

DIAGNOSTYCZNE BADANIA ZAWIESZENIA POJAZDU W ASPEKTCIE ZMIAN PARAMETRÓW EKSPLOATACYJNYCH

Andrzej Kuranc

Katedra Energetyki i Pojazdów, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Artykuł przedstawia problematykę badań zawieszenia samochodu osobowego realizowanych podczas okresowych badań technicznych na stacji kontroli pojazdów. Prezentowane są wyniki badań realizowanych na stanowisku diagnostycznym przy założonych zmianach ciśnienia w ogumieniu oraz obciążenia pojazdu.

Słowa kluczowe: zawieszenie, amortyzatory, stacja kontroli pojazdów, badania kontrolne, diagnostyka

Wprowadzenie

Elementy resorujące i amortyzatory w pojeździe samochodowym odgrywają bardzo ważną rolę mającą wpływ na bezpieczeństwo podróżujących. Niesprawności tych elementów wpływają na możliwość odrywania się kół od podłoża podczas pokonywania nierówności drogi. Ma to ścisły związek ze zdolnością ogumienia do przenoszenia sił stycznych w obrębie pola kontaktu koła z podłożem, to z kolei wpływa na możliwość występowania poślizgu bocznego, czy też blokowania kół podczas hamowania. Ponadto może to skutkować wydłużeniem drogi hamowania o kilka lub kilkanaście procent oraz obniżeniem granicznych szybkości jazdy po łuku oraz niebezpieczeństwem podczas bocznych podmuchów wiatru. Nieregularne i cyklicznie zmienne oświetlenie drogi nocą, wynikające z braku tłumienia drgań nadwozia może być męczące i niebezpieczne dla kierowcy pojazdu jak również dla innych użytkowników drogi. Zmieniające się naciski kół na podłoże przy niegasnących drganiach nadwozia powodują także przekazywanie tętniących obciążeń na pozostałe elementy zawieszenia i układu napędowego, co skutkuje między innymi szybszym zużyciem się opon, elementów sprężystych zawieszenia, przegubów napędowych, a nawet mechanizmu różnicowego, przekładni kierowniczej, czy skrzyni biegów [Paszowski 2003]. Kilkuletnie obserwacje badań realizowanych w ramach okresowych przeglądów technicznych pojazdów wskazują na pojawiające się niekiedy zaniedbania polegające na braku przyrządowej kontroli ciśnienia w ogumieniu oraz braku kontroli masy pojazdu podczas badania zawieszenia. Wspomniane parametry to podstawowe dane wejściowe do procesu kontrolnego, które mogą mieć bardzo istotny wpływ na uzyskiwane wyniki pomiarów i podejmowane na ich podstawie decyzje, stąd też ważne jest określenie skali tego zjawiska.

Metodyka pomiarów

Badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu w aspekcie zmian ciśnienia w ogumieniu i obciążenia pojazdu przeprowadzone zostały na samochodzie osobowym, w którym pomiędzy kolejnymi pomiarami zmieniano ciśnienie w ogumieniu oraz obciążenie badanej osi umieszczając w bagażniku obciążniki. Badaniom poddawano tylko tylną oś pojazdu, dla której zmiany nacisku na płyty stanowiska są istotniejsze. Ciśnienie w ogumieniu zmieniano w granicach od 0,8 bar do 3,4 bar (ogółem 8 punktów pomiarowych). Obciążenie zmieniano wprowadzając kolejno trzy obciążniki po 50 kg, uzyskując tym samym cztery punkty pomiarowe (0 kg, 50 kg, 100 kg i 150 kg w bagażniku) w zakresie zmian nacisku osi od 4500 N do 6300 N. Ogółem przeprowadzono 32 pomiary.

Obiektem badań był samochód osobowy marki Citroen Xsara (2003r.) wyposażony w ogumienie Kristal Gravito M+S firmy FULDA o wymiarach 195/55R15. Masa własna badanego pojazdu to 1116 kg (bez kierowcy), natomiast dopuszczalna masa całkowita to 1666 kg. Rozstaw osi pojazdu wynosił 2540 mm, a odległość środka ciężkości dodawanego obciążenia w rzucie na płaszczyznę poziomą od rzutu tylnej osi wynosiła 600 mm.

