

DRGANIA OGÓLNE ODCZUWALNE PRZEZ KIEROWCĘ SAMOCHODU OSOBOWEGO PODCZAS PRZEJAZDU PRZEZ PROGI ZWALNIAJĄCE – CZ. 1

Streszczenie

Drgania o różnych częstotliwościach i wartościach przyspieszeń przekraczających określoną wartość progową mogą być powodem pojawienia się rezonansu narządów wewnętrznych. Może to być przyczyną powstawania zaburzeń w czynnościach narządów, krwotoków wewnętrznych, a nawet może spowodować rozerwanie narządów. Drgania mogą wywoływać szereg innych zaburzeń i schorzeń w organizmie ludzkim, jak np. zaburzenia narządu równowagi, schorzenia kręgosłupa, zaburzenia czynności mięśni i ścięgien, pogorszenie się ostrości widzenia, czy zaburzenia w układach trawienia, rozrodczym i krwionośnym. W pojazdach samochodowych stosuje się cały szereg różnych rozwiązań konstrukcyjnych mających na celu ochronę kierowcy i pasażerów przed niekorzystnym wpływem drgań oddziaływujących w trakcie jazdy, szczególnie po nierównej nawierzchni drogi. W artykule przedstawiono wyniki badań mających na celu identyfikację poziomu drgań ogólnych oddziaływujących na kierowcę w trakcie przejazdu samochodu osobowego przez próg zwalniający. W trakcie badań sprawdzano wpływ prędkości przejazdu i typu progu zwalniającego na wartość rejestrowanych przyspieszeń drgań. Niniejszy artykuł stanowi pierwszą część.

WSTĘP

Zachowanie się układów w trakcie drgań jest przedmiotem wielu prac naukowo-badawczych [1-12, 14-23, 25-27, 29-30, 32-33]. Chodzi przede wszystkim o zbadanie, jak wpływają na organizm człowieka, na wytrzymałość i żywotność poszczególnych elementów maszyn oraz jakie są przyczyny i źródła ich powstawania. W literaturze można również spotkać cały szereg informacji, jak przeciwdziałać drganiom [2-16, 23-24, 27-28, 31-33].

Drgania mechaniczne w wielu przypadkach są czynnikiem roboczym, celowo wprowadzanym przez konstruktorów maszyn czy urządzeń, jako niezbędny element do realizacji procesów technologicznych. Są też cennym źródłem informacji, gdyż na ich podstawie - analizy sygnału drganiowego, można dokonać oceny stanu technicznego maszyny i jakości jej wykonania.

Drgania mogą powodować zakłócenia w prawidłowości działania maszyny i innych urządzeń, zmniejszać ich trwałość i niezawodność. Przenoszone drogą bezpośredniego kontaktu z drgającym źródłem do organizmu człowieka mogą też wywierać ujemny wpływ na zdrowie pracowników i doprowadzić niejednokrotnie do trwałych zmian chorobowych.

Polska Norma określa drgania jako proces, w którym pewne wielkości charakterystyczne są funkcjami czasu, zazwyczaj na przemian rosnącymi i malejącymi w następujących po sobie kolejno przedziałach czasu zwanych okresami [35, 36].

W literaturze istnieje szereg podziałów i klasyfikacji drgań. Poszczególne sposoby podziału mają różne przyczyny. Ze względu na sposób wzbudzenia drgań w urządzeniach mechanicznych wyróżnić można drgania wymuszone, parametryczne i samowzbudne. Drgania wymuszone powstają w wyniku zewnętrznych oddziaływań okresowych lub nieokresowych, oddziaływań impulsowych lub ogólnie losowych. Drgania swobodne powstają, gdy zmienna siła wzbudzająca ruch jest generowana i podtrzymywana przez sam ruch (w przypadku drgań wymuszonych siła istnieje niezależnie od ruchu). Oznacza to, że przynajmniej jeden współczynnik równania (masa, sztywność, tłumienie), będzie jawną funkcją czasu. Drgania

parametryczne szkodliwie przejawiają się w bardzo wielu układach technicznych, tj. łożyska kulkowe, układy napędowe i podnoszące z cięgnami oraz przekładnie zębate.[34].

Drgania można również podzielić ze względu na przebieg funkcji czasu na określone i losowe. W pierwszej grupie można wyróżnić okresowe (sinusoidalne i poliharmoniczne) i nieokresowe (transiencyjne i wstrząsy), natomiast w drugiej stacjonarne (ergodyczne i nieergodyczne) i niestacjonarne.

