

Rafał BURDZIK¹

ANALIZA DRGAŃ ELEMENTÓW STRUKTURY POJAZDU SAMOCHODOWEGO, GENEROWANYCH PODCZAS PRACY SILNIKA I UKŁADU PRZENIESIENIA NAPĘDU

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań sygnałów drganiowych w wybranych punktach konstrukcji pojazdu, w tym w miejscach przyłożenia kończyn dolnych pasażerów pojazdu do płyty podłogowej. Przeprowadzono analizę dynamiki zjawisk wibroakustycznych konstrukcji pojazdu samochodowego. Zastosowanie dedykowanych metod przetwarzania sygnałów WA pozwala na wyznaczanie miar energetycznych sygnałów, analizowanie wybranych pasm częstotliwościowych, w celu detekcji dominujących składowych, porównywania przebiegów czasowych i częstotliwościowych.

Słowa kluczowe. Drgania, uciążliwość drgań.

ANALYSIS OF VIBRATION OF VEHICLE CONSTRUCTION ELEMENTS UNDER ENGINE AND POWER TRAIN SYSTEM WORKING

Summary. The paper presents results of investigation on vibration signals registered in chosen elements of vehicle construction, for example in floor panel under the feet of driver. The analysis of the dynamics of the vibroacoustics phenomenon in vehicle construction were conducted. Application of WA signal processing methods enables estimation of energy measures, analysis of chosen frequency bands for the dominant frequencies detection and comparison of time and frequency signal realization.

Keywords. Vibration, vibration nuisance.

1. WPROWADZENIE

Drgania zmniejszają efektywność procesów transportowych oraz zmniejszają bezpieczeństwo i komfort w transporcie. Konsekwencją tego zjawiska są różnego rodzaju niekorzystne zmiany w organizmie będące, następstwem ekspozycji na drgania. Zakres i proces postępowania tych zmian 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 oraz 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 źródła drgań działających przez kończyny górne. Istotne jest

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

identyfikowanie źródeł drgań oraz właściwości materiałów konstrukcyjnych, które je przenoszą [10, 11].

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.

Reakcje organizmu człowieka na drgania dzieli się na:

- reakcje subiektywne RS,
- reakcje psychosomatyczne RPS,
- zaburzenia czynnościowe ustroju RC.

2. UCIAŻLIWOŚĆ DRGAŃ

Odczuwanie i uciążliwość drgań generowanych przez środki transportu mają charakter wysoce subiektywny, dlatego trudno jest określić zadowalające progowe wartości ekspozycji. W ocenie można wspierać się międzynarodową normą ISO 2631 - Ocena narażenia osób na drgania ogólne. Zgodnie z Polską Normą PN-EN 14253, dzienne ekspozycje na drgania działające w sposób ogólny wyznacza się jako wartość maksymalną $A(8) = \max\{A_x(8), A_y(8), A_z(8)\}$ ze wzoru:

$$A_l(8) = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{wli}^2 \cdot t_i} \quad (1)$$

gdzie:

n - liczba wykonywanych czynności w narażeniu na drgania,

i - numer czynności wykonywanej w narażeniu na drgania,

l - kierunek drgań (X,Y,Z),

t_i - czas wykonywania i-tej czynności,

a_{wli} - skuteczne, ważone przyspieszenia drgań wyznaczone dla kierunku l z uwzględnieniem właściwych współczynników wagowych ($1,4a_{wxi}, 1,4a_{wyi}, a_{wzi}$).

