

# Nie upraszczajmy koła!



Zenon Majkut

**Termin „diagnostyka samochodowego koła” może budzić ironiczne uśmieszki, gdyż nawet niektórzy motoryzacyjni profesjonalści sądzą, że słowo „diagnostyka” brzmi zbyt dumnie w zestawieniu z tak prostym przedmiotem.**

Panuje dziś dość powszechne przeświadczenie, iż o nowoczesnej diagnostyce, a także o doskonalących ją innowacyjnych działaniach, można mówić jedynie w przypadkach, gdy zaawansowana elektronika urządzeń warsztatowych kontroluje równie skomplikowane elektroniczne systemy w pojeździe. Jeśli zaś chodzi o koła, to przecież od dawna już wiemy o nich wszystko. A co wiemy konkretnie? Przeważnie niewiele i w ten sposób sami padamy ofiarą naszych myślowych uproszczeń.

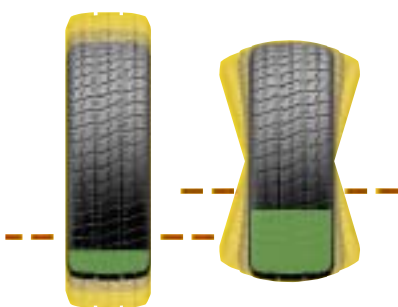
W warsztatowej praktyce wiedza na temat funkcji koła w bezpiecznym ruchu pojazdu ogranicza się do stwierdzenia, że obracające się koło nie powinno drgać. Jeśli jest inaczej, to trzeba je wyważyć statycznie i dynamicznie, czyli przytwierdzić do obręczy odpowiednie ciężarki. A jeśli to nie poma-

ga i drgania w układzie jezdnym nie znikną? Czy wówczas wystarczy wyjaśnić klientowi, że w sprawie zrobiono już wszystko i „ten typ tak ma”? A może lepiej na temat kół dowiedzieć się czegoś więcej? Moim zdaniem, tutaj, czyli w niedostatkach zawodowej wiedzy, jest właśnie ów przysłowiowy pies pogrzebany...

Zajęcia z przedmiotu „prawdziwa diagnostyka kół” wypada rozpocząć od ustalenia, co my właściwie chcemy diagnozować.

Koło samochodowe podczas swego ruchu obrotowego może wywoływać drgania o częstotliwości od 5 do 40 Hz i o amplitudach zależnych od czynnika je wywołującego. Częstotliwość wynika z bieżącej prędkości samochodu. Amplituda zależy od czynnika wywołującego drgania, a jest to zwykle nie jeden, lecz wiele czynników.

W przypadku koła o jednolitej, sztywnej konstrukcji (występującego na przykład w pojazdach szynowych) wspomniane wcześniej metody „zwykłego wyważania” można uznać za całkowicie wystarczające. Paradoks polega jednak na tym, że do takiej korekty równomierności rozłożenia masy w ogóle nie potrzebujemy... koła. Zakładamy na wrzeciono wyważarki dowolną prostopadłościenną bryłę z otworem pośrodku i zgodnie ze standardowymi procedura-



**Niewyważenie statyczne i dynamiczne. Żółtym kolorem zaznaczono obszar potencjalnych przemieszczeń**

mi dokonujemy pomiaru niewyważenia statycznego i dynamicznego. Dokładając „brakujące” masy w miejscach wskazanych przez maszynę, otrzymujemy przedmiot idealnie wyważony, lecz pozbawiony, niestety, właściwości toczenia się po nawierzchni jezdni.

Powyższego przykładu „kółka graniastego” proszę nie uważać za całkiem abstrakcyjną dygresję. Koło samochodowe też przecież nie jest dokładnie okrągłe w sensie geometrycznym. To zespół złożony przynajmniej z dwóch elementów: opony oraz obręczy (dodatkowe ➤



Kontrola osiowej i promieniowej niejednorodności kształtu obręczy

drobiazgi, takie jak zawór, czujnik ciśnienia lub ciężarki wyważające, na razie pominiemy). Teoretycznie można uznać obręcz za element sztywny, a jej kształt zbliżony jest do geometrycznego koła. Opona jednak z powodu swej sprężystości wykazuje te same cechy tylko w pewnych warunkach szczególnych, ale nie w trakcie swej normalnej pracy w pojeździe drogowym.