Pomiary i regulacja ciśnienia w ogumieniu wykonywane były przy pomocy legalizowanego urządzenia kontrolnego typu PA-10K, stanowiącego wyposażenie stacji kontroli pojazdów.

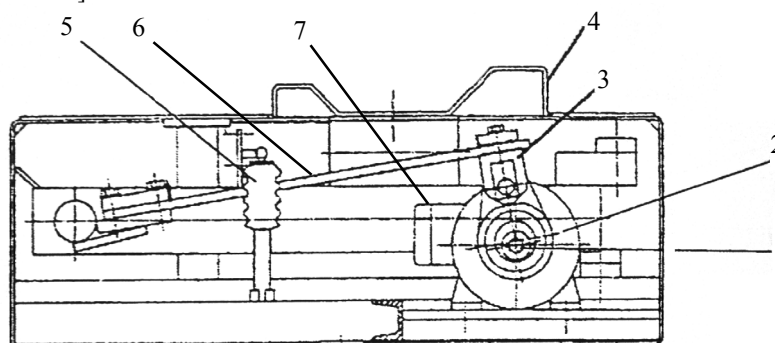
Stanowisko pomiarowe umożliwiało realizację badań metodą drgań wymuszonych. Pojazd ustawiany był kołami badanej osi na płytach stanowiska, które po uruchomieniu silników elektrycznych wprawiane były w drgania pionowe o częstotliwości ok. 16 Hz i nominalnej amplitudzie ok. 7,5 mm. Po osiągnięciu wymaganej częstotliwości początkowej napęd płyt był odłączany, a funkcję podtrzymania wymuszenia przejmowało koło zamachowe zamontowane w stanowisku, natomiast amortyzator i ogumienie realizowały funkcję tłumiącą ten ruch. Dzięki temu następowało zmniejszanie się częstotliwości drgań i przejście układu przez obszar drgań rezonansowych, w którym osiągnane były maksymalne wartości amplitudy i jednocześnie minimalne naciski kół na płyty stanowiska pomiarowego.

Opisywane stanowisko nie jest jednak stanowiskiem wykorzystującym metodę EUSA-MA, trudno także je klasyfikować jako stanowisko typu BOGE [Bocheński 2000]. W urządzeniu występują płyty pomiarowe, które powiązane są z czujnikami reluktancyjnymi (rys. 1). służącymi do pomiaru wychylenia płyty z położenia zerowego. Płyty osadzone są na płaskich sprężynach trójkątnych. Zasadniczym parametrem mierzonym w tej metodzie jest amplituda drgań, jednakże jest także wyliczany procentowy współczynnik skuteczności amortyzatorów.

Wyznaczenie wartości procentowej zostało opracowane przez producenta urządzenia na podstawie maksymalnej amplitudy (minimalnego nacisku) i wychylenia płyty z położenia „zerowego” wywołanego obciążeniem statycznym przy jednoczesnym uwzględnieniu wyników szeregu testów pojazdów różnych marek oraz założeniu, że w większości przypadków sztywność zawieszenia wzrasta wraz z obciążeniem pojazdu.

W celu dokładnego określenia skuteczności tłumienia należy wziąć pod uwagę dwie wielkości: amplitudę drgań dla częstotliwości rezonansowej oraz obciążenie osi pojazdu. Parametry te są określane automatycznie podczas testu. Przyjmuje się, że zależność wartości amplitudy w stosunku do wartości procentowej ma charakter liniowy. Znaczy to więc, że

dla wartości 100% amplituda powinna osiągać wartość zerową. W rzeczywistości jednakże nie jest to możliwe i przyjmuje się, że w pełni sprawne zawieszenie samochodu sportowego osiąga wartości ok. 90%, a w przypadku komfortowej limuzyny będzie to ok. 70%. Jednakże są to jedynie wartości typowe dla wielu pojazdów i tylko tak należałoby je traktować [MAHA 2003]



