

# Wyważanie high-end



Zenon Majkut

**Na temat drgań kompletnego koła pisałem tu przed wakacjami, omawiając niejednorodność masy opony i obręczy. Teraz zajmiemy się sprawą pomiaru na wyważarce niejednorodności sprężystości opony i kształtu obręczy.**

Rozpatrując wszystkie trzy niejednorodności, możemy określić przyczynę drgań, a nawet ustalić, czy powstała ona podczas produkcji, czy też eksploatacji, i której części koła dotyczy. Najważniejsze jednak, że wyważarka klasy high-end w każdym przypadku pozwoli na wybór optymalnej metody eliminacji drgań.

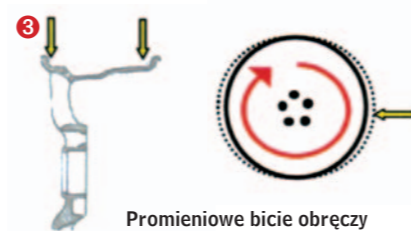
Niejednorodność sprężystości opony jest bezpośrednią przyczyną zmian wysokości środka obrotu koła podczas jego ruchu pod obciążeniem. Skutkiem tego są drgania przenoszone przez zawieszenie na nadwozie.

Pomiar siły promieniowej i jej zmian RFV (ang. *radial force variation*) podczas jednego obrotu koła, zwany też potocznie testem drogowym, pokazuje rys. 1. Odbyna się on na maszynie wyposażonej w rolkę dociskową o średnicy ok. 200 mm, której docisk pneumatyczny o stałej sile 635 kG odpowiada obciążeniu ok. ¼ masy pojazdu. W razie potrzeby, np. podczas badania kół motocyklowych, można go odpowiednio zmniejszyć. Rolka zagłębia się w oponie bądź jest przez nią podnoszona zależnie od miejscowej sztywności ogumienia. Amplitudę tych ruchów mierzy w milimetrach i przekazuje do komputera wyważarki czujnik potencjometryczny, zainstalowany na ramieniu rolki. Komputer

wylicza sztywność opony w danym punkcie bądź podaje wartość jej bicia promieniowego pod obciążeniem. Maksymalne wahanie (zmiana) siły wykryte przez rolkę jest oznaczane jako zmienna siła promieniowa opony (ang. *tire RFV*) i stanowi kryterium oceny opon (rys. 2).

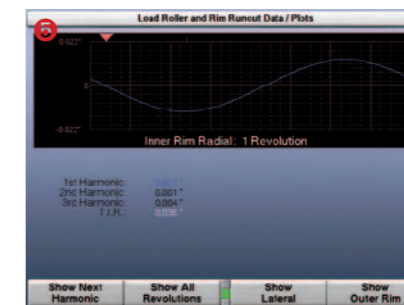
Zróżnicowaną sztywność opony można korygować przez jej odpowiednie dopasowanie do obręczy, która też może mieć pewne odchyłki od idealnego kształtu. Konieczny jest jednak w tym celu pomiar jej bicia promieniowego, a przy okazji i osiowego, czyli niejednorodności kształtu obręczy (ang. *radial runout offset - RRO*).

Pomiaru (rys. 3 i 4) dokonuje się z obu stron, w miejscu osadzenia stopki opony, za pomocą czujnika (ramię pomiarowe, laser lub sonar) podczas obrotu koła (maszyna zazwyczaj napędza je sama).



Promieniowe bicie obręczy

Po uzyskaniu wartości zmiennej siły promieniowej (RFV) i bicia promieniowego (RRO) w każdym z 512 punktów na obwodzie koła otrzymujemy wykresy rzeczywiste funkcji, których nie da się bezpośrednio matematycznie opisać (rys. 5). Należy więc skorzystać z teorii



szeregów Fouriera, by przekształcić uzyskane podczas pomiarów linie w wykresy funkcji harmoniczných: pierwszej, drugiej i trzeciej. Te zaś, wyliczone dla opony (RFV) i dla obręczy (RRO), pozwalają na takie obrócenie opony względem obręczy, by np. minimum pierwszej harmonicznej dla niejednorodności sztywności promieniowej spotkało się z maksimum pierwszej harmonicznej niejednorodności kształtu.

Dla ułatwienia zestawiania opon z obręczami bez takich matematycznych zawiłości producenci ogumienia stosują specjalne oznaczenie swych wyrobów. Np. firma Yokohama oznacza punkt maksymalnej siły promieniowej (RFV) czerwoną kropką, a punkt maksymalnego niewyważenia statycznego – żółtą.

