

WPŁYW NAWIERZCHNI DROGI NA DRGANIA OGÓLNE W SAMOCHODZIE OSOBOWYM I DOSTAWCZYM Z ZAWIESZENIEM KLASYCZNYM

Streszczenie

Zawieszenie samochodu stanowi układ elementów łączących konstrukcję nośną (ramę lub nadwozie samonośne) z kołami pojazdu. Jego zadaniem jest łagodzenie przenoszonych na nadwozie samochodu wstrząsów wywołanych toceniem się kół jezdnych pojazdu po nierównościach drogi. Od jego działania zależy zarówno komfort jazdy, jak również bezpieczeństwo. Przedstawione w pracy badania miały na celu porównanie poziomu drgań oddziaływujących na kierowcę i pasażerów w trakcie jazdy samochodem osobowym i dostawczym z zawieszeniem klasycznym. W badaniach sprawdzano różnicę w odczuwalnym komforcie jazdy samochodem przy różnych prędkościach jazdy samochodu poruszającego się po zróżnicowanych nawierzchniach drogi.

WSTĘP

Z punktu widzenia teorii drgań, samochód jest układem masowo-sprężystym, w którym zmienne w czasie wymuszenia wywołują drgania wokół położenia równowagi statycznej. Skutkiem występowania nierówności drogi jest wykonywanie przez koła pojazdu drgań, głównie w kierunku osi pionowej. Sprężyste połączenie kół lub osi z pozostałymi zespołami samochodu – ramą, czy też nadwoziem samonośnym, pozwala na wyodrębnienie mas:

- nieresorowanych, podlegających bezpośrednio działaniu wstrząsów wywołanych nierównościami drogi. Do mas nieresorowanych zalicza się koła, bębny hamulcowe, tarcze hamulcowe, osie, itp.;
- resorowanych, do których należy rama samochodu, silnik z układem przeniesienia napędu, nadwozie, itp. Ruch mas resorowanych jest znacznie bardziej płynny, nieodzwierciedlający dokładnie profilu nawierzchni, po której porusza się pojazd.

Podczas pokonywania przez samochód przeszkody – nierówności drogi, w pierwszej kolejności ugięciu podlega ogumienie koła, wynikające z własności sprężystych wypełnionego gazem koła i tłumiących mieszanki gumy, z której opona jest zrobiona. Wywołany nierównością ruch masy nieresorowanej powoduje ugięcie zawieszenia i pojawienie się sił sprężystości wywołanych ściśnięciem elementów sprężystych łączących obie masy pojazdu. Dopiero te siły powodują przemieszczenie masy resorowanej – nadwozia. Dzięki pracy zawieszenia samochodu zmiana położenia masy resorowanej odbywa się w sposób płynny, mimo, że impuls wywołany najechaniem na przeszkodę działa na pojazd w sposób gwałtowny.

Zawieszenie samochodu decyduje o komforcie jazdy kierowcy i pasażerów oraz zabezpiecza przewożony ładunek przed możliwością zniszczenia. Zmniejsza także obciążenia dynamiczne zespołów samochodu, zwiększając ich trwałość.

Zawieszenie oddziela koła od nadwozia pojazdu wprowadzając wiele elementów pośredniczących, które można podzielić na cztery grupy:

- elementy sprężyste,
- elementy tłumiące,
- elementy wodzące,
- ograniczniki ruchu (zderzaki) dla fazy uginania i sprężania.

Od zawieszonych wymaga się, aby:

- niezawodnie łączyły koła z pozostałą częścią pojazdu,

- reagowały miękko na nierówności jezdni,
- utrzymywały możliwie stały docisk kół do nawierzchni dla przekazywania sił napędowych i hamujących,
- nie poddawały się poprzecznym siłom bezwładności występującym podczas pokonywania zakrętów.

Z punktu widzenia konstrukcji zawieszonych, istotną rolę odgrywa fakt, czy są one stosowane do kół kierowanych przedniej osi, czy do kół osi tylnej, oraz czy koła danej osi są napędzane, czy nie. Różnicę należy również typ zawieszenia, które może być zależne lub niezależne. Istnieje także trzecie, pośrednie rozwiązanie – zawieszenie z wahaczami sprzężonymi o zwartej budowie, jednak poza kilkoma wyjątkami, stosowane jest tylko jako zawieszenie tylne samochodów o przednim napędzie.

