

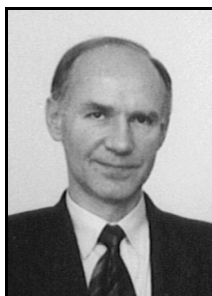
Jan DZIDA

KATEDRA SILNIKÓW SPALINOWYCH I POJAZDÓW AKADEMII TECHNICZNO-HUMANISTYCZNEJ W BIELSKU-BIAŁEJ

Badania przyspieszenia poprzecznego samochodu specjalnego pod kątem wykorzystania w sygnalizatorze niebezpieczeństwa bocznego wywrotu

Dr inż. Jan DZIDA

Dr inż. Jan Dzida jest pracownikiem Katedry Silników Spalinowych i Pojazdów Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej (specjalność Samochody i Ciągniki) i na tym samym wydziale uzyskał stopień doktora nauk technicznych. Zajmuje się układami napędowymi, zwłaszcza mechanizmami rozdziału mocy oraz badaniami dynamiki samochodów.



e-mail: jdzida@ath.bielsko.pl

Streszczenie

W artykule opisano badania przyspieszeń poprzecznych w różnych punktach pojazdu specjalnego, których celem było wytypowanie miejsc najkorzystniejszych z punktu widzenia działania sygnalizatora niebezpieczeństwa bocznego wywrotu. Skrótoowo opisano ideę działania sygnalizatora i zastosowany czujnik przyspieszeń poprzecznych. Przedstawiono przykładowe wyniki badań w postaci przebiegów przyspieszeń poprzecznych z sześciu czujników i wygenerowane wartości sygnałów alarmowych oraz sformułowany wniosek.

Słowa kluczowe: pomiary przyspieszeń, czujniki przyspieszeń, stateczność poprzeczna pojazdów, testy drogowe.

Lateral acceleration research of special vehicle in terms of application in signaling device of side tipping hazard

Abstract

Lateral acceleration research in various points of special vehicle, which objective was to designate the most advantageous points in terms of function of signaling device of side tipping hazard is presented in the paper. It briefly presents the idea of function of the signaling device and describes applied lateral acceleration sensor. The examined vehicle features with complex constructional structure with separated detached segments. Under such circumstances it is particularly justified to research lateral acceleration in various vehicle's points. Figure 1 shows chosen placing points of six sensors, three of which are situated in lower part of a frame and the remaining three in upper part of a cabin and body. Figures 2 and 3 present view of a sensor, acquisition and visualization apparatus of measured parameter. The road test during which lateral acceleration was measured is shown in Figures 4 and 5. The results example of lateral acceleration research are shown in Figure 6a and generated values of alarm signals are shown in Figure 6b. The ending part formulates recommendation in regard of choosing lateral acceleration sensors location on the vehicle, with taking into account the criteria of best functionality of signaling device of side tipping hazard.

Keywords: acceleration measurements, acceleration sensors, lateral stability of a vehicle, road tests.

1. Wstęp

W samochodach ciężarowych, zwłaszcza o wysoko położonym środku masy, występuje niebezpieczeństwo wywrotu bocznego. Do najbardziej zagrożonych takim zdarzeniem można zaliczyć: samochody cysterny, wozy ratownictwa pożarowego i technicznego, samochody z podnośnikami i inne. W takich samochodach wywrócenia boczne przeważnie wynikają z niedostosowania parametrów ruchu do ich charakterystyki stateczności. Trzeba dodać, że w wielu z tych pojazdów, ze względu na szczególnie rozkład mas oraz podatność głównych zespołów nośnych i zabudowy, kierowcy słabo odczuwają występujące zagrożenie.

W wyniku tego zwykle są zaskoczeni utratą stateczności i wywrotem.

W oparciu o współczesną technikę możliwe jest zbudowanie systemu wspomaganie kierowcy – sygnalizatora niebezpieczeństwa bocznego wywrotu pojazdu, który poprzez sygnał dźwiękowy i świetlny będzie ostrzegał przed krytycznymi stanami ruchu pojazdu. Sygnalizator taki został opracowany przez zespół Zakładu Pojazdów Katedry Silników Spalinowych i Pojazdów Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej [1].

Zbliżanie się do stanu krytycznego można rozpoznać na podstawie śledzenia wartości przyspieszenia poprzecznego i kąta przechyłu bocznego pojazdu. Problem budowy takiego systemu komplikuje fakt, że nowoczesne pojazdy, zwłaszcza specjalne, często mają ramy o znacznej podatności skrętnej i nadwozie w postaci segmentowej, sprężycie połączone z ramą. Wszystko to powoduje, że bryła takiego pojazdu nie może być traktowana jako ciało sztywne. Oznacza to w praktyce, że przyspieszenia poprzeczne spowodowane jazdą łukową i składowa przyspieszenia ziemskiego wynikająca z lokalnego pochylenia bocznego, mogą mieć w każdym punkcie zamontowania czujników różne wartości.

