

# JAK MIERZYĆ, BY ZMIERZYĆ?

## – o diagnostycznych pomiarach wibroakustycznych

ZARÓWNO W PRASIE BRANŻOWEJ, JAK I W NAUKOWYCH WYDAWNICTWACH POJAWIA SIĘ WIELE INFORMACJI DOTYCZĄCYCH DIAGNOSTYCZNYCH POMIARÓW WIBROAKUSTYCZNYCH. ICH TREŚĆ NAJCZĘŚCIEJ PRZEDSTAWIA ZASADNOŚĆ ORAZ KORZYŚCI I ZALETY STOSOWANIA TEGO RODZAJU DIAGNOSTYKI. NALEŻY DODATKOWO WSPOMNIEĆ, ŻE Z CAŁYM PROCESEM DOKONYWANIA POMIARU WIĄŻE SIĘ TEŻ KILKA ASPEKTÓW, ZACHOWAŃ I CZYNNOŚCI, O KTÓRYCH DIAGNOSTA MUSI PAMIĘTAĆ W TRAKCIE WYKONYWANIA BADAŃ, ABY POMIAR DOKONYWANY BYŁ MOŻLIWIE NAJDOKŁADNIEJ.

**TEKST: JAKUB POKORSKI**, KIEROWNIK DZIAŁU OBSŁUGI ZLECENI I SERWISU  
**JAKUB BURDAJEWICZ**, SPECJALISTA DS. SERWISU I DIAGNOSTYKI

**P**omiar nie może być przypadkowym podłączeniem czujnika i zebraniem wszystkich parametrów, na których uzyskanie pozwala nam nasz detektor. Mowa tu oczywiście o badaniach offline których dokonujemy regularnie, przy obchodzie naszego parku maszynowego oraz dodatkowo przy instalowaniu systemu diagnostyki online.

### PRZED POMIAREM – PRZYGOTOWANIE

Diagnosta, rozpoczynając badanie, musi zawsze rozpoznać maszynę pod względem jej

konstrukcji. Dzięki temu nakreślają się pierwsze potencjalne wyniki, które może uzyskać. Chodzi tu przede wszystkim o określenie częstotliwości charakterystycznych defektów, których możemy spodziewać się w danym punkcie. Informacje te należy wykorzystać nie tylko przy analizie widma drgań, ale już przy ustalaniu pasma częstotliwości pomiarowych. Jak wiadomo, zbyt szerokie pasmo spowoduje, że przy stałej rozdzielczości pomiaru częstotliwość próbkowania wzrasta. Pojawia się zatem niebezpieczeństwo pominięcia lub niedokładnego zarejestrowania niektórych zjawisk. Dla przykładu, w układzie

standardowego łożyskowania wału napędowego jedynymi spodziewanymi w tym miejscu defektami są niewyważenie, bicie lub nieosiowe połączenie wału z silnikiem oraz uszkodzenie łożyska tocznego. Wówczas należy tak ustawić filtr dolnoprzepustowy, aby pasmo pomiarowe objęło najwyższą częstotliwość charakterystyczną łożyska przy danej prędkości obrotowej (w tym przypadku jest to najwyższa częstotliwość spośród spodziewanych defektów) wraz z jej pięcioma harmonicznymi. W zdecydowanej większości przypadków zjawiska typu: uszkodzenia łożysk, uszkodzenia kół zębatych w przekładniach,



**ZDJ. 1.** Czujnik drgań umieszczony na oprawie łożyska



**ZDJ. 2.** Pomiar drgań łożyskowania wału

niewyważenia wirników i wałów, uszkodzenia wirników itp. można obejrzeć na widmie przyspieszeń w przedziale częstotliwości poniżej 4 kHz i to wraz z kilkoma harmonicznymi. Nie ma zatem sensu, aby każdy pomiar przyspieszeń drgań wykonywać w standardowym paśmie 10 Hz-10 kHz, tracąc przy tym na dokładności pomiaru. Oczywiście, nie dotyczy to przypadków, w których defekty mogą pojawić się w wyższych częstotliwościach lub zależy nam na zbadaniu pełnego widma, w szczególności w pasmach szumowych.