Dotychczasowe rozwiązania budowy zawieszonych to najczęściej rozwiązania klasyczne oparte na mechanicznych elementach prowadzących i resorujących oraz hydraulicznych elementach tłumiących. Charakterystyka ich pracy jest stała lub zmienna tylko w niewielkim zakresie, dlatego też opracowuje się tzw. aktywne zawieszenia.

Zawieszenia aktywne pozwalają na uzyskanie regulowanych charakterystyk, zarówno resorowania jak i tłumienia. Konstruktorzy dążą do uzyskania stałego położenia nadwozia nad nawierzchnią niezależnie od obciążenia pojazdu i warunków jazdy, a tym samym również ograniczenia przechyłów podłużnych występujących podczas przyspieszania i hamowania oraz poprzecznych, występujących w czasie jazdy po łuku. Starania te poprawiają nie tylko bezpieczeństwo, ale i komfort jazdy samochodem.

Zjawiska drganiowe towarzyszące jeździe pojazdów samochodowych, w tym ich oddziaływanie na kierowcę i pasażerów, jest od lat tematem wielu opracowań [1-12, 14-23, 25-27, 29-30, 32-34]. W tym temacie pojawiają się również opracowania dotyczące sposobom zmniejszania drgań [2-16, 23-24, 27-28, 31-33].

W artykule przedstawiono analizę wpływu warunków jazdy na drgania ogólne działające na kierowcę i pasażerów samochodu z klasycznym zawieszeniem. Analizowano jazdę samochodu dostawczego i dwóch samochodów osobowych, przy różnych prędkościach, po różnym typu nawierzchniach drogi.

1. OPIS BADAŃ

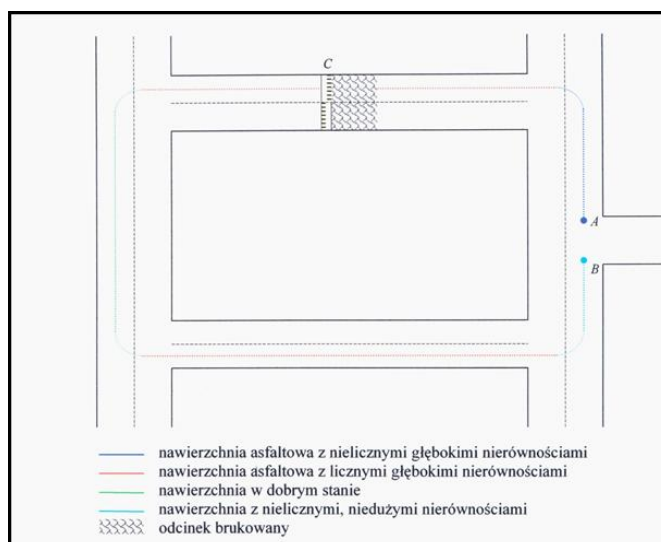
Przeprowadzone badania miały na celu zbadanie jaki poziom drgań ogólnych oddziałuje na osoby znajdujące się w poruszającym pojeździe samochodowym.

Badania zostały przeprowadzone dla trzech pojazdów różnej klasy i o różnych gabarytach, lecz jednej wspólnej ceście – wszystkie pojazdy wyposażone były w klasyczne elementy zawieszenia – amortyzatory teleskopowe i stalowe elementy resorujące. Wybranymi do badań były:

