

Rafał BURDZIK

BADANIA DRGAŃ PŁYTY PODŁOGOWEJ POJAZDU SAMOCHODOWEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań wstępnych, których celem była analiza drgań płyty podłogowej pojazdu samochodowego. Zarejestrowane sygnały przedstawiono w postaci widm. Umożliwiło to analizę dynamiki zjawisk drganiowych w wybranych pasmach częstotliwości. Uzyskane wyniki pozwalają na obserwację drgań w zagrożonych pasmach częstotliwości drgań własnych narządów człowieka.

THE RESEARCH OF VIBRATION OF VEHICLE FLOOR PANEL

Summary. The paper presents the results of preliminary research, which purpose was to analyze the vibration of vehicle floor panel. Recorded signals are presented in the form of frequency spectrum. This enabled the analysis of the dynamics of vibration phenomena in selected frequency bands. The obtained results allowed to observe the vibration bands in the risk of natural frequencies of human organs.

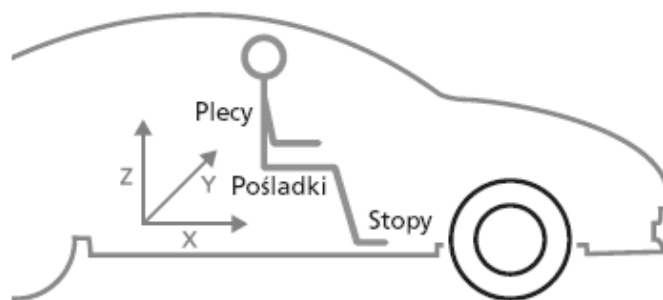
1. WSTĘP

Szerokie spektrum oddziaływania transportu oraz powszechny jego udział w życiu niemal każdego człowieka wymusza ciągłe doskonalenie pojazdów, w celu zapewnienia bezpieczeństwa i komfortu podróżowania. Głównym źródłem zakłóceń tych parametrów są drgania mechaniczne. Konsekwencją oddziaływania drgań na człowieka są różnego rodzaju niekorzystne zmiany w organizmie, będące następstwem ekspozycji na drgania. Zakres i proces postępowania tych zmian w dużej mierze zależą od miejsca ich wnikania do organizmu.

Drgania mechaniczne, występujące w środowisku pracy, klasyfikujemy na drgania ogólne, oddziałujące na organizm człowieka za pośrednictwem kończyn dolnych, miednicy, pleców. Drugi rodzaj drgań to drgania miejscowe, oddziałujące na organizm człowieka przez kończyny górne. Uwzględniając ten podział drgań mechanicznych, źródła drgań w środowisku pracy można podzielić na źródła drgań o działaniu ogólnym i działających przez kończyny górne.

Największą grupę osób narażonych na drgania ogólne są kierowcy, pasażerowie, motorniczy, operatorzy maszyn budowlanych i drogowych. Propagacja drgań do organizmu przenoszona jest za pośrednictwem siedziska pojazdów przez miednicę, plecy i boki. Największe zagrożenie dla człowieka stanowią drgania, których częstotliwość wymuszenia będzie zbliżona do częstości drgań własnych narządów wewnętrznych człowieka. Dla częstotliwości drgań poniżej 2 Hz ciało człowieka zachowuje się jak jednolita masa. Pierwsza częstotliwość rezonansowa dla człowieka przebywającego w pozycji siedzącej wynosi 4 Hz lub 6 Hz. W tabeli poniżej przedstawiono pasma częstotliwości drgań własnych dla

poszczególnych organów ciała. Zakresy te mają charakter orientacyjny, gdyż istotny wpływ na ich wartości ma indywidualna budowa człowieka.



Rys. 1. Kierunki i źródła oddziaływania drgań na człowieka w pojeździe samochodowym [2]

Fig. 1. Directions and sources of influence of vibrations on the human in motor vehicle [2]

Tablica 1

Pasma częstotliwości drgań własnych grup narządów wewnętrznych [na podstawie 1]

