

Surveiller la qualité du nettoyage par ultrasons sans contact

Les ultrasons se sont imposés comme un procédé indispensable pour le nettoyage de pièces complexes et de sous-ensembles complets. Dans les domaines de haute technologie, des paramètres définis doivent être tout particulièrement respectés pendant la validation du processus, qui doit de plus en plus souvent être enregistré et documenté. La technologie APM (Acoustic Performance Measurement) d'Ecoclean propose une solution pour le contrôle de la fréquence et de la puissance des ultrasons.

Doris Schulz

Journaliste

Dans des secteurs tels que la technique médicale, l'industrie des semi-conducteurs et ses sous-traitants, l'optique de précision, la technique des microsystèmes, la technique d'analyse, la technique du laser et du vide ainsi que dans différents domaines de l'industrie automobile, le nettoyage intermédiaire et final de composants complexes par ultrasons apparaît comme à la pointe de la technique.

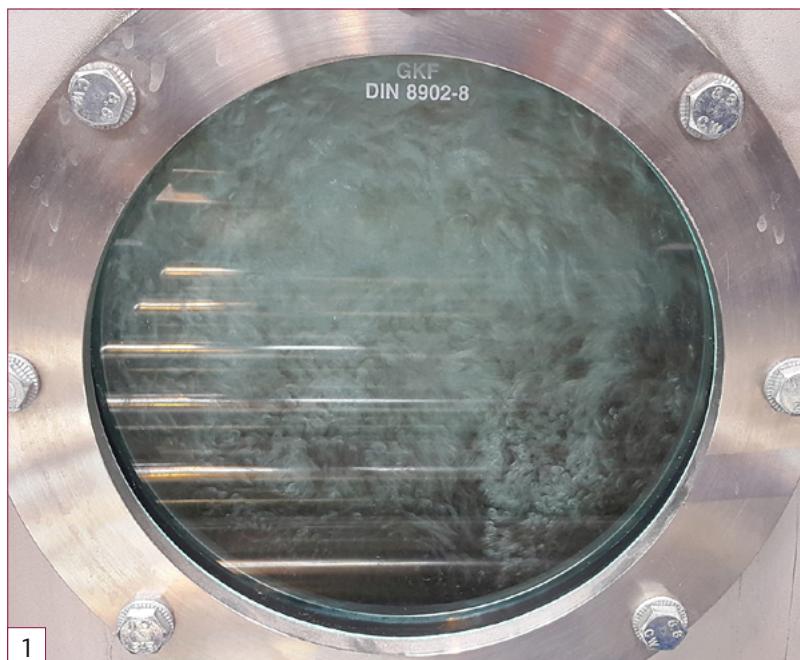
Les ondes sonores déplient leur effet nettoyant au-dessus de la zone d'audition humaine dans un bain de liquide par cavitation acoustique: les signaux électriques générés par un générateur d'ultrasons sont transmis dans le liquide par des éléments vibrants. La pression acoustique se caractérise par une alternance de dépressions et de surpressions.

Dans les phases de dépression, des cavités microscopiques se forment, qui s'effondrent sur elles-mêmes (implosent) dans la phase de surpression qui suit. Il en résulte des ondes de choc d'une énergie considérable qui font «sauter» les contaminations particulières et filmiques.

Dans le même temps, des micro-courants se développent dans le liquide, emportant les impuretés détachées ou dissoutes des surfaces ainsi que des géométries complexes, des cavités, des trous et des structures.

Photo 1.

Les ultrasons font partie des procédés incontournables dans le nettoyage de précision et de haute pureté. L'effet nettoyant des ondes sonores est basé sur la cavitation acoustique.
©Ecoclean



1

FRÉQUENCE ET PUISSANCE DÉTERMINANTES

La fréquence des ondes sonores est essentielle pour l'effet de nettoyage. La règle est la suivante: plus la fréquence est basse, plus les bulles de cavitation et l'énergie qu'elles libèrent sont importantes. Les fréquences ultrasoniques habituellement utilisées dans le nettoyage de précision sont: 40 à 120kHz, nettoyage fin et très fin des surfaces poreuses et polies. À partir de 250kHz: nettoyage fin de surfaces finement structurées et sensibles, par exemple les composants dans l'industrie des semi-conducteurs, la technique des microsystèmes, la technique LCD.

La puissance des ultrasons introduite dans le bain de nettoyage influence également le résultat du nettoyage - une puissance de 8 à 10 watts par litre de contenu du bain est courante.

SURVEILLANCE DES PARAMÈTRES DU PROCESSUS

Selon le produit et la phase de fabrication, des valeurs de propreté particulières et filmiques individuelles, mais en principe élevées, doivent être atteintes de manière stable dans les applications de nettoyage des industries de haute technologie.

