

Janusz GARDULSKI, Jan WARCZEK

PRZYSPIESZENIA WZGLĘDNE JAKO MIARA STANU TECHNICZNEGO AMORTYZATORÓW ZABUDOWANYCH W POJEŹDZIE

Streszczenie. W referacie przedstawiono metodę określania stanu technicznego amortyzatorów samochodowych na podstawie analizy wykresów pętlicowych przyspieszeń względnych mas resorowanej i nieresorowanej. Wskaźnikami diagnostycznymi są wartości pól powierzchni oraz kształt wykresów. Przedstawione wyniki potwierdzają użyteczność tej metody w diagnostyce amortyzatorów.

RELATIVE ACCELERATION AS A MEASURE OF SHOCK ABSORBERS TECHNICAL CONDITION

Summary. In report was introduced the method of determination technical condition of car shock absorbers basing on analysis of the relativ accelerations loops. The values of surface as well as shape of graphs are the diagnostic coefficients. The presented results confirm in diagnostics of shock absorbers usefulness of this method.

1. WPROWADZENIE

Z punktu widzenia użytkowników samochodów najważniejsze kryteria zawieszenia to zapewnienie odpowiedniego poziomu komfortu podróżowania przy zachowaniu dużych wskaźników bezpieczeństwa. Spełnienie dwóch przeciwstawnych celów stawianych przez użytkowników samochodów wymusza stosowanie elementów sprężystych i tłumiących o złożonych nieliniowych charakterystykach. Powszechnie stosowane metody określania stanu technicznego amortyzatorów nie spełniają wszystkich założeń diagnostyki technicznej, tj. umożliwiają jedynie jakościową ocenę bez możliwości identyfikacji rodzaju uszkodzenia i postawienia prognozy diagnostycznej [1]. Dlatego poważnym problemem badawczym jest opracowanie szybkiej, bezdemontażowej metody oceny stanu technicznego amortyzatorów umożliwiającej ich diagnozowanie.

2. METODA BADAŃ AMORTYZATORÓW

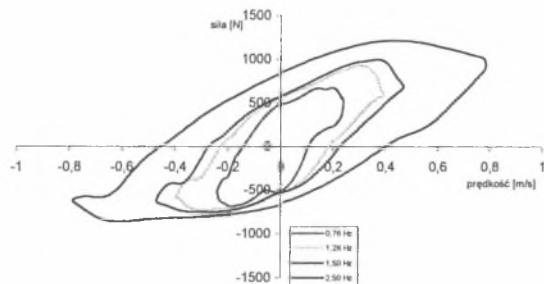
Zakres pracy obejmował dwa główne etapy. Wstępnie przeprowadzono identyfikację charakterystyk tłumienia amortyzatorów w różnym stanie technicznym. Badania prowadzono dla amortyzatorów nowych i zużytych. Zużycie zostało zamodelowane i obejmowało wycieki płynu amortyzatorowego i ubytki uszczelnienia tłoczka.

W dalszej kolejności przeprowadzono badania kompletnego zawieszenia samochodu osobowego z amortyzatorami o zidentyfikowanym stanie technicznym. Uzyskany materiał badawczy posłużył do wyznaczenia wskaźników czułych na zmiany stanu technicznego amortyzatorów zabudowanych w zawieszeniu.

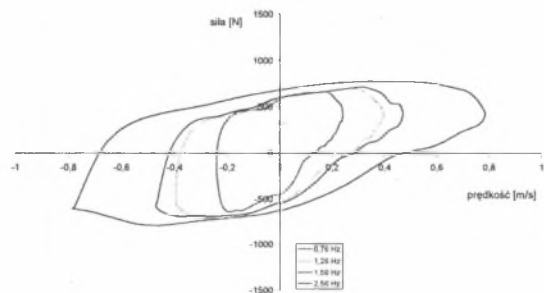
2.1. Badania amortyzatorów niezabudowanych

W ramach badań przeprowadzono pomiary amortyzatorów przednich stosowanych m. in. w samochodzie Fiat Seicento. Amortyzatory badano na stanowisku indykatorowym. W ramach prowadzonych badań wykonano pomiary przy różnych częstotliwościach wymuszenia. Uzyskano charakterystyki prędkościowe amortyzatora, które służą do określenia jego stanu technicznego.

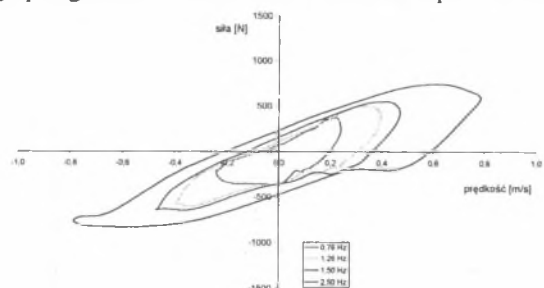
Badania prowadzono stosując różne kombinacje napełnień płynem roboczym oraz ubytków uszczelnienia tłoczka. Przykładowe wyniki przedstawiono na rys. 1, 2 i 3.