Mając na względzie różne charaktery zmienności sygnału drganiowego w czasie, drgania można podzielić na:

- drgania ustalone - drgania, dla których wartości skuteczne przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości lub wartości ważone przyspieszenia drgań zmieniają się nie więcej niż dwa razy w stosunku do najmniejszej zmierzonej wartości tych parametrów;
- drgania nieustalone - drgania, dla których wartości skuteczne przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości lub wartości ważone przyspieszeń drgań zmieniają się więcej niż dwa razy w stosunku do najmniejszej zmierzonej wartości tych parametrów.

Poza omówionymi podziałami drgań ze względu na ich zmienność w czasie czy sposób wzbudzenia drgań, istotny jest również podział ze względu na charakter narażenia. W tym przypadku drgania można podzielić na:

- drgania ciągłe - drgania występujące bez przerwy w trakcie całej zmiany roboczej z pominięciem regularnych przerw w pracy czy przerwy na posiłki;
- drgania przerywane - drgania, które występują wielokrotnie w ciągu zmiany roboczej z przerwami takimi jak przerwy spowodowane przemieszczeniem się narażonych osób czy wyłączeniem źródła;
- drgania sporadyczne - drgania, które występują nieregularnie, związane z czynnościami wykonywanymi dorywczo.

Wiadomo, że drgania pojawiające się w pojazdach mogą wywierać ujemny wpływ powodując pogorszenie samopoczucia i zmniejszenie zdolności do koncentracji. Wpływ drgań na organizm ludzki jest bardzo zróżnicowany. Wiele funkcji fizjologicznych organizmu pod działaniem drgań ulega określonej zmianie, które w literaturze medycznej przyjęto charakteryzować odchyleniami od normy. Krótkie działanie wibracji ma głównie charakter stresowy, jednak dłuższe narażenie organizmu na drgania może doprowadzić nawet do zmian chorobowych. W przypadku długotrwałego działania, bardzo wyraźnie zmienia się próg czucia wibracji. Reakcja organizmu człowieka, który poddany jest działaniu drgań mechanicznych jest następstwem dostarczenia, a następnie pochłonięcia przez tkanki pewnej ilości energii mechanicznej. Wynika to z tego, że im dłuższy jest czas oddziaływania wibracji, tym większy będzie zakres zmian w organizmie. Działanie wibracji pod względem kontaktu człowieka z elementami drgającymi, podzielić można na drgania ogólne i drgania miejscowe.

Drgania o działaniu ogólnym przenikają przez nogi, miednicę, plecy, boki. Niekorzystny wpływ drgań ogólnych zaznacza się szczególnie w odniesieniu do narządów wewnętrznych człowieka, zawartych w klatce piersiowej, jamie brzusznej i jamie nosowo-gardłowej.

Drgania o oddziaływaniu miejscowym przenikają do organizmu człowieka przez kończyny górne. Mogą powodować w organizmie zmiany chorobotwórcze w układzie naczyniowym rąk, w układzie kostno-stawowym dłoni i ramienia oraz mogą wywoływać zaburzenia w czynnościach mięśni i ścięgien rąk. U osób narażonych na drgania o oddziaływaniu miejscowym można zaobserwować również zmiany w układzie nerwowym, co objawia się między innymi przez: zaburzenia czucia, temperatury i dotyku, drętwieniem i mrowieniem palców i całych rąk.

W przypadku drgań miejscowych wrażliwość organizmu na działanie tych drgań jest jednakowa we wszystkich kierunkach i zależy tylko od częstotliwości, natomiast dla drgań ogólnych zależy również od kierunku propagacji drgań w organizmie, co wynika z niesymetrycznej budowy ciała ludzkiego.

1. OPIS BADAŃ

W niniejszym artykule postanowiono przedstawić wyniki badań dotyczących zjawisk drganiowych odczuwalnych przez kierowcę podczas przejazdu samochodu osobowego przez próg zwalniający zamontowany na drodze.

W badaniach wykorzystano następujące samochody osobowe: Fiat Cinquecento 700, Fiat Cinquecento 900, Opel Calibra 2.0 Tuning, Volkswagen Golf 1.4 TD.

Przeprowadzone badania polegały na pomiarze drgań rejestrowanych na siedzeniu kierowcy. Pomiar wykonywano równocześnie w trzech kierunkach: X – wzdłuż kierunku jazdy, Y – poprzecznie do kierunku jazdy i Z – w kierunku pionowym.

Do badań wykorzystywano przenośny analizator drgań SVAN912EA, czterokanałowy moduł wejściowy SV06A oraz prze-

twornik drgań. Jest to cyfrowy analizator oraz miernik dźwięku i drgań klasy 1. Na rysunku 1 przedstawiono używany sprzęt pomiarowy.



