

Janusz GARDULSKI, Paweł SOBCZAK, Bogusław ŚLEZIAK

ANALIZA SYGNAŁÓW DRGANIOWYCH HYDRAULICZNYCH AMORTYZATORÓW TELESKOPOWYCH UZYSKANYCH NA ZMODYFIKOWANYM STANOWISKU HARMONICZNYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę sygnałów drganiowych uzyskanych na zmodyfikowanym stanowisku pomiarowym. Obiektem badań były hydrauliczne amortyzatory teleskopowe zabudowane w samochodach osobowych. Zaproponowana modyfikacja metody pomiaru polega na zastąpieniu koła pojazdu stalowym statywem. Zastosowany statyw ułatwia uzyskanie informacji diagnostycznej z sygnału drganiowego.

ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS OF HYDRAULIC TELESCOPIC SHOCK ABSORBERS OBTAINED ON A MODIFIED HARMONIC TEST STAND

Summary. The paper presents analysis of vibration signals obtained on a modified bench. Hydraulic telescopic shock absorbers built into the personal car were studied. The proposed modification of measurement relies on wheel replace by steel tripod. Used tripod helps to get diagnostic information from the vibration signal.

1. Wstęp

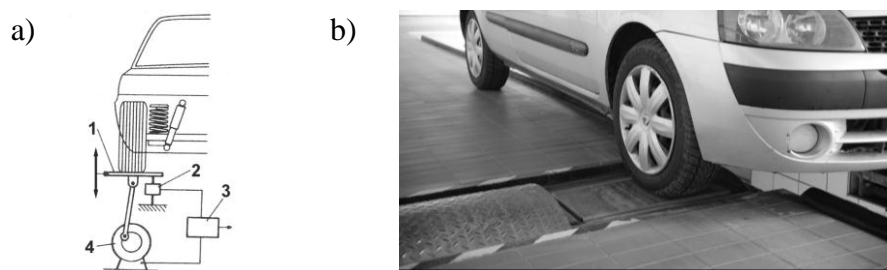
Zawieszenia pojazdów samochodowych są złożonymi układami kinematycznymi, które podczas pracy poddawane są nieskończenie wielu wymuszeniom o szerokim widmie częstotliwości [1, 2, 4, 8, 9, 11, 14]. Występujące wymuszenia, zwłaszcza te o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości drgań własnych pojazdu, wpływają niekorzystnie na bezpieczeństwo i komfort użytkownika pojazdu [2, 4, 6, 7]. Do zmniejszenia negatywnego oddziaływania drgań na nadwozie pojazdu stosowane są różnego rodzaju tłumiki drgań, z których najpopularniejsze są amortyzatory [1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 14]. Są one elementami o silnie nieliniowej charakterystyce tłumienia. W związku z powyższym prawidłowe określenie ich stanu technicznego jest zagadnieniem trudnym i złożonym. Stosowane obecnie, na stacjach kontroli pojazdów, metody badań pozwalają na uzyskanie tylko przybliżonej informacji diagnostycznej, tak więc zasadne staje się poszukiwanie nowych, dokładniejszych metod diagnozowania zawieszonych pojazdów.

2. Modyfikacja stanowiska pomiarowego

Na stacjach kontroli pojazdów stosowane są różne metody diagnozowania amortyzatorów [3], z których najpopularniejsze są:

- a) metoda Boge – coraz rzadziej stosowana,
- b) metoda EUSAMA.