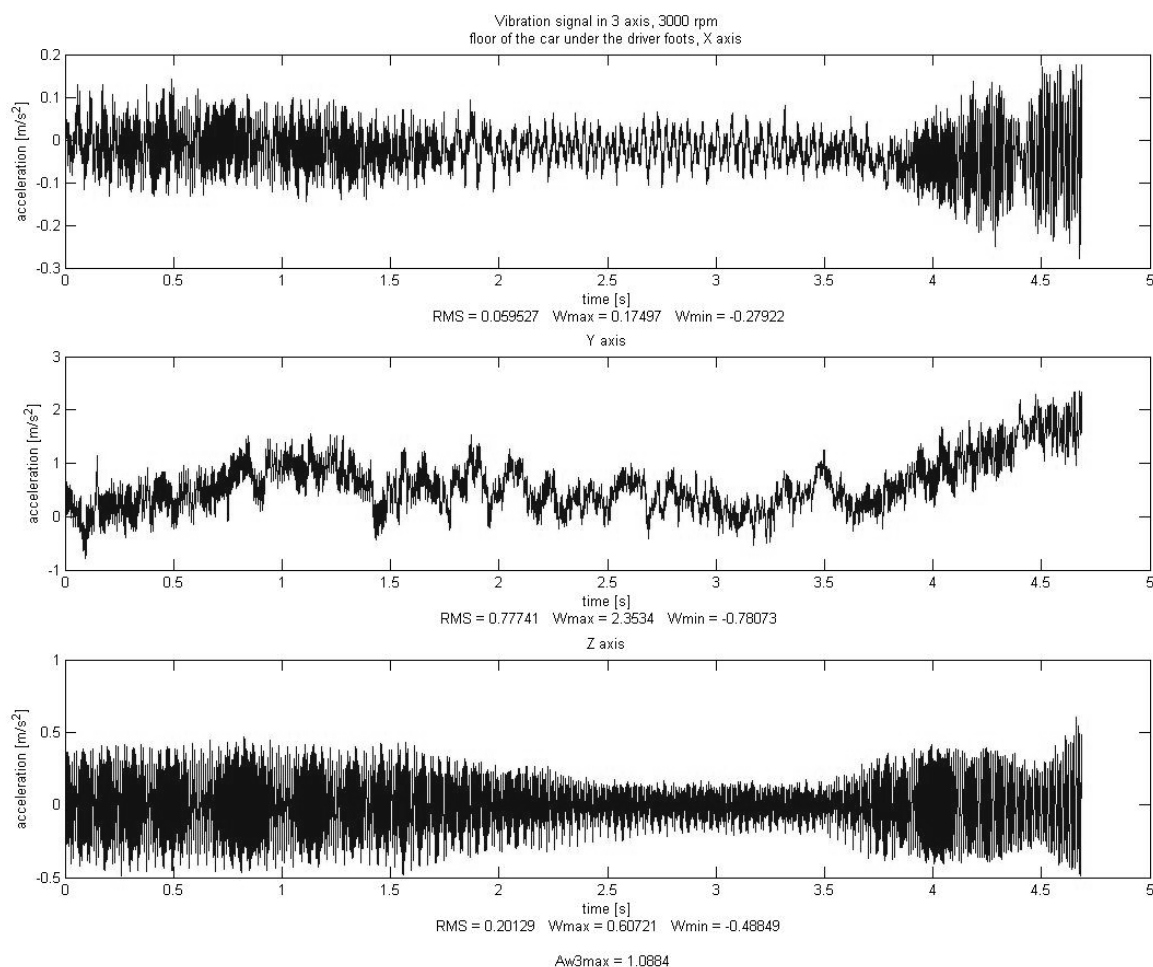
Tabela 1

Ocena uciążliwości poziomów równoważnych przyspieszeń drgań

Równoważny poziom przyspieszeń drgań	Uciążliwość
poniżej 0,3 m/s ²	Brak uciążliwości
0,3 i 0,6 m/s ²	Mała uciążliwość
0,6 i 1,0 m/s ²	Średnia uciążliwość
1 i 1,6 m/s ²	Dyskomfort
1,6 i 2,5 m/s ²	Duża uciążliwość
powyżej 2,5 m/s ²	Bardzo duża uciążliwość

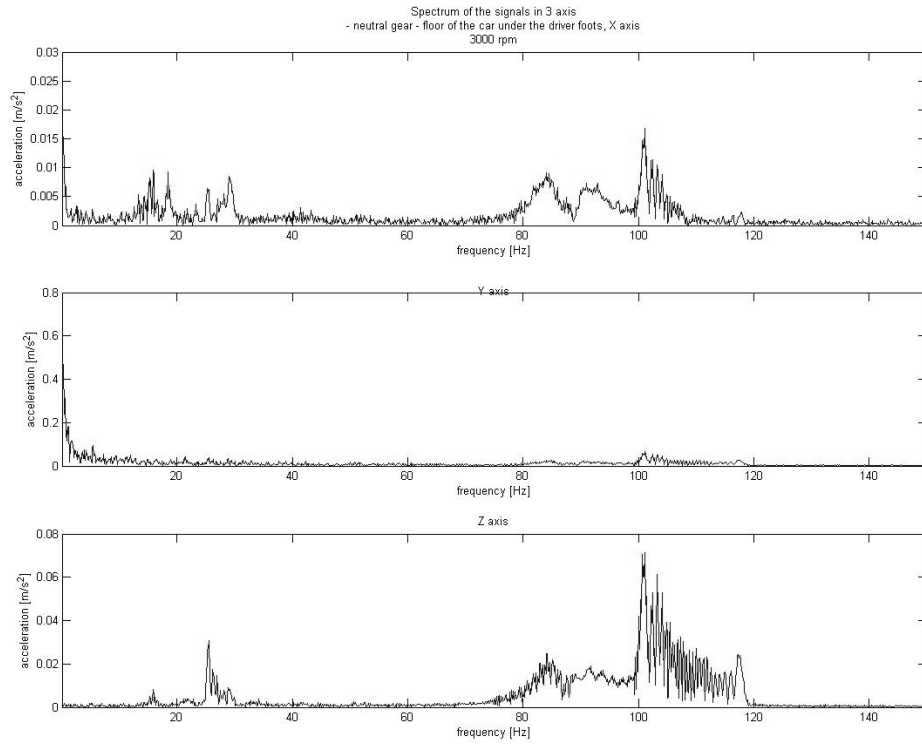
3. ANALIZA DRGAŃ PŁYTY PODŁOGOWEJ POJAZDU