Inni producenci, szczególnie japońscy, postępują podobnie. Jest to również swego rodzaju rekomendacja, że opona przeszła przez tzw. optimizer i wyważarkę statyczną.

Obręcze są oznaczane rzadziej, przeważnie znakiem w tzw. najniższym punkcie obwodu obręczy (ang. *low spot*), czyli najbliższym jej środka, przy spełnieniu warunku, iż bicie promieniowe i osiowe obręczy nie przekracza 1,00 mm.

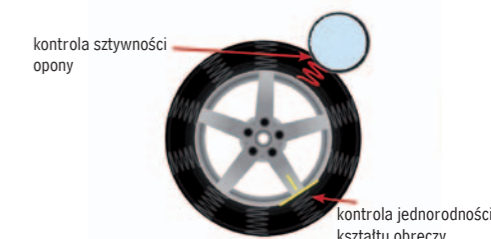
Z reguły nie oznacza się punktu niewyważenia statycznego, ponieważ obręcze, w których jego wartość przekracza 30 g, są od razu złomowane.

Po właściwym zestawieniu opony z obręczą cały proces eliminacji drgań (rys. 6) musi być jeszcze uzupełniony korektą niewyważenia statycznego i dynamicznego z użyciem programu oszczędzającego ciężarki wyważające.

W fabrycznych instrukcjach pojazdów podawane są dopuszczalne wartości wszystkich omówionych tu parametrów. Opony lub obręcze niespełniające tych kryteriów nie powinny być w ogóle montowane w pojazdach. Serwisy ogumienia muszą do tych zasad stosować się zawsze, a w szczególności w okresie gwarancyjnym samochodu.

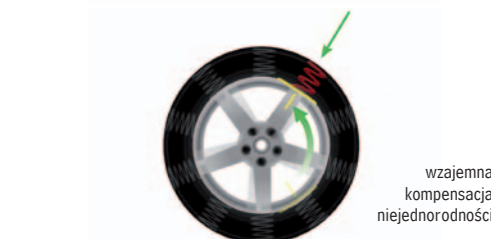


drgania z powodu różnych rodzajów niejednorodności



kontrola sztywności opony

kontrola jednorodności kształtu obręczy

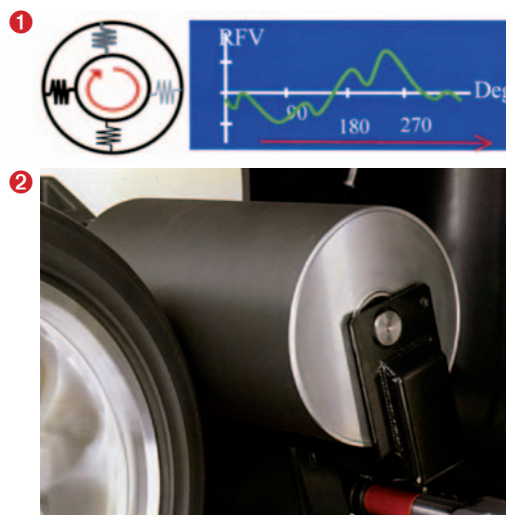


wzajemna kompensacja niejednorodności



koło po korekcie wyważenia z zastosowaniem programu oszczędności ciężarków

O tych i innych problemach poruszonych w bieżącym cyklu artykułów możemy podyskutować za pomocą poczty elektronicznej ([zmajkut@wimad.com.pl](mailto:zmajkut@wimad.com.pl)). Serdecznie zapraszam.



Kryteria oceny koła po wyznaczeniu niejednorodności sztywności opony i kształtu obręczy

Lp. Parametr	Porsche (SUV)	BMW	MB	VW/Audi	Chrysler	Nissan (SUV)	Kryteria uogólnione
1. Dopuszczalna siła promieniowa opony [N]	170	60	80	90	90	b.d.	80
2. 1-harmoniczna siły promieniowej opony [N]	113	40	60	60	63	90	60
3. 2-harmoniczna siły promieniowej opony [N]	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	40	80	40
4. Maks. bicie promieniowe i osiowe obręczy [mm]	1,1	1	1	1	2,5	b.d.	1
5. Maks. niewyważenie dynamiczne i statyczne* [g]	8	7	5	5			5
6. Zalecane ciśnienie w kole podczas badania [bar]	2,9			wg typu samochodu		1,8	wg typu sam.

\*po procesie zestawienia (optymalizacji geometrycznej) koła i po nałożeniu wskazanych przez wyważarkę ciężarków wyważających.



Fot. Hunter, Toyo

Fot. Hunter