Rys.1. Przekrój urządzenia pomiarowego FWT1 [MAHA 1994]: 1-obudowa, 2-silnik elektryczny z kołem zamachowym, 3-zespół mimośrodowego napędu płyty, 4-płyta pomiarowa, 5-reluktancyjny czujnik pomiarowy, 6-płaska (trójkątna) sprężyna pomiarowa, 7-złącza i elementy sterowania elektronicznego

Fig. 1. Cross-section of the FWT1 measuring unit [MAHA 1994]: 1-housing, 2-electric motor with flywheel, 3-eccentric power unit for plate, 4-measuring plate, 5-reluctant sensing element, 6-flat (triangular) measuring spring, 7-connectors and electronic control elements

Tabela 1. Procentowa ocena stanu amortyzatora w metodzie drgań wymuszonych firmy MAHA [MAHA 2003]

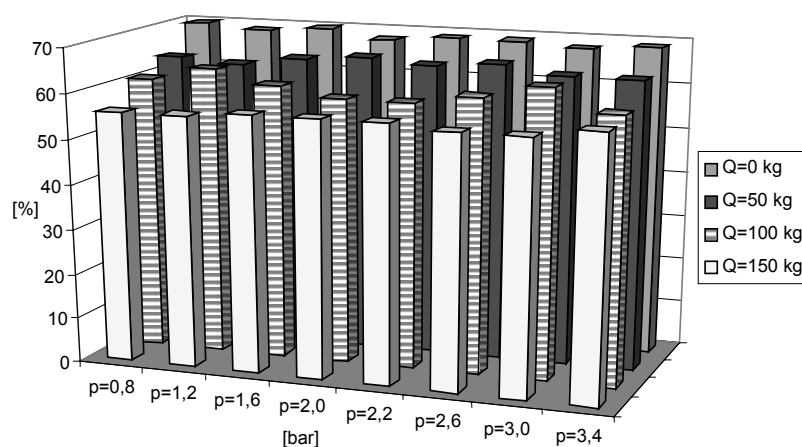
Table 2. Percent evaluation of shock absorber state in the forced vibration method from MAHA [MAHA 2003]

Ocena stanu	Zawieszenie komfortowe	Zawieszenie sportowe
Dobry	70%	90%
Słaby	40%	70%
Wadliwy	poniżej 0%	poniżej 40%

Ocena wyników pomiarów dokonywana jest w oparciu o kryteria ustanowione na podstawie wieloletnich testów wykonywanych przez niemiecką jednostkę badawczą TÜV Rheinland, według której amortyzatory o amplitudzie drgań mniejszej niż 11 mm uważa się jako zacierające się i z tego powodu niezdatne do dalszej eksploatacji oraz z drugiej strony, jeżeli amplituda drgań przekracza 70 mm (85 mm w przypadku małych i lekkich samochodów osobowych, np. Daewoo Matiz) amortyzatory uznawane są za zbyt miękkie [MAHA 2003].