Rys. 1. Wykresy indykatorowe nowego amortyzatora przedniego
Fig. 1. Indicator graphs of new front shock absorber



Rys. 2. Wykresy indykatorowe amortyzatora przedniego uzyskane przy 60% objętości nominalnej płynu
Fig. 2. Indicator graphs got near 60% nominal volume of liquid the front shock absorber

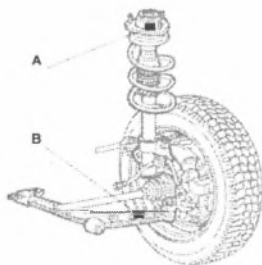


Rys. 3. Wykresy indykatorowe amortyzatora przedniego uzyskane przy 6% ubytku uszczelnienia tłoczka i nominalnym napełnieniu płynem
Fig. 3. Indicator graphs got near 6% seals wear and nominal filling up the liquid the front shock absorber

Ocenę stanu technicznego amortyzatorów przeprowadzono na podstawie analiz kształtów wykresów indyktorowych oraz mocy tłumienia – parametru uzyskiwanego poprzez całkowanie wykresu prędkościowego [3].

2.2. Badania amortyzatorów zabudowanych w samochodzie

W ramach pracy przeprowadzono szereg eksperymentów czynnych na zawieszeniu samochodu osobowego. W czasie badań indyktorowych uzyskano materiał badawczy, który miał służyć za podstawę do diagnozowania (identyfikacji) rodzajów uszkodzeń amortyzatorów zabudowanych w pojeździe. Amortyzatory te zabudowane zostały w zawieszeniu samochodu Fiat Seicento (rys. 4). Następnie pobudzo do drgań zawieszenie pojazdu wzbudnikiem o wymuszeniu harmonicznym.

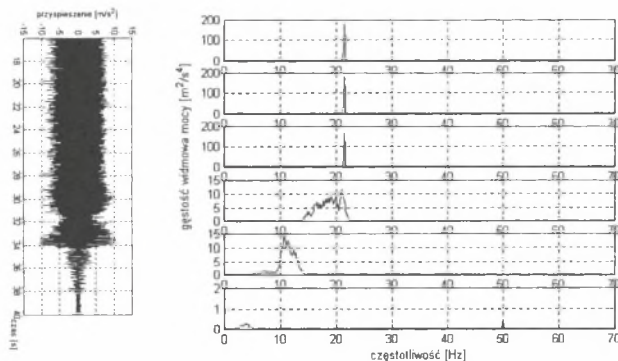


Rys. 4. Punkty mocowania czujników pomiarowych na zawieszeniu przednim
Fig. 4. On front suspension the measuring sensors points of fixing

W czasie badań układ wymuszenia harmonicznego pobudzał do drgań zawieszenie pojazdu z częstotliwością 21 Hz i amplitudą wynoszącą 6 mm. Mierzono sygnały pionowych przyspieszeń drgań nadwozia i koła przy wykorzystaniu pojemnościowych przetworników przyspieszeń. Przetworniki mocowane były w punktach A i B zaznaczonych na rys. 4.

3. WYNIKI BADAŃ AMORTYZATRÓW ZABUDOWANYCH I ZASTOSOWANE METODY ICH OPRACOWANIA

Otrzymane sygnały drganiowe poddane zostały testom stacjonarności przy wykorzystaniu gęstości widmowej mocy oraz wartości średniej. Parametry te wyznaczano dla sąsiednich przedziałów czasowych analizowanych sygnałów.

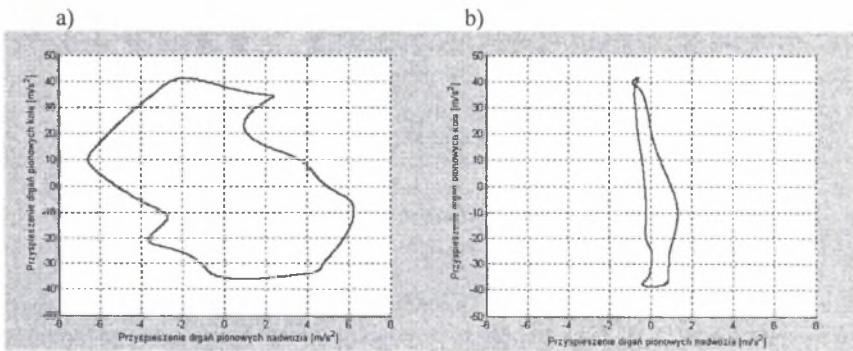


Rys. 5. Wynik testu stacjonarności sygnału przyspieszeń drgań nadwozia
Fig. 5. Result of stationary test vibrations of accelerations body of car

Zastosowane w analizie stacjonarności metody wykazały, iż w czasie działania stałej częstotliwości wymuszenia badane sygnały mają niezmienną strukturę amplitudowo-częstotliwościową, a więc są stacjonarne (rys. 5).

