkretną normą branżową. Wydaje się, że w związku z tym zasadnie jest przyjąć, że pojazd z takim rozwiązaniem (tzn. modyfikowanym w czasie ruchu ciśnieniem powietrza w kole) powinien być przebadany pod kątem konkretnego użytkownika takiego pojazdu i spełniać jego wymagania odnośnie użytkowania w terenie. Ponieważ badania, na których się autor skupia dotyczą takich przypadków zastosowań „pod użytkownika”, zaproponowano eksperymenty wyłączające poligon doświadczalny w rozumieniu norm branżowych jako miejsce badań ruchu pojazdu. Celem badań bowiem nie było określenie możliwości terenowych platformy w czasie jej ruchu, ale analiza przydatności proponowanego rozwiązania piasty pneumatycznej i całego układu pneumatycznego do dynamicznej modyfikacji ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym.

Jako teren dla realizacji modyfikacji dynamicznej powietrza w kole platformy zaproponowano zarówno drogę utwardzoną o zerowym natężeniu ruchu, jak również teren zróżnicowany, w którym pojazd bez modyfikacji ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym nie mógłby się poruszać, lub poruszałby się z trudem.

4. SCHEMAT CENTRALNEGO UKŁADU PNEUMATYCZNEGO

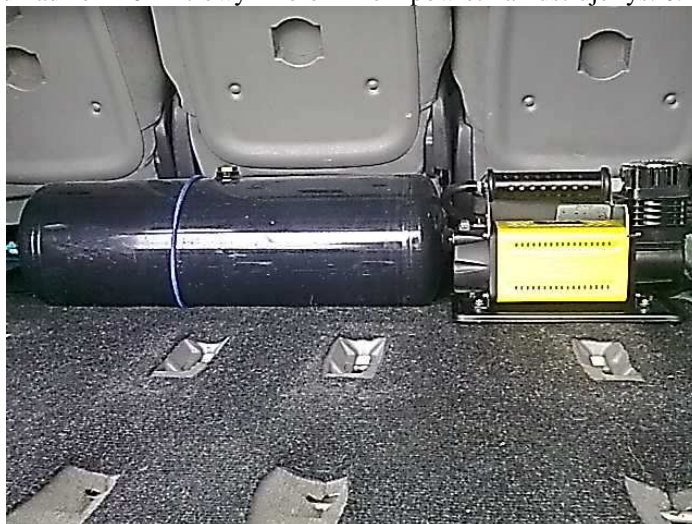
Rysunek 5 ilustruje schemat blokowy centralnego układu pneumatycznego na podstawie którego stworzono jego praktyczną realizację na potrzeby badań eksperymentalnych.



Rys. 5. Schemat blokowy centralnego układu pneumatycznego

Ponieważ istota realizacji modyfikacji dynamicznej ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym sprowadza się do upuszczania / pompowania koła w czasie ruchu pojazdu

po podłożu, zaproponowano w bloku przygotowania powietrza wysoko wydajną sprężarkę (kompresor), zasilaną napięciem pokładowym pojazdu, czyli 12V DC. Na podstawie analizy parametrów wielu sprężarek dostępnych na rynku zaproponowano kompresor, który charakteryzuje się m.in. wydajnością 160 l/min oraz poborem prądu 45A. Umieszczenie kompresora w układzie z 20 – litrowym zbiornikiem powietrza ilustruje rys. 6.



Rys. 6. Umieszczenie kompresora w układzie ze zbiornikiem ciśnieniowym 20 litrów

5. REALIZACJA BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

5.1 Modyfikacja statyczna ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym

Istotą modyfikacji statycznej ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym było zbadanie możliwości w działaniu zaprojektowanego układu pneumatycznego. Przyjęto, że zaproponowane testy mają określić m.in.:

- wydajność zastosowanego kompresora do pompowania koła pneumatycznego do odpowiednich wartości;
- potwierdzić skuteczność w działaniu układu piasty pneumatycznej wraz z zespołem zaworów rozdzielających do upuszczania powietrza z koła i do sterowania jego napełnianiem.

