

POLASIK Jakub, KRAWIEC Piotr, WALUŚ Konrad J.

PODNOŚNIK PNEUMATYCZNY POJAZDU WYŚCIGOWEGO – PROJEKT KONCEPCYJNY

Streszczenie

Samochodowe wyścigi torowe cechują się pokonywaniem przez pojazd sportowy znacznych odległości z dużą prędkością przekraczającą zazwyczaj 200 km/h w krótkim czasie. Podczas takich wyścigów niezbędna jest zmiana opon, uzupełnianie paliwa oraz drobne naprawy. W tym celu konieczne jest podniesienie pojazdu na odpowiednią wysokość w określonym czasie wraz ze spełnieniem obowiązujących wymogów bezpieczeństwa. W pracy przedstawiono budowę pojazdu sportowego, podstawowe dane podzespołów zaprojektowanego podnośnika pneumatycznego oraz wyniki badań doświadczalnych wykonanego urządzenia.

WSTĘP

Samochodowe wyścigi torowe typu Grand Prix cechują się pokonywaniem przez pojazd znacznych odległości z prędkością przekraczającą 200 km/h. w stosunkowo krótkim czasie. Podczas wyścigów niezbędna jest zmiana opon, uzupełnienie paliwa oraz drobne naprawy. W tym celu konieczne jest sprawne podniesienie pojazdu na odpowiednią wysokość z zachowaniem obowiązujących wymogów bezpieczeństwa [6, 9]. W pracy przedstawiono budowę, zasadę działania oraz wyniki badań eksperymentalnych przykładowego pojazdu sportowego. Niewielka masa pojazdu przygotowanego do startu, wraz z kierowcą, płynami, gaśnicami oraz osprzętem pokładowym nie może być mniejsza niż 620 kilogramów. Dzięki temu możliwie jest wykorzystanie przez mechaników podnośników ręcznych. Takie rozwiązanie jest powszechnie stosowane podczas wyścigów Formuły 1 [3].

Drugim przykładem rozwiązania podnośnika samochodowego stosowanego w sportach motorowych wymagających wymiany ogumienia jest system pneumatycznego podnoszenia pojazdu (Rys.1). Wykorzystując system pneumatyczny medium robocze dostarczane jest z poza pojazdu przez mechaników wyposażonych w zbiornik wysokociśnieniowy [1, 2]. Elementami generującymi ruch pionowy są siłowniki pneumatyczne wmontowane na stałe w płytę podłogową pojazdu lub w elementy klatki bezpieczeństwa pojazdu. W miejscu określonym przez regulamin Federation Internationale de l'Automobile w karoserii pojazdu znajdują się szybkozłącze umożliwiające przekazanie sprężonego powietrza do układu zainstalowanego w pojeździe. Układy te pracują przy ciśnieniu dochodzącym do 2 [MPa]. Po zakończonej obsłudze pojazdu w alei serwisowej powrót siłowników wymuszony jest za pomocą sprężyny, której charakterystyka umożliwia wsunięcie tłoka przy zachowaniu najmniejszych oporów ruchu podczas jego wysuwu. Systemy takie są pomyślnie stosowane w wielu seriach wyścigowych, do których należą między innymi: GT, WTCC, WEC, DTM, 24h Le Mans, Porsche Super Cup [6, 9].



Rys. 1. Widok pojazdu sportowego podniesionego za pomocą pneumatycznego systemu z zasilaniem zewnętrznym [5]

Kolejnym rozwiązaniem umożliwiającym podniesienie pojazdu w celach serwisowych jest zastosowanie układu hydraulicznego. Układ taki charakteryzuje się uzyskiwaniem dużych wartości sił przy stosunkowo niewielkiej masie całego układu. Podnośnik hydrauliczny cechuje się płynną, bezstopniową regulacją prędkości wysuwu tłoka oraz dużą dokładnością w pozycjonowaniu liniowym. Wadą takiego układu jest brak elastyczności medium, co może skutkować podczas niewłaściwej eksploatacji uderzeniami tłoków o podłoże, a w konsekwencji może prowadzić do deformacji płyty podłogowej pojazdu. Drugą istotną wadą takiego systemu jest możliwość jego zapowietrzenia i spadku efektywności pracy.