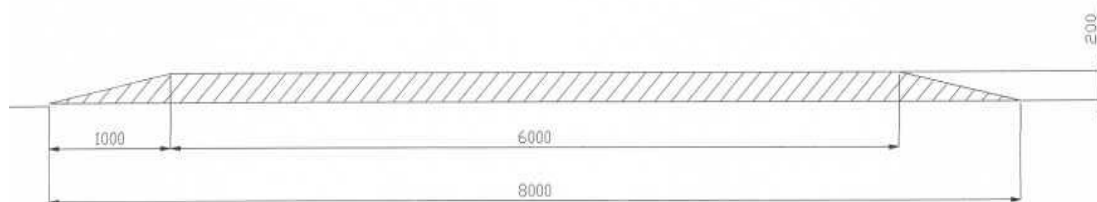
Rys. 1. Zastosowany sprzęt pomiarowy
Źródło: Materiały firmy SVANTEK

W badaniach sprawdzano jak zachowują się wybrane modele samochodów osobowych podczas przejazdu przez dwa typy progów zwalniających – szeroki i wąski. Schematy badanych progów zwalniających pokazano na rysunkach 2 i 3.

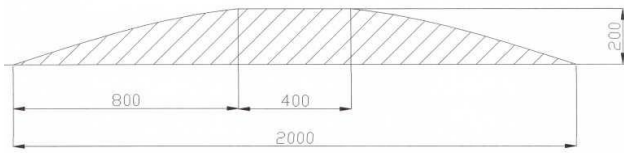
Pomiary wykonywano dla przejazdu samochodów osobowych przez progi zwalniające z następującymi prędkościami: 5 [km/h], 10 [km/h], 15 [km/h], 20 [km/h].

2. WYNIKI BADAŃ

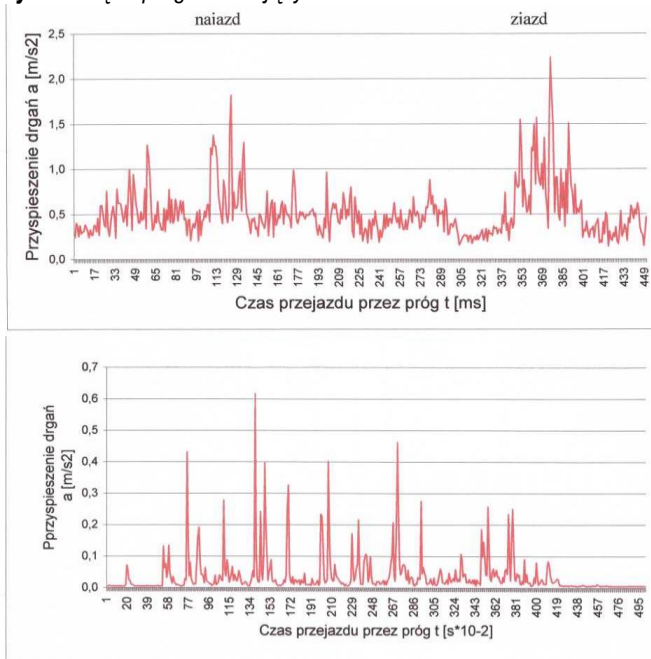
Na rysunkach 4 – 15 pokazano zarejestrowane przebiegi drgań dla samochodu z fabrycznym, „standardowym”, klasycznym zawieszeniem oraz „usportowionym” podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający.



