

Łukasz KONIECZNY¹

WYZNACZENIE CHARAKTERYSTYKI TŁUMIENIA KOLUMNY HYDROPNEUMATYCZNEJ CITROENA C5

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań na stanowisku indykatorowym wybudowanej kolumny zawieszenia hydropneumatycznego stosowanego w samochodzie marki Citroen C5, przy uwzględnieniu wybranych parametrów. Uwzględnianym parametrem eksploatacyjnym, istotnie wpływającym na zachowanie sprężyny pneumatycznej o stałej masie gazu, było obciążenie statyczne pojazdu. Wyznaczono na stanowisku indykatorowym wykresy pracy (wykres ciągły zmian sił w funkcji przemieszczenia) oraz wykresy prędkościowe (wykres zmian sił w funkcji prędkości linowej) dla kolumny (sprężyny pneumatycznej wraz z tłumikiem drgań). Wyznaczono również charakterystykę tłumienia kolumny hydropneumatycznej.

Słowa kluczowe. zawieszenie hydropneumatyczne, charakterystyki tłumienia.

DETERMINING OF DAMPING CHARACTERISTIC OF CITROEN C5 HYDROPNEUMATIC STRUT

Summary. The paper presents results of researches on indicator test stand of hydropneumatic front strut used in Citroen C5 car taking into account selected parameters. Selected parameter significantly influences on the behaviour of the pneumatic spring with constant mass of gas was static load of vehicle. On indicator test stand where determined work graphs (continuous force changes as a function of displacement) and the velocity graphs (force changes as a function of linear velocity) for hydropneumatic strut (pneumatic spring with damper). The damping characteristic of hydropneumatic strut was determined too.

Keywords. hydropneumatic strut, damping characteristic .

1. WPROWADZENIE

W hydropneumatycznym zawieszeniu pojazdu samochodowego (rozwiązanie stosowane w wybranych modelach produkowanych przez firmę Citroen) tradycyjne elementy zawieszenia klasycznego (stalową sprężynę śrubową oraz amortyzator) zastąpiono sprężyną pneumatyczną o stałej masie gazu oraz siłownikiem hydraulicznym (umożliwia zmianę prześwitu) z wbudowanym dławikiem przepływu (pełni rolę amortyzatora). W rozwiązaniu tym nieściśliwy płyn przenosi poprzez elastyczną membranę ruch elementów ruchomych

¹ Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, e-mail: lukasz.konieczny@polsl.pl

zawieszenia na sprężynę gazową. Drgania zawieszenia, powodując zmiany objętości gazu oddzielonego od płynu podatną membraną, powodują przepływ płynu do i z wnętrza sfery poprzez tłumik [2, 5, 7, 8, 9]. Rysunek 1 pokazuje przekrój sfery zawieszenia hydropneumatycznego wraz z wbudowanym tłumikiem drgań.



Rys. 1. Sfera hydropneumatyczna i tłumik drgań
Fig. 1. Hydropneumatic sphere and dumper

Zawieszanie hydropneumatyczne charakteryzuje się wieloma zaletami, z których najważniejsze to uniezależnienie wartości prześwitu pojazdu od obciążenia oraz zapewnienie wysokiego komfortu jazdy przy zastosowaniu elementów sprężystych o znacznie niższych współczynnikach sztywności niż w przypadku zawieszek klasycznych. W rozwiązaniach stosowanych obecnie (np. we wspomnianym modelu C5) wykorzystuje się możliwość zmiany prześwitu pojazdu w czasie jazdy adaptacyjnie do warunków (prędkość jazdy, jakość nawierzchni) poprawiając bezpieczeństwo i komfort jazdy (obniżenie środka ciężkości pojazdu przy większych prędkościach i w efekcie zmniejszenie oporów aerodynamicznych i zużycia paliwa)

Ze względu na praktycznie znikomy wpływ temperatury na objętość oraz brak agresywnego oddziaływania na materiał membrany w sferach zawieszenia hydropneumatycznego, stosowany jest azot. Zastosowane w zawieszeniu hydropneumatycznym sprężyny gazowe o stałej ilości masy gazu określane są poprzez dwa parametry: ciśnienie nominalne p_0 oraz objętość nominalną V_0 . Parametry te określone są dla stanu, gdy na membranę nie oddziałuje siła płynu i ulegają one zmianie z parametrów nominalnych na parametry statyczne dla danego statycznego obciążenia i określonej żądanej pozycji pojazdu.

