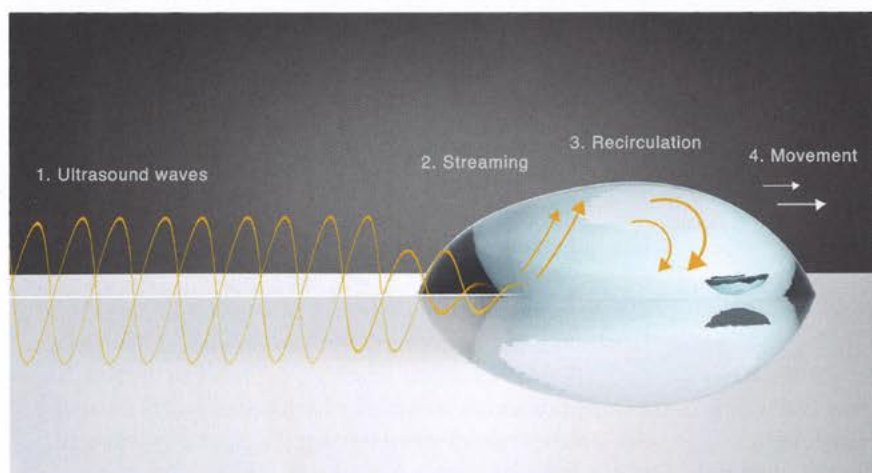


Reinigung von Arbeitsraumkameras

Durchgehend klare Sicht

Mithilfe der Ultraschall-Reinigungstechnologie der Hema-Tochter EchoVista können Oberflächen von Flüssigkeiten und Partikeln befreit werden. Nutzbringende Anwendungen betreffen beispielsweise Glasabdeckungen von Arbeitsraumkameras in Werkzeugmaschinen.

von Lars Najorka



1 Funktionsweise der EchoVista-Technologie: Ultraschallwellen werden parallel zur Oberfläche durch die Glasabdeckung geschickt. Treffen sie auf einen anhaftenden Flüssigkeitstropfen, wandert ein Teil der Ultraschallenergie in Ausbreitungsrichtung in den Flüssigkeitstropfen und erzeugt eine Zirkulationsströmung (© Hema)



2 Das in diesem Jahr serienreife Kamera-Modell V1 von Hema kann unter widrigen Umgebungsbedingungen zur visuellen Prozessüberwachung in Werkzeugmaschinen eingesetzt werden (© Hema)

Die EchoVista GmbH, eine Tochter der Hema Maschinen- und Apparateschutz GmbH aus Seligenstadt, stellt als erste Anwendung ihrer ultraschallbasierten EchoVista-Oberflächenreinigungstechnologie ein Kamerasystem für die Überwachung des Arbeitsraums von CNC-Werkzeugmaschinen vor. Die Glasabdeckung des Linsensystems wird dabei durch Ultraschallwellen von Flüssigkeitstropfen und Schmutzanhaftungen befreit. Die Leistung wird anwendungsspezifisch gesteuert. Es können selbst gekrümmte Oberflächen mit minimalem Flüssigkeitsverbrauch gereinigt werden. Da das EchoVista-System keine mecha-

nisch beweglichen Teile enthält, ist es praktisch wartungsfrei und sorgt für niedrige Kosten und geringen Aufwand. Das gesamte System ist zudem gegen Vandalismus geschützt.

Wie funktioniert's?

Über einen Wandler werden Ultraschallwellen erzeugt und parallel zur Oberfläche durch die Glasabdeckung geschickt. Treffen sie auf einen anhaftenden Flüssigkeitstropfen, wandert ein Teil der Ultraschallenergie in Ausbreitungsrichtung in den Flüssigkeitstropfen und erzeugt in ihm eine Zirkulationsströmung, die den Tropfen in Bewegung setzt und zum Rand der Oberflä-

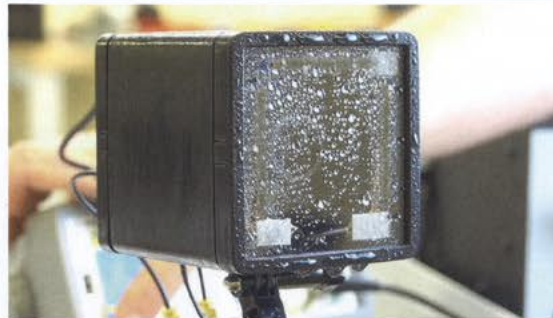
che treibt. Bei entsprechendem Energieeintrag kann die Flüssigkeit auch durch Kavitation innerhalb des Tropfens kalt-verdampft werden. Diesen Effekt nennt man Micro-Jet. Die bei Kavitation im Tropfen entstehenden Gasblasen haben ein wesentlich höheres Volumen als die Flüssigkeit aus der sie entstanden sind und verdrängen diese. Steigt der statische Druck in der Umgebung wieder an, kondensiert das Gas als Flüssigkeit am Rand der Blase und die Flüssigkeit muss in den freiwerdenden Raum zurückströmen. Die Folge ist eine Implosion der Gasblase, bei der hohe Druckstöße entstehen, die für den Reinigungseffekt verantwortlich sind.

