

Wpływ ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez opony samochodowe

Utworzono: środa, 01, luty 2012 09:24 Rafał Burdzik



Producenci opon samochodowych prześcigają się w ofertach, rywalizując nie tylko ceną produktu, ale także jego parametrami technicznymi. Coraz częściej podkreśla się znaczenie opon w stosunku do bezpieczeństwa, komfortu, zmniejszenia oporów toczenia i minimalizacja oddziaływania na środowisko. Z uwagi na udowodniony dominujący udział w hałasie generowanym przez poruszający się pojazd z prędkością powyżej 50 km/h dźwięków powstających na skutek kontaktu opony z nawierzchnią istotnym parametrem opony jest poziom generowanego hałasu.

Czynniki eksploatacyjne wpływające na powierzchnie kontaktu opony z drogą powodują zmiany generowanego dźwięku. Dlatego tak ważne są badania hałaśliwości opon, które umożliwiają analizę zjawisk akustycznych zachodzących dla różnych czynników eksploatacyjnych i warunków drogowych. Jednym z czynników eksploatacyjnych, który bywa często zaniedbywany przez użytkowników, jest nominalne ciśnienie ogumienia. Dlatego przeprowadzono badania wpływu ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez oponę samochodową.

Drugim składnikiem bezpośrednio wpływającym na interakcję opony z drogą jest rodzaj nawierzchni. Aktualnie stosuje się nawierzchnie klasyfikowane jako ciche. Przyjmuje się, że emisja hałasu powinna być mniejsza od rewolucyjnych niegdyś nawierzchni SMA bazujących na mieszkankach mastyksu grysowego, gdzie około 70% to frakcja grysowa z wypełnieniem między ziarnami mastyksem. Tego typu nawierzchnie stosowane są coraz częściej na szczególnie newralgicznych odcinkach dróg, na których oddziaływanie hałasem na otoczenie jest szczególnie uciążliwe. Przykłady zastosowań tych nawierzchni w Wielkiej Brytanii i Włoszech wykazują średni spadek hałasu komunikacyjnego na poziomach odpowiednio około 4 dB i 6 dB.

Wpływ ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez opony samochodowe

Utworzono: środa, 01, luty 2012 09:24 Rafał Burdzik

Badania

W celu zapewnienia powtarzalności wyników oraz zminimalizowania pozostałych czynników eksploatacyjnych badania wpływu ciśnienia w ogumieniu na poziom generowanego hałasu opon przeprowadzono w oparciu o metodę stanowiskową. Wykorzystano autorskie stanowisko badawcze, które umożliwia realizację szerokiego zakresu badań. Wyposażone ono zostało w systemy zadawania i pomiaru obciążenia statycznego opony oraz rejestracji prędkości obrotowej koła. Jednym z istotnych warunków wpływających na zjawiska generowania hałasu opon jest powierzchnia kontaktowa. Zastosowanie, jako powierzchni kontaktowej bieżni napędzanej dwoma bębnami przybliża pole powierzchni kontaktu opony z nawierzchnią do warunków rzeczywistych. Zapewnia to możliwość symulowania podczas badań większości zjawisk akustycznych wynikających z mechanizmów kontaktowych opona-droga, takich jak: drgania pasa bieżnika, rezonans powietrza w rowkach bieżnika, pompowanie powietrza, rezonans Helmholtza, turbulencje, „Slip-stick”, a w skrajnych warunkach badań nawet adhezja gumy i nawierzchni.



Badania prowadzone były w zamkniętym pomieszczeniu, dlatego uzyskane wyniki należy skorygować odpowiednimi poprawkami. W celu wyznaczenia wartości wskaźnika środowiskowego K2 przeprowadzono pomiary hałasu urządzenia w pomieszczeniu przeznaczonym do badań oraz na zewnątrz tego pomieszczenia. Uśredniona różnica wynosi 2,4 dB. Wartość wskaźnika środowiskowego K2 określającego odstępstwa środowiska badawczego od idealnych warunków pola swobodnego zgodnie z normą PN-EN ISO 3746, nie powinna przekraczać 7 dB, więc pomieszczenie nadaje się do prowadzenia badań. W metodyce badań hałasu należy także uwzględnić wpływ hałasu tła K1. Poprawka ta każdorazowo została wyznaczona, a następnie pomiar skorygowany o wartość tej poprawki, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 11201. Zatem poziom ciśnienia akustycznego emisji L_p' (skorygowany charakterystyką częstotliwościową A), obliczano ze wzoru:

$$L_p = L_p - K_1 \text{ [dB]} \quad (1)$$

gdzie:

L_p – zmierzony poziom ciśnienia akustycznego (skorygowany charakterystyką częstotliwościową A) w dB,

K_1 – poprawka uwzględniająca hałas tła wyliczana ze wzoru

Wpływ ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez opony samochodowe

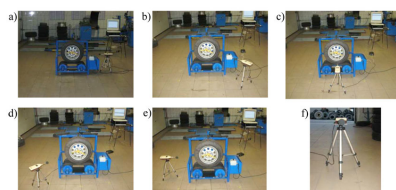
Utworzono: środa, 01, luty 2012 09:24 Rafał Burdzik

$$K_1 = -10\lg(1 - 10^{-0,1\Delta L_p}) \text{ [dB]} \quad (2)$$

gdzie:

ΔL_p – różnica poziomu ciśnienia akustycznego przy wyłączonej i włączonej maszynie.