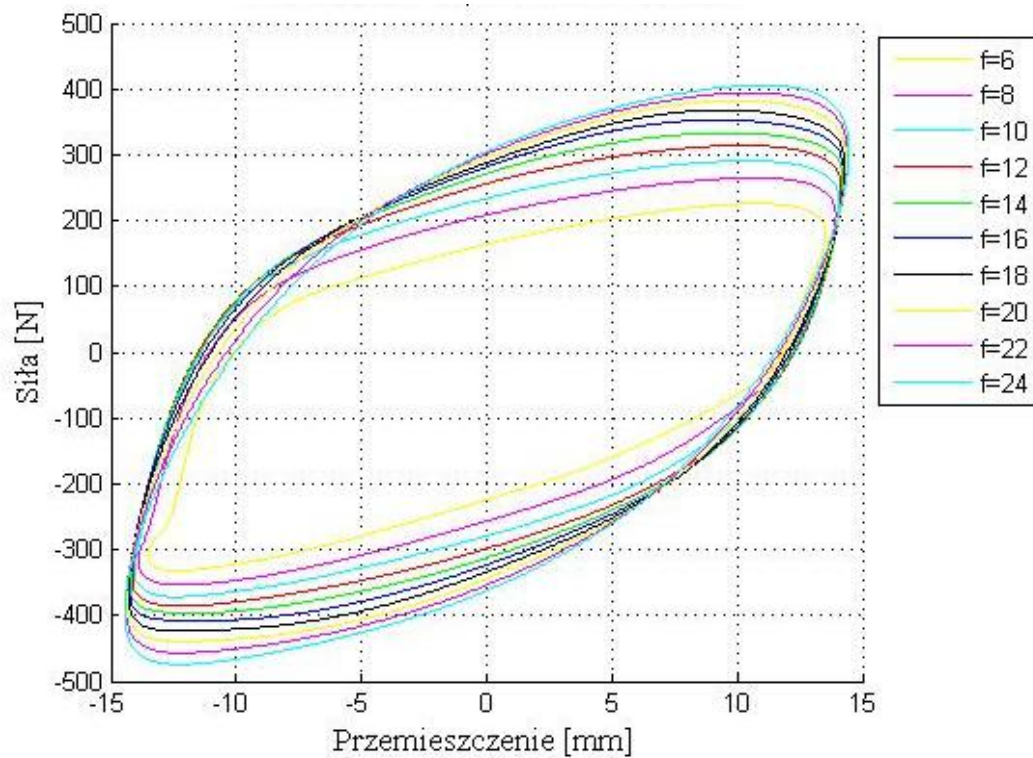
2. BADANIA NA STANOWISKU INDYKATOROWYM

W przypadku badań na stanowisku indykatorowym kolumny hydropneumatycznej, wyznaczane są łączne siły restytucyjne i oporu w funkcji przemieszczenia. Wykorzystano stanowisko indykatorowe wyposażone w elektryczno-mechaniczny układ wymuszający (rys. 2) znajdujące się w Laboratorium Dynamik Zawieszonych Pojazdów Samochodowych Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej. Rejestrowano wartości sił i przemieszczeń w czasie przy zadanych wartościach prędkości wymuszenia oraz skoku tłoczyska. Wyznaczenia charakterystyk tłumienia kolumny hydropneumatycznej wymaga przystosowania do tego celu stanowiska indykatorowego. Niezbędne jest zasilanie układu hydraulicznego kolumny hydropneumatycznej (wykorzystano jednosekcyjną pompę wraz z manometrem, umożliwiającą zadanie żądanych ciśnień statycznych). Do pomiaru siły wykorzystano tensometryczny, dwukierunkowy czujnik siły, a do pomiarów przemieszczeń wykorzystano indukcyjny przetwornik przemieszczenia [1, 3, 4, 5].