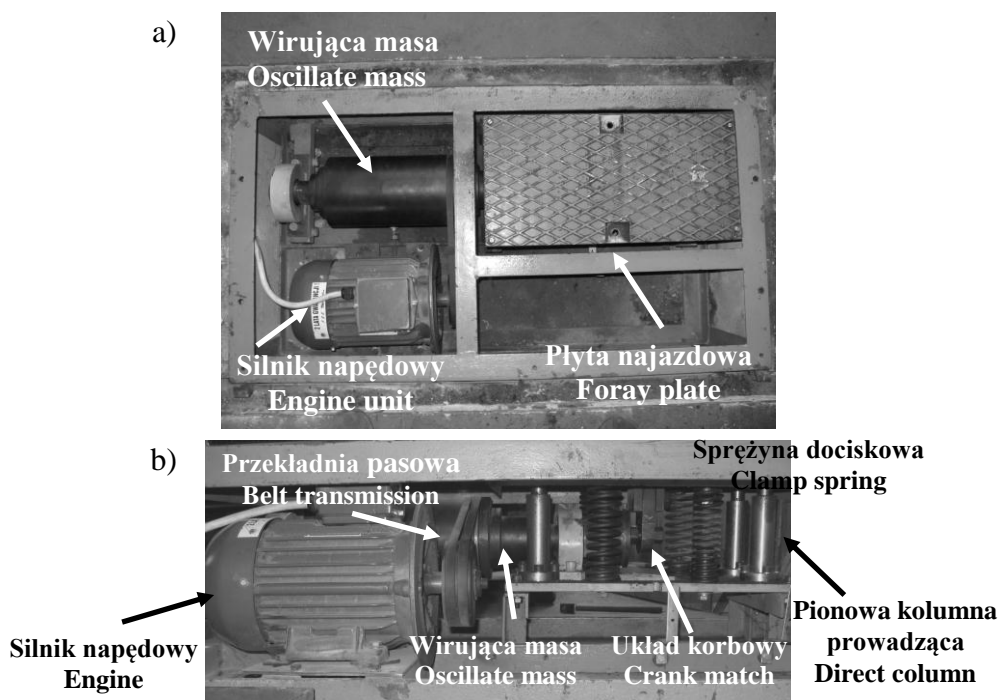
Zasada metody EUSAMA opisana jest szeroko m.in. w [2, 4]. Schemat oraz zdjęcie zabudowanego, przykładowego stanowiska EUSAMA przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat oraz widok urządzenia do badań metodą EUSAMA: a) schemat kinematyczny [2], gdzie: 1- płyta najazdowa, 2 - czujnik tensometryczny, 3 - elektroniczny układ pomiarowy, 4 - zespół napędowy, b) widok stanowiska testowego metodą EUSAMA [12]

Fig. 1. Schema and view of EUSAMA test stand: a) kinematic schema [2]: where: 1 - foray plate, 2 - tensometric plate, 3 - electronic measuring track, 4 - engine unit, b) view of EUSAMA test stand [12]

Na rys. 2 przedstawiono widok wnętrza przykładowego stanowiska pomiarowego.