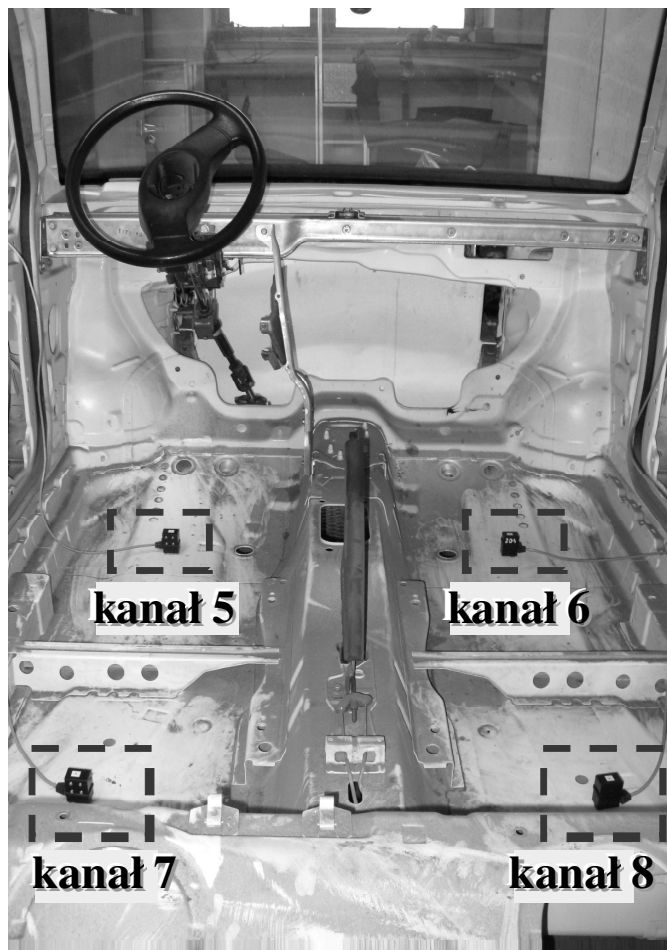
<i>Lp.</i>	<i>Nazwa organu</i>	<i>Częstotliwość [Hz]</i>
1.	Człowiek stojąc	4 – 6
2.	Człowiek siedząc	5 – 12
3.	Głowa	4 - 5 17 – 25
4.	Klatka piersiowa	5 – 9
5.	Żołądek (zależnie od stopnia napełnienia)	2 – 7
6.	Oczy	20 – 25
7.	Układ ręką-przedramię (zależnie od ustawienia)	10 – 30
8.	Receptory dotyku	200 – 300
9.	Szczeka	6 – 8
10.	Krtań, tchawica, oskrzela	12 – 16
11.	Wątroba	3 – 4
12.	Kręgosłup	8
13.	Miednica	5 – 9
14.	Kończyny górne	3
15.	Kończyny dolne	5

2. BADANIA

W ramach badań przeprowadzono czynne eksperymenty diagnostyczne, polegające na wymuszeniu drgań koła pojazdu, a następnie rejestracji sygnałów przyspieszeń drgań w wybranych punktach konstrukcji pojazdu. W artykule przedstawiono wyniki badań drgań płyty podłogowej samochodu osobowego. Miejscami mocowania przetworników przyspieszeń drgań były punkty na płycie podłogowej w obszarach, gdzie drgania przenoszone są za pośrednictwem stóp na organizm kierowcy i pasażerów pojazdu (rys. 2).

Jak wynika z obliczeń dla samochodu poruszającego się z najbardziej popularną prędkością około 80 km/h, po drogach drugorzędnych, przy założeniu średniej wartości długości fal występujących na drogach w Polsce (nierówności na drogach) najwięcej energii sygnału drgań będzie zawarte w paśmie do 30 Hz. Dla pojazdów specjalnych, nieporuszających się z dużymi prędkościami (maszyny budowlane, drogowe, rolnicze) większość energii sygnału będzie zawarta w paśmie do około 20 Hz.

Na podstawie tych informacji, na stanowisku badawczych zaprogramowano liniowy przyrost częstotliwości wymuszenia płyty do wartości powyżej 20 Hz, przy stałej amplitudzie skoku płyty stanowiska.

