

Bogusław ŁAZARZ, Henryk MADEJ, Piotr CZECH

FOTEL KIEROWCY JAKO ELEMENT UKŁADU TŁUMIENIA DRGAŃ

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono wielkość i charakter przyspieszeń drgań, które działają na kierowcę w czasie jazdy samochodem. Przedstawiono fotel kierowcy jako element układu ograniczenia tłumienia drgań przenoszonych z pojazdu na kierowcę. Badaniom poddano samochód osobowy poruszający się z różnymi prędkościami i na różnych nawierzchniach drogi.

DRIVER'S SEAT AS AN ELEMENT MINIMIZING SUPPRESSIONS OF VIBRATIONS

Summary. This work presents a level and a character of vibrations acting on front-seats. The drivers seat was used as an element minimizing suppressions of vibrations transferred on a driver. The vibration measurements were carried out in different kind of road surface and speeds, in order to find their influence on vibrations and to define a spectrum of them.

1. WPROWADZENIE

Wibracje, jakim podlega kierowca w czasie jazdy, są przyczyną obniżenia komfortu, powstawania bólów mięśni i stawów, zaburzenia procesów postrzegania i rozróżniania, co w konsekwencji stwarza zagrożenie bezpieczeństwa ruchu [3,6].

Głównym źródłem powstawania drgań w pojazdach samochodowych są drgania wywołane przez układ napędowy oraz drgania przenoszone przez układ zawieszenia od nierówności drogi, poprzez toczące koła, aż na fotel kierowcy i pasażerów [2,4,10]. Siedziska muszą mieć więc funkcje łączące w sobie minimalizację szkodliwych wibracji i maksymalizację komfortu jazdy [2]. Szczególnie ważne jest, aby siedziska minimalizowały energię drgań w szczególnie niebezpiecznych dla ludzi zakresach częstotliwości. Pasma takie zawiera się dla drgań pionowych w zakresie częstotliwości od 4 do 8 Hz, w którym występują zjawiska rezonansowe narządów wewnętrznych człowieka [2,6].

Przeprowadzone badania miały wykazać prawidłowość działania fotela kierowcy jako elementu systemu redukcji drgań działających w czasie jazdy. W eksperymencie porównano przebiegi czasowe przyspieszeń drgań oraz ich rozkłady widmowe. Badania prowadzono dla różnych prędkości jazdy i różnych nawierzchni drogi [11,12,13].

2. OPIS EKSPERYMENTU

Celem eksperymentu było zbadanie fotela kierowcy pod kątem redukcji szkodliwych wibracji działających na człowieka w czasie postoju i w czasie jazdy. Do badań wytypowano samochód, który można często spotkać na polskich drogach – Fiat Punto 1,2.

Do pomiaru drgań mechanicznych w badanym pojeździe została wykorzystana metoda pośrednia, polegająca na cyfrowej rejestracji sygnału przyspieszeń drgań [1,5,7,8,9]. Do tego celu wykorzystano miernik-analizator drgań i hałasu SVAN 912 AE firmy Svantek (rys. 1).



Rys. 1. Analizator drgań i hałasu SVAN 912 AE
Fig. 1. SVAN 912 AE

Pomiaru dokonywano w dwóch punktach pomiarowych:

- na płycie podłogowej,
- na fotelu pasażera.