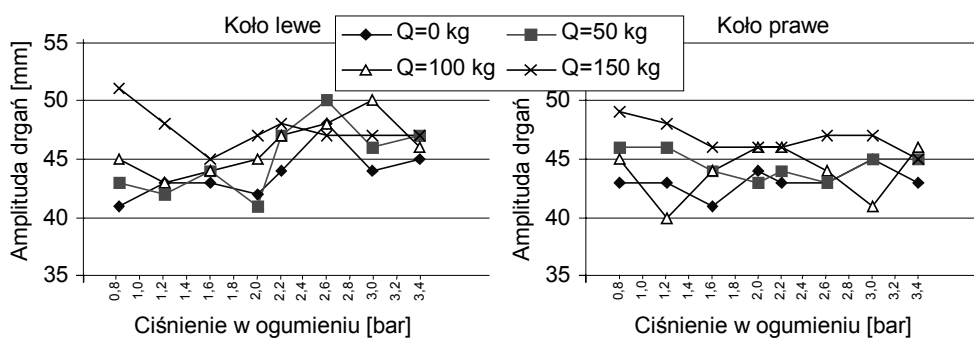
Wyniki pomiarów

W oparciu o zrealizowane pomiary dokonano zestawienia wyników i pogrupowano je z uwzględnieniem zmian ciśnienia w ogumieniu i obciążenia pojazdu dla koła lewego i prawego. Poniższa ilustracja (rysunek 2) przedstawia wyniki pomiarów współczynnika procentowego uzyskane dla lewego koła pojazdu. W celu łatwiejszej oceny wpływu zmiennych parametrów na wynik pomiaru wyniki zostały podzielone i przedstawione za pomocą wykresów punktowych połączonych liniami (rysunek 3 i 4).



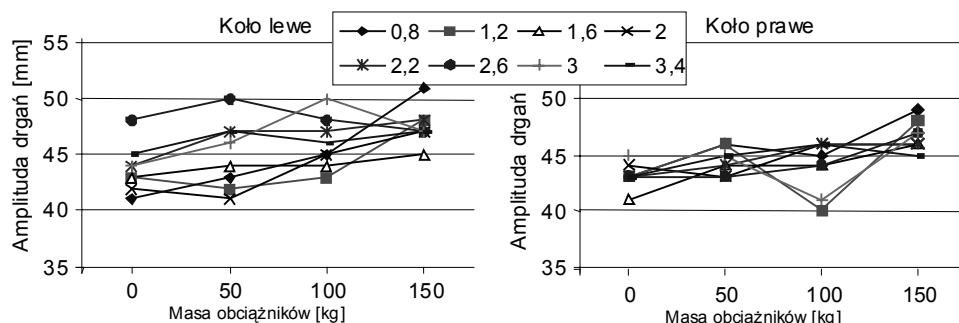
Rys. 2. Wyniki pomiarów wartości procentowego wskaźnika skuteczności tłumienia lewego koła dla różnych wartości ciśnienia w ogumieniu i obciążenia pojazdu

Fig. 2. Measurement results of percent index of efficiency in left wheel damping for different tyre pressure and vehicle load values



Rys. 3. Zależność amplitudy drgań płyt stanowiska pomiarowego od ciśnienia w ogumieniu pojazdu

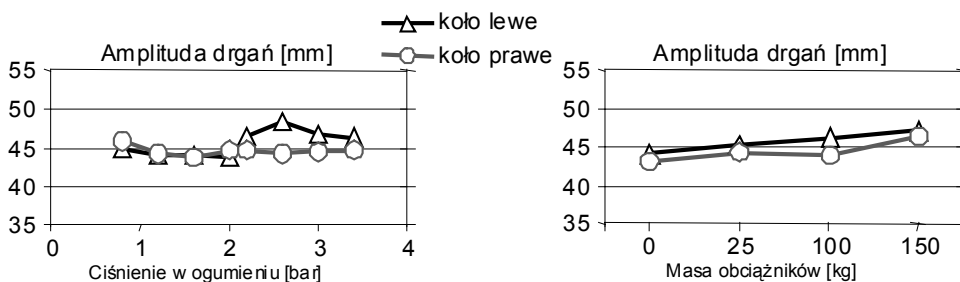
Fig. 3. Relationship between vibration amplitude of measurement setup plates and vehicle tyre pressure