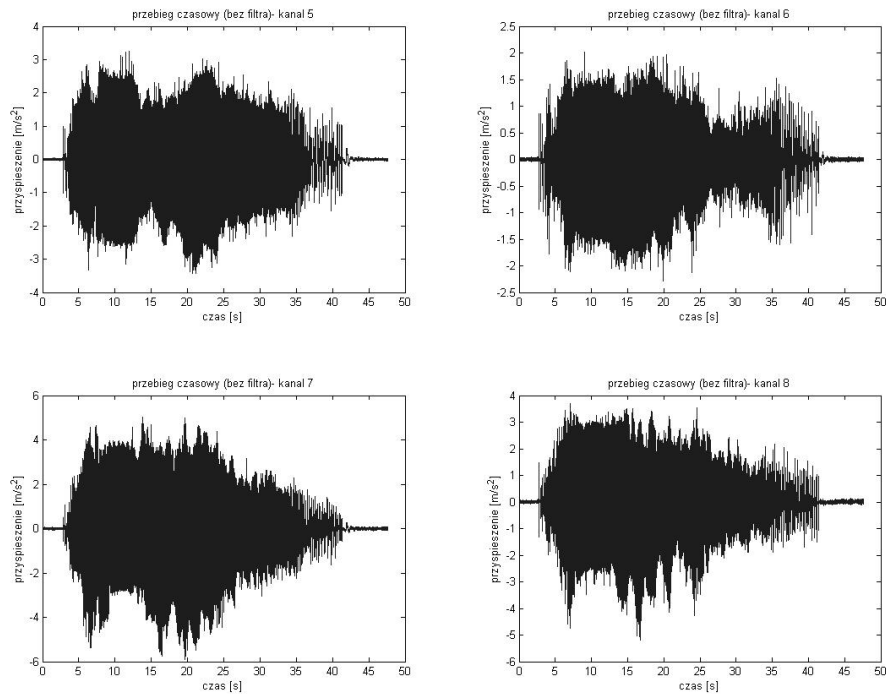


Rys. 2. Miejsca rejestracji drgań płyty podłogowej pojazdu
Fig. 2. Points of recording the vibration of vehicle floor panel

3. WYNIKI BADAŃ ORAZ ICH ANALIZA

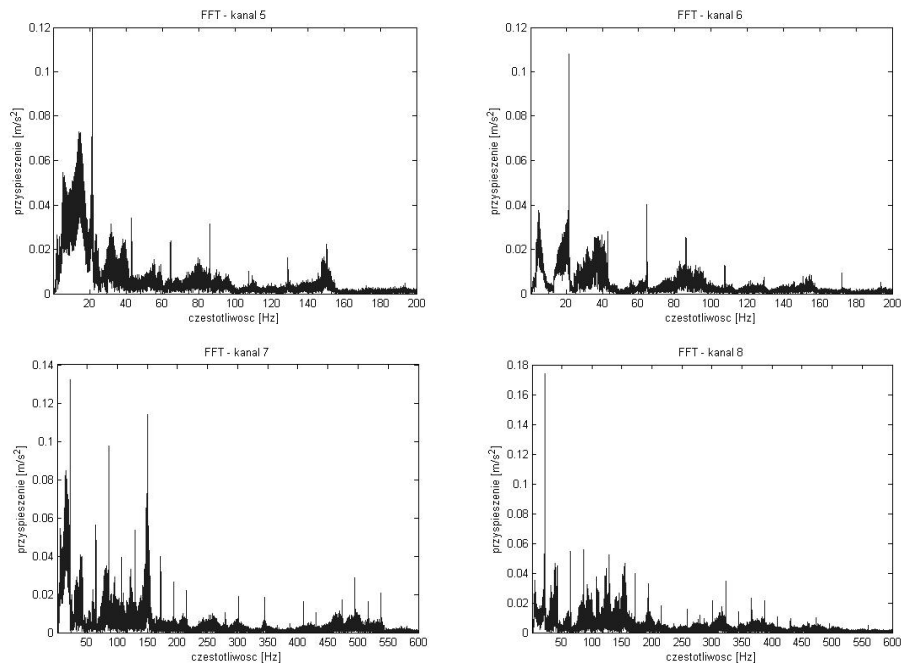
W artykule przedstawiono przykładowe wyniki badań drgań samochodu osobowego. Stanowisko badawcze umożliwiło wymuszanie drgań koła pojazdu. Zaprezentowane wyniki uzyskano podczas wymuszenia drgań lewego, przedniego koła pojazdu. Przyspieszenia drgań rejestrowano na płycie podłogowej w miejscach położenia stóp kierowcy i pasażerów pojazdu. Na wykresach oznaczono kolejno (zgodnie z rys. 2):

- kanał 5 – miejsce na stopy kierowcy,
- kanał 6 – miejsce na stopy pasażera przedniego,
- kanał 7 – miejsce na stopy pasażera tylnego lewego,
- kanał 8 – miejsce na stopy pasażera tylnego prawego.