Dla zbudowania sprawnego systemu sygnalizowania niebezpieczeństwa wywrotu, niezwykle ważne jest takie ułożenie czujnika przyspieszenia, które zapewni, że otrzymywany sygnał w przypadkach krytycznych manewrów będzie najkorzystniejszy pod względem siły i szybkości wystąpienia. Przedstawione dalej badania miały na celu wytypowanie w badanym pojeździe punktów umieszczenia czujników, które dobrze spełniają postawione oczekiwania.

2. Czujnik przyspieszeń poprzecznych

Większość dostępnych na rynku elektronicznych czujników przyspieszeń i przechyłów poprzecznych swoje działanie opiera na pomiarze bocznej siły bezwładności. W przypadku zastosowania w pojeździe, zależnie od warunków ruchu, mogą one mierzyć przyspieszenie poprzeczne wynikające z jazdy łukowej lub składową przyspieszenia ziemskiego wynikającą z pochylenia bocznego pojazdu. W praktyce jednak najczęściej mierzona jest suma obydwu składowych przyspieszeń. Ta cecha sumowania obu wymienionych przyspieszeń poprzecznych jest bardzo cenna, gdyż przy przyjęciu określonego progu sygnału, system ostrzega kierowcę o zbliżającym się niebezpieczeństwie niezależnie od jego przyczyn, to jest nadmiernej prędkości w zakręcie, dużego kąta poprzecznego przechyłu, lub obu czynników równocześnie.

W wykonanych badaniach używano układ elektroniczny ADIS 16201 firmy ANALOG DEVICES USA, który jest mikroprocesorowym czujnikiem z cyfrowym wyjściem komunikacyjnym w standardzie SPI (Serial Peripheral Interface Bus). Układ został mechanicznie zamontowany z wykorzystaniem płytki pośredniczącej ADIS 1620x/PCB w celu łatwego dostępu do jego pinów oraz zamknięty w szczelnej obudowie [2].

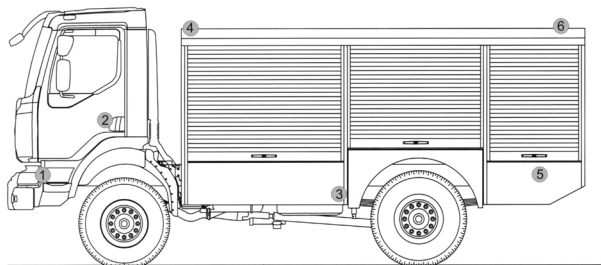
3. Obiekt badań, rozmieszczenie czujników i aparatura pomiarowa

Przedstawione w artykule badania wykonano na samochodzie pożarniczym. Parametry samochodu przygotowanego do badań były następujące:

- masa całkowita – 9120 kg
- masa wywołująca nacisk osi przedniej – 4688 kg,
- masa wywołująca nacisk osi tylnej – 4432 kg,
- wysokość środka masy – 1194 mm,

- rozstaw osi – 3500 mm,
- ciśnienie w oponach kół przednich – 0,7 MPa,
- ciśnienie w oponach kół tylnych – 0,6 MPa.

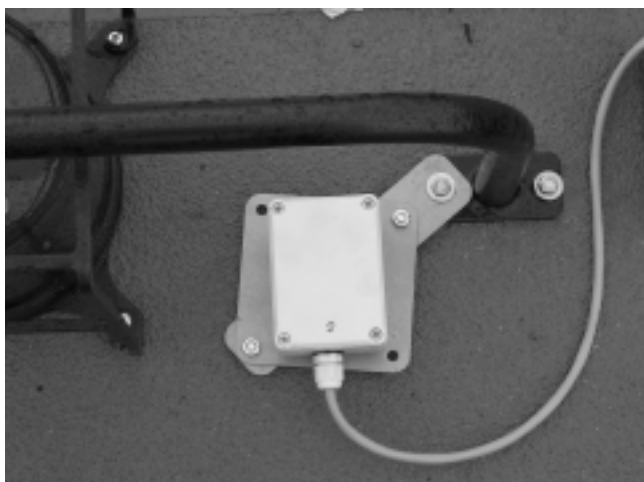
W samochodzie umieszczono sześć jednakowych sygnalizatorów niebezpieczeństwa bocznego wywrotu pojazdu. Ich czujniki przyspieszeń poprzecznych zamontowano w różnych punktach, obejmujących ramę, kabinę i nadwozie. Rozmieszczenie czujników w pojeździe przedstawiono na rzucie bocznym samochodu na rysunku 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie czujników przyspieszeń poprzecznych w badanym samochodzie

Fig. 1. Lateral acceleration sensor location on tested vehicle

Przyjęto następującą numerację czujników, w przypisaniu do miejsc ich umieszczenia: 1 - na przedniej części ramy, 2 - w kabinie, 3 - na ramie w środkowej części, 4 - na zabudowie z przodu u góry, 5 - na ramie w tylnej części, 6 - na zabudowie z tyłu u góry (rys. 2).