W artykule przedstawiono przykładowe zarejestrowane wyniki badań drgań konstrukcji pojazdu. Obiektem badań był samochód osobowy. Celem badań była analiza struktury drgań w kierunkach osi wzdłużnej (X), poprzecznej (Y) i pionowej (Z). Jako punkt pomiarowy przyjęto panel podłogowy w miejscu przyłożenia nóg kierowcy, ponieważ jest to miejsce „wnikania” drgań o charakterze ogólnym poprzez kończyny dolne. Badania miały charakter stacjonarny w celu wykluczenia losowych wymuszeń drogowych. Jako źródło drgań przyjęto silnik i układ napędowy pracujący ze stałą prędkością obrotową. Na rysunkach poniżej przedstawiono przebiegi przyspieszeń drgań z obliczonymi zgodnie z Polską Normą wartościami oddziaływania drgań na człowieka, widma FFT tych sygnałów oraz rozkłady czasowo-częstotliwościowe, wszystkie w trzech osiach.

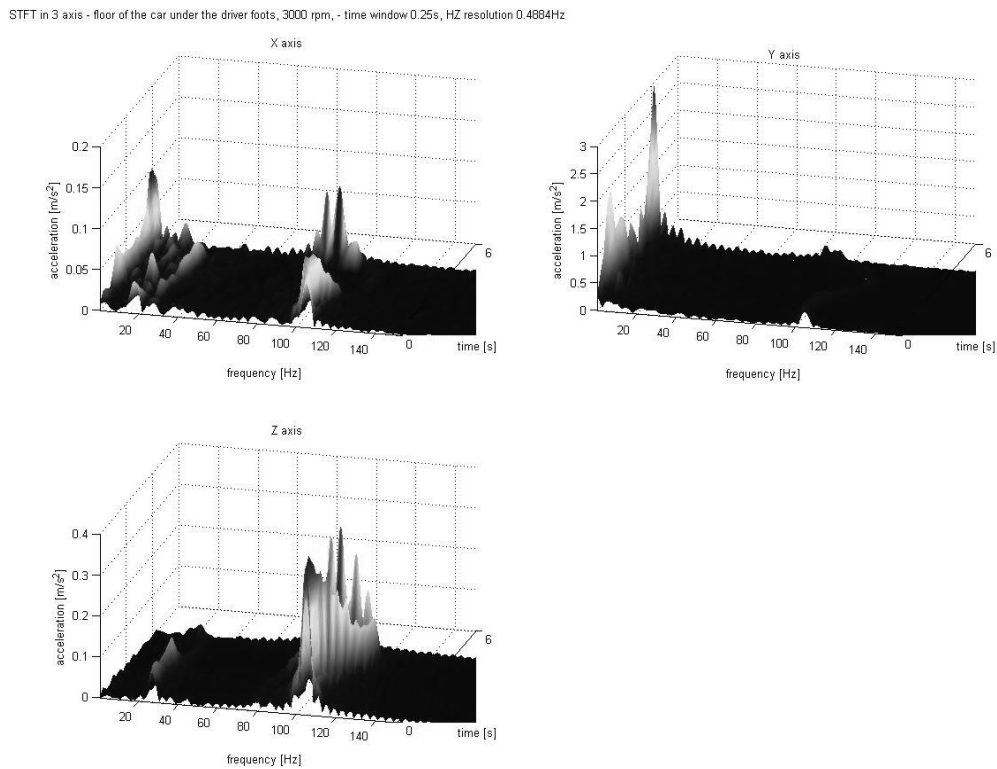


Rys. 1. Struktura kierunkowa drgań panelu podłogowego pojazdu

Fig. 1. Directional distribution of floor panel vibration



Rys. 2. Częstotliwościowa struktura kierunkowa drgań panelu podłogowego pojazdu
Fig. 2. Frequency directional distribution of floor panel vibration



