

Wykorzystanie ultradźwięków w diagnostyce łożysk

Większość maszyn produkcyjnych opiera się na działaniu podzespołów, w których pracują różnego rodzaju łożyska napędzające cały układ. Diagnostyka łożysk jest więc kluczowym elementem dla służb utrzymania ruchu odpowiedzialnych za utrzymanie maszyn, a więc także i łożysk, w jak najlepszym stanie technicznym. Nie jest to proste zadanie, jednakże z pomocą przychodzą ultradźwięki.

USŁYSZEĆ TO CZEGO NIE SŁYCHAĆ

Każde pracujące łożysko emituje ultradźwięki – fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości, niesłyszalne przez ludzkie ucho. Ważnym przy tym jest fakt, że jedno łożysko może emitować ultradźwięki różniące się od siebie natężeniem. Różnice emitowanych ultradźwięków wynikają ze stanu technicznego łożysk i to właśnie tę zależność wykorzystuje się w diagnostyce.

Ultradźwięki wywoływane przez pracujące łożysko mają różne źródło pochodzenia. łożysko emituje inne dźwięki w przypadku gdy jest w pełni sprawne, inne gdy jest uszkodzone mechanicznie np.: uszkodzone elementy toczne, bieżnia wewnętrzna czy zewnętrzna, inne w przypadku braku środka smarującego czy jego nadmiaru, a jeszcze inne gdy jest źle zamontowane. Diagnostyka różnych stanów łożysk możliwa jest dzięki pomiarowi i rejestracji ultradźwięków i późniejszej interpretacji wyników prowadzonych pomiarów.

O ile interpretacja wyników zajmują się pracownicy służb utrzymania ruchu, o tyle sama rejestracja niesłyszanych przez ludzkie ucho fal dźwiękowych to zadanie dla specjalistycznego miernika ultradźwięków.

Jak sama nazwa wskazuje, miernik ultradźwięków mierzy ultradźwięki generowane przez łożysko. Pasma dźwięków o wysokiej częstotliwości rejestrowane jest przez miernik i przetwarzane do dźwięków słyszalnych, pozwalając na zapisywanie pomiarów w postaci danych liczbowych czy plików dźwiękowych.

Zgromadzone wyniki pomiarów pozwalają zarówno na wykrywanie usterek łożyska, jak i pomagają w odpowiednim jego smarowaniu (jeżeli oczywiście łożysko ma taką możliwość). Ważne jest przy tym to, że ultradźwięki rozchodzą się w inny sposób niż zwykła fala dźwiękowa – ultradźwięki są kierunkowe i nie rozchodzą się po okręgu, co pozwala na precyzyjne pomiary i zlokalizowanie źródła występowania. Możemy w ten sposób badać wiele łożysk pracujących w pobliżu siebie, niezależnie od ich rodzaju i miejsca zamontowania, bez obawy zakłócania pomiarów. Co więcej, pomiar ultradźwięków nie wymaga wiedzy na temat producenta łożyska i jego specyfiki, co jest najczęściej wymagane w przypadku pomiaru vibracji.

Wszystkie łożyska generują szum ultradźwiękowy o różnym natężeniu. Zarejestrowanie i analiza kluczowych parametrów pomiaru pozwala na postawienie diagnozy i co z tym związane, na podjęcie odpowiednich kroków w celu naprawy lub wymiany łożyska. Diagnostyka za pomocą ultradźwięków opiera się na stworzeniu bazy danych i porównywaniu wyników. Innymi słowy, aby dobrze zdiagnozować źródło uszkodzenia, potrzebujemy punktu odniesienia. W praktyce dla danego typoszeregu łożysk wystarczy zarejestrowanie jednego pomiaru z dobrze pracującego łożyska lub posiadanie zapisu pomiaru z łożyska o konkretnym uszkodzeniu,

aby później móc diagnozować pozostałe łożyska.