Jak w związku z tym zespół sprężystej opony, opierającej się pionowymi (w przybliżeniu) bokami na sztywnej obręczy z otworami na śruby mocujące i z otworem centralnym (choć nie zawsze centrującym), może generować drgania? Otóż na różne sposoby, a decydują o tym następujące czynniki:

- ➔ niejednorodność masy (w odniesieniu do całego koła, jak też do samej obręczy);
- ➔ niejednorodność sztywności (w odniesieniu do opony zamontowanej na obręczy);
- ➔ niejednorodność kształtu (w odniesieniu do obręczy);
- ➔ spłaszczenie opony obciążonej (w odniesieniu do nominalnej średnicy koła);

- ➔ boczna siła znosząca, będąca efektem stożkowatości obciążonej opony.

Niejednorodność rozkładu masy dotyczy zawsze opony ze względu na jej budowę (kilka warstw, zakładki). Rozkład ten może się zmieniać podczas eksploatacji w efekcie zużycia bieżnika (nie zawsze równomiernego). Podobne zjawisko może występować również w obręczy, wskutek różnic w gęstości materiału konstrukcyjnego, błędów wykonania lub odkształceń powstających w trakcie eksploatacji koła.

Niejednorodności masy są przyczyną niewyważenia statycznego (wyłącznie statycznego, jeśli niejednorodność ma miejsce w płaszczyźnie promieniowej symetrii koła), a także dynamicznego (niejednorodności poza wspomnianą płaszczyznę). Pierwszy rodzaj niewyważenia powoduje pionowe drgania koła, a drugi – poprzeczne (tzw. trzepotanie). Oczywiście siły i momenty wywołane niejednorodnością masy mogą się składać i działać jako wypadkowe. Zadaniem wyważarki jest ich zmierzenie, określenie miejsc ich działania oraz

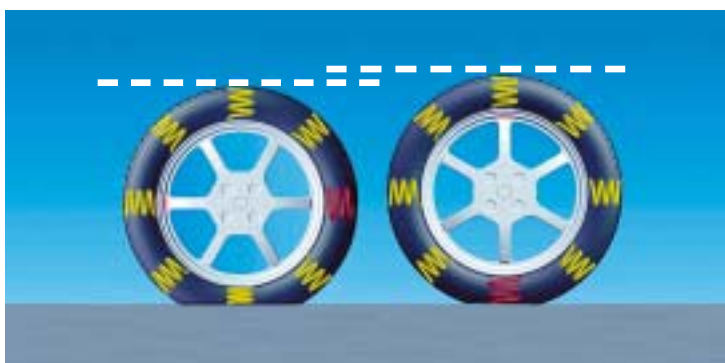
propozycja ich zrównoważenia przez dołożenie mas równoważących w postaci ciężarków.

Nawet nowe opony o dobrej jakości mogą (według badań autora) odznaczać się niejednorodnością masy i niewyważeniem statycznym dochodzącym nawet do wartości ekwiwalentnej dla ciężarka 20 gramów. Jest to skutek technologii ich wytwarzania. Podobnie wygląda to w przypadku nowych obręczy, przy czym stalowe są z reguły wykonane bardziej dokładnie niż te ze stopów lekkich, których niewyważenie statyczne przy średnicy 17-19 cali osiąga ekwiwalent 27-29 gramów. W sumie więc niejednorodność masy koła przy niekorzystnym ustawieniu opony i obręczy może wynosić nawet do 50 gramów.

