

MESURES MÉCANIQUES

Maintenance préventive : n'oubliez pas d'"écouter" les ultrasons

▼ Pompes, turbines, moteurs, centrifugeuses... ces machines, que l'on dit "tournantes" parce qu'elles intègrent des organes en rotation, jouent un rôle souvent stratégique dans un procédé de fabrication. Pour les surveiller et prévenir les défaillances, on utilise le plus souvent des techniques d'analyse vibratoire. Mais l'engouement qu'elles suscitent ne doit pas faire oublier qu'il existe d'autres outils permettant d'obtenir, simplement et à peu de frais, des résultats intéressants. C'est le cas en particulier de la détection ultrasonore. La méthode, basée sur la conversion en sons audibles des ultrasons émis par les machines, est très intuitive. Elle permet de détecter les défauts qui se manifestent à haute fréquence, et de "pointer du doigt" les équipements sur lesquels il sera nécessaire de réaliser une analyse vibratoire...

Pour surveiller un parc de machines tournantes et détecter les signes précurseurs de défauts avant qu'il ne soit trop tard, il existe un grand nombre de méthodes. La plupart du temps, on utilise l'analyse vibratoire. La méthode, qui a fait ses preuves depuis de nombreuses années, permet de connaître l'état de santé d'un équipement, d'en suivre l'évolution et même de remonter à l'origine des défauts. On peut ainsi évaluer

la gravité du problème et déterminer le moment optimal pour remplacer l'organe défectueux.

Mais si l'analyse vibratoire reste la méthode de surveillance "par excellence", il ne faut pas pour autant mettre de côté les autres techniques. « En maintenance préventive, on s'imagine parfois qu'il faut à tout prix utiliser les méthodes les plus sophistiquées et réaliser les analyses spectrales les plus compliquées pour arriver à un résultat. On oublie trop

souvent qu'il existe aussi des outils tout simples qui permettent déjà de faire une bonne partie du travail », constate Jean-Marc Singer, fondateur et dirigeant de Synergys Technologies.

C'est le cas notamment de la détection ultrasonore. Dans son principe, il n'y a rien de plus simple. Loin du contrôle par ultrasons utilisé dans les essais non destructifs pour détecter les défauts internes des matériaux, la détection ultrasonore utilisée en maintenance préventive consiste à "écouter" les ultrasons émis par les machines en fonctionnement. Les appareils détectent pour cela les ondes ultrasonores de fréquence supérieure à 20 kHz, et ils les convertissent en sons audibles (de 50 Hz à quelques kHz). Le bruit que l'on entend révèle alors la présence d'éventuels dysfonctionnements. Il est d'autant plus fort que l'on se rapproche de la source...

La méthode, très intuitive, s'apparente à la démarche qui consistait à plaquer l'oreille contre un



Le contrôle par ultrasons est souvent utilisé pour détecter les défauts spécifiques aux roulements (usure, roulement défectueux, mauvais graissage, etc.). S'il est nécessaire d'aller plus loin et de réaliser un diagnostic approfondi, la méthode laisse alors sa place à l'analyse vibratoire.

L'essentiel

- ▶ Utilisée seule ou en complément des techniques traditionnelles, la détection des ultrasons est une méthode simple et rapide pour surveiller les machines tournantes.
- ▶ Elle permet de détecter les défauts qui se manifestent à haute fréquence (au-delà de 20 kHz) en s'affranchissant du bruit ambiant.
- ▶ Pour réaliser des diagnostics approfondis, il faut ensuite faire appel aux méthodes d'analyse vibratoire.