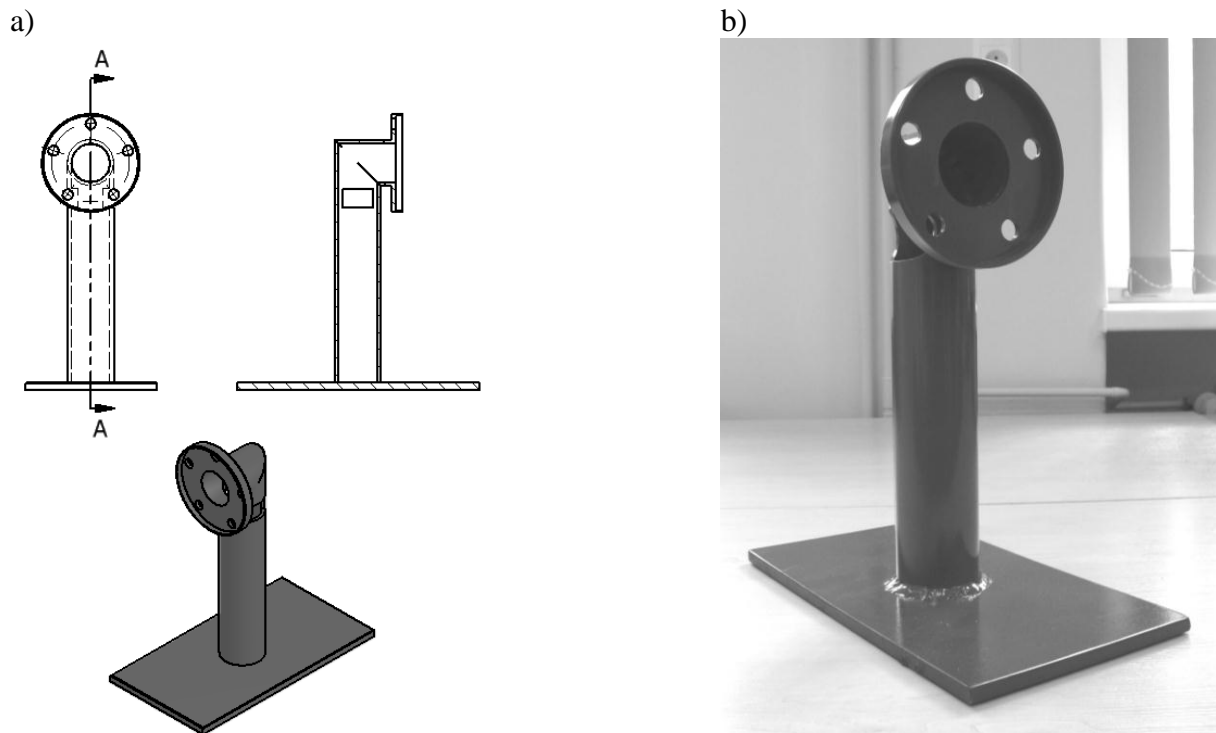
Rys. 2. Stanowisko harmoniczne zastosowane podczas badań [13]: a) widok z góry stanowiska harmonicznego, b) widok z przodu stanowiska harmonicznego

Fig. 2. Harmonic test stand used in research [13]: a) top view of harmonic test stand, b) front view of harmonic test stand

Tradycyjnie metoda pomiaru EUSAMA dotyczy pojazdów z zamontowanym kołem.

Modyfikacja stanowiska pomiarowego polega na zastąpieniu koła badanego pojazdu stalowym statywem, dzięki czemu eliminuje się z układu drganiowego element podatny, którym jest opona. Wymiary statywu dobrano indywidualnie na podstawie pomiarów własnych.

Na rys. 3 przedstawiono szkic oraz zdjęcie przykładowego statywu pomiarowego.



Rys. 3. Statyw pomiarowy [12]: a) szkic poglądowy, b) gotowy statyw,
Fig. 3. Measuring tripod [12]: a) visual sketch, b) tripod

3. Przebieg badań

Podczas badań wykorzystano amortyzatory z zaprogramowanymi usterkami, którymi były wycieki płynu amortyzatorowego w zakresie od 50% do 100% (co 10%) napelnienia nominalnego. Zastosowane amortyzatory zostały dostosowane do wymogów eksperymentu przez modyfikację konstrukcji z rozbieralnej na nierozbieralną. Na rys. 4 przedstawiono przykład przerobionego amortyzatora.