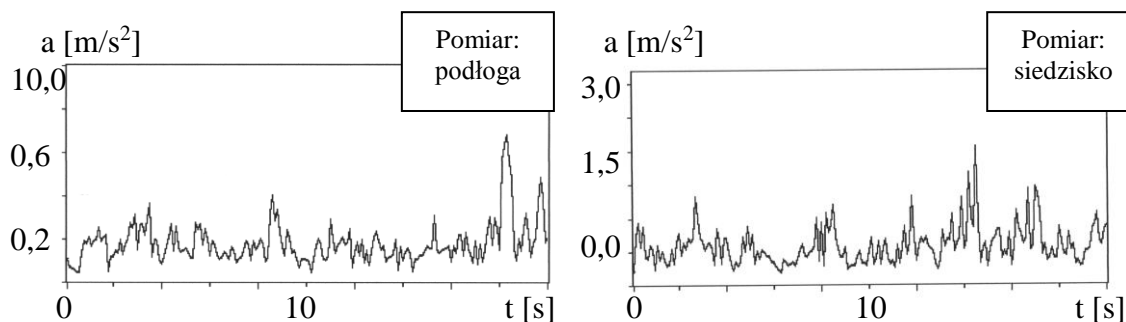
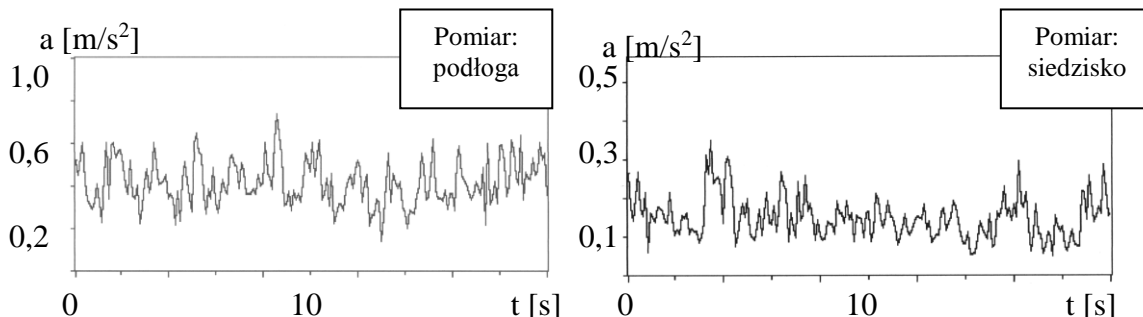
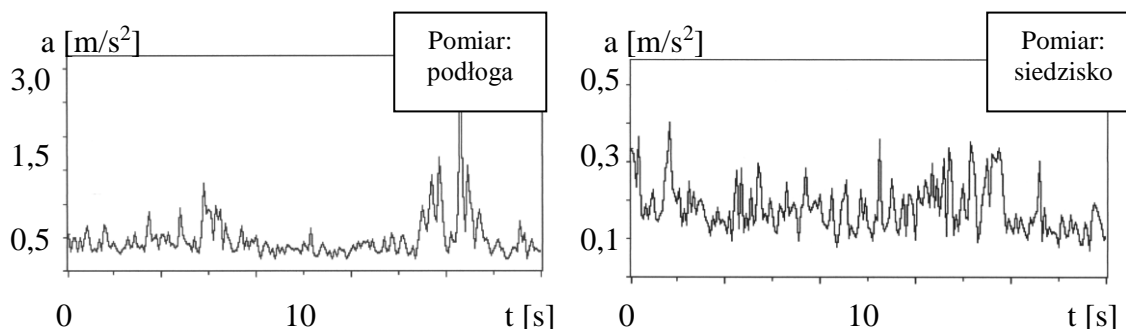
W pierwszym punkcie mierzono drgania miejscowe działające bezpośrednio na nogi pasażera, a w drugim drgania ogólne przenoszone na niego poprzez fotel. W obu przypadkach czas trwania jednego pomiaru został ustalony na poziomie 20 s. Pomiar wykonywano równocześnie w osi wzdłużnej, poprzecznej i pionowej pojazdu. Badania zostały przeprowadzone na nawierzchni asfaltowej i kostce brukowej przy prędkościach jazdy odpowiednio 40 i 90 km/h oraz 40 km/h dla nawierzchni brukowej. Dodatkowo wykonano pomiary przyspieszeń drgań na postoju przy załączonym silniku. Pomiar ten uwidaczniał wpływ drgań silnika na wibracje nadwozia samochodu.

Kolejnym krokiem było przeprowadzenie analizy częstotliwościowej zmierzonych sygnałów przyspieszeń drgań. Analizę widmową przeprowadzono za pomocą algorytmu szybkiej transformaty Fouriera FFT w zakresie częstotliwości od 0 do 170 Hz [1].