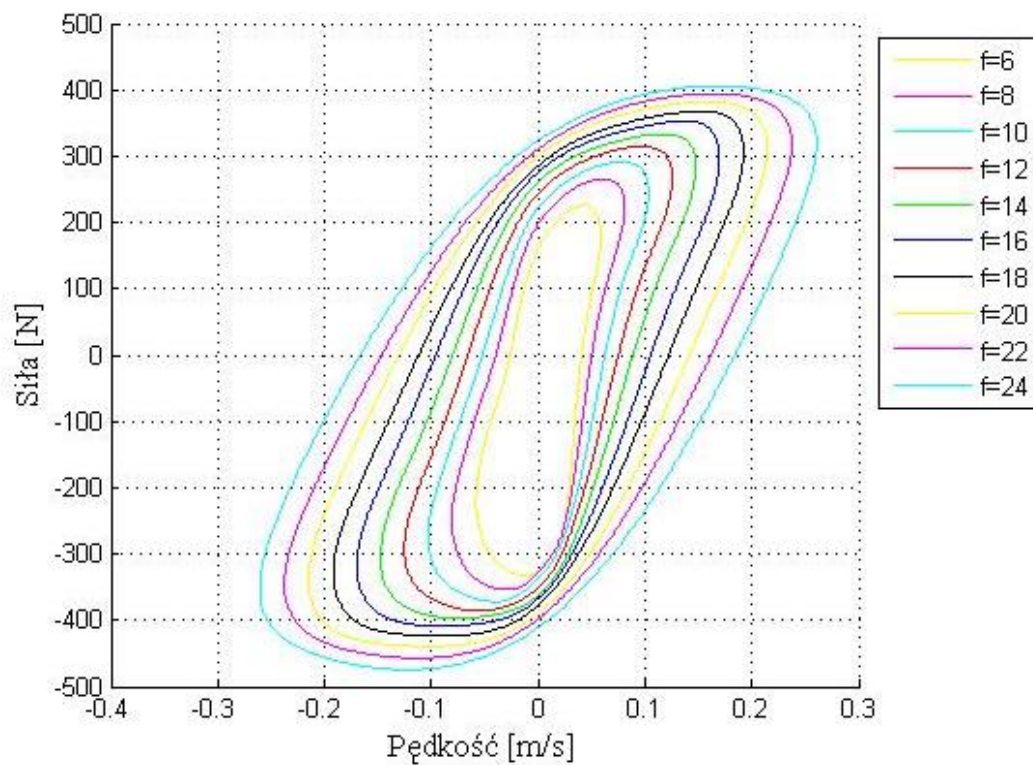


Rys. 2. Kolumna hydropneumatyczna na stanowisku indykatorowym
Fig. 2. Hydropneumatic strut on indicator test stand

Prezentowane wyniki badań dotyczą kolumny hydropneumatycznej przedniego zawieszenia Citroena C5 ze sferą o parametrach nominalnych $p_0=5,7$ MPa i $V_0=385$ cm³. Pomiary przeprowadzono przy stałej wartości skoku wymuszenia wynoszącym 30 mm oraz przy obciążeniu statycznym 6 MPa. Pomiary przeprowadzono przy dziesięciu różnych prędkościach wymuszenia (stopniowanych co 2 Hz w zakresie 6 – 24, nastawianych na falowniku sterującym pracą silnika stanowiska. Każdorazowo rejestrowano co najmniej dziesięć pełnych cykli pracy (ściskanie i rozciąganie), z których następnie wyznaczono pojedynczą uśrednioną pętlę. Wyniki w postaci nałożonych pętli pracy przedstawiono na rys. 3, natomiast wykresy zmian sił w funkcji prędkości liniowej przedstawiono na rys. 4.