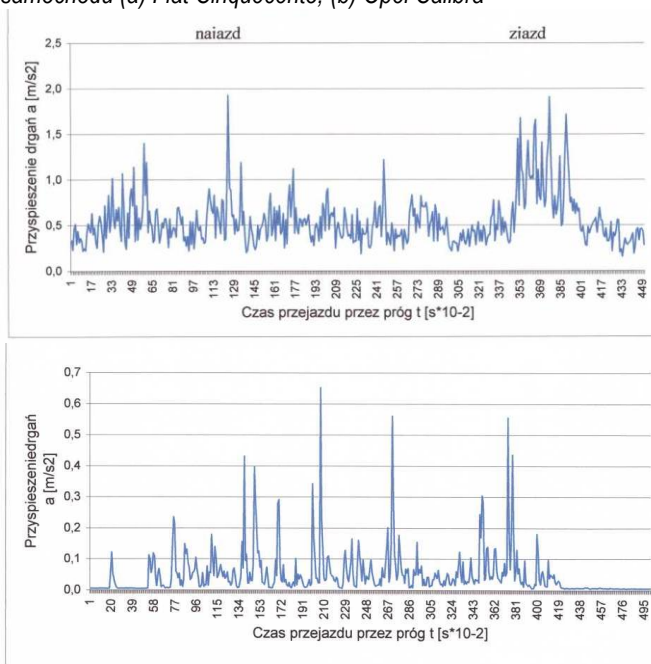
Rys. 2. Szeroki próg zwalniający



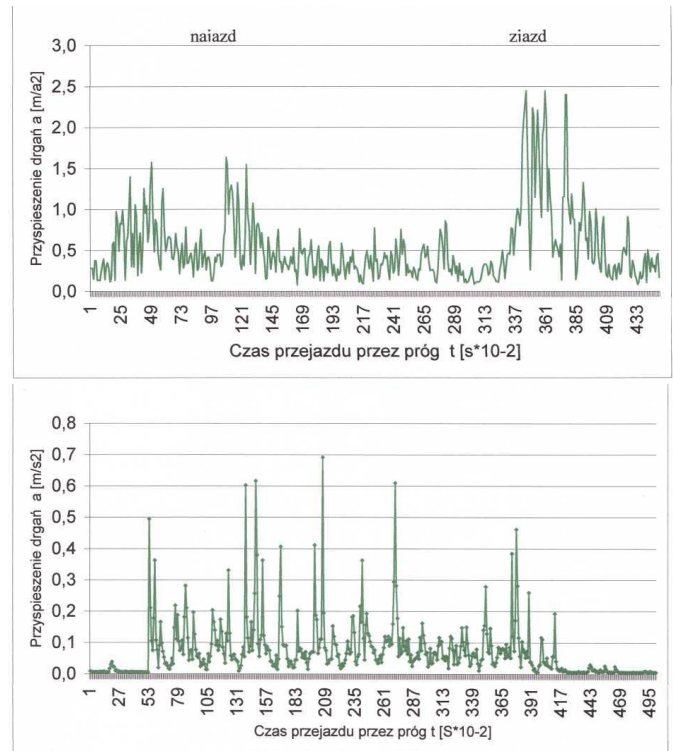
Rys. 3. Wąski próg zwalniający



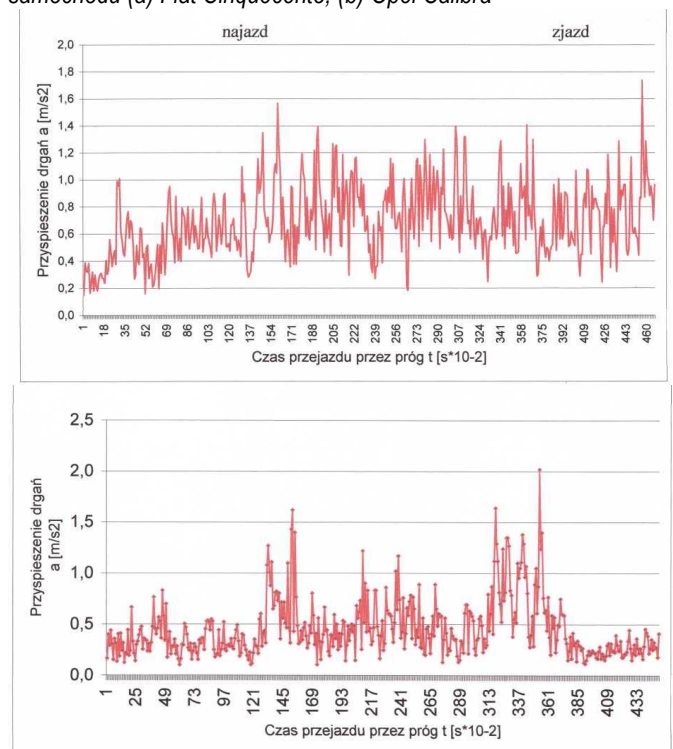
Rys. 4. Drgania ogólne w kierunku osi X zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 5 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



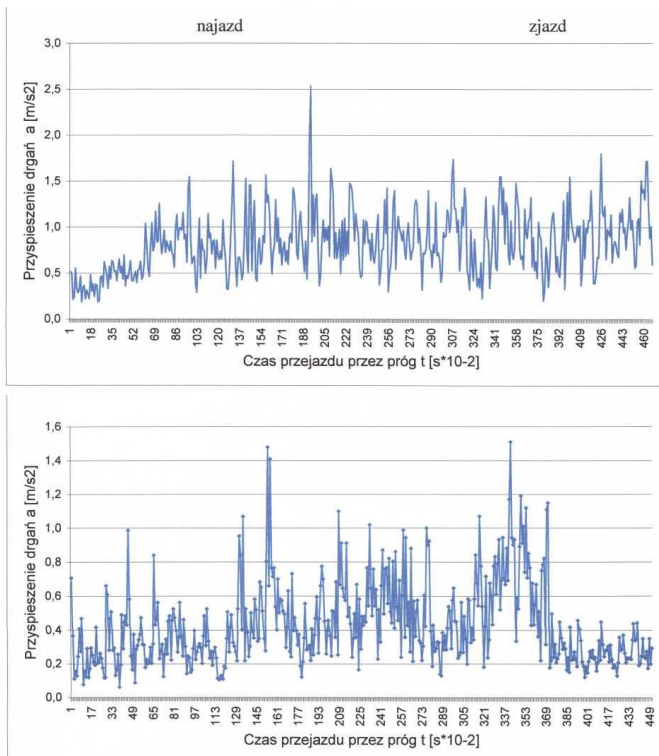
Rys. 5. Drgania ogólne w kierunku osi Y zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 5 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