- Fiat Seicento:
 - gabaryty [mm]: długość/szerokość/wysokość: 3319/1508/1440,
 - rozstaw osi [mm]: 2200,
 - rozstaw kół przód/tył [mm]: 1268/1260,
 - napęd: przedni,
 - opony o rozmiarze: 155/65 R13,
 - zawieszenie:
 - o przednie: niezależne – kolumna McPherson (amortyzatory hydrauliczne dwustronnego działania ze sprężynami śrubowymi niewspółosiowymi w stosunku do amortyzatorów, wahacze dolne oraz poliuretanowe zderzaki polepszające płynność jazdy na zakrętach,
 - o tylne: niezależne, składające się ze sprężyn śrubowych i amortyzatorów hydraulicznych połączonych z wahaczami ciągnionymi, przytwierdzonymi do ramy pomocniczej, mocowanej trwale do nadwozia,
- Ford Eskort Mk6 kombi,
 - gabaryty [mm]: długość / szerokość / wysokość: 4268 / 1690 / 1390,
 - rozstaw osi [mm]: 2525,
 - rozstaw kół przód / tył [mm]: 1440 / 1455,
 - napęd: przedni,
 - opony o rozmiarze: 185/60 R14,
 - zawieszenie:
 - o przednie: niezależne – kolumna McPherson, stabilizator, dolny wahacz trójkątny mocowany do ramy pomocniczej,
 - o tylne: zależne – belka skrętna ze sprężynami śrubowymi i amortyzatorami,
- Iveco Daily Van.
 - gabaryty [mm]: długość / szerokość / wysokość: 5997 / 1996 / 2760,
 - rozstaw osi [mm]: 3300,
 - rozstaw kół przód / tył [mm]: 1696 / 1540,
 - napęd: tylny – klasyczny układ napędowy,
 - opony o rozmiarze (tylne bliźniacze): 195/75R16,
 - zawieszenie:
 - o przednie: niezależne, oparte o wahacze poprzeczne z drążkami reakcyjnymi, wzdłużne drążki skrętne i stabilizator,
 - o tylne: sztywny most napędowy łączony z ramą pojazdu poprzez sprężyny piórowe wzdłużne i amortyzatory hydrauliczne, stabilizator.

Podczas wszystkich badań pojazdy zostały obciążone masą około 170 kilogramów – kierowca, pasażer.

Tor pomiarowy, na którym przeprowadzono badania miał kształt przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Tor pomiarowy

Trasa miała swój początek w punkcie A, a koniec w punkcie B. Na odcinek pomiarowy składały się:

- jezdnia o nawierzchni asfaltowej z nielicznymi, choć dużymi nierównościami (odcinek od punktu A do lewoskrętu, zaznaczony kolorem granatowym),
- jezdnia asfaltowa z licznymi głębokimi nierównościami i dziurami (kolor czerwony), z krótkim odcinkiem brukowym i progiem zwalniającym (punkt C),
- odcinek o dobrej nawierzchni (zaznaczony kolorem zielonym),
- dłuższa prosta o złym stanie nawierzchni (kolor czerwony), kończąca się krótkim fragmentem o bardzo złym stanie, z nierównościami trudnymi do ominięcia,
- odcinek kończący pomiar (kolor błękitny), asfaltowy z płytkimi nierównościami.

Wszystkie wymienione samochody przejechały wybrany odcinek drogi trzykrotnie z różnymi prędkościami – 30 [km/h], 40 [km/h] i 50 [km/h]. Ze względów bezpieczeństwa próg zwalniający pokonywany był z prędkością 20 [km/h].

W czasie badań rejestrowano drgania działające na pasażera siedzącego obok kierowcy. Przyspieszenia drgań były mierzone w trzech kierunkach za pomocą urządzenia rejestrującego SVAN 912A, modułu SV 06A oraz poduszki PD 3S.