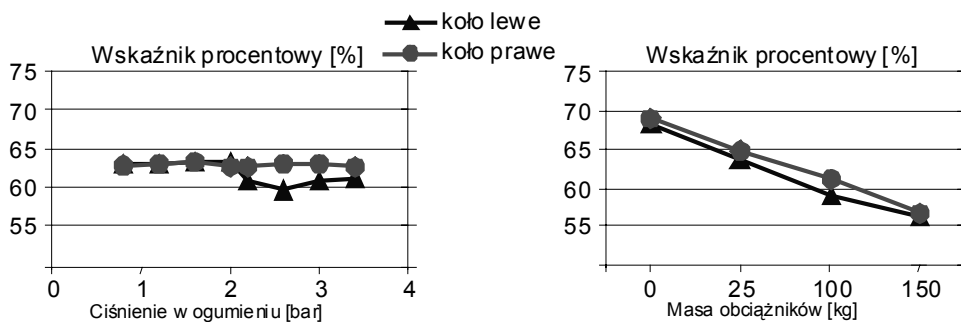
Rys. 4. Zależność amplitudy drgań płyt stanowiska pomiarowego od obciążenia pojazdu
 Fig. 4. Relationship between vibration amplitude of measurement setup plates and vehicle load

Na rysunku 3 zobrazowano wartości amplitudy drgań w zależności od zmieniającej się wartości ciśnienia w ogumieniu dla poszczególnych wariantów obciążenia pojazdu, natomiast kolejna ilustracja (rys. 5) przedstawia w analogiczny sposób wpływ zmian obciążenia pojazdu na wartość amplitudy drgań dla poszczególnych wariantów wartości ciśnienia w ogumieniu. W przypadku powyższego zestawienia informacja jest czytelna i uwidaczniają się pewne zależności, które są jeszcze lepiej widoczne jeżeli wyeliminujemy jedną zmienną poprzez uśrednienie wyników ze względu na jej wartości. Takie opracowanie zaprezentowano na rysunkach 6. i 7.

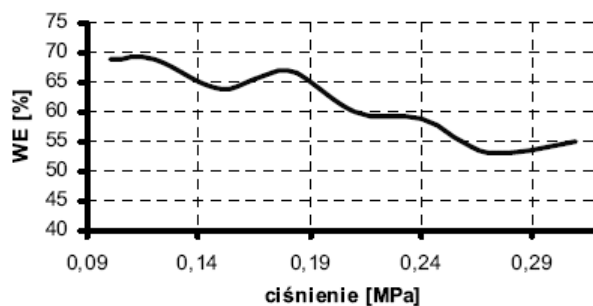
W przypadku amplitudy oraz wskaźnika procentowego należałoby przewidywać, iż wskaźnik procentowy podobnie jak wskaźnik EUSAMA [Kupiec 2004; Lotko 2002] (rys. 8) będzie malał wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu, a to związane będzie z jednoczesnym wzrostem amplitudy. Jednakże uzyskane w opisywanych badaniach wyniki tak wyraźnego wpływu nie potwierdzają.



Rys. 5. Zależność amplitudy drgań płyt pomiarowych od ciśnienia w ogumieniu i obciążenia pojazdu
 Fig. 5. Relationship between vibration amplitude of measuring plates and tyre pressure and vehicle load



Rys. 6. Zależność wskaźnika procentowego od ciśnienia w ogumieniu i od masy obciążników
 Fig. 6. Relationship between percent index and tyre pressure and mass of weights



Rys. 7. Przebieg zmian wskaźnika EUSAMA w funkcji zmian ciśnienia w ogumieniu [Kupiec 2004]
 Fig. 7. The progress of changes in the EUSAMA index in function of tyre pressure changes [Kupiec 2004]

Obserwujemy natomiast bardzo wyraźny wpływ zmian obciążenia pojazdu na wartość amplitudy oraz wskaźnika procentowego. W przypadku amplitudy, zakres jej zmienności waha się w granicach 3-4 mm, natomiast wartości wskaźnika procentowego zmienia się w przedziale 57-69%. Znajduje to potwierdzenie w literaturze i innych opracowaniach naukowych oraz potwierdza istotność problematyki badań zawieszenia.