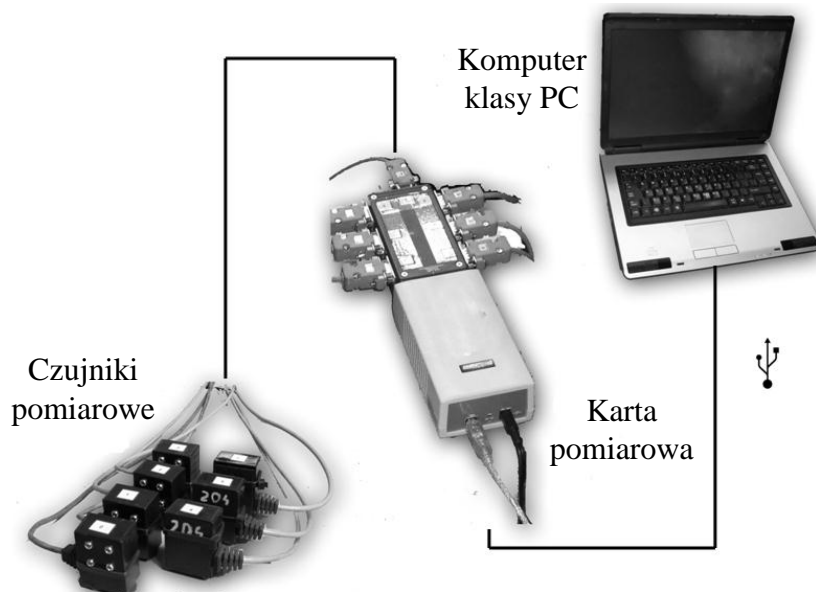
Rys. 4. Przerobiony amortyzator [9]
Fig. 4. Modified shock absorber [9]

Badania przeprowadzono na modelu zawieszenia Fiata Cinquecento. Model w/w zawieszenia przedstawiono na rysunku 5.



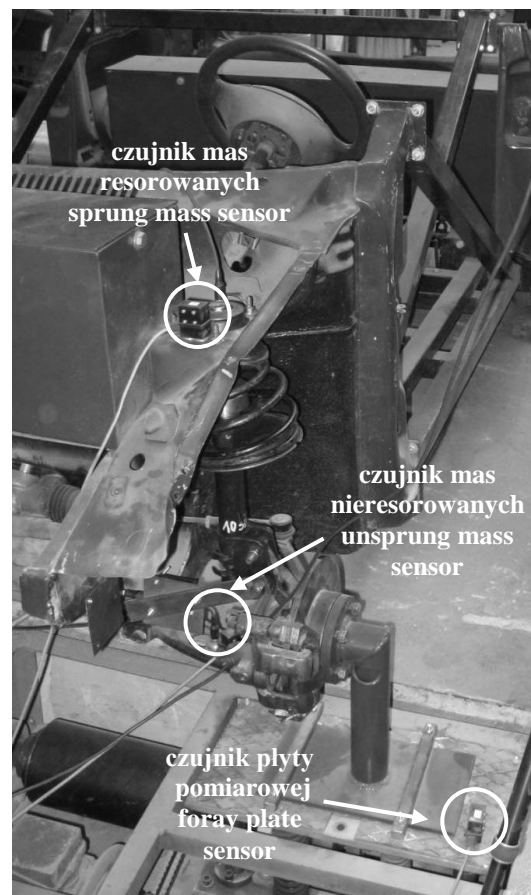
Rys. 5. Model zawieszenia Fiata Cinquecento wykorzystany w badaniach [9]
Fig. 5. Fiat Cinquecento suspension model used in research [9]

Podczas badań wykorzystano tor pomiarowy przedstawiony na rys. 6.



Rys. 6. Tor pomiarowy zastosowany w badaniach [9, 10]
Fig. 6. Measuring track [9, 10]

Czujniki pomiarowe przyspieszeń drgań zamontowano na płycie stanowiska oraz w pobliżu górnego i dolnego mocowania amortyzatora. Na rys. 7 przedstawiono model zawieszenia z zamontowanym statywem oraz czujnikami pomiarowymi.