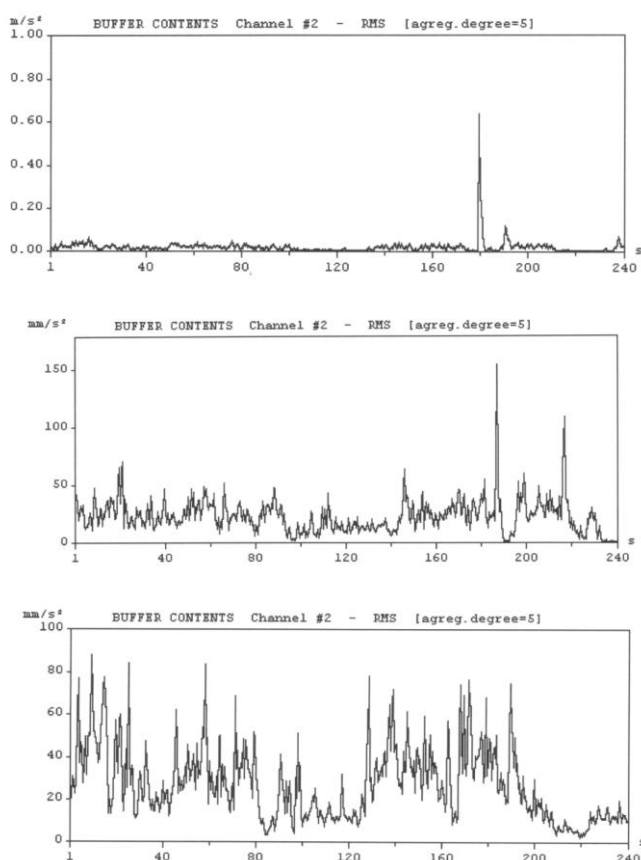
2. WYNIKI BADAŃ

Niniejszy rozdział przedstawia tendencje zaobserwowane w wynikach wszystkich przeprowadzonych badań, oparto go jednak tylko o dane zarejestrowane dla jednego z kierunków, który najlepiej obrazuje zależności.

Na rysunku 2 pokazano przykładowe przebiegi drgań zarejestrowanych podczas przejazdu trasy testowej z prędkością 30 [km/h].

Jak przedstawia zarejestrowany przebieg, pasażer Fiata podczas badania poddany był przyspieszeniom drgań rzędu od 5 [mm/s²] do ok. 15 [mm/s²] na nawierzchni o dobrej jakości (odcinek zaznaczony na zielono) i drganiom dochodzącym do 40 [mm/s²] na złej nawierzchni. Najgorzej przedstawia się odcinek prostej, kończący się licznymi nierównościami, na którym zarejestrowano chwilowe przyspieszenie drgań przekraczające 600 [mm/s²]. Związane jest to niewątpliwie ze specyfikacją samochodu, w szczególności z rozstawem kół oraz małą ich średnicą – obręcze o średnicy 13" i opony o małym profilu 65%. Dla porównania w Fordzie na pasażera działały przyspieszenia z zakresu od 10 [mm/s²] do ok.