Rozmieszczeni punktów pomiarowych podczas badań przedstawiono na rysunku 2. Odległość pomiarowa wynosiła 0,25 m od źródła dźwięku na wysokości 0,51 m.



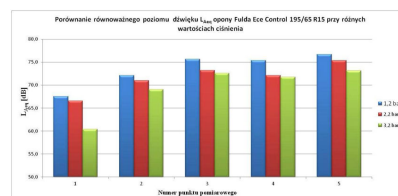
W celu identyfikacji zjawisk wpływających na poziom generowanego hałasu, co jest podstawą do projektowania rozwiązań obniżających hałas, należy pozyskać odpowiedni zbiór informacji. Największą pojemnością informacyjną charakteryzują się sygnały wibroakustyczne, dlatego rejestrowano przebiegi zmian ciśnienia akustycznego, które umożliwiają analizę częstotliwościową. Tor pomiarowy składał się z następujących elementów: komputer wyposażony w odpowiednie oprogramowanie, karta analogowo-cyfrowa oraz miernik poziomu dźwięku SON-50.



Analiza wyników

Przykładowe wyniki badań oraz analiz przedstawiono w postaci tabelki i wykresów poniżej.

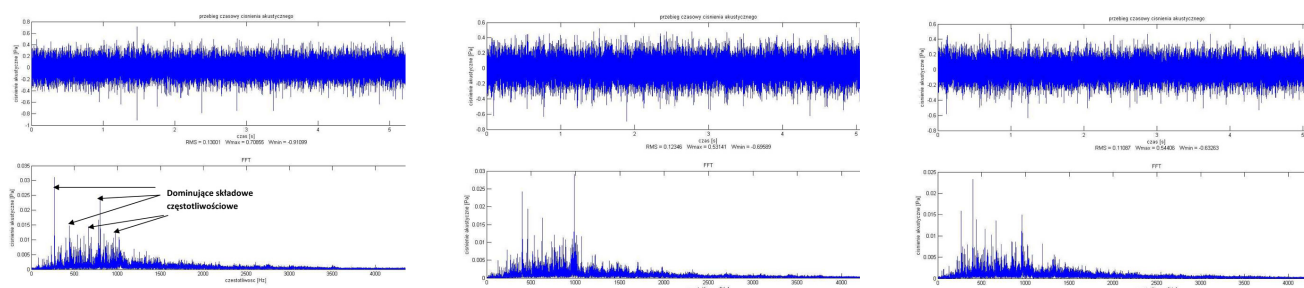
195/65 R15 Fulda Eco Control - ciśnienie 1,2 bar								
	L_{AS}	L_{AMX}	L_{AMN}	L_{AQ}	L_{CMN}	L_{CP}	L_{EXA}	L_{AE}
1	66,3	68,2	66,9	67,6	76,1	83,4	67,6	73,6
2	73,1	73,1	71,4	72,2	89,7	89,4	72,2	82,2
3	75,5	75,5	75,5	75,7	90,4	89,8	75,7	80,5
4	74,9	74,9	74,9	75,4	91,3	89,3	75,4	82,4
5	76,4	76,6	76,4	76,7	95,3	92,3	76,7	83,6
195/65 R15 Fulda Eco Control - ciśnienie 2,2 bar								
	L_{AS}	L_{AMX}	L_{AMN}	L_{AQ}	L_{CMN}	L_{CP}	L_{EXA}	L_{AE}
1	66,3	68,2	66,9	66,5	87,8	88,7	66,5	78,5
2	70,7	70,7	71,4	71,0	87,7	86,8	71,0	79,6
3	73,0	73,3	73,0	73,2	88,7	87,9	73,2	76,7
4	72,3	72,3	71,8	72,2	83,9	83,9	72,2	80,2
5	75,8	75,8	74,9	75,4	93,5	92,3	75,4	85,4
195/65 R15 Fulda Eco Control - ciśnienie 3,2 bar								
	L_{AS}	L_{AMX}	L_{AMN}	L_{AQ}	L_{CMN}	L_{CP}	L_{EXA}	L_{AE}
1	60,2	60,2	66,9	60,4	85,5	82,7	60,4	69,4
2	69,3	69,8	69,3	69,1	86,8	86,1	69,1	78,9
3	72,4	72,4	72,5	72,6	87,7	83,4	72,6	74,8
4	71,6	71,6	71,5	71,8	85,3	78,9	71,8	79,9
5	73,2	73,2	72,5	73,2	92,0	89,6	73,2	81,1