3. WYNIKI EKSPERYMENTU

Z przeprowadzonych badań wynika, że warunki, w których były prowadzone pomiary, miały decydujący wpływ na wielkość zmierzonych przyspieszeń drgań.

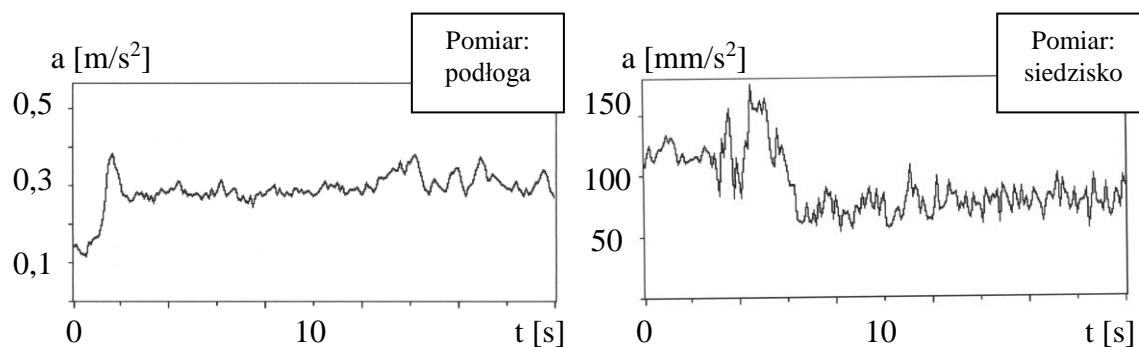
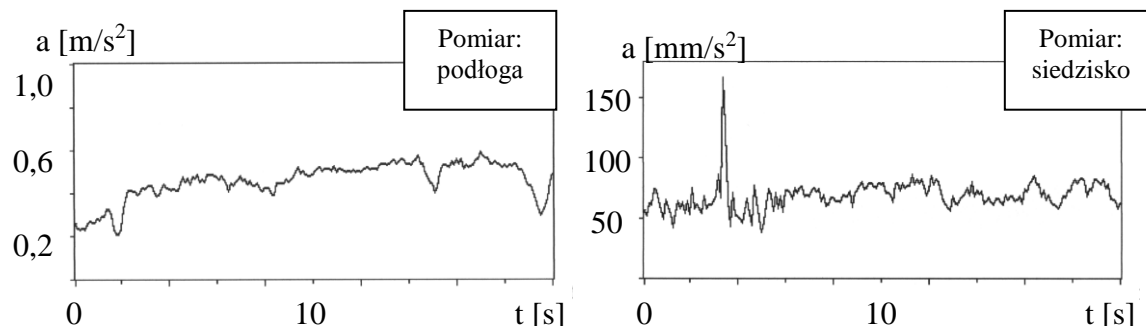
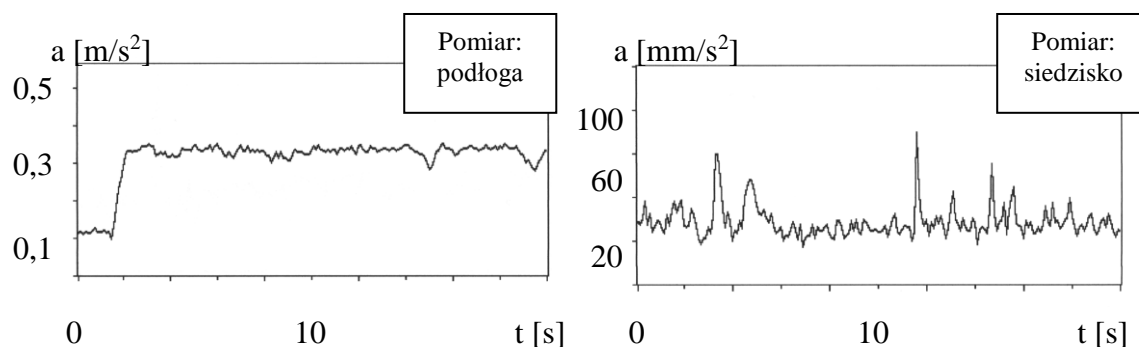
Przykładowe zmierzone wartości przyspieszeń drgań dla osi pionowej pojazdu przedstawiono na rysunkach 2, 3 i 4.