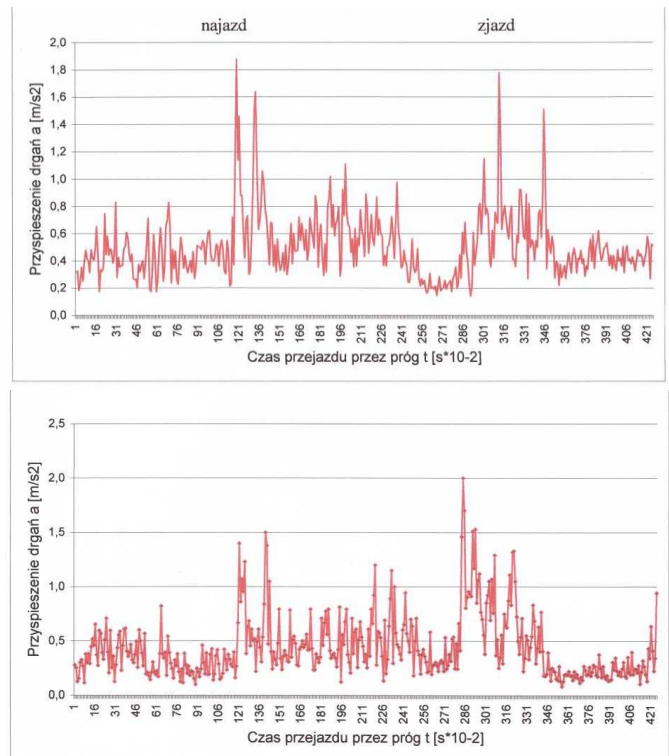
Rys. 6. Drgania ogólne w kierunku osi Z zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 5 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



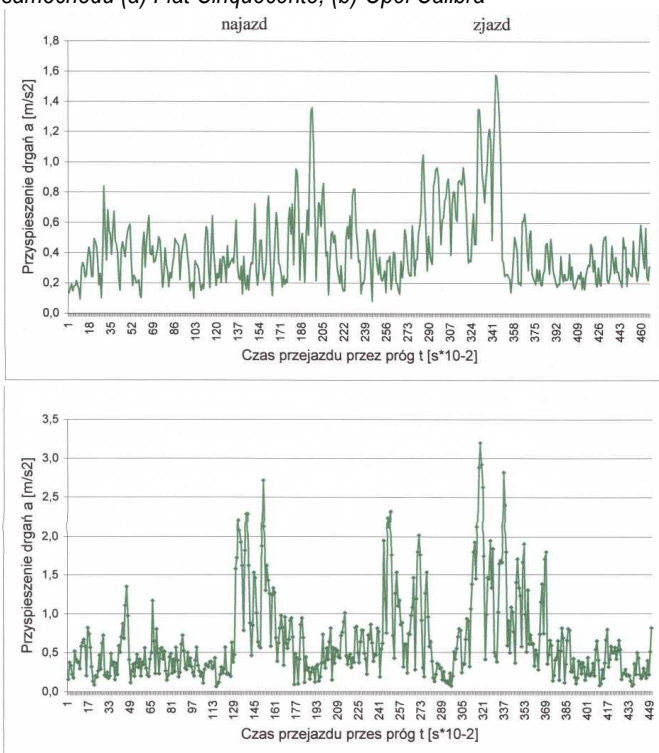
Rys. 7. Drgania ogólne w kierunku osi X zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 10 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