Synergys Technologies

Le contrôle par ultrasons est simple et rapide en mettre en œuvre. De plus, les détecteurs ignorent les basses fréquences (en deçà de 20 kHz). Ils permettent donc de s'affranchir des bruits ambiants audibles générés par un environnement de production.

tournevis et à appliquer ce dernier sur la machine à surveiller. Le principal avantage de ce contrôle, c'est sa simplicité. Pas besoin d'être un expert en traitement du signal pour interpréter les résultats, le bruit détecté et son évolution sont à eux seuls révélateurs de la présence d'un défaut. Pour le localiser, il n'y a qu'à placer la sonde en contact avec l'équipement (ou à quelques centimètres). Le défaut éventuel peut alors être mis en évidence par deux approches : en comparant le bruit détecté avec celui que l'on a obtenu sur le même équipement lors des inspections précédentes, ou en le comparant avec celui que l'on obtient généralement sur un équipement similaire.

Les détecteurs à ultrasons ignorent les basses fréquences (en deçà de 20 kHz). Ils permettent donc de s'affranchir des bruits ambiants audibles générés par l'environnement de production. D'autre part, les ondes ultrasonores ont la propriété d'être directionnelles. On peut donc localiser avec précision l'origine des défauts.

Autre particularité de la méthode, son champ d'applications. « Contrairement à l'analyse vibratoire, la détection ultrasonore est une solution générique, souligne M. Singer. Elle permet en effet de détecter tous les phénomènes qui induisent des ondes ultrasonores ». C'est le cas par exemple des turbulences des équipements pneumatiques, hydrauliques, ou même des phénomènes électriques (formations d'arcs, étincelles, etc.). Dans ce cas, on recherche les ultrasons qui se propagent dans l'air. Le contrôle peut donc s'effectuer à une distance importante (jusqu'à une dizaine de mètres), en ba-

layant l'ensemble des équipements.

Dans le domaine des machines tournantes, la méthode permet de détecter les ultrasons induits par le frottement de pièces mécaniques (au niveau des roulements, des engrenages, des paliers, etc.). Elle détecte tous types de défauts, pourvu qu'ils se manifestent à haute fréquence (au-delà de 20 kHz).

C'est le cas par exemple des défauts spécifiques aux roulements (usure, roulement défectueux, mauvais graissage, etc.).

La méthode trouve aussi son intérêt dans le graissage des roulements, afin d'éviter les excès de graisse à l'origine de surchauffes. En pratique, il faut "écouter" le bruit émis par le roulement au fur et à mesure du graissage : le niveau sonore diminue régulièrement jusqu'à un seuil, qui correspond à la valeur optimale de graissage...

Un contrôle à haute fréquence

Malgré tout, la méthode ultrasonore n'est pas une solution universelle. Comme l'analyse vibratoire, la thermographie infrarouge ou l'analyse des huiles, elle souffre elle aussi d'un certain nombre de limites. Un détecteur à ultrasons ne permet pas, par exemple, de détecter tous les défauts qui sont susceptibles d'apparaître sur une machine tournante. Les défauts structurels, les problèmes de déséquilibre ou de balourd, entre autres, se situent souvent à trop basse fréquence pour être détectés.

D'autre part, si elle ne nécessite pas d'être expert en traitement du signal, la méthode requiert tout de même une certaine expé-

Des applications partout...

Outre la surveillance des machines tournantes, la méthode ultrasonore offre de multiples applications dans le contrôle d'équipements hydrauliques et pneumatiques. On l'utilise notamment pour détecter les fuites des circuits hydrauliques, des circuits de vapeur, et surtout des systèmes à air comprimé. « Les fuites apparaissent partout : au niveau des raccords avec les lignes d'alimentation, des filtres de dessiccation, des régulateurs de pression, des vannes, des vérins pneumatiques... Au final, on estime que 34 % du volume d'air comprimé utilisé dans l'industrie s'enfuit ainsi dans l'atmosphère ! Or l'air n'est pas gratuit... Une fuite d'un millimètre de diamètre sous une pression de 12 bar coûte à elle seule près de 480 euros par an », souligne Jean-Marc Singer (Synergys Technologies). La méthode permet aussi de détecter les



ultrasons émis par des défauts d'origine électrique (mauvais contacts, effets corona, effets d'arc, décharges partielles, etc.). On peut ainsi surveiller un grand nombre d'équipements : lignes de transmission et de distribution, transformateurs, isolateurs, disjoncteurs... Dans ce cas, la détection ultrasonore peut être utilisée seule ou en complément de la thermogra-

phie infrarouge, voire en amont de celle-ci (lorsque les défauts se manifestent par des ultrasons avant d'être une source de chaleur...).