Rys. 2. Wartość przyspieszeń drgań pionowych – kostka brukowa, $V = 40$ km/hFig. 2. Result of recording accelerations of vibrations – paved road, $V = 40$ km/hRys. 3. Wartość przyspieszeń drgań pionowych – asfalt, $V = 40$ km/hFig. 3. Result of recording accelerations of vibrations – road asphalt, $V = 40$ km/hRys. 4. Wartość przyspieszeń drgań pionowych – asfalt, $V = 90$ km/hFig. 4. Result of recording accelerations of vibrations – road asphalt, $V = 90$ km/h

Z wykresów można wywnioskować, iż fotel kierowcy redukuje drgania pionowe nawet trzykrotnie dla prędkości jazdy 40 km/h na drodze asfaltowej. Wraz ze wzrostem prędkości jazdy do 90 km/h tendencja ta jest mniej widoczna. Jeszcze mniejsze wartości tłumienia drgań obserwuje się na nawierzchni brukowej drogi. Dla tego przypadku jedynie dla składowej pionowej przyspieszeń drgań możemy zaobserwować znaczące tłumienie wibracji, dochodzące do czterech razy.

Największą wartość tłumienia drgań fotela można zaobserwować w czasie pomiarów na postoju przy załączonym silniku. Drgania płyty podłogowej wywołane pracą silnika były nawet dziesięciokrotnie większe niż drgania fotela. Wynika stąd, iż fotel najefektywniej tłumie drgania o wysokiej częstotliwości i niskiej amplitudzie, które odpowiadają drganiom silnika.

Przykładowe wartości przyspieszeń drgań poprzecznych, podłużnych i pionowych, zmierzone na postoju przy załączonym silniku, przedstawiono na rysunkach 5, 6 i 7.

Rys. 5. Wartość przyspieszeń drgań podłużnych ($V=0$ km/h)Fig. 5. Result of recording accelerations of vibrations – longitudinal axis ($V=0$ km/h)Rys. 6. Wartość przyspieszeń drgań poprzecznych ($V=0$ km/h)Fig. 6. Result of recording accelerations of vibrations – transverse axis ($V=0$ km/h)Rys. 7. Wartość przyspieszeń drgań pionowych ($V=0$ km/h)Fig. 7. Result of recording accelerations of vibrations – perpendicular axis ($V=0$ km/h)

Jak się można było domyśleć, decydujący wpływ na wartość przyspieszeń drgań miejscowych miała nawierzchnia drogi. W czasie jazdy po kostce brukowej wartość przyspieszeń drgań poprzecznych i podłużnych wzrastała nawet czterokrotnie, a dla składowej pionowej drgań nawet dziesięciokrotnie w stosunku do jazdy z tą samą prędkością na drodze asfaltowej. Podczas badania wpływu prędkości jazdy po tej samej nawierzchni drogi na poziom drgań można zauważyć, że największy wpływ ma ona na drgania podłużne i pionowe. Wzrost ten jest jednak niewielki.