W artykule przedstawiono projekt podnośnika pneumatycznego pojazdu wyścigowego, jego konstrukcję oraz pilotażowe badania doświadczalne wykonanego i zamontowanego w pojeździe układu.

1. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Celem projektu było opracowanie i wykonanie niezależnego układu podnoszenia pojazdu z wykorzystaniem siłowników pneumatycznych. Zaprojektowany układ charakteryzuje się następującymi cechami:

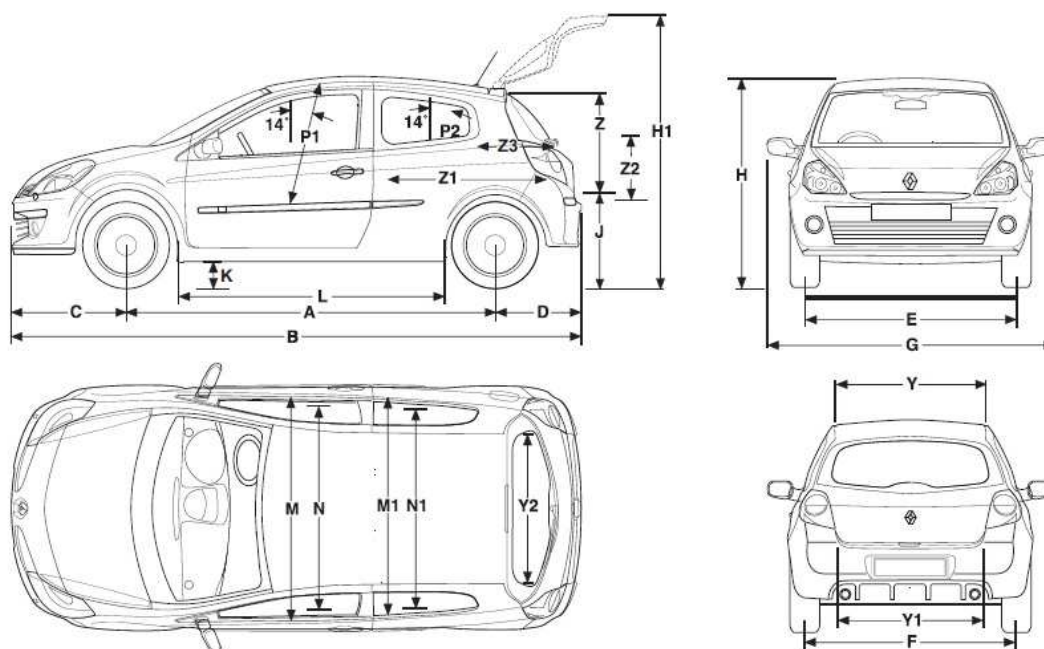
- posiada samodzielne zasilanie,
- umożliwia podniesienie pojazdu na zadaną wysokość w czasie nie dłuższym niż 10 sekund,
- spełnia warunki bezpieczeństwa,
- umożliwia sterowanie układem z miejsca kierowcy.

2. OBIEKT BADAŃ

Pojazdem badanym był samochód osobowy przystosowany do wyścigów torowych. Samochodem było Renault Clio Sport z 2012 roku, w którym zamontowano zaprojektowany pneumatyczny system podnoszenia. Dane techniczne pojazdu przedstawiono w tabeli 1 oraz na rysunkach 2 i 3 [4].