Wpływ ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez opony samochodowe

Utworzono: środa, 01, luty 2012 09:24 Rafał Burdzik

Dodatkowo podczas badań rejestrowane były ciągłe sygnały ciśnienia akustycznego, co pozwoliło na analizę dynamiki zjawisk akustycznych na podstawie rozkładów częstotliwościowych sygnałów. Analiza widmowa sygnałów jest powszechnie stosowana do oceny i obserwacji dynamiki zmian różnych sygnałów generowanych przez zespoły środków transportu. Interesujące zastosowanie w monitorowaniu prądów indukowanych w systemach trakcyjnych zaprezentowano w publikacji: Dolecek R., Novak J., Cerny O.: Research of Harmonic Spectrums of Currents and Induced Voltages in Traction Drives, Perner's Contacts, pp.28-36, vol. 5 No.4., December 2010.



Uzyskane wyniki potwierdzają, że wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu maleje hałas generowany przez oponę. Wynika to z mniejszego pola powierzchni kontaktu opony z nawierzchnią oraz wzrostem sztywności opony, co skutkuje zmniejszeniem podatności na odkształcenia plastyczne elementów rowków rzeźby bieżnika. Na podstawie wyznaczonych widm częstotliwościowych sygnałów zarejestrowanych dla opony z ciśnieniem 120 kPa i 220 kPa (ciśnienie nominalne) można zauważyć wyeliminowanie dominującej składowej częstotliwościowej w okolicy 250 Hz dla nominalnego ciśnienia ogumienia. Dalszy wzrost ciśnienia skutkuje zmniejszeniem wartości kolejnej dominującej składowej w okolicy 1000 Hz. Są to istotne informacje o dynamice zjawisk akustycznych, które mogą być podstawą do analizy różnych rzeźb bieżnika, które odpowiadają za składowe wysokoczęstotliwościowe.

Podsumowanie

Badania hałaśliwości opon samochodowych są bardzo istotne. Z uwagi na zachowanie warunku powtarzalności wyników zaprezentowano zaprojektowane i wykonane stanowisko, które może służyć do metod laboratoryjnych i badania właściwości akustycznych dla różnych parametrów technicznych opony i stanowiska. Uzyskane wyniki potwierdzają wpływ ciśnienia w ogumieniu na generowany hałas. Na całej powierzchni pomiarowej zarejestrowano spadek poziomu dźwięku dla rosnącego ciśnienia w ogumieniu. Zaprezentowane rozkłady częstotliwościowe sygnałów pozwalają na identyfikację dominujących składowych częstotliwościowych dla zmiennych wartości ciśnienia w ogumieniu. Prezentowane wyniki to wstępne rezultaty, jednak potwierdzają one poprawność założonych metod badań oraz użyteczność do szerokiego spektrum badań stanowiska.

Wpływ ciśnienia w ogumieniu na hałas generowany przez opony samochodowe

Utworzono: środa, 01, luty 2012 09:24 Rafał Burdzik

dr inż. Rafał Burdzik
Katedra Budowy Pojazdów Samochodowych
Wydział Transportu
Politechnika Śląska

Literatura:

1. Burdzik R., Konieczny Ł.: Research into noise emissions by a car combustion engine exhaust system, Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej rok LII NR 1 (184) 2011.
2. Burdzik R., Konieczny Ł.: Wpływ wybranych uszkodzeń silnika pojazdu samochodowego na poziom generowanego hałasu, VII Sympozjum Naukowo-Techniczne „Silniki spalinowe w zastosowaniach wojskowych”, Czernica 17-20 października 2010.
3. Stańczak-Strząska M.: Ochrona środowiska w transporcie, Wydawnictwo Politechnika Krakowskiej, Kraków 2007.
4. Alexandre J-Ph., Barde C., Lamure, Langdong F.J.: Road Traffic Noise, Applied Science Publishers, London, 1975.
5. Ejsmont J., Ronowski G.: Hałas pojazdów w trakcie manewrowania z małymi prędkościami - model CP2009 cz. 1-3, edroga.pl EKKOM, Kraków, 2010.
6. Michelin: Opona komfort mechaniczny i akustyczny. Societe de Technologie Michelin, 2002.
7. Parnak D.: Badanie hałaśliwości opon samochodowych, praca inżynierska napisana pod kierunkiem dr. inż. Rafała Burdzika, Katowice, 2010.
8. Benski M.: Projekt i wykonanie stanowiska do pomiaru hałasu opon, praca inżynierska napisana pod kierunkiem dr. inż. Rafała Burdzika, Katowice, 2008.
9. Dolecek R., Novak J., Cerny O.: Research of Harmonic Spectrums of Currents and Induced Voltages in Traction Drives, Perner's Contacts, pp.28-36, vol. 5 No.4., December 2010.