

Badania eksperymentalne zjawisk dynamicznych w czasie ruchu pojazdów

Experimental research of dynamic phenomena during the movement of vehicles

TOMASZ ŁUSIAK
MARIUSZ RZAŚA
JACEK HUNICZ
KATARZYNA SZWEDZIAK
EWA STACHYRA *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.11.495

W pracy przedstawiono wyniki na podstawie przeprowadzonego eksperymentu funkcjonowania oraz porównania efektywności działania układu zawieszenia kabiny ciągnika rolniczego w formie gumowych wibroizolatorów. Do przeprowadzenia badań wykorzystano dwa pojazdy, ciągniki rolnicze, model 11054, w których zastosowano dwa rodzaje wibroizolatorów. Dane otrzymano w drodze badań za pomocą akcelerometrów w jednostce przyspieszenia G i poddano je analizie w programie MATLAB.

SŁOWA KLUCZOWE: badania, ciągnik, dynamika, eksperyment

The paper presents the results of research on the basis of the carried out experiment and compare the effectiveness of the suspension system cab farm tractor in the form of rubber feet. For research uses two vehicles, agricultural tractors, 11054 model using two types of feet. Data received by means of research using accelerometers in the unit of acceleration G and have been subjected to them in MATLAB.

KEYWORDS: tests, tractor, dynamics, experiment

Drgania występujące w czasie ruchu pojazdu mają znaczący wpływ nie tylko na funkcjonowanie samego pojazdu, ale także na kierowcę czy operatora maszyny jezdnej. Zasadność prowadzenia tego typu badań wynika z możliwości uzyskania danych na temat tego zjawiska, takich jak: wykrywanie źródła drgań, charakteru tego zjawiska w czasie oraz jego parametrów. Dzięki szczegółowej analizie uzyskanych danych można określić specyficzne cechy układów mechanicznych, dobrać sposób izolowania i zmniejszenia szkodliwych następstw drgań oraz wyznaczyć szkodliwość drgań dla kierującego [1].

Zjawisko drgań mechanicznych

Drgania można określić jako procesy, w trakcie których pewne wielkości fizyczne na przemian rosną i maleją w czasie [2]. W przypadku pojazdów są to głównie drgania sprężyste czyli takie, które zachodzą pod działaniem sił sprężystości, wywołanych odkształceniami układu lub jego części. Ruch ten można opisać funkcją $x(t)$, taką że

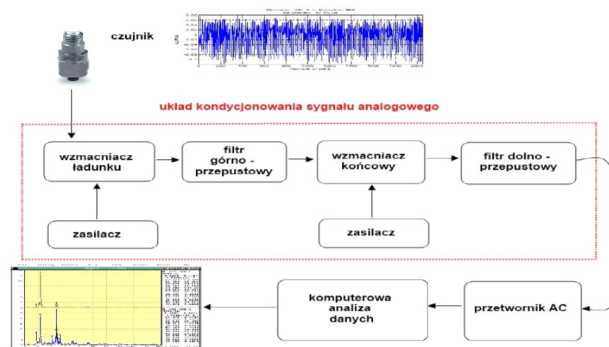
dla możliwie najmniejszego odstępu czasu T – zwanego okresem – zachodzi dla każdej chwili t związek:

$$x(T + t) = x(t) \quad (1)$$

gdzie: x – wychylenie, T – okres, t – czas.

Układ pomiarowy oraz objekty badań

Wykrycie drgań wywołanych na skutek wymuszenia kinematycznego, czyli m.in. wywołanych ruchem pojazdu, jest stosunkowo łatwe, a pomiary obejmują podstawowe wielkości fizyczne (przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie) opisujące drgania pojazdu [3, 4]. Drgania wynikające z ruchu pojazdu można sklasyfikować jako nieliniowe, a co za tym idzie widmo wibracji jest ciągłe. Zatem pomimo łatwości wykrycia drgań, wyznaczenie widma wymaga skomplikowanej aparatury pomiarowej (rys. 1).