Dans toutes ces situations, la méthode permet de détecter les ultrasons émis par les installations défectueuses. Mais il existe aussi un certain nombre d'applications où l'on détecte les ultrasons que l'on a soi-même créés à l'aide d'un générateur. On peut ainsi contrôler l'étanchéité de toutes sortes d'équipements (citernes, autoclaves, habitacles automobiles, réservoirs sous pression, etc.).

rience. « Il est relativement simple de détecter, à l'aide d'une sonde à contact, les ultrasons qui se propagent dans le bâti de la machine. Mais dès que la détection se fait à distance, il faut prendre en compte l'environnement dans lequel se fait le contrôle, et en particulier les réflexions des ondes ultrasonores sur les différents obstacles (murs, équipements de production, etc.). Pour cela, il faut du bon sens et de la pratique », indique M. Singer.

Contrairement à l'analyse vibratoire, le contrôle ultrasonore ne permet pas de réaliser un diagnostic approfondi. Avec un détecteur à ultrasons, il est possible, par exemple, de détecter un certain niveau de bruit sur un palier, de le comparer à ce que l'on obtient habituellement et d'en déduire qu'il y a une anomalie. Mais impossible (à moins d'être expert) de déterminer s'il s'agit d'un mauvais graissage, d'un problème d'équilibrage ou d'alignement. De même, on pourra constater une augmentation significative du niveau de bruit émis par un roulement, mais seule l'analyse vibratoire permettra de localiser précisément le défaut (bague interne ou externe, bille, etc.)... Bref, la détection des

Caractéristiques de la détection ultrasonore

Principaux avantages

- Méthode simple et rapide à mettre en œuvre
- Détection des défauts à un stade précoce
- Permet de s'affranchir du bruit ambiant
- Possibilité de localiser facilement l'origine des défauts
- Large champ d'applications

Principales limitations

- Méthode de détection (ne permet pas de réaliser un diagnostic approfondi)
- Détection de défauts par comparaison à un état précédent (pas de mesure absolue)

Applications privilégiées

- Surveillance de machines tournantes
- Détection de fuites (circuits d'air comprimé)
- Détection de défauts d'origine électrique (mauvais contacts, effets d'arc, etc.)
- Contrôles d'étanchéité

ultrasons est avant tout une méthode de "dégrossissage". Si elle ne remplace pas l'analyse vibratoire, elle permet de réaliser un premier contrôle et de réserver les techniques de diagnostic les plus poussées aux seuls équipements qui nécessitent un complément d'analyse. « Grâce à elle, on peut très vite faire le tour de ses équipements et cibler les endroits où il faut intervenir », résume M. Singer.

La méthode ultrasonore peut aussi permettre de détecter un certain nombre de dysfonctionnements à un stade plus précoce que les techniques traditionnelles. C'est le cas notamment dans la détection

des défauts de roulements. Ces défauts, qui commencent à se manifester à haute fréquence, se déplacent en effet à une fréquence de plus en plus faible (avec une énergie croissante) au fur et à mesure de leur dégradation. Lorsque la dégradation se manifeste à basse fréquence, il est donc parfois trop tard... De même, le contrôle par ultrasons peut être utilisé en amont de la thermographie infrarouge pour détecter certains défauts avant qu'ils se manifestent par un échauffement. Entre ces différents outils, il est donc toujours préférable de faire jouer la complémentarité...

Marie-Line Zani-Demange