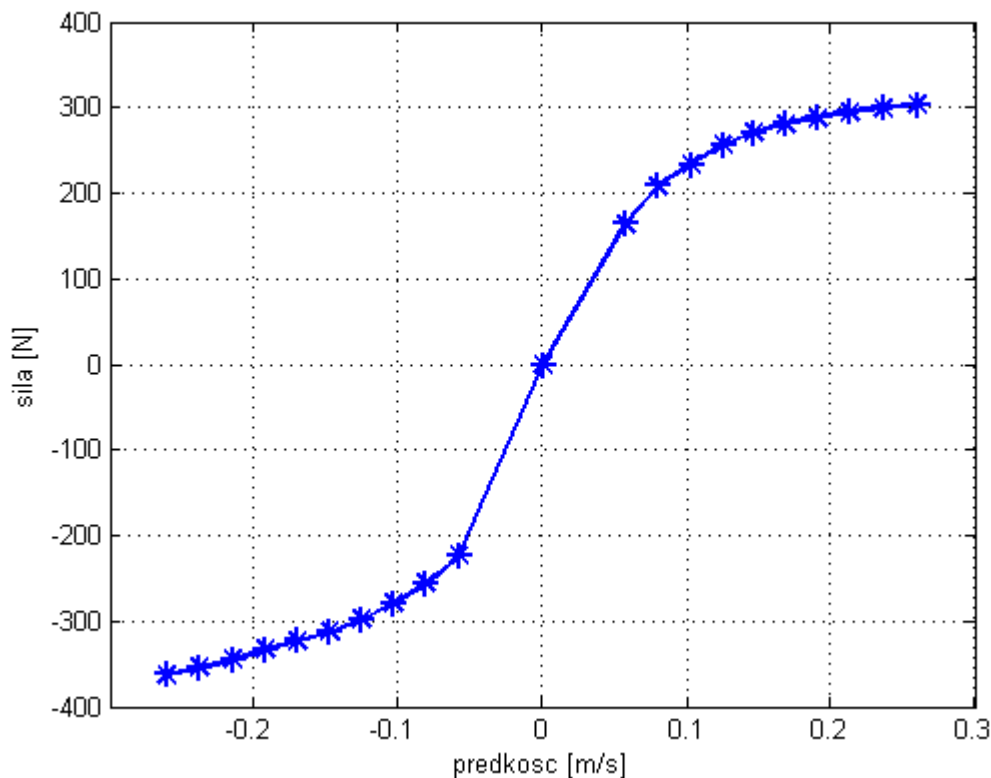


Rys. 3. Wykres zmian sił w funkcji przemieszczenia dla różnych częstotliwości wymuszenia
Fig. 3. Force vs displacement for different input frequency



Rys. 4. Wykres zmian sił w funkcji prędkości dla różnych częstotliwości wymuszenia
Fig. 4. Force vs linear velocity for different input frequency

Z przedstawionych wykresów wyznaczono punkty, dla których prędkość liniowa osiąga wartość maksymalną przy ruchu ściskania oraz rozciągania i dla tych prędkości odczytano wartości sił tłumienia. W ten sposób wyznaczono charakterystykę tłumienia kolumny hydropneumatycznej dla zadanej wartości obciążenia oraz założonego zakresu zmian prędkości.



Rys. 5. Charakterystyka tłumienia dla kolumny hydropneumatycznej

Fig. 5. Damping characteristic for hydro-pneumatic strut

Wyznaczona charakterystyka jest symetryczna oraz nieliniowa, co wynika ze specyfiki budowy tłumika drgań. Dla niskich prędkości przepływ odbywa się tylko przez otwór centralny, przy większych prędkościach następuje otwarcie dodatkowych otworów przysłoniętych sprężynami talerzykowymi (zawory odciążające).

3. PODSUMOWANIE

Otrzymane wyniki, w szczególności charakterystyka tłumienia kolumny hydropneumatycznej, zostaną wykorzystane w przyszłych badaniach symulacyjnych zawieszenia tego typu, zorientowanych na wykorzystanie metod wibroakustycznych w diagnostyce stanu technicznego zawieszenia hydropneumatycznego.

Bibliografia

1. Burdzik R., Gardulski J., Konieczny Ł.: Metodyka wyznaczania sił tłumienia kolumny hydropneumatycznej na stanowisku indykatorowym. *Przegląd Mechaniczny*, nr 2/2007, s. 38 – 40.
2. Gardulski J., Konieczny Ł., Warczek J.: Ocena stanu technicznego zawieszenia hydropneumatycznego na podstawie przestrzennej analizy sygnałów drganiowych. XXXIV Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Węgierska Górka 2007, s. 39 (pełne teksty na CD).
3. Konieczny Ł.: Wyznaczenie charakterystyk tłumienia kolumny hydropneumatycznej z uwzględnieniem wybranych parametrów. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Transport*, z. 69, Gliwice 2010 s. 85-89.
4. Konieczny Ł. Wykorzystanie efektów nieliniowych w diagnostyce wibroakustycznej zawiesznień hydropneumatycznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Transport*, z. 74, Gliwice 2012 s. 43-47.
5. Lanzendoerfer J.: *Badania pojazdów samochodowych*. WKiŁ, Warszawa 1977.
6. Potocki W.: *Citroen BX*. WKiŁ, Warszawa 1996.
7. Reimpell J.: Beltzler J.: *Podwozia samochodów – podstawy konstrukcji*. WKiŁ, Warszawa 2001.
8. Sikorski J.: *Amortyzatory pojazdów samochodowych – budowa – badania – naprawa*. WKiŁ, Warszawa 1984.

Praca wykonana w ramach BK – 354/RT2/2011