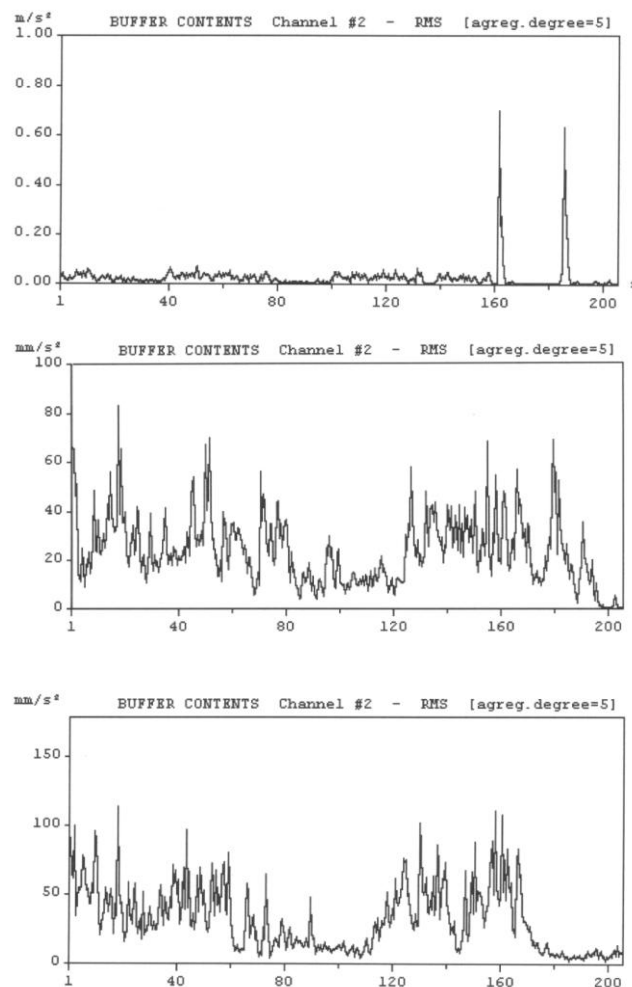
25 [mm/s²] na odcinku o dobrej nawierzchni, zaś na odcinku o dużych nierównościach (z progiem zwalniającym włącznie) zarejestrowano drgania sięgające 50 [mm/s²] i niejednokrotnie nawet przekraczające tę wartość. Większy komfort jazdy Fordem obserwuje się dopiero na najgorszym odcinku drogi. Zaobserwowane wartości szczytowe – 150 [mm/s²], były czterokrotnie mniejsze niż w najmniejszym z badanych pojazdów – Fiacie Seicento. Najbardziej znaczącą różnicę w poziomach osiągniętych drgań widać na wykresie dla samochodu Iveco Daily. Przy pokonywaniu odcinka o dziurawej nawierzchni, przyspieszenia drgań przekazywanych na fotel rozpoczynały się od ok. 18 [mm/s²] i sięgały nawet 70 [mm/s²]. Również na równej drodze rozpiętość zarejestrowanych drgań jest bardziej widoczna w samochodzie dostawczym, niż w samochodach osobowych. Podobnie jak w Fordzie, zaczyna się od 10 [mm/s²], lecz sięga 30 [mm/s²], a chwilowo nawet 40 [mm/s²]. Na najgorszym odcinku trasy, drgania w samochodzie Iveco były z przedziału 20–80 [mm/s²].



Rys. 2. Drgania przy prędkości jazdy 30 [km/h], (a) Fiat Seicento, (b) Ford Eskort, (c) Iveco Daily Van

Rysunek 3 przedstawia przykładowe przebiegi drgań zarejestrowanych podczas przejazdu trasy testowej z prędkością 40 [km/h].

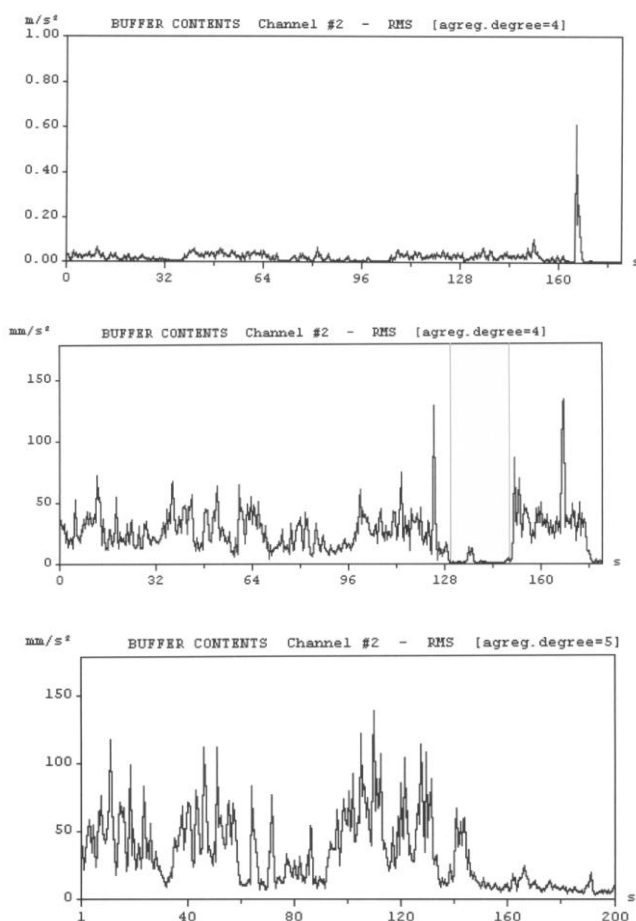
Analizując przebiegi czasowe poziomu drgań przy prędkości jazdy wynoszącej 40 [km/h], dla Fiata jadącego po różnych typach nawierzchni można zauważyć podobny charakter do przebiegów zarejestrowanych przy prędkości 30 [km/h]. Wzrosł jednak poziom drgań, zwłaszcza na dziurawej drodze, gdzie zarejestrowano drgania o przyspieszeniach dochodzących nawet do 60 [mm/s²]. Na jezdni wolnej od nierówności poziom przyspieszeń jest porównywalny dla obu prędkości – dla prędkości 40 [km/h] wynosi 5–17 [mm/s²]. Najbardziej uszkodzony odcinek drogi Fiat przejechał z chwilowymi przyspieszeniami dochodzącymi do 700 [mm/s²].