INTERPRETOWANE ULTRADŹWIĘKI

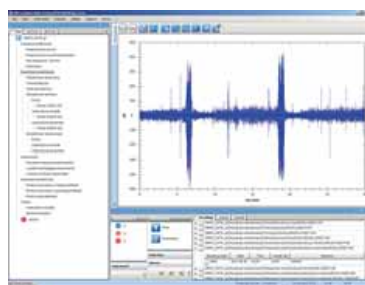
Pomiary ultradźwięków składają się z czterech kluczowych parametrów **RMS**, **MAX RMS**, **PEAK** oraz **CREST FACTOR**. Parametry te zapisywane są w postaci trendów i określają energię sygnału i jego amplitudę, informując o różnych potencjalnych nieprawidłowościach w pracy łożyska. Parametr RMS (*ang. root mean square*) to tzw. wartość skuteczna, która zachowuje się stabilnie i powtarzalnie, a trendy są łatwe do odczytywania. Poprzez porównanie MAX RMS i RMS możemy stwierdzić czy sygnał jest stały czy też zmienia się w czasie. Parametr PEAK (pojedyncze skoki ultradźwięków czyli szczyty) jest bardzo wrażliwy na zmiany zachodzące w łożyskach – pogłębianie się uszkodzenia mechanicznego łożyska jest natychmiast widoczne w zwiększonych wartościach PEAK'ów. Podobnie odczytuje się parametr CREST FACTOR, czyli współczynnik szczytu (różnica między największymi wartościami a wartościami średnimi), którego interpretacja ma m.in. zastosowanie w sprawdzaniu smarowania łożysk. Interpretacja parametrów PEAK i CREST FACTOR na początku może sprawiać pewne trudności, ale wraz z nabieraniem doświadczenia użytkownik coraz sprawniej posługuje się oboma parametrami w wykrywaniu uszkodzeń czy kontroli smarowania łożysk.



Pomiary prowadzone przy użyciu miernika ultradźwięków możemy podzielić na dwa rodzaje: statyczne i dynamiczne. Pomiary statyczne składają się w szczególności ze wspomnianych parametrów i są przedstawione w postaci trendów. Pomiary dynamiczne natomiast przedstawiają wykres dBuV w funkcji czasu. Pomiary takie możemy dokonywać do 80 s. (mogą one trwać oczywiście krócej w zależności od indywidualnych potrzeb pomiaru), co pozwala na dokładną analizę przebiegu natężenia ultradźwięków. Pomiary dynamiczne łączą w sobie równocześnie pomiary statyczne, a zapis dynamiczny umożliwia odtworzenie dokonanego pomiaru jako dźwięków słyszalnych, dając również możliwość dokonania rozkładu częstotliwościowego FFT.

ULTRADŹWIĘKI „MÓWIĄ” JAK SMAROWAĆ

Jednym z kluczowych problemów w eksploatacji łożysk tocznych jest ich smarowanie. Niska ilość środka smarującego w łożysku powoduje, że elementy



Zapis ultradźwięków w oprogramowaniu miernika ultradźwięków

Pomiar łożyska na wale pompy

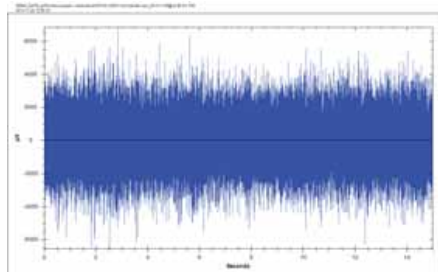
toczne przestają być oddzielone od biegni, co zwiększa tarcie podwyższając temperaturę łożyska i powodując szybsze jego zużycie. Miernik ultradźwięków jest skutecznym narzędziem do badania stanu nasmarowania łożysk, gdyż okresowe rejestrowanie i analiza pomiarów ultradźwięków pozwalają na wykrycie braku lub znacznego ubytku smaru w łożysku. Pozwala to na uniknięcie niepożądanych skutków ubocznych.

Należy przy okazji zaznaczyć, że nie tylko zbyt mała ilość środka smarującego jest problemem. Smarowanie łożysk wiąże się bowiem z odpowiednią dawką smaru, co oznacza, że zarówno zbyt mała ilość/brak środka smarującego, jak i jego nadmiar powodują wcześniejsze zużycie i konieczność wymiany łożyska. Przesmarowane łożysko przestaje bowiem odpowiednio pracować, wzrasta temperatura, smar ulega rozkładowi, traci właściwości smarne i łożysko ulega wcześniejszemu zużyciu. **Jak więc odpowiednio smarować łożyska bez danych producenta?** Z wykorzystaniem ultradźwięków jest to bardzo proste. Zasada odpowiedniego nasmarowania wiąże

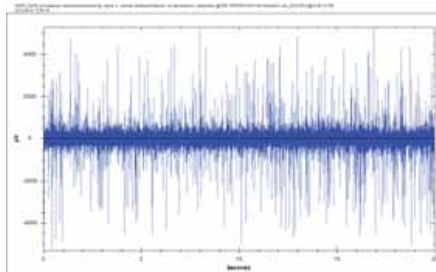
ultradźwięki są optymalnym rozwiązaniem w procesie kontroli smarowania łożysk.