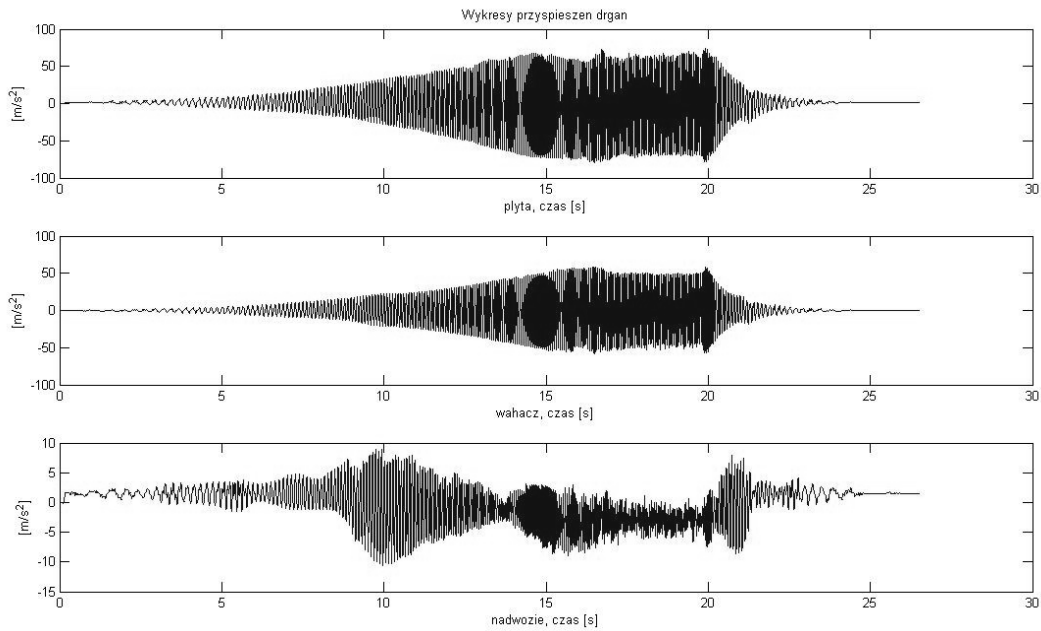


Rys. 7. Zawieszenie przednie z zamontowanym statywem i czujnikami pomiarowymi
Fig. 7. Front suspension with mounted tripod and measuring sensors.

Tor pomiarowy wykorzystano do rejestracji przyspieszeń drgań pojazdu oraz płyty pomiarowej stanowiska. Przebieg badania był następujący:

- 1) najazd pojazdu na stanowisko,
- 2) zamiana koła pojazdu na statyw pomiarowy,
- 3) włączenie stanowiska i liniowy przyrost częstotliwości wymuszenia do wartości granicznej wynoszącej około 20 [Hz],
- 4) faza utrzymania pojazdu pod zadaniem wymuszeniem
- 5) wyłączenie wzbudnika i przejście pojazdu przez wszystkie częstotliwości rezonansowe.

Na rys. 8 przedstawiono przykładowy zarejestrowany sygnał drganiowy.