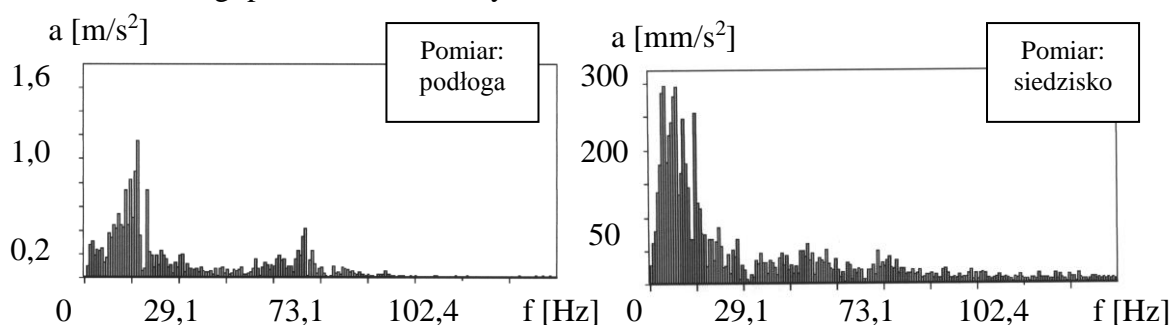
Biorąc pod uwagę kierunek działania przyspieszeń drgań, można zauważyć największy przyrost wibracji dla składowej podłużnej, niezależnie od prędkości i miejsca pomiaru w przypadku poruszania się po drodze asfaltowej. Sytuacja wygląda inaczej, jeżeli zaczniemy poruszać się po drodze z nawierzchnią brukową. Największa wartość przyspieszenia płyty podłogowej występuje dla składowej pionowej, natomiast dla pomiaru drgań ogólnych składowa ta jest najmniejsza. Wynika stąd wniosek, iż fotel na drodze brukowej najlepiej tłumia drgania w kierunku pionowym, natomiast w kierunku wzdłużnym i poprzecznych wartość tłumienia jest znikomo mała. W przypadku jazdy po kostce brukowej wartości

przyspieszeń drgań w kierunku podłużnym i poprzecznym są zbliżone do siebie, w przeciwieństwie do ich znacznych różnic w czasie jazdy na nawierzchni asfaltowej.

Podczas porównywania wartości przyspieszeń drgań płyty podłogowej przy załączonym silniku na postoju do ich wielkości w czasie jazdy z prędkością 90 km/h można zauważyć, że są one tylko do trzech razy mniejsze, a w przypadku składowej poprzecznej są nawet porównywalne. Z przeprowadzonych analiz można wysnuć wniosek, iż udział drgań pochodzących od pracującego silnika jest w przypadku przyspieszeń drgań ogólnych znikomy, natomiast drgań miejscowych – widoczny.

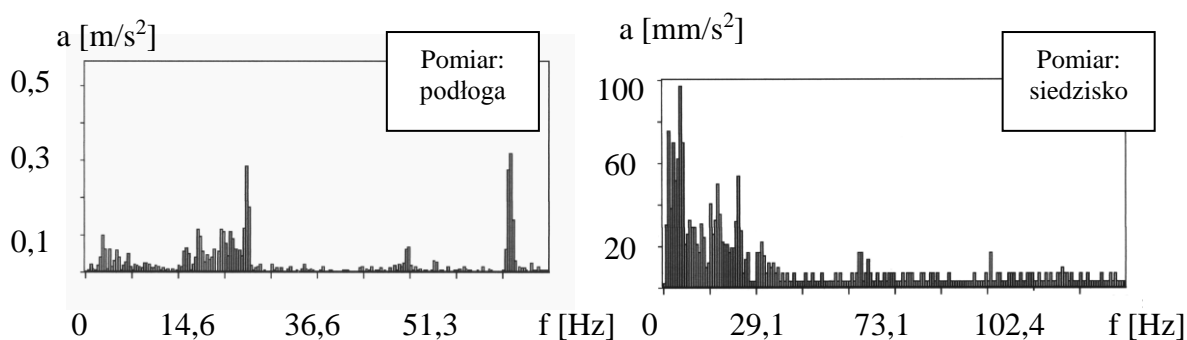
Analiza widmowa wykazała, że dominującym zakresem częstotliwości przyspieszeń drgań płyty podłogowej podczas jazdy po nawierzchni asfaltowej był zakres 50÷70 Hz dla składowej podłużnej i poprzecznej oraz zakres 1÷30 Hz dla składowej pionowej. Wzrost prędkości jazdy powodował przesunięcie zakresów w obszar mniejszych częstotliwości. Były to odpowiednio zakresy 45÷65 Hz oraz 1÷20 Hz.

Przykładowe widma przyspieszeń drgań pionowych dla różnych prędkości i nawierzchni drogi przedstawiono na rysunkach 8, 9 i 10.