Wnioski i podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

- istnieje wyraźna zależność pomiędzy obciążeniem pojazdu a wynikiem badań kontrolnych amortyzatorów zamontowanych w pojeździe,
- w wyniku wzrostu obciążenia pojazdu wzrasta amplituda drgań kół pojazdu co może prowadzić do pogorszenia warunków współpracy koła z podłożem, a tym samym do obniżenia bezpieczeństwa ruchu pojazdu,

- ciśnienie w ogumieniu ma mniej istotny wpływ na wyniki, jednakże sztywność ogumienia wzrasta wraz ze wzrostem ciśnienia w oponie i zmiany ciśnienia powinny skutkować nawet istotnymi zmianami uzyskiwanych wyników,
- z uwagi na przesłanki teoretyczne oraz inne, wspomniane wcześniej wyniki badań z innych ośrodków, wymagane są szersze badania z uwzględnieniem innych metod pomiarowych, ponieważ metoda, czy nawet egzemplarz urządzenia może mieć wpływ na uzyskiwane wyniki.

Ponadto należy podkreślić, że trwałość amortyzatorów zależy w dużej mierze od stanu nawierzchni dróg, na których użytkowany jest pojazd oraz od stanu technicznego innych elementów zawieszenia. W związku z powyższym należy pamiętać o wyeliminowaniu wszelkich usterek, takich jak: nadmierne luzy w elementach prowadzących, nieprawidłowe wartości parametrów geometrii kół, brak wyważenia koła, pęknięta sprężyna, czy niesprawny odbój, itp., które mogą mieć wpływ na wcześniejsze uszkodzenie amortyzatorów.

Przeważnie stan amortyzatorów ulega pogorszeniu w sposób stopniowy, proporcjonalny do przebiegu pojazdu (o czym świadczą badania pojazdów [Walusiak 2005]). Kierowcy stopniowo i bezwiednie przystosowują się do zmieniających się warunków, nie zdając sobie sprawy ze zwiększającego się niebezpieczeństwa podczas ruchu pojazdu. W związku z powyższym pojawia się konieczność wykonywania przyrządowej okresowej kontroli stanu zawieszenia, najlepiej co ok. 20 tys km lub przy corocznym przeglądzie rejestracyjnym.

Bibliografia

- Bocheński C.** 2000. Badania kontrolne samochodów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa. ISBN 83-206-1349-3.
- Kupiec J., Ślaski G.** 2004. Błędy w ocenie zdolności tłumienia amortyzatorów przy badaniu z wykorzystaniem wskaźnika EUSAMA. Diagnostyka'30. Tom 1. Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej afiliowane przy Wydziale Technicznym Polskiej Akademii Nauk. Poznań. s. 301-304.
- Paszkowski J.** 2003. Badanie diagnostyczne amortyzatorów - wewnętrzna instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych. Zakład Konstrukcji Urządzeń Elektrycznych, Instytut Maszyn Elektrycznych, Politechnika Warszawska. Maszynopis.
- Walusiak S., Pietrzyk W., Sumorek A.** 2003. Ocena diagnostyczna stanu technicznego pojazdów samochodowych w wybranej stacji diagnostycznej. MOTROL. Tom 5. Komisja Motoryzacji Rolnictwa Polskiej Akademii Nauk w Lublinie. s. 219-226.
- MAHA 1994. Technical Handbook Shock Absorber Test Stand – FWT 1D. MBH Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. Haldenwang/Allgäu. Hoya 20. KG, D-87490.
- MAHA 2003. Operating Instructions and User's Manual Shock Absorber Tester - LON-SA2D / FWT. MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. Haldenwang/Allgäu. Hoya 20. KG. D-87490.

DIAGNOSTIC VEHICLE SUSPENSION TESTING IN THE ASPECT OF CHANGES IN OPERATING PARAMETERS

Abstract. The article presents the issues related to automobile suspension testing carried out during periodic technical inspections at vehicle testing station. The work shows results of tests performed at a diagnostic station for specified changes in tyre pressure and vehicle load.

Key words: suspension, shock absorbers, vehicle testing station, check tests, diagnostics

Adres do korespondencji:

Andrzej Kuranc; e-mail:andrzej.kuranc@up.lublin.pl
Katedra Energetyki i Pojazdów
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-612 Lublin