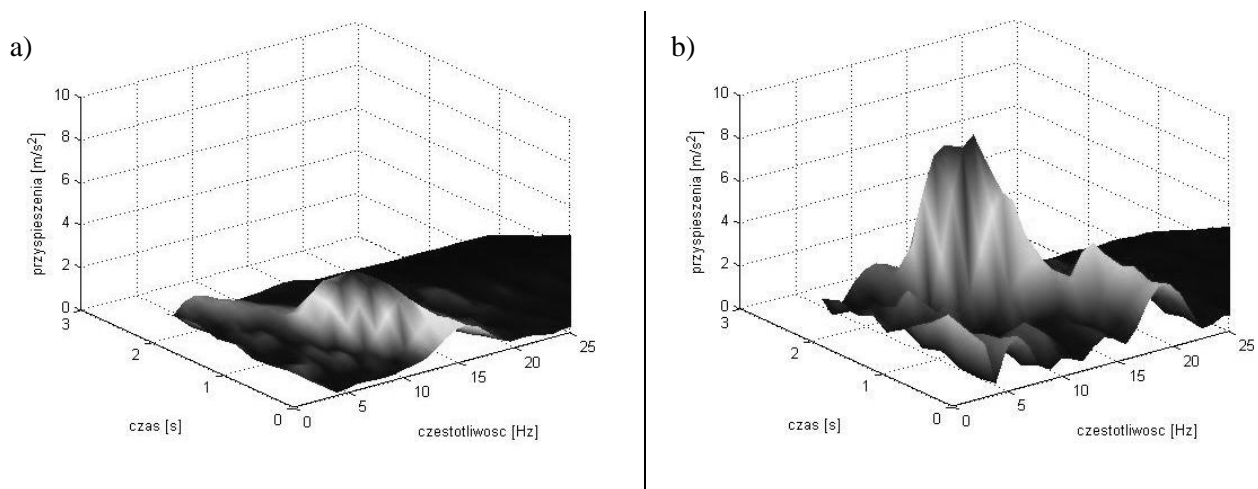


Rys. 8. Wykres przebiegu zarejestrowanych przyspieszeń drgań
 Fig. 8. Registered diagram of acceleration of vibrations

Następnie uzyskane sygnały drganiowe poddano analizie STFT w celu uzyskania informacji diagnostycznej o stanie zamontowanego amortyzatora.

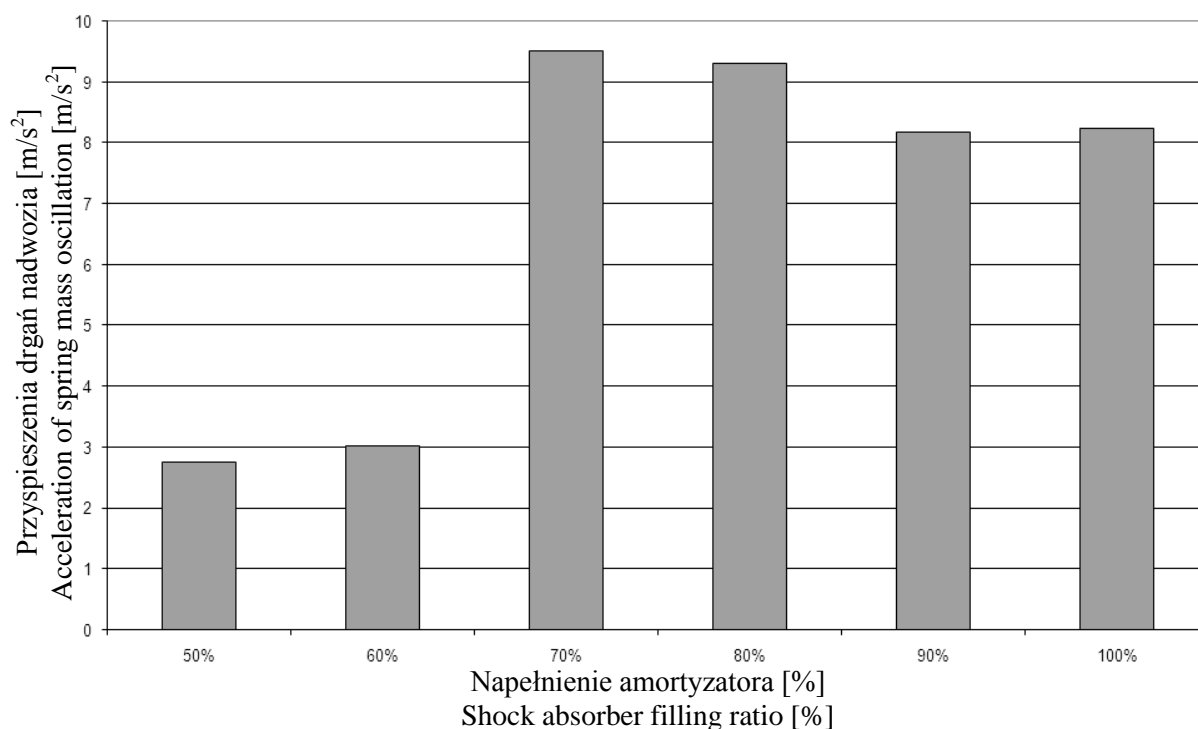
4. Analiza wyników

Analizie poddano wybieg uzyskanego sygnału drganiowego pojazdu. W wyniku przeprowadzonej analizy uzyskano szereg map czasowo-częstotliwościowych dla każdego zaprogramowanego stanu amortyzatora. Przykładowe uzyskane mapy przyspieszeń drgań nadwozia przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Wykresy STFT dla przykładowych napełnień: a) napełnienie 50%, b) napełnienie 100%
 Fig. 9. STFT plots for example filling ratio: a) 50% filling ratio, b) 100% filling ratio