Tab. 1. Dane techniczne pojazdu[4]

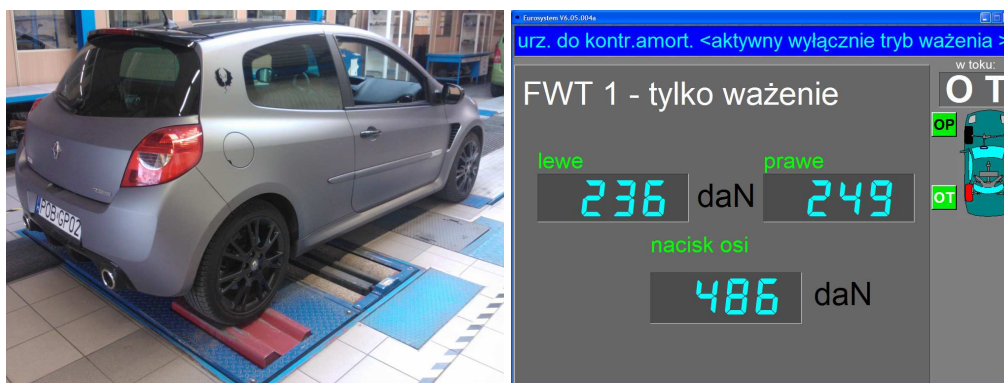
Renault Clio RS – dane techniczne	
Silnik – pojemność / typ / cylindry / zawory	1998 cm ³ / 51br51 / R4 / 16
Moc maksymalna (kW/KM/787br./min)	147,5/200/7100
Maks. Moment obrotowy (Nm/787br./min)	215/5400
Prędkość maksymalna (km/h)	235
Skrzynia biegów / napęd na koła	Manualna 6 przełożeń / przednie
Przyspieszenie 0-100 km/h	6,5 s
Masa własna	1279 kg
Hamulce	Wentylowane, zaciski 4 tloczkowe brembo
Koła	215/45/R17 /obrócze kute

**Rys. 2.** Podstawowe wymiary pojazdu [4]**Tab. 2.** Objaśnienia symboli wymiarowych (do Rys.2.) [4]

A- Rozstaw osi	2585 mm
B - Długość całkowita	4017 mm
E - Rozstaw kół przednich	1520 mm
F - Rozstaw kół tylnych	1520 mm
G - Szerokość całkowita	2025 mm
H - Wysokość całkowita	1484 mm
K – Prześwit	120 mm
L - Długość linii progu	1677 mm

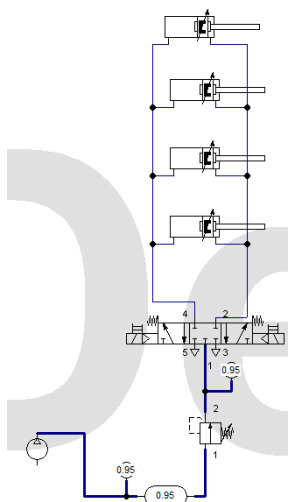
3. CHARAKTERYSTYKA UKŁADU PODNOŚNIKA

Głównymi elementem podnośnika pneumatycznego odpowiadającym za podnoszenie pojazdu są siłowniki zamontowane w jego wnętrzu. W celu weryfikacji poprawności ich doboru przeprowadzono badania sił nacisku działających na przednią i tylną oś pojazdu. Wyznaczono także naciski na poszczególne koła (Rys.3). Otrzymane wyniki badań umożliwiły wyznaczenie średnicy tłoczyska na podstawie której dobrano odpowiedni siłownik. Wartość prześwitu odczytana z danych katalogowych pozwoliła na określenie odpowiedniej długości wysuwu tłoka. Po wykonaniu niezbędnych obliczeń dobrano siłowniki o średnicy tłoka 100 mm i skoku 210 mm.