Przeprowadzona seria eksperymentów określiła, że upuszczanie powietrza z koła pneumatycznego do wartości określonej w katalogu ogumienia jako bezpieczna (ok. 30% wartości ciśnienia nominalnego) następowało w czasie ok. 2 minut. Pompowanie zaś koła od wartości minimalnej do wartości nominalnej następowało w ciągu około kilkudziesięciu sekund. Dodatkowo stwierdzono, że ze względu na typ zastosowanej w platformie opony wygodnie będzie przyjąć, że minimalnym ciśnieniem bezpiecznym w kole w czasie badań dynamicznych będzie wartość równa 1 bar.

5.2 Modyfikacja dynamiczna ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym

Istotą modyfikacji dynamicznej ciśnienia powietrza w kole pneumatycznym było określenie przydatności zaprojektowanego układu pneumatycznego do upuszczania /

pompowania koła w czasie ruchu platformy w różnym terenie. Szczególną uwagę zwrócono na układ: piasta – mocowanie przewodu do podwozia, bowiem błąd w założeniach konstrukcyjnych tej konfiguracji mógł skutkować niepowodzeniem w eksperymentach (urwanie przewodu pneumatycznego lub odpadnięcie obudowy piasty od osi koła).

Podczas eksperymentów powietrze w kole pneumatycznym modyfikowano w obie strony od wartości znamionowej dla tej opony 2,4 bar do wartości określonej wcześniej jako bezpieczna czyli 1 bar. Modyfikacji ciśnienia w kole dokonywano poruszając się po terenie utwardzonym (asfalt) oraz drogą piaszczystą.

6. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów dotyczących badania układu piasty pneumatycznej stwierdzono, że przyjęte założenia dotyczące konstrukcji piasty według rysunku 2 i jej mocowania w osi koła według rysunku 3, mocowania przewodu pneumatycznego do podwozia platformy według rys. 4, układu zaworów rozdzielających oraz doboru kompresora okazały się słuszne. Modyfikacja ciśnienia w kole pneumatycznym platformy jezdnej okazała się możliwa w każdych warunkach poruszania się pojazdu. Powyższe potwierdziło przydatność zaprojektowanego rozwiązania układu pneumatycznego do dalszych badań nad koncepcją optymalizacji parametrów jezdnych platform kołowych w czasie ich ruchu w środowisku niezdeterminowanym.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Lanzendoerfer J., Szczepaniak C., Szosland A.: *Teoria ruchu samochodu*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. Łódź 1988.
- [2] Łukasik Z., Seta Z.: *Wpływ własności jezdnych robota mobilnego na realizację zadania*. Konferencja LOGITRANS 2009.
- [3] Orzełowski S.: *Eksperymentalne badania samochodów i ich zespołów*. Wydawnictwo WNT, Warszawa 1995.
- [4] Seta Z.: *Koncepcja badań eksperymentalnych piasty pneumatycznej w aspekcie optymalizacji ruchu platformy kołowej robota mobilnego*. Konferencja LOGITRANS 2010.
- [5] Seta Z.: *Konstrukcja piasty pneumatycznej w zagadnieniu dynamicznego kształtowania ciśnienia w kole pojazdu*. Materiały niepublikowane. PR 2008.
- [6] Seta Z.: *Optymalizacja własności jezdnych platformy kołowej w otoczeniu niezdeterminowanym*. Seminarium: Sekcja Automatyki i Robotyki PIAP, Warszawa 03.06.2009.
- [7] Seta Z.: *Prototyp robota mobilnego w aspekcie optymalizacji ruchu w otoczeniu niezdeterminowanym*. 13th International Conference 'Computer Systems Aided Science, Industry, and Transport' Transcomp, Zakopane 2009.
- [8] Seta Z.: *Koncepcja optymalizacji własności jezdnych platformy robota mobilnego*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – seria Transport, Zeszyt Naukowy Nr 71, str.221-232, 2009.
- [9] Szenajch W.: *Napęd i sterowanie pneumatyczne*. Wyd. WNT, Warszawa 1997.