

Drgania skrętne w układach napędowych



GRZEGORZ FEDOROWICZ

EKSPERT PRZEDSTAWICIELSTWA
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG W POLSCE

ZJAWISKO TO OBJAWIA SIĘ HAŁAŚLIWĄ PRACĄ PODZESPOŁÓW UKŁADU PRZENIESIENIA NAPĘDU I PRZYCZYNIĄ SIĘ DO PRZYSPIESZONEGO ICH ZUŻYCIA. PRZECIWDZIAŁAJĄ MU WSPÓŁCZESNE WIELOSTOPNIOWE TŁUMIKI DRGAŃ SKRĘTNYCH

W artykule tym przedstawiona została analiza występowania drgań skrętnych w pojeździe oraz zasady działania efektywnych układów ich tłumienia.

Samochodowy układ przeniesienia napędu składa się z: silnika, sprzęgła i skrzyni biegów oraz, zależnie od wersji konstrukcyjnej, z pólisy z przegubami albo wału i mostu napędowego, a także napędzanych kół. Z uwagi na komfort podróży oraz ciężar sumy elementów układ ten musi być elastycznie zestrojony w stosunku do działających w nim momentów obrotowych.

Już w latach 30. ubiegłego wieku stwierdzono, że drgania o charakterze skrętnym oraz towarzyszące im hałasy w układzie przeniesienia napędu można znacząco zredukować poprzez zmniejszenie sztywności skrętnej połączenia silnika ze skrzynią biegów. W kolejnych dziesięcioleciach doprowadziło to do opracowania tłumika drgań skrętnych umieszczanego w tarczach sprzęgłowych.

Przyczyny drgań skrętnych

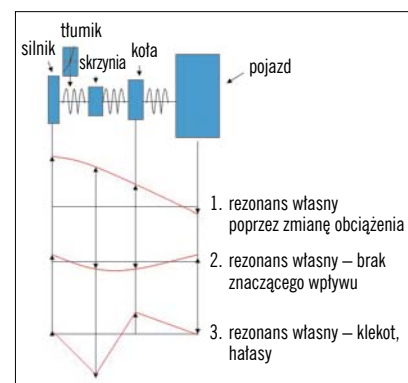
W układach napędowych współczesnych pojazdów należą do nich m.in. zmiany:

- ▶ momentu obrotowego zależnego od nierówności przyspieszeń kątowych zapłonu w poszczególnych cylindrach lub od ciśnienia w układzie wtryskowym silnika;

- ▶ obciążenia układu na skutek dynamicznego przyspieszania pojazdu;
- ▶ równomierności przekazywania momentu przez sprzęgło.

Drgania te objawiają się hałasami dochodzącymi ze skrzyni biegów (uderzenia i klekotanie zębów kół zębatych) oraz wibracjami generowanymi przez elementy nadwozia (powstałymi w skutek jego drgań wzdłużnych). Hałas zależny jest również od luzów pomiędzy kołami zębatymi, w łożyskowaniu wału korbowego i elementach przeniesienia napędu oraz od lepkości oleju przekładniowego.

Ograniczenie intensywności drgań skrętnych jest możliwe pod warunkiem rozpoznania przyczyny ich występowania oraz ustalenia częstotliwości własnej całego układu przeniesienia napędu.

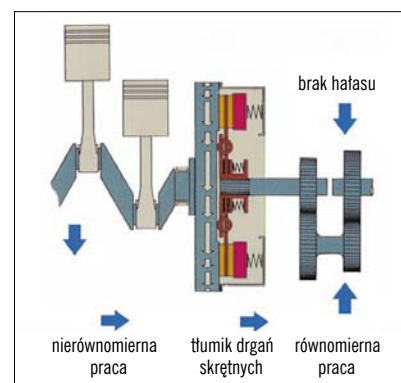


RYS. 1. UPROSZCZONY MODEL UKŁADU PRZENIESIENIA NAPĘDU, SKŁADAJĄCY SIĘ Z CZTERECH DRGAJĄCYCH MAS

Drgania i towarzyszące im hałasy osiągają swoje epicentrum w trakcie przechodzenia przez zakres drgań rezonansowych. Najważniejszym elementem, w jaki wyposażona jest tarcza sprzęgłowa, jest tzw. tłumik drgań skrętnych.



RYS. 2. PODSTAWOWYM ZADANIEM, JAKIE SPEŁNIA W TARCZY SPRZĘGŁOWEJ TŁUMIK DRGAŃ SKRĘTNYCH, JEST PRZENIESIENIE CZĘSTOTLIWOŚCI DRGAŃ WŁASNYCH SILNIKA POZA OBSZAR CZĘSTOTLIWOŚCI REZONANSOWEJ SKRZYNI BIEGÓW ORAZ OBNIŻENIE AMPLITUDY TYCH DRGAŃ