Rys. 3. Drgania przy prędkości jazdy 40 [km/h], (a) Fiat Seicento, (b) Ford Eskort, (c) Iveco Daily Van

Analogię polegającą na wzroście zakresu rejestrowanych przyspieszeń drgań wraz ze wzrostem prędkości pojazdu obserwuje się również w przypadku pozostałych samochodów. Podczas przejazdu przez wyboisty odcinek drogi z prędkością 40 [km/h], w Fordzie zarejestrowano drgania w przedziale ok. 15–60 [mm/s²]. Dolna granica tego przedziału jest taka sama jak przy prędkości 30 [km/h]. Zmieniła się natomiast rozpiętość rejestrowanych drgań. Z wykresu odczytać można, że odcinek równej nawierzchni przejechano z drganiami rzędu 10–25 [mm/s²], co odzwierciedla wartości zarejestrowane przy prędkości 30 [km/h]. Jak się można spodziewać, największe przyspieszenia, bo sięgające prawie 70 [mm/s²], zmierzono na najbardziej zniszczonym odcinku trasy. Pogorszenie komfortu jazdy wraz ze wzrostem prędkości jazdy na badanym odcinku trasy rejestruje się również w samochodzie dostawczym Iveco. Korpus pasażera przyjmował w nim drgania w zakresie 30–80 [mm/s²] na odcinkach z dużymi nierównościami, 10–30 [mm/s²] na gładkiej nawierzchni, 20–110 [mm/s²] przy przejeździe przez odcinek drogi najbardziej zniszczony.

Przykładowe przebiegi drgań zarejestrowanych podczas przejazdu trasy testowej z prędkością 50 [km/h] pokazano na rysunku 4. W przypadku samochodu Ford, widoczny jest odcinek czasu (130–149 [s]) związany z oczekiwaniem na włączenie się pojazdu do ruchu.



Rys. 4. Drgania przy prędkości jazdy 50 [km/h], (a) Fiat Seicento, (b) Ford Eskort, (c) Iveco Daily Van

Przy prędkości jazdy 50 [km/h] obserwuje się dalszy wzrost wartości szczytowych, jak i rozpiętości rejestrowanych przyspieszeń drgań, skutkujący dalszym pogorszeniem komfortu jazdy. Charakterystyki drgań badanych pojazdów poruszających się z prędkością 50 [km/h] przypominają swe odpowiedniki dla niższych prędkości.

Zakres drgań zarejestrowanych w Fiacie obejmował przyspieszenia od ok. 15 do 51 [mm/s²] na odcinku trasy zaznaczonym na granatowo. Ten sam odcinek w Fordzie wywołał drgania sięgające 15–55 [mm/s²], a w Iveco 35–85 [mm/s²]. Widać tutaj znaczne podobieństwa porównując samochody osobo-we. Niezależnie od prędkości jazdy, komfort jazdy jest w nich porównywalny, mimo nieznacznych różnic rejestrowanych na drogach z dobrą i przeciętną nawierzchnią. Porównywalne wartości – przyspieszenia rzędu 25–65 [mm/s²] dla Fiata i 18–68 [mm/s²] dla Forda, obserwuje się na drodze ze złym stanem nawierzchni (odcinek prostej z progiem zwalniającym), jak i na najmniej zniszczonym – dla Fiata zmierzono drgania rzędu 5–26 [mm/s²], zaś dla Forda 8–35 [mm/s²]. Najbardziej znaczącą różnicę między oboma samochodami osobowymi, tak jak i przy mniejszych prędkościach, zanotowano na końcu najbardziej zniszczonego i najbardziej uciążliwego dla kierowcy i pasażera odcinka drogi zaznaczonej na czerwono – drgania rzędu 30–107 [mm/s²] (chwilowo 600 [mm/s²]) dla Fiata i 20–70 [mm/s²] (chwilowo 110 [mm/s²]) dla Forda, wskazują Forda na samochód bardziej komfortowy.