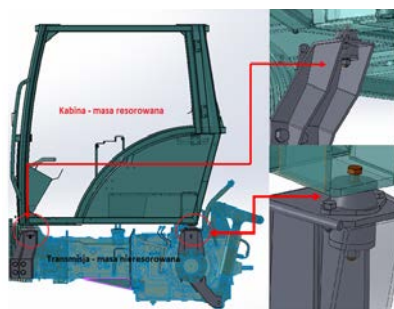
Rys. 1. Schemat układu pomiarowego drgań mechanicznych [2]

Pojazdami, które posłużyły jako objekty badań, były dwa ciągniki rolnicze A i B.

Eksperymentalne systemy zawieszenia kabiny ciągnika były opracowywane już w latach siedemdziesiątych XX w. przez szereg instytucji badawczych i uniwersytetów. Osiągnęły one znaczące redukcje drgań odczuwanych przez operatora ciągnika. Kolejne badania miały na celu opracowanie prostego i ekonomicznego włączenia tych elementów do konstrukcji ciągnika, jednakże jeszcze do końca lat osiemdziesiątych niewielu producentów zwracało uwagę na istotność wprowadzenia tych rozwiązań. Jednakże wymagania rynku spowodowały, że obecnie każdy z wiodących producentów ciągników rolniczych oferuje jakiś sposób zawieszenia kabiny lub przynajmniej jest na etapie szybkiego rozwijania tego systemu [3].

* Dr inż. Tomasz Łusiak (t.lusiak@wsosp.pl) – WSOSP Dęblin; dr hab. inż. Jacek Hunicz prof. PL (j.hunicz@pollub.pl) – Politechnika Lubelska; dr hab. inż. Mariusz Rzaśa prof. PO (m.rzasa@po.opole.pl), dr hab. inż. Katarzyna Szwedziak prof. PO (k.szwedziak@po.opole.pl), inż. Ewa Stachyra (stachyra.ewa@gmail.com) – Politechnika Opolska

W badanych obiektach masę resorowaną stanowi kabina 4-słupkowa, natomiast masa nieresorowana to transmisja wraz z pozostałym osprzętem ciągnika. Rolę zawieszenia pełnią cztery wibroizolatory – łączniki kabiny montowane na wspornikach zamocowanych do transmisji za pomocą śrub (rys. 2).



Rys. 2. Mocowanie kabiny na wibroizolatorach w ciągnikach

Różnicę między badanymi pojazdami stanowi rodzaj użytych wibroizolatorów. Standardowo jest tam mocowany łącznik (obiekt badawczy A). W jednym z ciągników modelu 11054 natomiast zamontowany jest inny rodzaj wibroizolatora – jest to łącznik kabiny (obiekt badawczy B). Należy też zwrócić uwagę, że obiekt badawczy A był wyposażony w ładowacz czołowy TUR, co może mieć wpływ na wyniki pomiaru drgań (rys. 3).



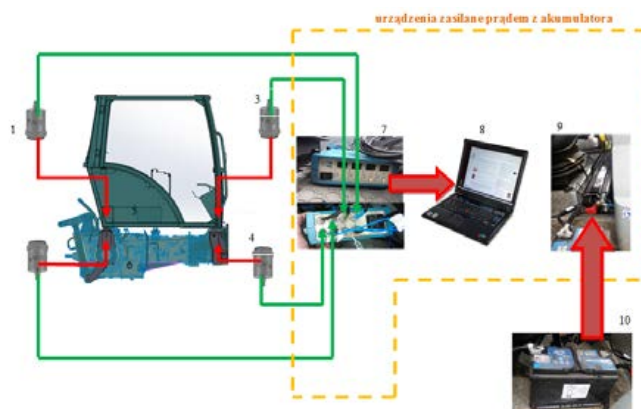
Rys. 3. Zastosowane w czasie badań elementy wibroizolacyjne

Metodologia badań

W celu przeprowadzenia badania przygotowano pojazdy – dwa ciągniki rolnicze przygotowano bez dodatkowego wyposażenia ani żadnych obciążników. Badania przeprowadzono na terenie byłej fabryki Daewoo w Lublinie. Długość odcinka pomiarowego wynosiła około jednego kilometra. Nawierzchnię stanowiła brukowana kamieniem droga w stanie, który można określić jako średni, posiadająca liczne nierówności oraz wyboje.