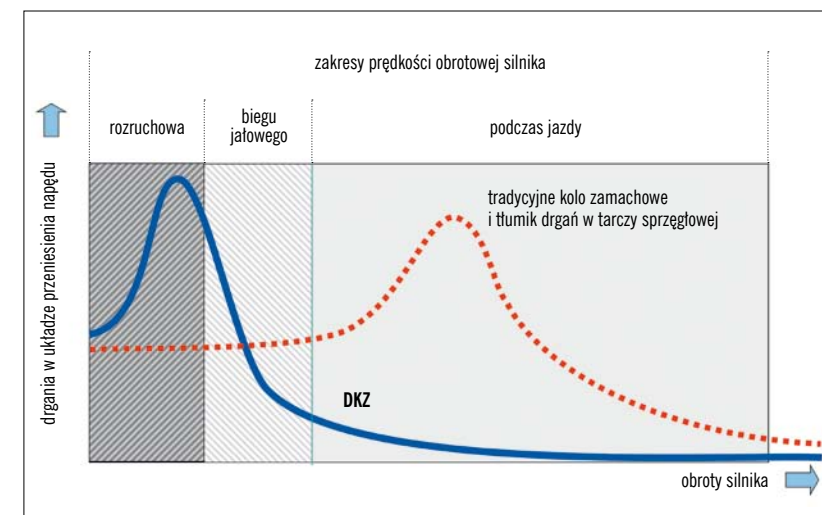


RYS. 3. PRZYKŁAD FILTRACJI DRGAŃ W TARCZACH SPRZĘGŁOWYCH Z TŁUMIKIEM DRGAŃ SKRĘTNYCH

FOT. ZF SERVICES

Rezonans drgań własnych (tzw. trzecia harmoniczna) przy włączonym biegu występuje najczęściej w zakresie 40-70 Hz w zależności od typu pojazdu. Oznacza to, że są to częstotliwości występujące dla prędkości obrotowych towarzyszących użytkowej prędkości pracy pojazdu. Konstruktorzy starają się minimalizować występowanie hałasów oraz redukować te drgania, tak by pojawiały się poza zakresem obrotów użytkowej pracy silnika. Zastosowanie tłumika drgań skrętnych dla obrotów biegu jałowego w tarczach sprzęgłowych, pozwoliło obniżyć występowanie tych częstotliwości rezonansowych do zakresu 7-15 Hz, czyli znacząco poniżej częstotliwości występujących przy obrotach biegu jałowego.

Jeżeli zastosowanie tłumika w tarczy sprzęgłowej nie jest możliwe, wówczas tłumienie przenosi się na koło zamachowe poprzez zastosowanie jego dwumasowej konstrukcji.

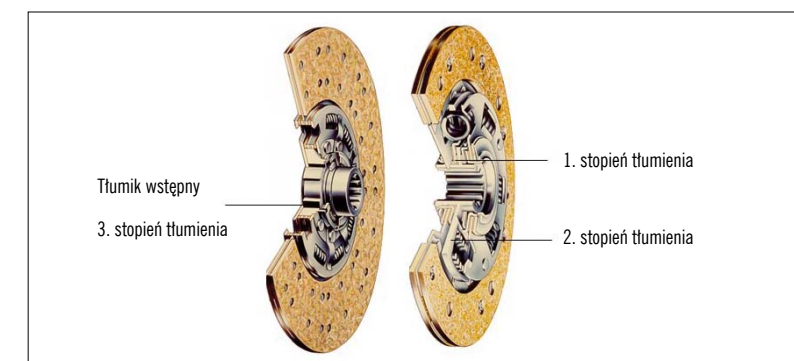


RYS. 4 I 5. W NAJNOWSZEJ GENERACJI TARCZ SPRZĘGŁOWYCH STOSUJE SIĘ NAJCZĘŚCIEJ TRZYSTOPNIOWY UKŁAD TŁUMIENIA DRGAŃ SKRĘTNYCH, ZAWIERAJĄCY TAKIE ELEMENTY, JAK: TARCZA ZABIERAKOWA, PRZECIWTARCZA ORAZ SPRĘŻYNY ŚRUBOWE O RÓŻNYCH STOPNIACH TŁUMIENIA (UMIĘJSCAWIANE W OKNACH ICH ŁOŻYSKOWANIA W OBUDWIE TARCZY SPRZĘGŁA)

W tarczach sprzęgła stosowane są też takie elementy tłumiące, jak pierścienie cierne oraz dociskające je sprężyny stożkowe, piórowe lub talerzowe.

Sprężyny tarcz sprzęgłowych umożliwiają kątowy skręt piasty w granicach

nawet do 18° w przypadku mniejszych średnic tarcz sprzęgłowych. Zmiany sztywności sprężyn oraz ich wielkości umożliwiają osiągnięcie zróżnicowanych charakterystyk tłumienia drgań. Wielostopniowe tłumienie pozwala na uzyskanie progresywnej charakterystyki tłumienia. Dodatkowo, w układzie często stosuje się osobne tłumiki drgań (tzw. „wstępnych”) obrotów biegu jałowego.



RYS. 6. NOWOCZESNA KONSTRUKCJA TARCZY SPRZĘGŁOWEJ Z 3-STOPNIOWYM TŁUMIKIEM DRGAŃ SKRĘTNYCH



RYS. 7. KONSTRUKCJE WSPÓŁCZESNYCH WIELOSTOPNIOWYCH TŁUMIKÓW DRGAŃ SKRĘTNYCH W TARCZACH SPRZĘGŁOWYCH CZĘSTO WYMAGAJĄ LUZU WSTĘPNEGO

jest wadą, a ich wykorzystanie sprawia, że w czasie jazdy nie pojawiają się hałasy. Tarcza ustalająca dla sprężyn tłumika drgań wstępnych związana jest z piastą, a nie z tarczą nośną. Dzięki takiemu rozwiązaniu części układu mogą się przemieszczać kątowo względem siebie.

Koncern ZF poświęca wiele uwagi badaniom nad występowaniem drgań o charakterze skrętnym oraz projektowaniu efektywnych układów ich tłumienia. Zapewnia to z jednej strony komfort podróżowania kierowcy i pasażerom, a z drugiej – efektywniejsze wykorzystanie zakresu pracy nowoczesnego silnika. ■

FOT. ZF SERVICES