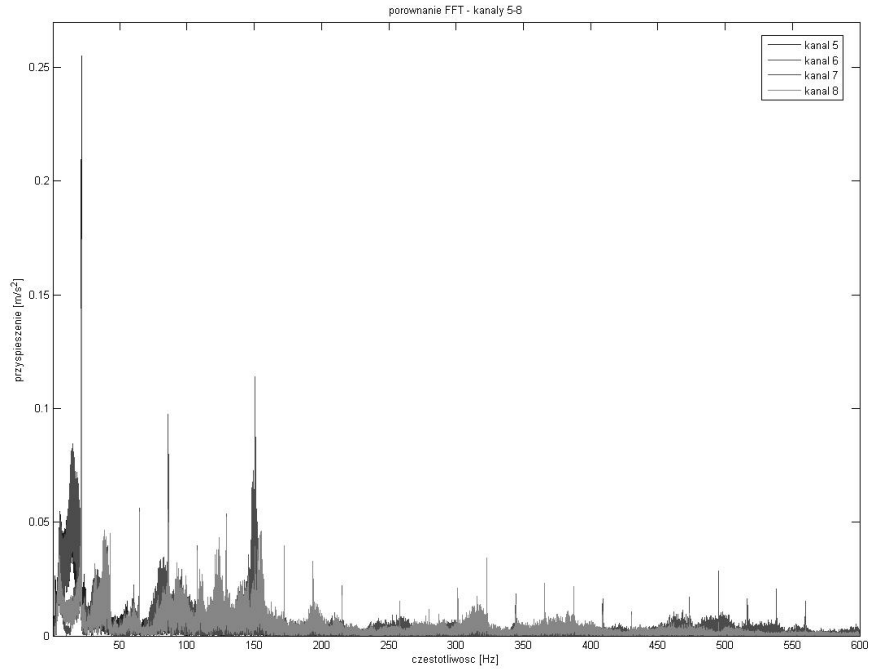


Rys. 3. Przyspieszenia drgań zarejestrowane na płycie podłogowej
 Fig. 3. Acceleration of vibration recorded on the floor panel

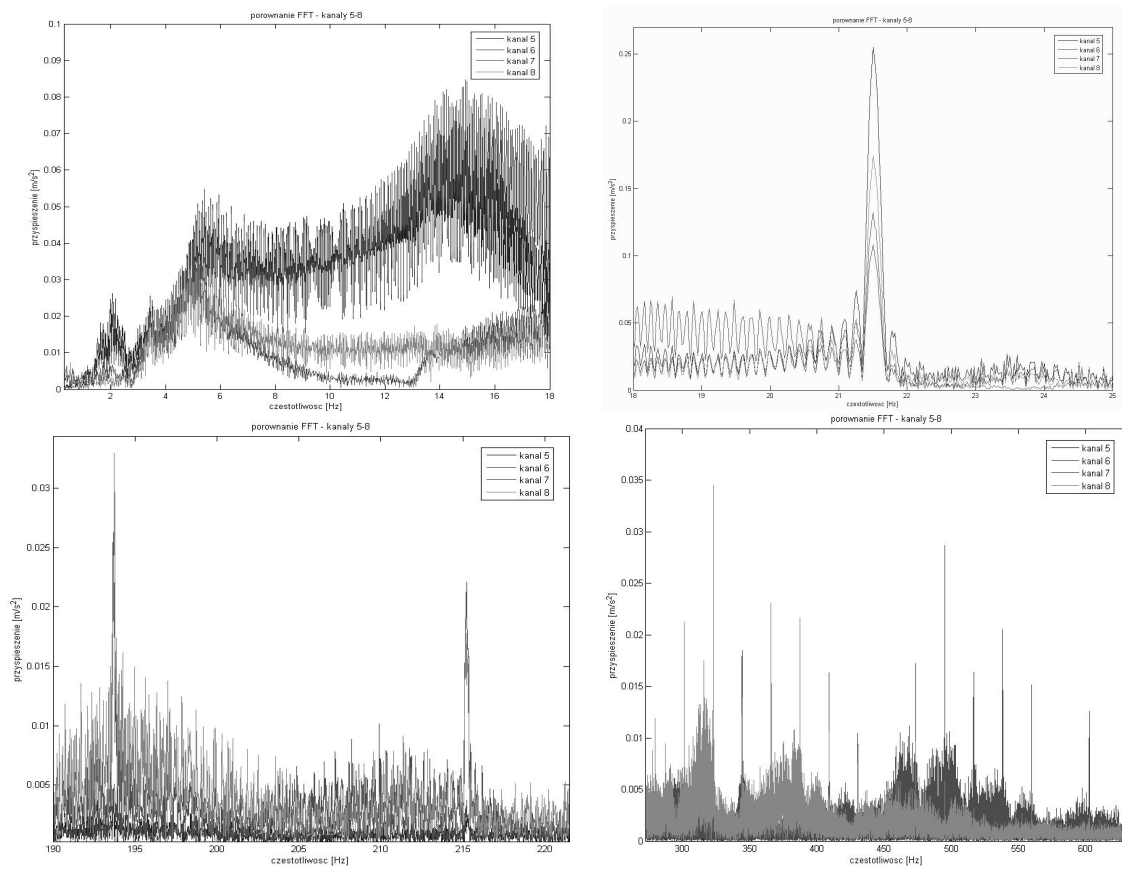
W celu analizy dynamiki badanych sygnałów wyznaczono ich widma częstotliwościowe. Następnie porównywano ich przebiegi nanosząc je na jeden wspólny wykres.