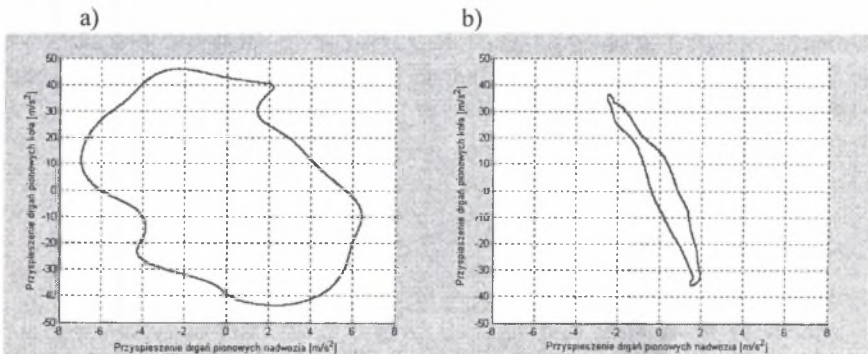
4. POWIERZCHNIA PRZYSPIESZEŃ WZGLĘDNYCH JAKO MIERNIK ZMIAN STANU TECHNICZNEGO AMORTYZATORÓW

Do oceny stanu technicznego amortyzatorów zabudowanych w pojeździe wykorzystano przyspieszenia względne mas resorowanej i nieresorowanej. Zaproponowana procedura uzyskiwania wykresów pętlicowych polegała na przedstawieniu na wspólnej płaszczyźnie wymienionych sygnałów uśrednionych dla 74 pełnych okresów drgań [2, 4]. Uzyskano w efekcie powierzchnie przyspieszeń drgań na płaszczyźnie przyspieszeń względnych. Przykładowe wyniki badań amortyzatorów przednich z różnymi usterkami przedstawiono na rys. 6, 7, 8 i 9.



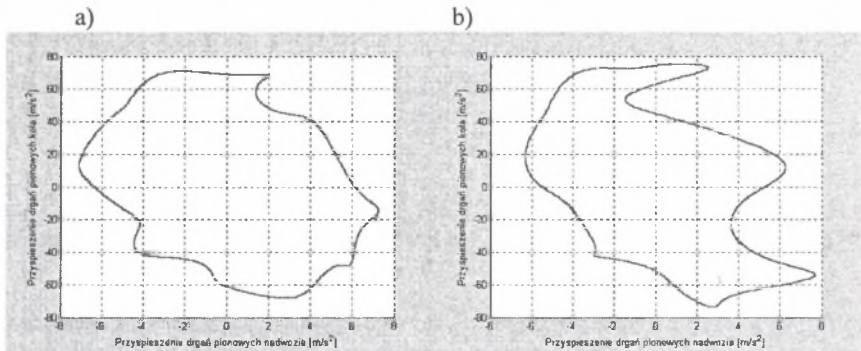
Rys. 6. Wykresy pętlicowe uzyskane dla amortyzatora nowego przy: a) – 0% ubytku płynu, b) – 40% ubytku płynu

Fig. 6. Graphs loops got for new shock absorber near: and) - 0% decrease of liquid, b) - 40% decrease of liquid



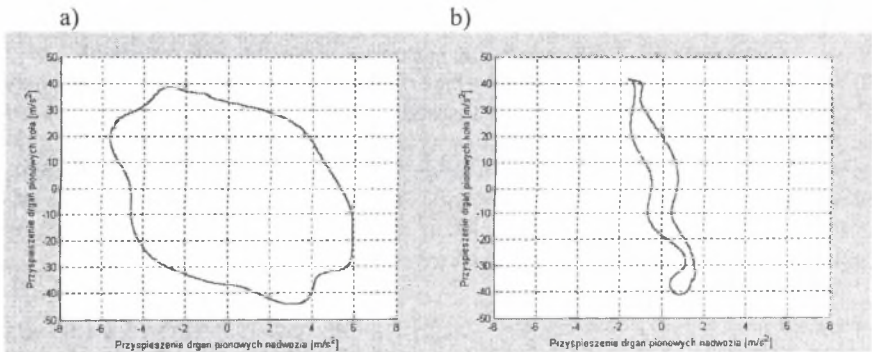
Rys. 7. Wykresy pętlicowe uzyskane dla amortyzatora z 2% ubytkiem uszczelnienia tłoczka oraz: a) – 0% ubytkiem płynu, b) – 40% ubytkiem płynu