Rys. 2. Widok zamocowania czujnika nr 6 przyspieszeń poprzecznych

Fig. 2. View of fixing point of lateral acceleration sensor no. 6

Dodatkowo, wartości chwilowych przyspieszeń poprzecznych z wszystkich czujników i wypracowane sygnały alarmowe były rejestrowane w komputerowym systemie rejestracji (rys. 3). Równoczesna rejestracja wszystkich sygnałów w jednym urządzeniu umożliwiała ich łatwe porównywanie, zarówno pod względem przebiegu jak i osiąganych wartości.

Ponadto do ramy samochodu przytwierdzono bezkontaktową głowicę pomiarową Correvit do pomiaru prędkości podłużnej i poprzecznej oraz żyroskopowe czujniki prędkości przechyłu samochodu w trzech płaszczyznach. Założone manewry w testach drogowych wykonywano przy użyciu kierowniczego koła pomiarowego MSW Corsys-Datron, co umożliwiało kontrolę powtarzalności wykonywanych prób. Mierzone parametry przez te przyrządy również były rejestrowane i wykorzystywane jako wartości odniesienia przy analizach wyników pomiarów [3].



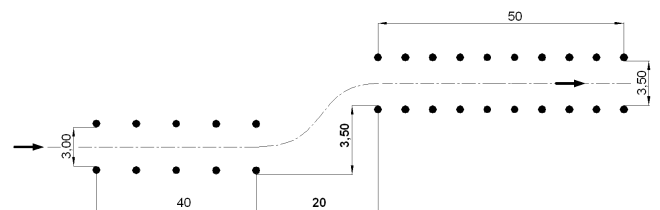
Rys. 3. Aparatura do akwizycji i wizualizacji mierzonych parametrów

Fig. 3. Measured parameters acquisition and visualization apparatus

4. Realizowane testy badawcze

Oprzyrządzony samochód pożarniczy, według opisu w punkcie 3, poddano testom drogowym, które obejmowały test pojedynczej zmiany pasa ruchu, jazdę po okręgu, po torze falistym oraz próby statyczne z ustalonym przechylem bocznym. W artykule są omówione tylko wyniki testu pojedynczej zmiany pasa ruchu.

Na rysunku 4 przedstawiono narzucony tor jazdy, a na rysunku 5 widok samochodu badawczego w czasie wykonywania próby. Przejazdy realizowano ze stopniowo rosnącą prędkością, przy czym dla każdej prędkości wykonywano 3 przejazdy. Zwiększanie prędkości przerywano, gdy w subiektywnym odczuciu członków zespołu badawczego, samochód zbliżał się do granicy utraty stateczności poprzecznej. W czasie badań nawierzchnia drogi była sucha, temperatura powietrza wynosiła około 18°C, zaś wiatr był słabo wyczuwalny.



Rys. 4. Wymiary toru pomiarowego testu pojedynczej zmiany pasa ruchu

Fig. 4. Dimensions of testing track for singular line change



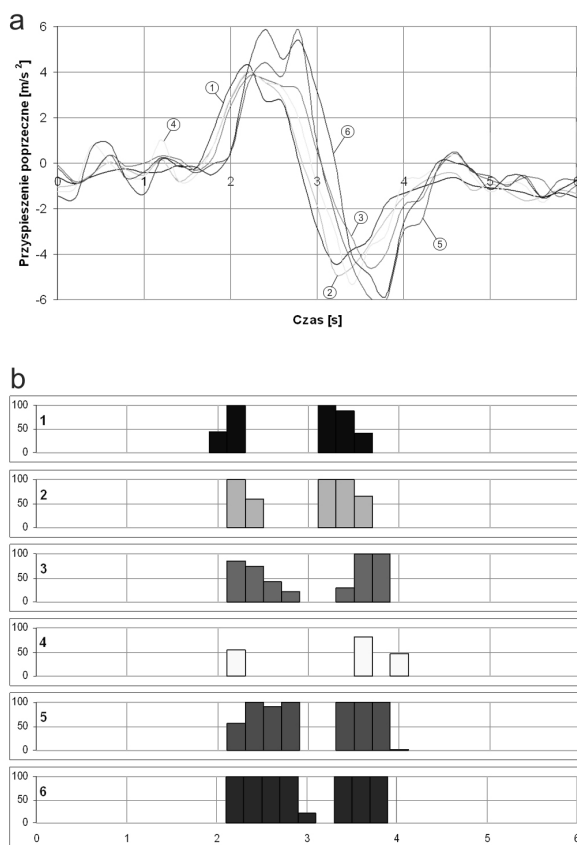
Rys. 5. Widok samochodu podczas testu pojedynczej zmiany pasa ruchu

Fig. 5. View of the vehicle during the test by single change of the traffic line

5. Wyniki badań

Spośród wielu zarejestrowanych przejazdów samochodu badawczego największą uwagę przywiązywano do analizy wyników prób wykonanych z większymi prędkościami jazdy.