Rys. 4. Widma przyspieszeń drgań zarejestrowanych na płycie podłogowej
 Fig. 4. Spectrum of acceleration of vibration recorded on the floor panel

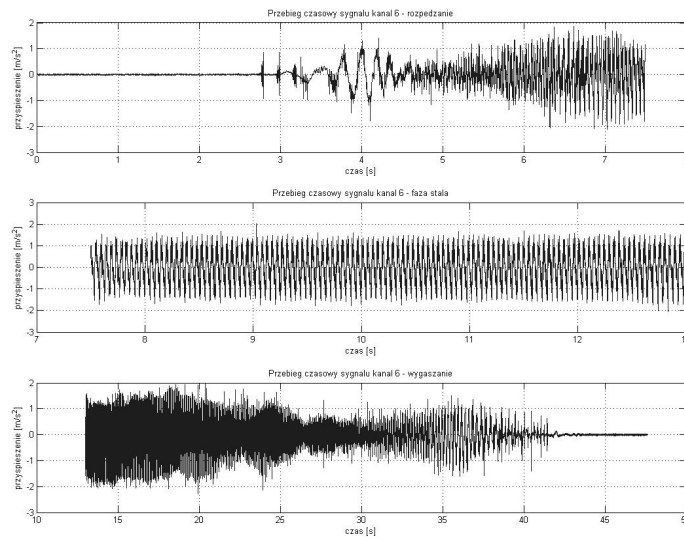


Rys. 5. Porównanie widm zarejestrowanych sygnałów
 Fig. 5. The comparison of the spectrum of the recorded signals

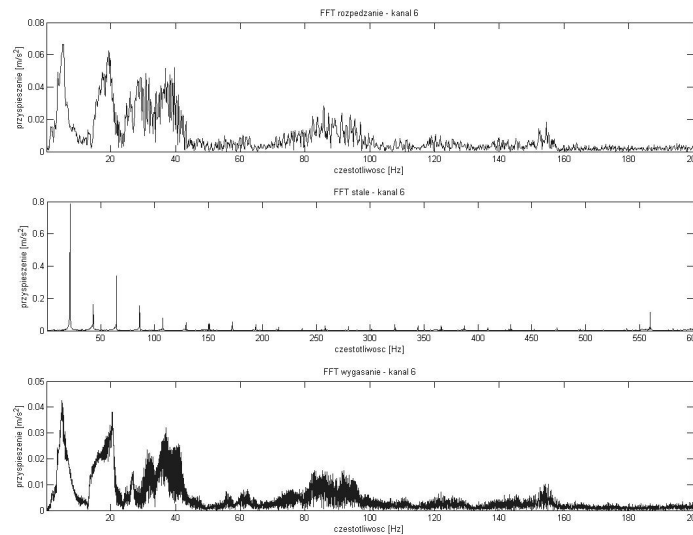


Rys. 6. Wybrane pasma porównawcze widm zarejestrowanych sygnałów
 Fig. 6. The chosen comparison frequency bands of the recorded signals

Na podstawie analizy przebiegu zarejestrowanych sygnałów można określić przedziały ich stacjonarności i niestacjonarności. Autor opracował matematyczny algorytm identyfikacji przedziałów stacjonarnych dla sygnałów drganiowych oraz zaprogramował automatyczny algorytm w środowisku Matlab. Przykładowe wyniki zaprezentowano poniżej.