Do dalszej analizy uzyskanych wyników badań przyjęto estymator, którym jest wartość maksymalnej amplitudy przyspieszeń drgań nadwozia. Na rys. 10. przedstawiono wartości estymatora w funkcji napełnienia amortyzatora.



Rys. 9. Wykres zmian maksymalnych przyspieszeń drgań nadwozia.

Fig. 9. Graph of maximum change of acceleration

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że przyjęty estymator wykazuje wrażliwość diagnostyczną w funkcji napełnienia amortyzatora. Zaprezentowana metoda pomiaru za pomocą statywu oraz zastosowana analiza sygnału i zaproponowany estymator pozwalają na uzyskanie informacji diagnostycznej o stanie amortyzatora.

W celu potwierdzenia skuteczności zaproponowanej metody pomiarowej konieczne jest wykonanie badań na szerszej grupie pojazdów.

Bibliografia

1. Burdzik R.: Automatyczne diagnozowanie stanu technicznego amortyzatorów zabudowanych w samochodach osobowych. Rozprawa doktorska, Wydział Transportu, Politechnika Śląska. Katowice 2006.
2. Gardulski J.: Bezstanowiskowa metoda oceny stanu technicznego zawiesznień samochodów osobowych. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Katowice-Radom 2003.

3. Gardulski J.: Testing methods for vehicle shock absorbers. *Kones, Powertrain Transp.* Vol. 15, No. 2, 2008.
4. Gardulski J.: Vibroacoustic information processing system used in diagnostics of shock absorbers in passenger cars. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Katowice-Radom 2009.
5. Gardulski J., Warczek J.: Badania symulacyjne układu mechanicznego z aktywnym tłumieniem drgań. *Problemy Transportu*, Tom 1, Zeszyt 1, Gliwice 2006.
6. Osiński Z.: *Teoria drgań*. PWN, Warszawa 1978.
7. Osiński Z.: *Tłumienie drgań mechanicznych*. PWN, Warszawa 1979.
8. Sobczak P.: Badania modelowe zawiesznień samochodowych, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Transport, z. 64, Gliwice 2008.
9. Sobczak P.: Ocena stanu technicznego hydraulicznych amortyzatorów teleskopowych na podstawie analizy sygnałów drganiowych z wykorzystaniem Procedury Liniowej Decymacji oraz Macierzy Decymacji. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Transport, z. 66, Gliwice 2010.
10. Sobczak P.: Współczesne możliwości tworzenia oprogramowania modułów akwizycji danych. VII Studencka Sesja Naukowa, Wydział Transportu, Politechnika Śląska. Katowice 2009.
11. Sobczak P.: Zastosowanie procedury liniowej decymacji w diagnozowaniu zawiesznień samochodowych. XXXVI Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Wisła 2009.
12. Sobczak P., Śleziak B.: Modyfikacja metody pomiaru stanu technicznego zawiesznień pojazdów samochodowych na stanowisku harmonicznym. VIII Studencka Sesja Naukowa, Wydział Transportu, Politechnika Śląska. Katowice 2010.
13. Sobczak P., Śleziak B.: Modyfikacja stanowiska o wymuszeniu harmonicznym do badań zawiesznień pojazdów samochodowych. VIII Studencka Sesja Naukowa, Wydział Transportu, Politechnika Śląska. Katowice 2010.
14. Warczek J.: Sygnały drganiowe jako miary diagnostyczne amortyzatorów samochodów osobowych, *Rozprawa doktorska*, Wydział Transportu, Politechnika Śląska. Katowice 2004.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Adamczyk