Na rysunku 6 przedstawiono czasowe przebiegi zmierzonych przyspieszeń poprzecznych (a) i poziomów wyjściowych sygnałów alarmowych (b), dla prędkości przejazdu 65 km/h. Sygnał alarmowy był generowany w chwilach, gdy zmierzone wartości przyspieszeń poprzecznych przekraczały przyjęte progi. Na podstawie badań wstępnych dla badanego samochodu przyjęto próg przyspieszenia 0,3g jako uruchamiający sygnał alarmowy modulowany. Z dalszym wzrostem przyspieszenia poprzecznego rosła częstość modulacji i przy progu 0,4g pojawiał się sygnał alarmowy ciągle.



Rys. 6. Przebiegi przyspieszeń poprzecznych (a) i sygnałów alarmowych (b) uzyskane z czujników umieszczonych na pojeździe

Fig. 6. Traces of lateral acceleration (a) and alarm signals (b) acquired from sensors placed on the vehicle

6. Wnioski końcowe

Zastosowany czujnik ADIS 16201 w pełni wykazał swoją przydatność w wykonanych pomiarach przyspieszeń poprzecznych w różnych punktach badanego pojazdu. Cyfrowe połączenie czujnika z układem pomiarowym, wykonane z wykorzystaniem tak zwanej pętli prądowej, uczyniło transmisję SPI odporną na zewnętrzne zakłócenia elektromagnetyczne. Jest to ważna zaleta opracowanego sygnalizatora niebezpieczeństwa bocznego wywrotu, gdyż umożliwia zamontowanie czujnika przyspieszeń w dowolnym miejscu pojazdu, najkorzystniejszym pod względem wysyłanego sygnału przyspieszenia. Z punktu widzenia skuteczności działania sygnalizatora ważne jest, aby w wybranym miejscu przyspieszenie poprzeczne pojawiało się najwcześniej i miało dużą wartość. Analizując wykresy 6a i b, wykonane dla badanego samochodu, można zauważyć, że te oczekiwania trudno jest spełnić jednocześnie. Sygnalizator najszybciej wykrywa zagrożenie we współpracy z czujnikiem 1 umieszczonym z przodu na ramie samochodu, lecz sygnał jest przerywany i o małym wypełnieniu możliwego pola natężenia. Najsilniejsze sygnały alarmowe uzyskano przy wykorzystaniu czujników 5 i 6 umieszczonych w tylnej części zabudowy. Są one jednak spóźnione o 0,2 sekundy względem sygnału alarmowego wygenerowanego na podstawie pomiaru czujnika 1.

Wydaje się, że spośród tych dwóch możliwości, priorytetowo należy potraktować szybkość informacji, czyli preferować umieszczenie czujnika z przodu samochodu. Natomiast intensywność sygnału alarmowego można poprawić przez obniżenie progów czułości i zadziałania modułu elektronicznego sygnalizatora. Ponadto warto dodać, że dla ostatecznego wyboru miejsca usytuowania czujnika celowe jest przeanalizowanie również innych, wymienionych już wcześniej testów drogowych. Wyniki takich prób, jak jazda po okręgu, czy jazda po torze falistym, należy uwzględnić przy końcowym wskazaniu miejsca usytuowania czujnika.

7. Literatura

- [1] Romaniszyn K., Dzida J., Parczewski K., Wnęk H., Wadas A.: Sygnalizator niebezpieczeństwa bocznego wywrotu pojazdu. Zgłoszenie patentowe P-389392 UPRP z dnia 28.10.2009.
- [2] Gajek A., Juda Z.: Mechatronika samochodowa – czujniki. WKŁ Warszawa 2008.
- [3] Pokorski J.: Badania eksperymentalne ruchu krzywoliniowego samochodu z wykorzystaniem czujników CORREVIT. Zeszyty Instytutu Pojazdów PW Nr 4/93, Warszawa 1993.

otrzymano / received: 29.12.2009

przyjęto do druku / accepted: 03.02.2010

artykuł recenzowany

INFORMACJE

**Zapraszamy do publikacji artykułów promocyjnych
w miesięczniku naukowo-technicznym PAK**

Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 10, pok. 30b,
tel./fax: 32 237 19 45, e-mail: wydawnictwo@pak.info.pl