ŻADNE USZKODZENIE NIE UMKNIE ICH UWADZE

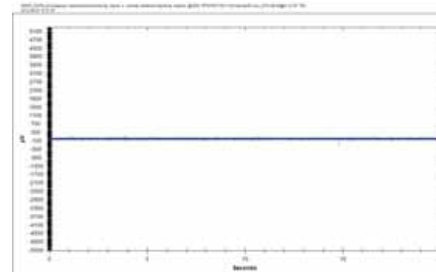
Drugim z głównych problemów związanych z użytkowaniem łożysk są uszkodzenia mechaniczne wynikające na przykład z dużego obciążenia lub trudnych warunków pracy. We wczesnych stadiach uszkodzeń trudno jest jednak zdiagnozować problem. Podobnie jak w przypadku smarowania, z pomocą przychodzą ultradźwięki, których pomiar pozwala na wykrywanie nawet najmniejszych uszkodzeń. Tak jak już wcześniej wspominałem, analiza odpowiednich parametrów i porównywanie wyników daje nam możliwość poznania przyczyny uszkodzenia. W odróżnieniu od smarowania, analiza wyników pomiarów ultradźwięków w kontekście uszkodzeń mechanicznych rządzi się innymi prawami. Pomiar w postaci wykresów trendów czy też ścieżki dźwiękowej dostarczają nam wielu kluczowych informacji, które tylko musimy odpowiednio zinterpretować.



▲ Zapis fal ultradźwiękowych przy braku smaru



▲ Zapis fal ultradźwiękowych przy uszkodzonym łożysku



▲ Zapis fal ultradźwiękowych przy sprawnym łożysku

się w tym wypadku nie tyle z samą analizą pomiarów, co z obserwowaniem wartości ultradźwięków na wyświetlaczu w momencie smarowania. Dawkujemy smar do momentu kiedy ultradźwięki ustabilizują się i przerywamy smarowanie w momencie zauważenia najmniejszego wzrostu ultradźwięków. Zbyt duża dawka smaru powoduje bowiem wzrost ultradźwięków, który to jest

DLACZEGO MIERZYĆ ULTRADŹWIEKI?

Podsumowując zagadnienie zastosowania ultradźwięków w diagnostyce łożysk, należy podkreślić, że pomiar niesłyszalnych fal dźwiękowych jest niewątpliwie skuteczną metodą usprawniającą proces związany z badaniem i odpowiednim utrzymaniem stanu łożysk. Jest to bardzo ważne dla zapewnienia odpowiedniej sprawności, wydajności i żywotności maszyn i urządzeń, w których pracują łożyska. Podobnie do innych sfer życia, także w utrzymaniu ruchu odpowiednia diagnostyka i profilaktyka to najlepsze rozwiązanie minimalizujące problemy związane z awariami. Sprawna diagnostyka nabiera szczególnego znaczenia w przypadku łożysk, gdyż ich uszkodzenie oznacza często uszkodzenie maszyny, a to z kolei pociąga za sobą przestoje, straty finansowe i zachwianie ciągłości procesu technologicznego. Pomiar ultradźwięków pomaga w uniknięciu tych problemów poprzez szybkie wykrycie najmniejszych uszkodzeń lub ubytków/nadmiaru smaru na łożyskach i zaplanowanie kolejnych kroków.



wyznaczniakiem momentu odpowiedniego nasmarowania. Zaprzeszczając smarowania w momencie zauważenia wzrostu ultradźwięków mamy pewność, że łożysko otrzymało odpowiednią ilość smaru.

Czy to w sytuacji braku smarowania czy w przypadkach nadmiaru smaru, warto zauważyć, że to właśnie

◀◀ Pomiar ultradźwięków podczas procesu smarowania łożyska



▲ Wielofunkcyjny miernik ultradźwięków i wibracji SDT270



Michał Pazdur

Student Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji
W Introju pracuje od 2012 roku, w dziale przenośnej aparatury pomiarowej. Na co dzień zajmuje się doбором przenośnej aparatury pomiarowej i czujników temperatury do warunków aplikacyjnych oraz wsparciem technicznym.

tel. 32 78 90 150