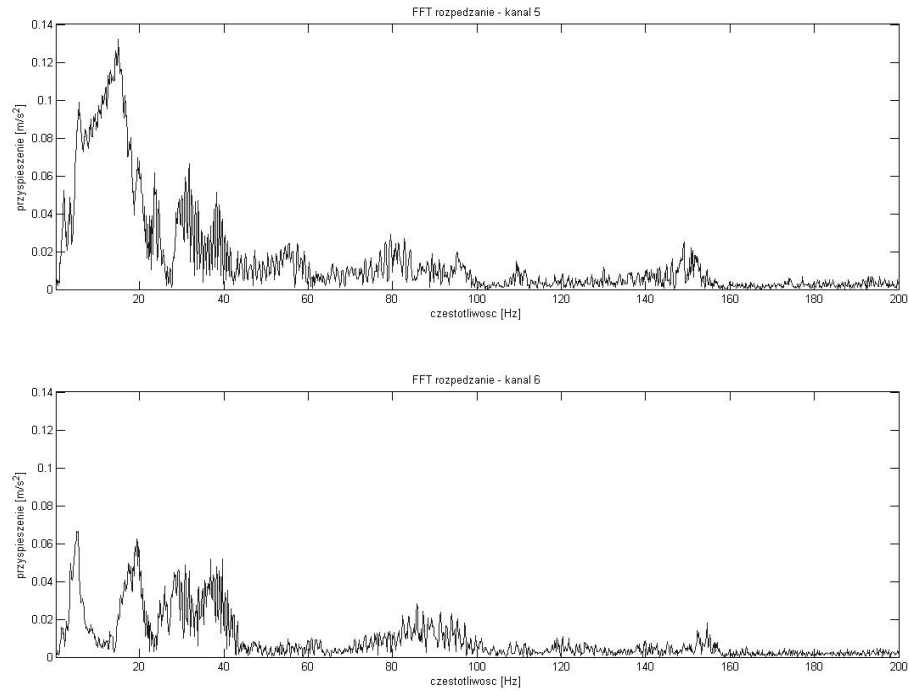


Rys. 7. Sygnał podzielony według stanów stacjonarności
Fig. 7. The signal divided by stationary states



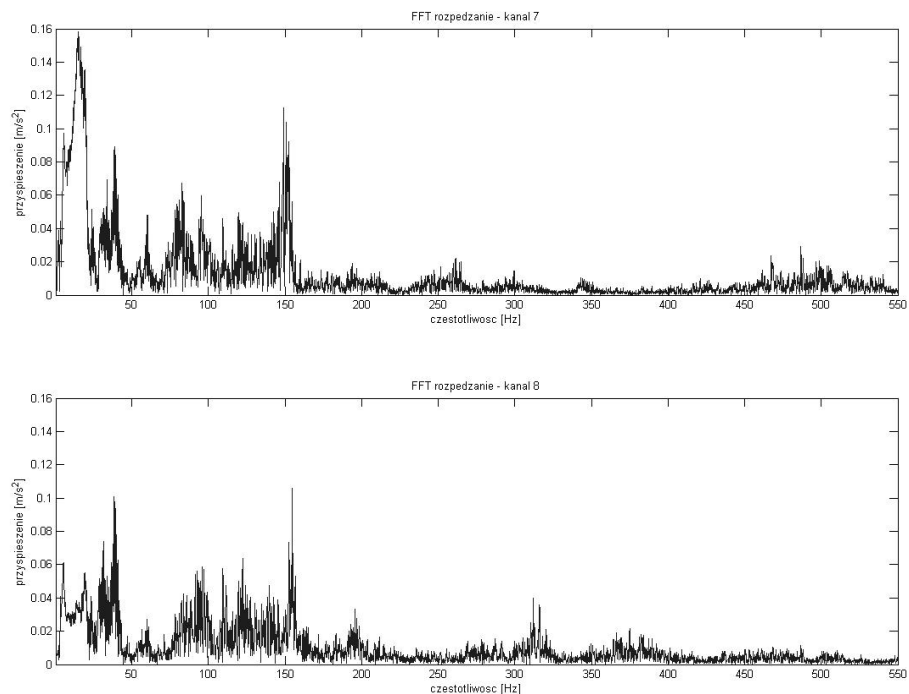
Rys. 8. Widma podzielonego sygnału
Fig. 8. The spectra of the divided signals