Rys. 3. Widok pojazdu badanego oraz ekranu pomiarowego nacisków tylnej osi podczas badań doświadczalnych

Do sterowania przepływem czynnika roboczego zastosowano elektrozawór typu 5/3. Charakteryzuje się on tym, że w położeniu środkowym ma wszystkie drogi odcięte. Rozdzielacz jest zasilany napięciem 12V z akumulatora pojazdu, w którym został zainstalowany układ. Dzięki zastosowaniu rozdzielacza trójpołożeniowego po podniesieniu pojazdu i przesterowaniu w położenie środkowe nawet po utracie napięcia samochód pozostanie w tej pozycji. Umożliwia to zachowanie niezbędnych wymogów bezpieczeństwa. Zaprojektowany układ pneumatyczny został poddany testom symulacyjnym z wykorzystaniem programu FluidSIM Pneumatic V 4.2 w wersji demo. Schemat połączeń pneumatycznych przedstawiono na rysunku (Rys.4).



Rys. 4. Schemat zaprojektowanego układu pneumatycznego

Sprężone powietrze jest przygotowywane w zbiorniku wysokociśnieniowym przez kompresor zasilany napięciem 12V o wydajności 2,38 m³/min. Czynnik roboczy ze zbiornika do rozdzielacza i dalej do listwy rozdzielającej transportowany jest w przewodach PCV o średnicy 12mm. Następnie przekazywany jest do poszczególnych siłowników przewodami o średnicy 8 mm.

Ze względów bezpieczeństwa w zbiorniku zamontowano zawór ciśnieniowy obniżający nadmiar sprężonego czynnika w przypadku nie rozłączenia zasilania kompresora przez przełącznik ciśnienia.

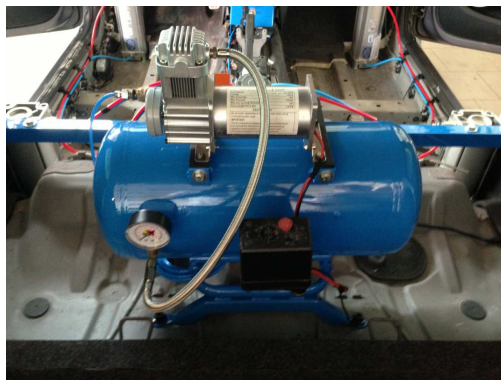
Ze względu na nierównomierny rozkład masy pojazdu w siłownikach umieszczonych przed tylną osią zamontowano zawory tłumiąco zwrotne z manualną regulacją tłumienia wysuwu. Ma to na celu równomierne ustawienie wysuwu siłowników i podniesienia pojazdu.

4. BADANIA DOŚWIADCZALNE I WERYFIKACJA UKŁADU PODNOŚNIKA

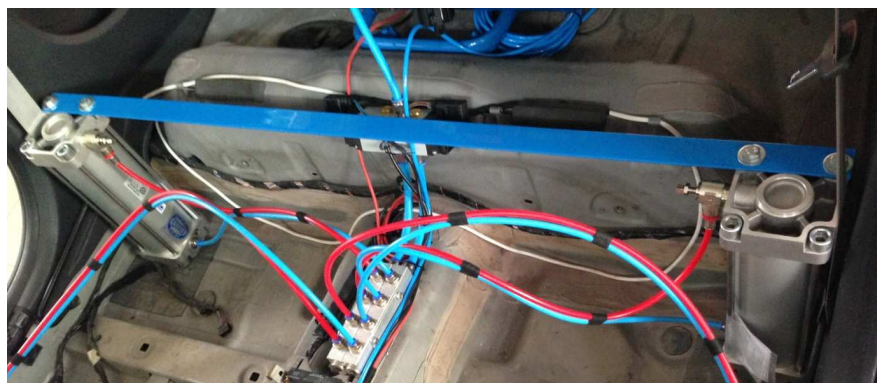
Zaprojektowany układ siłowników zamontowano w płycie podłogowej pojazdu za przednią oraz przed tylną osią. Otwory do mocowania siłownika zostały wykonane według wcześniej przygotowanego szablonu. Zbiornik wraz z osprzętem został zamocowany w miejscu tylnego siedzenia.