Drgania o znaczenie większych przyspieszeniach zarejestrowano podczas jazdy Iveco Daily z prędkością 50 [km/h]. Zaobserwowane przyspieszenia na pierwszym odcinku drogi to drgania z przedziału 20–85 [mm/s²] (chwilowo nawet 100 [mm/s²]), 25–112 [mm/s²] na odcinku z progiem zwalniającym, 10–30 [mm/s²] na

odcinku o dobrej nawierzchni i 25–120 [mm/s²] (chwilowo 140 [mm/s²]).

PODSUMOWANIE

Komfort jazdy mierzony przyspieszeniem drgań przekazywanych na fotel pasażera w samochodzie jest różny w zależności od klasy badanego pojazdu i jego przeznaczenia, a także rodzaju nawierzchni. Na podstawie przedstawionych wyników badań można wywnioskować, iż komfort podróżowania był najgorszy dla samochodu Iveco (poza odcinkiem najbardziej zniszczonym). Rejestrowano w nim drgania o największych przyspieszeniach, wzrastających proporcjonalnie do prędkości jazdy. Różnice pomiędzy zarejestrowanymi wartościami drgań na poszczególnych odcinkach trasy są w przypadku tego samochodu naj-mniejsze, co świadczy o mniejszej czułości samochodu na zmianę stanu nawierzchni drogi. Niewątpliwie duży udział mają w tym średnice kół – obręcze o średnicy 16" i opony o profilu 75% dają największy spośród badanych pojazdów profil dynamiczny koła.

Można wnioskować, że konstrukcja samochodu dostawczego jest nastawiona na jak najlepsze wyłapywanie drgań pochodzących od dużych nierówności i o dużych przyspieszeniach o charakterze udarowym. Drgania te mogłyby niekorzystnie wpłynąć zarówno na przewożony ładunek, jak i bezpieczeństwo jazdy samochodem z wysoko umieszczonym środkiem ciężkości. Nie bez znaczenia jest również wyposażenie Iveco w bliźniacze koła na tylnej osi. Poprzez ich szerszy ślad współpracy z nawierzchnią zostają wyłapane dziury o małej powierzchni, w które niewątpliwie wpadłoby auto poruszające się jedynie na pojedynczych kołach (nie bliźniaczych).

Mimo, iż wszystkie badane pojazdy były wyposażone w zawieszenia oparte na stalowych elementach sprężystych (choć różnego typu) i resorach teleskopowych, to wyniki badań różnią się między sobą. Zwłaszcza, jeśli chodzi o porównanie dwóch samochodów osobowych z samochodem dostawczym. Przyspieszenia rejestrowane w trakcie badań samochodów osobowych miały porównywalne przebiegi w obrębie tej samej prędkości, wzrastały natomiast z jej wzrostem. Na znaczną różnicę w poziomach rejestrowanych drgań samochodu osobowego Fiat Seicento ma wpływ rozmiar kół. Felgi o średnicy 13" z oponami o profilu 65% dają promień dynamiczny ok. 247 [mm], gdzie w Fordzie, przy felgach o średnicy 14" i oponach o profilu 60%, występuje promień dynamiczny rzędu 269 [mm], a w Iveco, przy felgach 16" i oponach o profilu 75%, wynosi on 325 [mm]. Te znaczne różnice częściowo tłumaczą występowanie dużych przyspieszeń na mocno zniszczonej nawierzchni w przypadku Fiata.