Opracowany algorytm umożliwił szczegółową analizę, w celu detekcji dominujących składowych częstotliwościowych sygnałów drganiowych płyty podłogowej pojazdu samochodowego. Porównania widm sygnałów zarejestrowanych w miejscach usytuowania stóp kierowcy i przedniego pasażera (rys. 9) oraz tylnych pasażerów (rys. 10) przedstawiono poniżej.



Rys. 9. Widma rozbiegu sygnałów drgań zarejestrowanych w miejscach lokalizacji stóp kierowcy i przedniego pasażera

Fig. 9. Spectra of the run-up vibration signals recorded at the locations of the foot of the driver and front passenger



Rys. 10. Widma rozbiegu sygnałów drgań zarejestrowanych w miejscach lokalizacji stóp tylnych pasażerów (z powiększeniem)

Fig. 10. Spectra of the run-up vibration signals recorded at the locations of the rear passengers feet (with zoom)

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone eksperymenty miały charakter badań wstępnych. Zarejestrowane sygnały pozwoliły na opracowanie algorytmów matematycznych i programowych, umożliwiających wnikliwą analizę drgań konstrukcji pojazdu samochodowego. Zaproponowana metoda przetwarzania sygnałów drganiowych pozwala na wyznaczanie miar energetycznych sygnałów, analizowanie wybranych pasm częstotliwościowych, w celu detekcji dominujących składowych, porównywanie przebiegów czasowych i częstotliwościowych. Umożliwia także śledzenie dróg propagacji fal drganiowych w strukturach pojazdu. W celu precyzyjnej analizy sygnałów niestacjonarnych należy zastosować przekształcenia czasowo-częstotliwościowe, które umożliwią obserwację zmian sygnału w obu dziedzinach. Pozwoli to na określenie drgań własnych struktury płyty podłogowej, których wzbudzenie będzie rejestrowane w całym cyklu sygnału. Autor opracował narzędzia i programy do takich analiz, których wyniki były licznie publikowane [3-8].

Kolejnym etapem badań będzie analiza wpływu zmian wybranych parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na obraz drgań przenoszonych z płyty podłogowej pojazdu na organizm człowieka.

Bibliografia

1. Cempel C.: Drgania mechaniczne wprowadzenie, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1984.
2. Michelin : Komfort mechaniczny i akustyczny, 2002.
3. Burdzik R., Konieczny Ł.: Diagnosing of shock-absorbers of car vehicles at changeable pressure in tires, 4th International Congress on Technical Diagnostics, Olsztyn 2008.
4. Burdzik R.: Miary wielkości fizycznych w diagnozowaniu amortyzatorów samochodowych, Zeszyty Naukowe Pol. Śl., seria Transport, z. 61, Gliwice 2007, s. 83-90.
5. Burdzik R., Fołęga P., Węgrzyn T., Silva Abílio P.: Influence of Exploitation Tire Stiffness on Vehicle Vibration, Conferencia Engenharia'2009, Covilha Portugalia, 2009, s. 168-171.
6. Burdzik R., Konieczny Ł.: Komputerowa analiza sygnału w diagnostyce zawiesznień samochodów osobowych. Praca zbiorowa pod redakcją Mikołajczyka T.: Komputerowe Wspomaganie Nauki i Techniki CAX'2005 II Warsztaty Naukowe, Bydgoszcz-Duszniki Zdrój 2005, s. 30 - 36.
7. Burdzik R., Gardulski J.: Metodyka wyznaczania diagnostycznych miar stanu technicznego amortyzatorów samochodowych, DIAGNOSTYKA 4(40)/2006, PTDT, 2006, s. 127-132.
8. Burdzik R., Gardulski J.: Frequency analysis decimation vibration signals of passenger car's suspensions, PROBLEMY TRANSPORTU Kwartalnik Tom 2 Zeszyt 1, Gliwice 2007, s. 23-29.

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej Grządziela, prof. nzw. Akademii Marynarki Wojennej

Praca wykonana w ramach BW-488/RT2/2010