Rys. 5. Widok miejsca montażu siłownika z tyłu pojazdu (widok od spodu i wewnątrz)

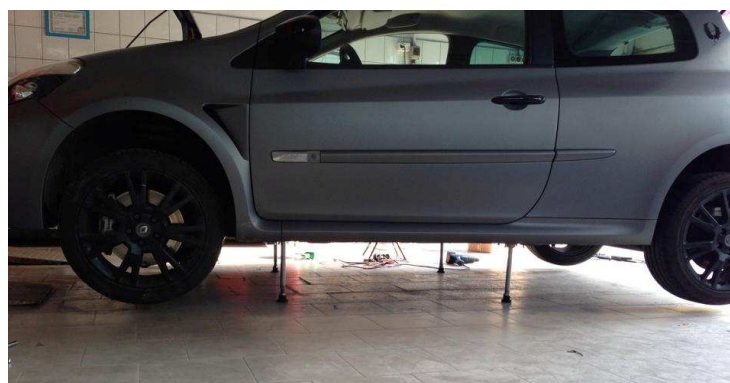


Rys. 6. Widok miejsca montażu zbiornika wysokociśnieniowego wraz z osprzętem i kompresorem



Rys. 7. Widok rozstawienia tylnych siłowników z elementem zabezpieczającym

Po zamontowaniu układu pneumatycznego i kontroli połączeń wykonano próbę podniesienia samochodu. Podczas tej próby uzyskano pełny wysów siłowników w czasie 5-ciu sekund, po tym czasie koła samochodu znalazły się w odległości od nawierzchni około 30 mm. Opuszczenie pojazdu zostało wykonane w czasie 3 sekund. Widok podniesionego pojazdu przedstawiono na rysunku (Rys.8).



Rys. 8. Widok pojazdu przy pełnym wysuwie siłowników

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono prototyp podnośnika pneumatycznego zintegrowanego z samochodem wyścigowym. Przed montażem urządzenia przeprowadzono symulację poprawności jego funkcjonowania. Układ posiada niezależne zasilanie dzięki czemu możliwe jest podniesienie pojazdu w czasie krótszym niż zakładany. Ze względów bezpieczeństwa w prototypie zastosowano ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa, uniemożliwiający przeciążenie układu. Panel sterowania zaprojektowanego urządzenia usytuowano w miejscu zapewniającym ergonomiczność jego obsługi.

BIBLIOGRAFIA

1. Szenjach W., *Napędy i sterowanie pneumatyczne*. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2009.
2. Gerc E.W., *Napędy pneumatyczne teoria i obliczanie*. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1973
3. Beckmann B., *The physics of racing*. Burbank, CA 91503, 1991-2002 (http://phors.locost7.info/files/Beckman_-_The_Physics_of_Racing.pdf 2013-10-04 12:35)
4. www.renaultsport.com
5. <http://jdmaddiction.wordpress.com/>

6. www.fia.com 2013 F1 FIA Regulation Published on 04.07.2003
7. www.fiawtcc.com
8. www.dtm.com
9. http://www.24h-lemans.com/en/race/regulations_2_2_1744.html

PNEUMATIC LIFT RACING CAR - CONCEPT PROJECT

Abstract

Auto racing track characterized by overcoming the sports vehicle long distances at high speeds usually exceeding 200 km/h in a short time. During such races is necessary to change tires and refueling and minor repairs. For this purpose it is necessary to raise the vehicle to the correct height at a given time and to compliance with applicable safety requirements. The paper presents the construction of a sports vehicle, the basic data components designed pneumatics lift and experimental results made device.

Autorzy:

mgr inż. Jakub Polasik – Politechnika Poznańska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, polasik@interia.eu

dr hab. inż. **Piotr Krawiec prof PP.** – Politechnika Poznańska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, piotr.krawiec@put.poznan.pl

dr inż. **Konrad J. Waluś** – Politechnika Poznańska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, konrad.walus@put.poznan.pl