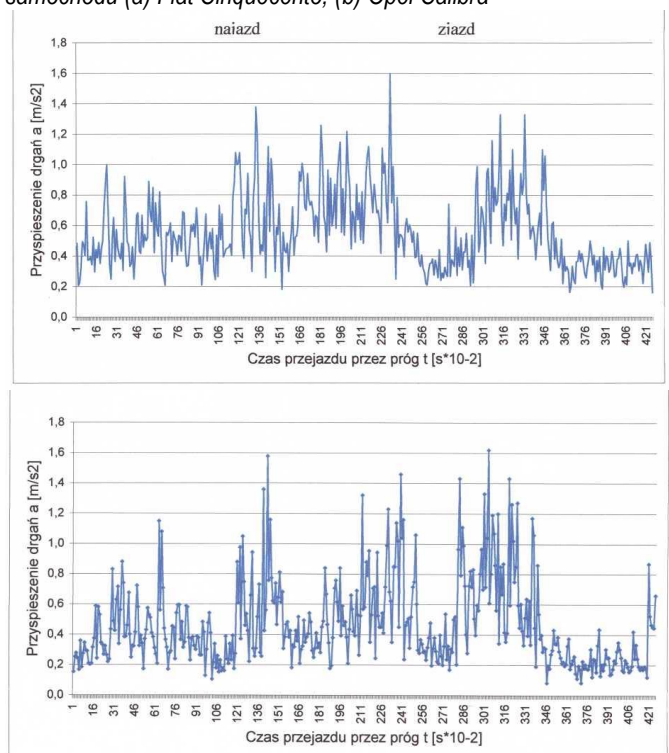
Rys. 8. Drgania ogólne w kierunku osi Y zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 10 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



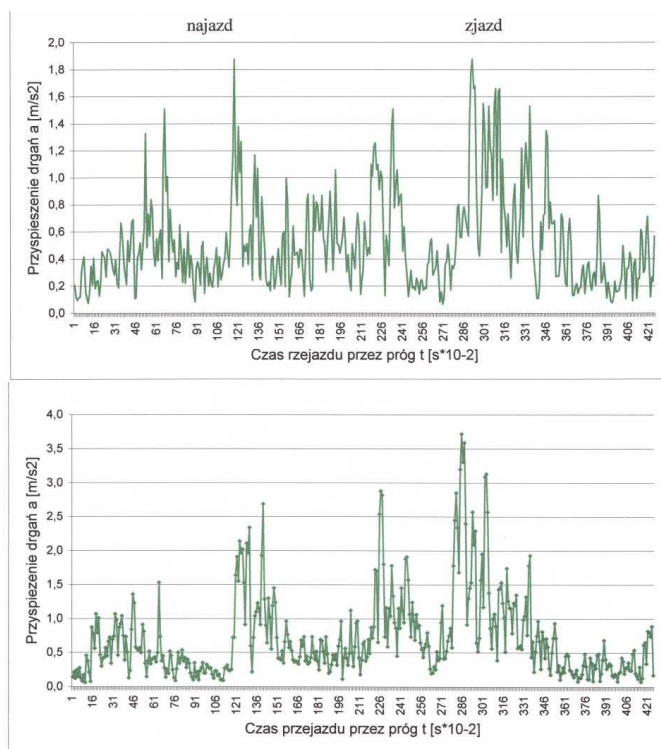
Rys. 10. Drgania ogólne w kierunku osi X zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 15 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



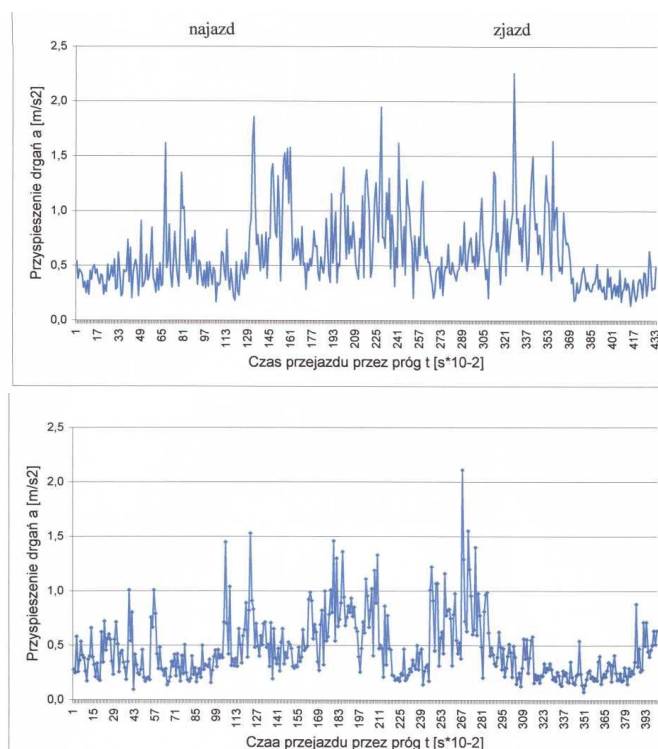
Rys. 9. Drgania ogólne w kierunku osi Z zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 10 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