Rys. 3. Czasowo-częstotliwościowa struktura kierunkowa drgań panelu podłogowego pojazdu
Fig. 3. Time-frequency directional distribution of floor panel vibration

4. PODSUMOWANIE

Nagle lub nasilające się zjawiska drganiowe o charakterze miejscowym mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo i komfort. Człowiek, jako użytkownik środka transportu, poddany drganiom o charakterze miejscowym może stracić kontrolę nad sterowaniem lub ulec skutkom czasowych oddziaływań zdrowotnych. Bardzo istotne są także drgania o charakterze ogólnym, które mają znaczący wpływ na poczucie dyskomfortu. Jak wykazały badania przeprowadzone w pojazdach samochodowych, w transporcie drogowym drgania wzdłużne i poprzeczne mają znaczny udział wartościowy. Szczegółowa i wielodzielnicowa analiza struktury drgań rozprzestrzenianych w trzech ortogonalnych osiach umożliwia ocenę kierunku oddziaływania drgań oraz dominujących częstotliwości. Analiza czasowa umożliwia szybką ocenę zawartości energetycznej drgań. Widma FFT uwidaczniają dominujące składowe częstotliwościowe. Transformacja sygnałów synchronicznie w dziedzinach czasu i częstotliwości umożliwia ocenę czasu narażenia na wybrane częstotliwości sygnału.

Bibliografia

1. Burdzik R.: Badania drgań płyty podłogowej pojazdu samochodowego. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., S. Transport, z. 67, Gliwice 2010, s. 23-30.
2. Cempel C.: Drgania mechaniczne wprowadzenie. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1984.
3. Piecha J., Węgrzyn T.: Transactions on Transport Systems, Telematics and Safety, [in] Burdzik R.: Research of the vibration in 3 axes of car body for different idle gear rotational speed. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, p. 203-214.
4. Burdzik R., Stanik Z., Warczek J: Method of assessing the impact of material properties on the propagation of vibrations excited with a single force impulse. Archives of Materials and Metallurgy, Vol. 57, Issue 2, (2012), p. 409-416.
5. Burdzik R., Konieczny Ł., Łazarz B.: Influence of damping characteristics changes on vehicles vibration research. 19th International Congress on Sound and Vibration (ICSV19), Vilnius Lithuania, 8 -12 July 2012.
6. Burdzik R.: Monitoring system of vibration propagation in vehicles and method of analysing vibration modes. J. Mikulski (ed.): TST 2012, CCIS 329, [in:] Springer, Heidelberg 2012, p. 406-413.
7. Burdzik R.: Analysis of vibration generated by the engine registered on vehicle floor panel. XVI Konferencja Naukowa Wibroakustyki i Wibrotechniki, XI Ogólnopolskie Seminarium Wibroakustyka w Systemach Technicznych, Kraków, 13-14 listopada 2012, s. 15-16.
8. Burdzik R., Czech P., Konieczny Ł., Folega P.: Exposure to vibrations generated by the motor vehicle. IX Sympozjum Naukowo-Techniczne Silniki Spalinowe w Zastosowaniach Wojskowych SILWOJ'2012, Puck, 21-23 października 2012, s. 13.
9. Burdzik R., Czech P., Konieczny Ł., Wojnar G.: Analysis of directional distribution of vibrations generated by the combustion engine. Journal of POLISH CIMAC ENERGETIC ASPECTS, Vol. 7, No. 1, Gdansk 2012, p. 27-32.
10. Oleksiak B., Siwiec G., Fornalczyk A.: Research of surface tension of Cu-Pb-Fe industrial alloy. Acta Metall. Slovaca, nr 10, 2004, s. 645-649.
11. Figlus T., Wilk A.: Analiza zmian sił wymuszających i ich wpływ na drgania kadłuba silnika spalinowego. Zeszyty Naukowe PŚl., s. Transport, z. 64, Gliwice 2008, s. 7-12.