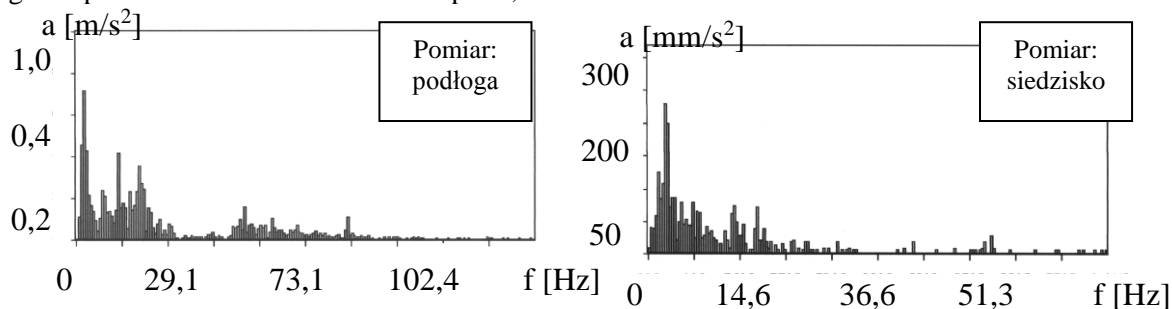
Rys. 8. Widmo przyspieszeń drgań – kostka brukowa, V = 40 km/h

Fig. 8. Spectrum of vibrations – paved road, V = 40 km/h



Rys. 9. Widmo przyspieszeń drgań –asfalt, V = 40 km/h

Fig. 9. Spectrum of vibrations – road asphalt, V = 40 km/h



Rys. 10. Widmo przyspieszeń drgań –asfalt, V = 90 km/h

Fig. 10. Spectrum of vibrations – road asphalt, V = 40 km/h

W przypadku jazdy po nawierzchni brukowej największe wartości przyspieszeń drgań zarejestrowano dla niższych częstotliwości niż dla drogi asfaltowej. Dominujące zakresy to pasmo 20÷60 Hz dla składowej podłużnej, 10÷20 Hz i 40÷70 Hz dla składowej poprzecznej oraz 2÷15 Hz dla składowej pionowej.

Na podstawie analizy częstotliwościowej drgań można zauważyć, iż fotel obniża zakres dominujących częstotliwości. Największe wartości przyspieszeń drgań ogólnych występują w zakresie 35÷65 Hz dla składowej podłużnej, 40÷70 Hz dla składowej poprzecznej oraz 1÷25 Hz dla składowej pionowej.

Bibliografia

1. Cempel Cz.: Wibroakustyka stosowana. PWN, Warszawa 1989.
2. Chudzikiewicz A., Nader M., Korzeb J.: Wybrane zagadnienia diagnostyki siedzisk w pojazdach. XXI Sympozjon Podstaw Konstrukcji Maszyn. Ustroń 2003.
3. Engel Z.: Drgania w technice. Nauka dla Wszystkich nr 363. Polska Akademia Nauk, Kraków 1981.
4. Gardulski J.: Bezstanowiskowa metoda oceny stanu technicznego zawiesznień samochodów osobowych. ITE, Katowice-Radom 2003.
5. Giergiel J.: Drgania układów mechanicznych. AGH, Kraków 1986.
6. Koton J.: Drgania mechaniczne. Bezpieczeństwo i Ochrona Człowieka w Środowisku Pracy nr 9. Centralny Instytut Ochrony Pracy, 1998.
7. Kucharski T.: System pomiaru drgań mechanicznych. WNT, Warszawa 2002.
8. Łazarz B., Madej H., Czech P.: Wpływ ogumienia na drgania ogólne w samochodzie. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Transport, z. 56, Gliwice 2004.
9. Nizioł J.: Fizyczne aspekty drgań. Politechnika Krakowska, Kraków 1995.
10. Reimpell J., Betzler J.: Podwozia samochodów. Podstawy konstrukcji. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001.
11. PN-91/N-01352 Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy.
12. PN-91/N-01354 Drgania. Dopuszczalne wartości przyspieszeń drgań o oddziaływaniu ogólnym na organizm człowieka. Wymagania i badania.
13. PN-91/S-04100 Drgania. Metody badań i oceny drgań mechanicznych na stanowiskach pracy w pojazdach.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dąbrowski