Kolejnym istotnym aspektem dotyczącym przygotowań do pomiarów są kwestie związane z czujnikiem. O ile w zdecydowanej większości przypadków korzystamy ze standardowego

przetwornika piezoelektrycznego drgań, należy pamiętać, że istnieje możliwość zastosowania innych czujników. Przykładowo, tam gdzie nie możliwe jest umieszczenie czujnika na obudowie maszyny, można z powodzeniem zastosować chociażby zwykły czujnik indukcyjny, pojemnościowy lub też (wciąż mało popularny ze względu na wysoką cenę) wirometr laserowy.

Posługując się czujnikiem piezoelektrycznym, należy zwrócić uwagę na jego czułość. Oprócz standardowej wersji o czułości ok. 100 mV/g diagnosta powinien być wyposażony w czujnik o zmniejszonej czułości, dla układów gdzie amplitudy drgań są większe (duże maszyny, znaczne drgania), a w przypadku gdzie wykonuje się bardziej precyzyjne pomiary drgań o mniejszych amplitudach, dobrze jest zastosować czujnik o zwiększonej czułości.

Kolejny problem pojawia się przy mocowaniu czujnika piezoelektrycznego. Jak wiadomo, im trwalsze jest połączenie, tym dokładniejszy pomiar. Przy połączeniu niepewnym (czujnik przyciskany ręką do obudowy) istnieje duże niebezpieczeństwo utraty danych, w szczególności amplitud o wysokiej częstotliwości. Najtrwalszym i jednocześnie najlepszym połączeniem stosowanym do mocowania czujnika jest połączenie gwintowe – czujnik przykręcany do obudowy. Jeżeli jest to niemożliwe ze względu na brak otworu w obudowie i brak możliwości jego wykonania, można przykleić w tym miejscu płytkę zawierającą taki otwór. Jest to również bardzo dobre połączenie, a jedynym elementem tłumiącym układ jest warstwa kleju. Nie

powoduje to większych strat w sygnale drganiowym. Natomiast najczęściej wykorzystywanym połączeniem jest przyłączenie czujnika do obudowy z wykorzystaniem magnesu. Jest ono najszybsze i najłatwiejsze w wykonaniu dla diagnosty, a dla większości przypadków w zupełności wystarczające pod względem parametrów przenoszonego pasma częstotliwości. Należy natomiast pamiętać o jednym istotnym aspekcie: czujnik piezoelektryczny zawiera w sobie bezwładną masę sejsmiczną, która porusza się wraz z drganiami maszyny. Jeżeli czujnik przymocujemy mało delikatnie, dodatkowo uderzając nim, wówczas masa ta drga dodatkowo od tego uderzenia, co może zakłócić pomiar. W takim przypadku, przed rozpoczęciem pomiaru należy odczekać od 10 do 20 sekund, aby masa się ustabilizowała.

Ze względu na sposób rozchodzenia się drgań mechanicznych w materiale, a także na kierunkowy charakter działania czujników drgań, diagnosta musi zwrócić szczególną uwagę na miejsce, w którym czujnik jest umieszczany. Wiadomo, że w większości przypadków czujnik mocowany jest w pobliżu łożyskowania elementów obrotowych. Należy pamiętać, aby zawsze mocować go prostopadle do osi wału i w punkcie najbliższym maksymalnego obciążenia – tzn. w przypadku wału usytuowanego poziomo największe obciążenia łożyska znajdują się będą na jego spodzie. Wówczas czujnik umieścić należy na obudowie pod łożyskiem, ewentualnie nad nim. Przyjęło się raczej, aby nie umieszczać czujnika z boku



**ZDJ. 3.** Detektor drgań z czujnikiem piezoelektrycznym



**ZDJ. 4.** Pomiar łożyskowania wału

oprawy czy też łożyska. Oczywiście, w zależności od sytuacji, w której występuje inny kierunek obciążeń, inne parametry drganiowe, brak miejsca na umieszczenie czujnika itp., to diagnosta podejmuje decyzję, gdzie najlepiej przymocować czujnik, ale pomiary i analiza wyników powinny to uwzględnić.