Układ pomiarowy (rys. 4) oraz metodyka badań:

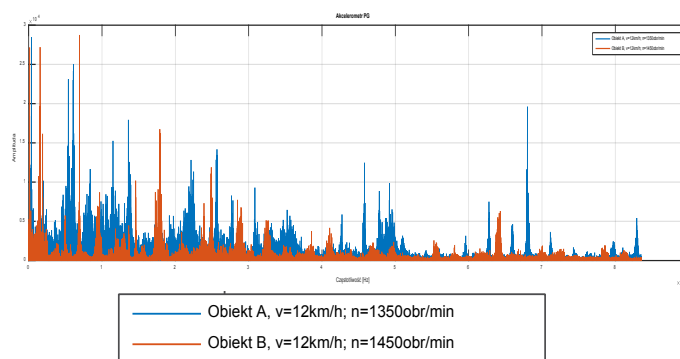
- podpięcie czterech akcelerometrów (1–4) w wyznaczonych miejscach obiektu badawczego A: TD – tył, masa nieresorowana (5); TG – tył, masa resorowana (6); PD – przód, masa nieresorowana; PG – przód, masa resorowana
- podpięcie aparatury składającej się z wzmacniacza sygnału wibroakustycznego (7) oraz komputera. Aby otrzymać zasilanie dla wzmacniacza oraz komputera będącego urządzeniem rejestrującym, użyto akumulatora (10) oraz przetwornicy prądu (9);
- przeprowadzenie trzech pomiarów na omawianym odcinku przy dobranych prędkościach obrotowych silników i prędkościach pojazdu;
- powtórzenie punktów a–c na obiekcie badawczym B, starając się zachować podobną prędkość pojazdu oraz obroty silnika.



Rys. 4. Schemat układu pomiarowego: 1–4 – akcelerometry; 5 – kabina (masa resorowana); 6 – transmisja (masa nieresorowana); 7 – wzmacniacz sygnału wibroakustycznego; 8 – komputer PC; 9 – przetwornica prądu; 10 – akumulator 120V/100Ah

Analiza wyników badań

W trakcie badań eksperymentalnych rejestrowano wartości amplitud drgań dla jednego, pionowego kierunku. Po próbkowaniu ciągłych sygnałów napięciowych pochodzących z przetworników drgań dla każdego punktu pomiarowego otrzymano sygnały ciągłe. Odczyt danych z jednego z akcelerometrów prezentuje wykres (rys. 5).



Rys. 5. Charakterystyka przebiegu drgań dla obiektów badawczych

Podsumowanie

Na podstawie charakterystyki przedstawionej na rys. 5 dla obydwu badanych pojazdów widoczne są różnice w pracy tłumików. Możemy przypuszczać, że wibroizolatory Simrit lepiej sprawdzają się z wytłumieniem wysokich amplitud.

LITERATURA

1. Żółtowski B., Łukasiewicz M. „Diagnostyka drganiowa maszyn”. Bydgoszcz: UTP im. J. i J. Śniadeckich, 2012.
2. Giergiel J. „Tłumienie drgań mechanicznych”. Warszawa: PWN, 1990.
3. Scarlett A.J., Price J.S. et al. “Whole-body vibration in agricultural vehicles: evaluation of emission and estimated exposure levels”. Silsoe Research Institute and RMS Vibration Test Laboratory 2005.
4. Dworecki Z., Fiszer A. i in. „Porównanie wpływu wybranych parametrów ciągnika rolniczego na jego drgania”. *Inżynieria rolnicza*. R. 2 (2007): s. 90.
5. Koszałka G., Hunicz J., Rysak A., Litak G. “Nonlinear vibration of semi-trailersuspension: wavelet and multiscale entropy-based approaches”. *Archive of Applied Mechanics*.
6. http://www.ects.pl/produkty/c75_oprogramowanie_oprogramowanie-do-analzy-sygnalow/p104_dasytab (dostęp: 1.06.2016 r.).
7. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drgania> (dostęp: 5.04.2016 r.).