Fig. 7. Graphs loops got for shock absorber near 2% seals wear and) - 0% decrease of liquid, b) - 40% decrease of liquid



Rys. 8. Wykresy pętlicowe uzyskane dla amortyzatora z 4% ubytkiem uszczelnienia tłoczka oraz: a) – 0% ubytkiem płynu, b) – 40% ubytkiem płynu

Fig. 8. Graphs loops got for shock absorber near 4% seals wear and) - 0% decrease of liquid, b) - 40% decrease of liquid

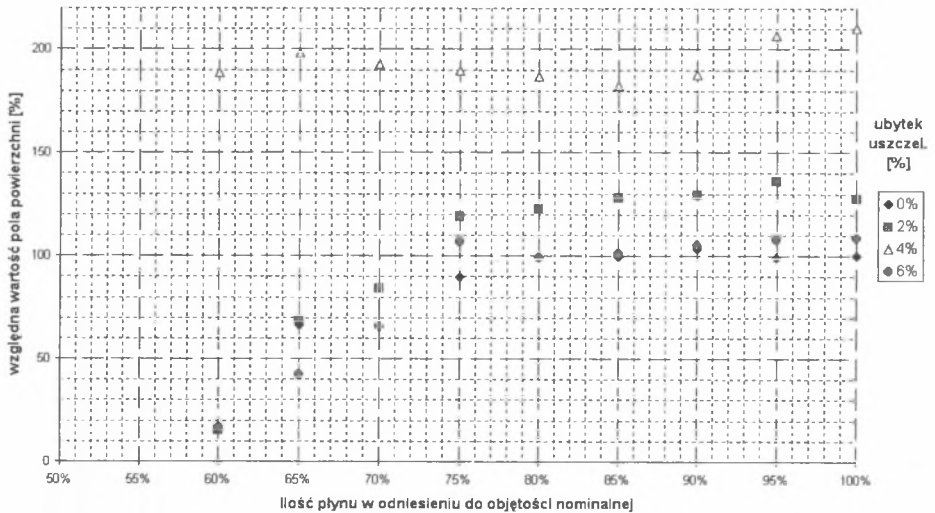


Rys. 9. Wykresy pętlicowe uzyskane dla amortyzatora z 6% ubytkiem uszczelnienia tłoczka oraz: a) – 0% ubytkiem płynu, b) – 40% ubytkiem płynu

Fig. 9. Graphs loops got for shock absorber near 6% seals wear and) - 0% decrease of liquid, b) - 40% decrease of liquid

Do ilościowej oceny tłumienia zastosowano wartości pól powierzchni wykresów pętlicowych. Wyniki uzyskane przy różnych kombinacjach zamodelowanych uszkodzeń amortyzatorów przednich przedstawiono na rys. 10.

Wraz z ubytkiem płynu amortyzatorowego następuje zmniejszanie się wartości pól powierzchni wykresów pętlicowych. Powiększanie się uszkodzenia uszczelnienia tłoczka skutkuje zanikiem obszarów związanych z pracą zaworków amortyzatora. Wystąpienie uszkodzeń złożonych jest przyczyną powstawania dużych zmian powierzchni przyspieszeń względnych.



Rys. 10. Zestawienie wartości pól powierzchni wykresów pętlicowych dla różnych napełnień i ubytków uszczelnienia tłoczka amortyzatorów przednich

Fig. 10. The composition of value of surface of graphs loops for different filling up and the seals wear of front shock absorbers

Na przykład czteroprocentowy ubytek uszczelnienia tłoczka powoduje znaczący wzrost wartości pola powierzchni w odniesieniu do amortyzatora nieuszkodzonego przy jednoczesnym silnym zniekształceniu wykresu pętlicowego. Efektem końcowym jest zanik tłumienia, a cechą dominującą układu jest sprężystość.

5. WNIOSKI

Zaproponowana metoda badań może być traktowana jako miara pomocnicza w diagnostyce amortyzatorów zabudowanych w pojeździe. Celowe wydaje się prowadzenie dalszych badań w tym zakresie. Uzyskanie miarodajnych wyników możliwe będzie po przebadaniu dużej serii amortyzatorów i uśrednieniu zaproponowanych estymatorów.

Literatura

1. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKiŁ, Warszawa 1996.
2. Gardulski J., Warczek J.: Diagnostics of Shock Absorbers Built in a Vehicle Based on Vibration Energy Analysis. Machine Dynamics Problem, 2003, Vol. 27, No 3.
3. Gardulski J., Warczek J.: Moc tłumienia jako parametr diagnostyczny amortyzatorów samochodowych. „DIAGNOSTYKA”, vol. 29, Warszawa 2003, s. 69-72.
4. Warczek J.: Sygnały drganiowe jako miary diagnostyczne amortyzatorów samochodów osobowych. Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, Wydz. Transportu, Katowice 2004.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dąbrowski