Przed dokonaniem pomiaru powinniśmy podjąć decyzję, jakie parametry drgań chcemy odczytywać; czy wystarczy pomiar prędkości drgań wg normy ISO10816, czy chcemy uzyskać szerokopasmowe widmo przyspieszeń drgań lub też doszukiwać się uszkodzeń na widmie obwiedni sygnału.

## W TRAKCIE POMIARU – WYKONYWANIE

Pomiar jako czas, w którym zapisywany jest przebieg drgań punktu oraz inicjowany i zasilany jest czujnik, w zależności od urządzenia może trwać od sekundy do kilkunastu sekund. W tym czasie ważne jest, aby nie poruszyć czujnikiem, tzn. nie przemieszczać go po obudowie, a w przypadku gdy dociskany jest ręcznie, należy zapewnić docisk ze stałą, nieprzerwaną siłą. W przeciwnym wypadku wyniki pomiaru będą nieprawidłowe i niemiernodajne. Należy zwrócić też uwagę, aby w tym samym czasie parametry pracy maszyny (prędkość obrotowa i obciążenie) były stałe. Parametry te należy zapisać, aby przy następnym pomiarze danego punktu osiągnąć dokładnie te same. Jest to warunek konieczny, aby dwa wyniki pomiarów przeprowadzanych w odstępie czasu można było ze sobą porównywać. Bezcelowe jest porównywanie wyników badań wibroakustycznych i wnioskowanie o postępowaniu zużycia na podstawie pomiarów dokonywanych w tym samym punkcie, ale o innych parametrach pracy maszyny. To samo dotyczy punktu dokonywania pomiaru. Przesunięcie czujnika pomiędzy pomiarami nawet o 3-5 centymetrów zaowocuje otrzymaniem dwóch wyników, których nie będzie można ze sobą porównać.

Jeżeli po wykonaniu badania mamy wątpliwości co do jego jakości i z jakichkolwiek przyczyn wydaje się on nieprawidłowy, dobrze jest powtórzyć pomiar. Sprzęt, którym dysponujemy, z pewnością

posiada funkcję nadpisywania wyników na wcześniej uzyskane lub też zapis dodatkowych przypisanych do jednego punktu pomiarowego.

## PRZED NASTĘPNYM POMIAREM – PONOWNE BADANIA

Po pierwszym badaniu danego punktu pomiarowego i otrzymaniu pierwszych wyników można wprowadzać korektę ustawień pomiaru przed dokonaniem kolejnego w danym punkcie. Dotyczy to w szczególności częstotliwości pasma pomiarowego. Jeżeli okaże się ono zbyt szerokie, można je zmniejszyć, dzięki czemu uzyskujemy większą częstotliwość próbkowania przy następnych pomiarach. Jeśli natomiast zorientujemy się, że część wyników nam zabrakł filtr dolnoprzepustowy, wówczas należy pasmo to poszerzyć. Być może warto wymienić czujnik na taki o innej czułości, aby lepiej obserwować małe amplitudy. Nie można też zapominać o wspomnianych już wcześniej dwóch koniecznych warunkach umożliwiających porównywanie kolejnych wyników, czyli czujnik w dokładnie tym samym miejscu i identyczne parametry pracy maszyny. Na tym polega pełnowartościowa diagnostyka wibroakustyczna, aby nie wykonywać pojedynczych pomiarów, ale porównywać ze sobą wyniki regularnie przeprowadzanych badań i na ich podstawie wnioskować o istnieniu lub postępowaniu uszkodzeń. ■

REKLAMA

**Producent przenośników**

- pryzmowych
- rolkowych
- taśmowych
- łańcuchowych
- płytkowe

**Spomasz Zamość S.A.**

[www.spomasz.biz.pl](http://www.spomasz.biz.pl)

+48 84 639 28 95