Z niejednorodnością promieniowej sztywności opony mamy do czynienia wówczas, gdy przy stałym jej obciążeniu i podczas wykonywania jednego obrotu zmienia się odległość środka koła od powierzchni jezdni. Taka zmiana sztywności generuje drgania o amplitudzie zależnej od różnicy sił promieniowych koła. Niejednorodność sztywności wyraża się w jednostkach siły – niutonach [N]. Z przyczyn technologicznych występuje ona zawsze w nowych oponach i powiększa się w trakcie ich eksploatacji. Jej wartość może wzrosnąć kilkukrotnie, np. po najechaniu na przeszkodę czy wyrwę w jezdni. Parametr ten powinien być kontrolowany w fabrykach opon, zwłaszcza przy produkcji modeli o wysokich indeksach prędkości. Zalecane jest, aby 100% opon było testowane na maszynach zwanych optimizerami, jeśli opona posiada indeks prędkości powyżej H.

Niektórzy producenci samochodów określają maksymalną wartość tej niejednorodności następująco: Volkswagen, Škoda, Audi, Bentley, Seat, Mercedes, Smart – 80N; BMW, Mini, Rolls-Royce – 60N. W innych przypadkach, gdzie producenci nie przeprowadzili podobnych badań, należy zdać się na powyżej określony przedział wartości niejednorodności.

Niejednorodność kształtu dotyczy zazwyczaj sztywnego elementu koła, czyli obręczy. Jest ona określana przez pomiar bicia promieniowego i osiowego



Spłaszczenie opony obciążonej zmniejsza rzeczywisty promień koła

w miejscu przenoszenia siły z opony na obręcz, czyli na osadzeniu stopki opony. Dopuszczalne bicie promieniowe i osiowe dla lewej i prawej płaszczyzny obręczy (niezależnie od jej rodzaju) jest ustalane przez producentów samochodów. Statystycznie przyjmuje się graniczne wartości bicia w okolicach 1,00 mm. Należy je mierzyć w sposób pokazany na rysunku. Tylko w wyjątkowych przypadkach, np. przy mało zużytych obręczach stalowych, można wykonać pomiar z zewnątrz, opierając się na zewnętrzny odwzorowaniu płaszczyzny stopki.



**Niejednorodność kształtu opon, np. stożkowe zużycie (z prawej), generuje siły poprzeczne, które mogą wzajemnie się znosić. Na zdjęciu u góry – rolka do kontroli kształtu opony, stanowiąca wyposażenie nowoczesnej wyważarki**

Średnica obciążonego koła jest stosunkowo nowym parametrem diagnostycznym, wprowadzonym w związku z pojawieniem się samochodów ze stałym napędem na 4 koła, wykorzystujących mechanizmy różnicowe międzyosiowe. Z powodu wrażliwości tych mechanizmów na trwałe zróżnicowanie prędkości obrotowych osi przedniej i tylnej określono maksymalne różnice średnic obciążonych kół. Wartości te wahają się od 4 do 8 mm, zależnie od producenta pojazdu, i podawane są szczegółowo w instrukcjach serwisowych dla samochodów ze stałym napędem na 4 koła.

Ostatnim ważnym parametrem diagnostyki kół jest znoszenie opony z prostoliniowego kierunku jazdy. Zdarza się, że samochód z prawidłowym ustawieniem geometrii kół ma tendencję do

„dryfowania” na płaskiej drodze w lewo lub w prawo. Po sprawdzeniu wszystkich możliwych przyczyn (zawieszenie i układ hamulcowy) należy zmierzyć siłę boczną generowaną przez koło przy obciążeniu 1/4 masy samochodu. Siła ta powstaje najczęściej przy niejednakowej sztywności boków szerokiej opony, która wówczas tylko teoretycznie jest walcem, a w rzeczywistości – stożkiem. Z praktyki autora wynika, że wielkości różnic siły znoszącej koła lewego i prawego tej samej osi nie powinny przekraczać 50 N.

Złożoność zagadnień przedstawionych tu w maksymalnym skrócie przeczy tradycyjnym wyobrażeniom na temat rzeczywistego zakresu nowoczesnej diagnostyki kół. Każdemu z badanych parametrów muszą odpowiadać stosowne funkcje urządzeń diagnostycznych, nazywanych w nadmiernym już uproszczeniu wyważarkami. Im właśnie poświęcone będą następane odcinki „Zennowacji”. ■



### Strefy niejednorodności felgi