BIBLIOGRAFIA

1. Arczyński S., Mechanika ruchu samochodu. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1993.
2. Cempel C., Wibroakustyka stosowana. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1989.
3. Chłopek Z., Ochrona środowiska naturalnego. Warszawa 2002.
4. Czajka J., Pomiary drgań i hałasu na stanowiskach pracy w transporcie. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2002.
5. Engel Z., Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. Warszawa 2001.
6. Engel Z., Kowal J., Sterowanie procesami wibroakustycznymi. Wydawnictwo AGH. Kraków 1995.
7. Giergiel J., Drgania układów mechanicznych. Kraków 1980.
8. Giergiel J., Tłumienie drgań mechanicznych. Warszawa 1990.

9. Grajner J., Izolacja drgań w maszynach i pojazdach. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
10. 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.
11. Grzegorzczak L., Walaszek M., Drgania i ich oddziaływanie na organizm ludzki. Warszawa 1996.
12. Gutowski R., Swietlicki W. Dynamika i drgania układów mechanicznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1986.
13. Harachová D., Medvecká-Beňová S., Applying the modularity principle in design of drive systems in mechanotherapeutic devices. Grant Journal. 2013. Vol. 2, no. 2.
14. Harazin B., Narażenia na wibracje i zasady postępowania profilaktycznego. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego Sosnowiec 1997.
15. Harazin B., Hałas i wibracje występujące jednocześnie w środowisku pracy. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego. Sosnowiec 1997.
16. Homišin J., Dostrajanie układów mechanicznych drgających skrętnie przy pomocy sprzęgieł pneumatycznych: kompendium wyników pracy naukowo-badawczych. Wydawnictwo ATH. Bielsko-Biała 2008.
17. Jacenko M., Drgania, wytrzymałość i przyspieszone badania samochodów ciężarowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1975.
18. Kamiński E., Dynamika zawiesznień i układów napędowych pojazdów samochodowych. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1983.
19. Koton J., Drgania mechaniczne. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa 1998.
20. Koton J., Harazin B., Skutki zdrowotne zawodowego narażenia na drgania miejscowe. Warszawa 2000.
21. Kucharski T., System pomiaru drgań mechanicznych. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 2002.
22. Lanzendoerfer J., Teoria ruchu samochodu. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1980.
23. Łączkowski R., Wibroakustyka maszyn i urządzeń. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1983.
24. Medvecká-Beňová S., Vojtková J., Analysis of asymmetric tooth stiffness in eccentric elliptical gearing. Technol. 2013. Roč. 5, č. 4.
25. Mitschke M., Dynamika samochodu. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1989.
26. Niziński S., Diagnostyka samochodów osobowych i ciężarowych. Wydawnictwo Bellona. Warszawa 1999.
27. Osiński Z., Tłumienie drgań. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1997.
28. Puškár 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.
29. Reimpell J., Podwozia samochodów. Podstawy konstrukcji. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1997.
30. Reński A., Budowa samochodów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1997.
31. 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.
32. 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).
33. Żukowski P., Hałas i wibracje w aspekcie zdrowia człowieka. Wydawnictwo Oświatowe FOSZE. Rzeszów 1996.
34. www.ciop.pl

IMPACT OF ROAD SURFACE ON WHOLE-BODY VIBRATION IN A CAR AND A SUPPLY OF CLASSIC SUSPENSION

Abstract

Suspension of the car layout of the connecting elements supporting structure (frame or shell) with the wheels of the vehicle. Its mission is to alleviate transmitted to the car body vibration caused by rolling wheels of the vehicle on uneven roads. From its actions it depends on both the ride comfort as well as safety. The work study was to compare the levels of vibration acting on the driver and passengers while driving passenger car and a van with a classic suspension. In the studies was tested noticeable difference in driving comfort at different speeds of the car traveling along a different road surfaces.

Autorzy:

mgr inż. **Adam Tomala** – Politechnika Śląska
prof. dr hab. inż. **Bogusław Łazarz** – Politechnika Śląska
dr hab. inż. **Piotr Czech** prof. nadzw. PŚ – Politechnika Śląska
dr inż. **Tomasz Matyja** – Politechnika Śląska
dr inż. **Mirosław Witaszek** – Politechnika Śląska