En outre, le respect de tous les paramètres de processus validés doit de plus en plus souvent être enregistré et documenté. La température, la conductivité et le pH des bains ainsi que le temps de séjour des pièces dans les bains pouvaient déjà être surveillés de manière simple et reproductible par le passé grâce à la technique de mesure en ligne existante. Pour pouvoir faire des déclarations fiables avec les ultrasons également, le contrôle régulier des caractéristiques d'oscillation et le calcul des indices importants pour le nettoyage sont des paramètres essentiels de qualité. Toutefois, la surveillance de la fréquence et de la puissance des ultrasons s'effectue, jusqu'à présent, soit à l'aide de feuilles de test, qui ne permettent pas de détecter les écarts avec une précision suffisante, soit à l'aide de capteurs de pression, ou bien par des mesures manuelles avec des hydrophones plongés dans le bain de liquide. Les résultats ne sont alors pas ni reproductibles, ni comparables.

SURVEILLANCE SANS CONTACT ET SANS MOUVEMENT JUSQU'À 2 000 KHZ

Pour une surveillance reproductible de la fréquence et de la puissance des ultrasons, Ecoclean propose la



2

technologie Acoustic Performance Measurement (APM), qui permet d'effectuer des mesures sans contact ni mouvement jusqu'à des fréquences de 2000 kHz.

Pour cela, des microphones à condensateur sont utilisés jusqu'à 132 kHz. Pour les plages de fréquences supérieures, l'entreprise a récemment développé une solution avec des microphones acoustiques laser, qui fonctionne également de manière fiable pour les ultrasons dans les plages de basses et hautes fréquences.

FIABILITÉ DE LA DÉTECTION DU SPECTRE DE FRÉQUENCES

Pour ce faire, des séries d'essais approfondies ont été menées au préalable avec des microphones acoustiques laser. Elles ont eu lieu dans une installation d'immersion à ultrasons à plusieurs bains UCMSmartLine avec des systèmes à ultrasons à plaques vibrantes de 500 kHz et 1000 kHz.

Les vibrateurs à plaques déjà présents dans l'installation de nettoyage avec des fréquences d'oscillation de 40, 80 et 120 kHz ont été inclus dans les analyses et les résultats ont été comparés à la technologie APM établie avec des microphones à condensateur.

Les études ont confirmé que le rapport signal/bruit est suffisamment élevé dans toute la bande de fréquences pour détecter des ondes sonores jusqu'à 2 MHz. En outre, il a été démontré que la grande sensibilité du microphone acoustique laser permet de calculer un spectre de fréquences adéquat, malgré l'atténuation des ondes sonores par l'air, qui s'accentue avec l'augmentation de la fréquence.

AVANTAGES DE LA MESURE SANS CONTACT ET SANS MOUVEMENT

La mesure sans mouvement et sans contact direct avec le milieu présente plusieurs avantages: elle élimine le risque de contamination des bains lors des mesures et peut être utilisée dans des applications avec des produits chimiques agressifs sans endommager l'équipement de mesure.

La mesure sans mouvement, réalisable en ligne, génère des résultats reproductibles et comparables. En outre, la technologie APM permet de détecter la fréquence des ultrasons et la pression acoustique même à travers les «murs». Elle peut donc être utilisée dans les cuves de nettoyage et de rinçage fermées ainsi que dans les installations de nettoyage de chambres.

SYSTÈMES POUR MESURES FIXES OU CONTRÔLES OCCASIONNELS

Le système de mesure est proposé en tant que solution fixe pour la surveillance continue et en version portable pour les contrôles occasionnels. Pour les mesures en continu, le microphone est fixé à l'automate de transport de l'installation. Celui-ci se déplace successivement vers les cuves de nettoyage et de rinçage équipées d'ultrasons, ce qui permet d'effectuer les mesures sans contact et de générer des résultats reproductibles. Les valeurs déterminées pour la fréquence et la puissance des ultrasons sont automatiquement transmises au logiciel de la solution de mesure, évaluées par des algorithmes, comparées aux valeurs de consigne préalablement enregistrées et mémorisées. En cas d'écart, le système émet un avertissement ou un message d'erreur. Lors des mesures effectuées avec le modèle portable, le microphone est orienté vers la cuve à ultrasons correspondante au moyen d'un support et enregistre le spectre des vibrations dans la cuve. Lors de l'analyse et de l'évaluation par le logiciel, les valeurs réelles mesurées sont comparées aux valeurs caractéristiques de consigne définies comme valeurs de référence pour la station de traitement concernée. Toutes les mesures sont documentées dans des rapports PDF pour une traçabilité complète. Des calibreurs manuels sont disponibles pour un contrôle rapide et simple du fonctionnement des microphones laser acoustiques et à condensateur utilisés sur le lieu d'utilisation. L'entreprise propose également des mesures de contrôle mobiles comme prestation de service, indépendamment des fabricants. ■

Photo 2.

La technologie APM permet d'effectuer des mesures sans contact et sans mouvement de la fréquence et de la pression des ultrasons jusqu'à des fréquences de 2000 kHz. Pour les mesures continues, le microphone est, par exemple, fixé au système de transport d'une installation à ultrasons à plusieurs bains. Les mesures sporadiques sont réalisées à l'aide d'un support de microphone placé au-dessus du bain. ©Ecoclean

Photo 3.

Les séries d'essais avec des microphones acoustiques laser ont été réalisées dans une installation d'immersion ultrasonique à bains multiples UCMSmartLine avec des systèmes ultrasoniques à plaques vibrantes de 500 kHz et 1000 kHz. ©Ecoclean



3