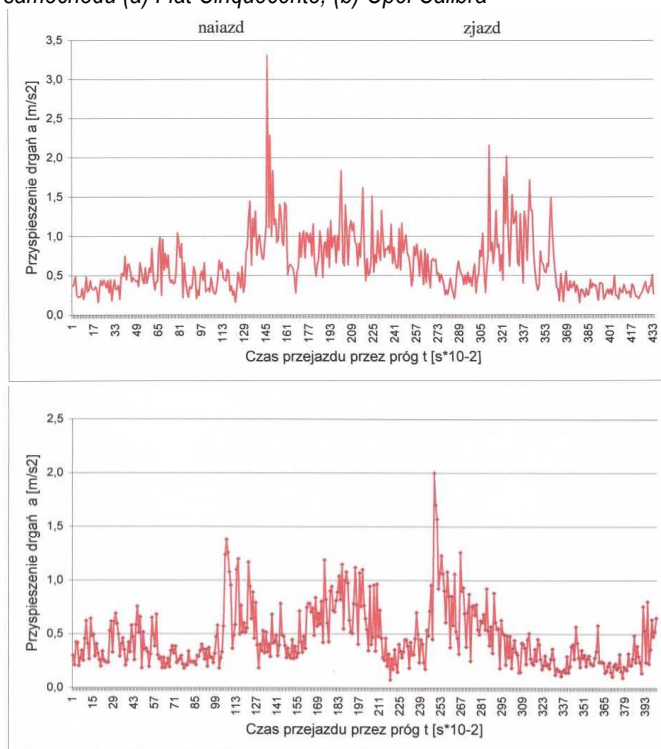
Rys. 11. Drgania ogólne w kierunku osi Y zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 15 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



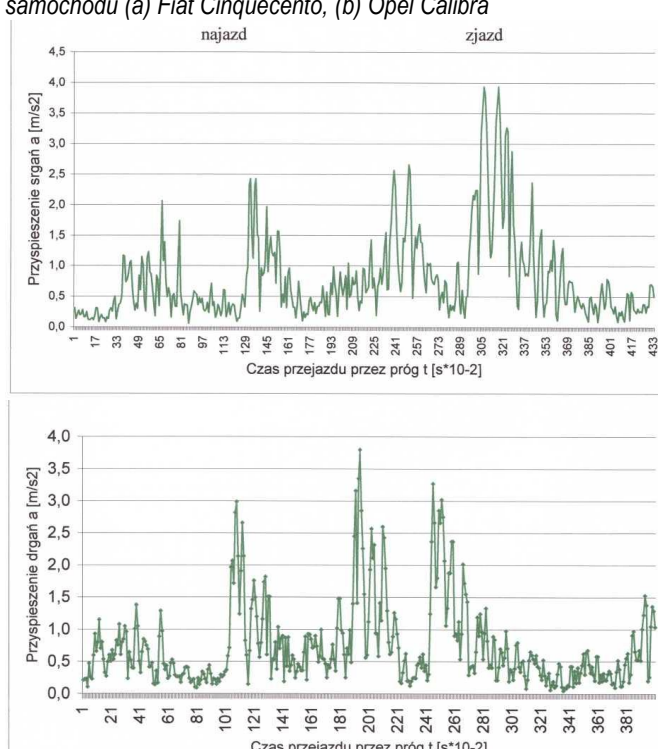
Rys. 12. Drgania ogólne w kierunku osi Z zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 15 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



Rys. 14. Drgania ogólne w kierunku osi Y zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 20 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



Rys. 13. Drgania ogólne w kierunku osi X zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 20 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra



Rys. 15. Drgania ogólne w kierunku osi Z zarejestrowane podczas przejazdu przez szeroki próg zwalniający z prędkością 20 [km/h] samochodu (a) Fiat Cinquecento, (b) Opel Calibra

PODSUMOWANIE

Drgania oddziaływujące na kierowcę i pasażerów pojazdów samochodowych podczas jazdy, mogą wywierać niekorzystny wpływ i powodować pogorszenie samopoczucia i komfortu jazdy. Jednym z elementów występujących na drodze i wywołującym drgania podczas przejazdu po nim jest próg zwalniający różnego

typu. Niniejszy artykuł stanowi pierwszą z dwóch części, w których przedstawiono wyniki badań związanych z pomiarem poziomu drgań odczuwalnych podczas przejazdu samochodu osobowego przez progi zwalniające.

BIBLIOGRAFIA

- Arczyński S., Mechanika ruchu samochodu. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1993.
- Cempel C., Wibroakustyka stosowana. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1989.
- Chłopek Z., Ochrona środowiska naturalnego. Warszawa 2002.
- Czajka J., Pomiary drgań i hałasu na stanowiskach pracy w transporcie. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2002.
- Engel Z., Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. Warszawa 2001.
- Engel Z., Kowal J., Sterowanie procesami wibroakustycznymi. Wydawnictwo AGH. Kraków 1995.
- Giergiel J., Drgania układów mechanicznych. Kraków 1980.
- Giergiel J., Tłumienie drgań mechanicznych. Warszawa 1990.
- Grajnert J., Izolacja drgań w maszynach i pojazdach. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
- Grega R., Homišin J., Kaššay P., Krajňák J., The analyse of vibrations after changing shaft coupling in drive belt conveyer. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2011. Vol. 72.
- Grzegorzczak L., Walaszek M., Drgania i ich oddziaływanie na organizm ludzki. Warszawa 1996.
- Gutowski R., Swietlicki W., Dynamika i drgania układów mechanicznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1986.
- Harachová D., Medvecká-Beňová S., Applying the modularity principle in design of drive systems in mechanotherapeutic devices. Grant Journal. 2013. Vol. 2, no. 2.
- Harazin B., Narażenia na wibracje i zasady postępowania profilaktycznego. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego Sosnowiec 1997.
- Harazin B., Hałas i wibracje występujące jednocześnie w środowisku pracy. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego. Sosnowiec 1997.
- Homišin J., Dostrajanie układów mechanicznych drgających skrętnie przy pomocy sprzęgieł pneumatycznych: kompendium wyników pracy naukowo-badawczych. Wydawnictwo ATH. Bielsko-Biała 2008.
- Jacenko M., Drgania, wytrzymałość i przyspieszone badania samochodów ciężarowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1975.
- Kamiński E., Dynamika zawieszonych i układów napędowych pojazdów samochodowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1983.
- Koton J., Drgania mechaniczne. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa 1998.
- Koton J., Harazin B., Skutki zdrowotne zawodowego narażenia na drgania miejscowe. Warszawa 2000.
- Kucharski T., System pomiaru drgań mechanicznych. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 2002.
- Lanzendoerfer J., Teoria ruchu samochodu. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1980.
- Łączkowski R., Wibroakustyka maszyn i urządzeń. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1983.
- Medvecká-Beňová S., Vojtková J., Analysis of asymmetric tooth stiffness in eccentric elliptical gearing. Technológ. 2013. Roč. 5, č. 4.
- Mitschke M., Dynamika samochodu. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1989.
- Niziński S., Diagnostyka samochodów osobowych i ciężarowych. Wydawnictwo Bellona. Warszawa 1999.
- Osiński Z., Tłumienie drgań. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1997.
- Pušár M., Bigoš P., Puškárová P., Accurate measurements of output characteristics and detonations of motorbike high-speed racing engine and their optimization at actual atmospheric conditions and combusted mixture composition. Measurement. 2012. Vol. 45.
- Reimpell J., Podwozia samochodów. Podstawy konstrukcji. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1997.
- Reński A., Budowa samochodów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1997.
- Urbanský M., Homišin J., Krajňák J., Analysis of the causes of gaseous medium pressure changes in compression space of pneumatic coupling. Transactions of the Universities of Košice. 2011. Vol. 2.
- Zuber N., Bajrić R., Šostakov R., Gearbox faults identification using vibration signal analysis and artificial intelligence methods. Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability. 2014. No 16(1).
- Żukowski P., Hałas i wibracje w aspekcie zdrowia człowieka. Wydawnictwo Oświatowe FOSZE. Rzeszów 1996.
- www.ciop.pl
- PN/N-01352. Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy.
- PN/N-01354. Dopuszczalne wartości przyspieszenia drgań o oddziaływaniu ogólnym i metody oceny narażenia.

OVERALL VIBRATIONS FELT BY THE DRIVER OF A PASSENGER CAR WHEN DRIVING THROUGH SPEED BUMPS – P. 1

Abstract

The vibrations of different frequencies and acceleration values exceeding a predetermined threshold value may be the reason for the appearance of the resonance of internal organs. This can be a cause of disturbance in the activities of organs, internal bleeding, and can even cause rupture of organs. Vibration can cause a number of other disorders, and conditions in the human body, such as organ disorder of balance, disorders of the spine, abnormal actions of muscles and tendons, the deterioration of visual acuity or abnormal digestive systems, reproductive and circulatory systems. In the motor vehicles are used a number of different design solutions aimed at protecting the driver and passengers from the adverse effects of vibrations affecting while driving, especially on uneven road surfaces. The article presents results of re-search aimed at identifying the level of overall vibration acting on the driver

while passing a car over a speed bumps. During the study was tested the influence of the running speed and the type of the speed bumps at the value of recorded vibration acceleration.

Autorzy:

inż. **Bartłomiej Malczewski** – Politechnika Śląska
prof. dr hab. inż. **Bogusław Łazarz** – Politechnika Śląska
dr hab. inż. **Piotr Czech** prof. nadzw. PŚ – Politechnika Śląska
dr inż. **Kazimierz Witaszek** – Politechnika Śląska
dr inż. **Mirosław Witaszek** – Politechnika Śląska