Ein großer Vorteil des Verfahrens ist, dass Oberflächenbeschichtungen im Gegensatz zu mechanischen oder chemischen Reinigungsverfahren nicht beeinträchtigt werden und auch keine Schlieren oder Kratzer entstehen können.

Interdisziplinärer Entwicklungsansatz

Möglich wurde die Entwicklung durch die enge Zusammenarbeit eines interdisziplinären Expertenteams, das Fragen der Fluidmechanik, Elektronik, Ultraschallakustik und der Werkstoffwissenschaften bearbeitete, um piezoelektrische Ultraschallwandler zu entwickeln, die auf glatte Oberflächen wie Glas oder Metall geklebt werden können. Mit zugehöriger Leistungselektronik, die den Wandler mit Hochfrequenz anregt, wird die gewünschte Ultraschallenergie in das Material geschickt.

Für eine optimale Leistungsübertragung zwischen Verstärker und Ultraschallwandler muss die Ausgangsimpedanz des Verstärkers an den Ultraschallwandler angepasst werden. Der eigens entwickelte modulare Hochleistungs-Hochfrequenzverstärker beherrscht das sequenzielle Ein- und Ausschalten, die Phasen- und die Frequenzmodulation. Durch die Verwendung mehrerer einzeln gesteuerter Ultraschallwandler können Interferenzmuster erzeugt werden, die den effizienten Antrieb von Flüssigkeitströpfchen in jede Richtung oder die Kaltverdampfung der Flüssigkeit durch Kavitation ermöglichen. Weitere mögliche Effekte sind die Reinigung von Oberflächen von Schmutz und Flüssigkeiten mittels Ultraschall sowie das Schmelzen von Eis.



3 Klare Sicht binnen Sekunden: oben: Vor Aktivierung der Ultraschallwandler – die benetzte Kamera (links) liefert ein entsprechend unklares Kamerabild (rechts); unten: durch Aktivierung der Ultraschallwandler wird die Kameraoptik gereinigt und von Flüssigkeitstropfen befreit (© Hema)

PIEZOEFFEKT

Bei einem piezoelektrischen Kristall führt eine elastische Verformung in bestimmten kristallografischen Richtungen zu unterschiedlichen Verlagerungen der positiven und negativen Ionen und erzeugt an der Kristalloberfläche entsprechende elektrische Ladungen. Umgekehrt ändert ein Piezokristall seine Abmessungen im Rhythmus einer von außen angelegten elektrischen Wechselspannung. Auf diese Weise lassen sich mechanische Wirkungen in elektrische umwandeln und umgekehrt. Unter Ausnutzung des Piezoeffekts entwickelte das EchoVista-Team die wirkungsvollen Ultraschallwandler.

Über mehrere Optimierungsschleifen hinsichtlich Materialauswahl und Systemdesign kam das Forschungsteam um Dr. Mincheol Shin zu den ersten funktionierenden Prototypen. Über die schrittweise Optimierung des Ultraschallreinigungssystems konnten im Projektzeitraum von 2016 bis 2019 signifikante Fortschritte erzielt werden. So sank die maximale durchschnittliche Leistungsaufnahme von anfangs knapp 150 W auf unter 30 W und das Volumen des elektronischen Systems nahm von 0,6 m³ auf ein handliches Format ab. Ähnlich verhielt es sich mit dem Gewicht. Die heutige Hema-Kamera ist ein Kameramodul mit einer Abdeckscheibe aus 90 × 90 × 2 mm Gorilla-Glas, das von vier Ultraschallwandlern sauber und tropfenfrei gehalten wird.

Entwicklungsprozess EchoVista

Steuerungsoptionen für das Auslösen des Reinigungsprozesses sind manuell-

les Auslösen, die Steuerung über ein Zeitintervall oder durch automatische Erkennung über eine Software als Selbstreinigungsfunktion. Die Selbstreinigung konnte bereits erfolgreich implementiert werden.

Bei der Entwicklung der Kamera-Hardware stand zunächst die Verkleinerung und Modularisierung der Elektronik im Fokus. Als Grundvoraussetzung für einen langfristigen störungsfreien Betrieb wurde außerdem ein Verfahren zur dauerhaften Beschichtung des Glases für den Kontakt mit Wasser und Kühlschmierstoffen geschaffen. Weiterhin wurde an Optionen für IP (Internet Protocol)-, Zoom- und Schwenkkameras gearbeitet mit Option auf PoE (Power over Ethernet).

EchoVista hat sich zum Ziel gesetzt, die neue Ultraschallreinigungstechnologie auf andere Anwendungsbereiche und Branchen zu übertragen. Im nächsten Schritt wird das Kamerasystem weiterentwickelt. ■

INFORMATION & SERVICE



HERSTELLER

HEMA Maschinen- und Apparateschutz GmbH
63500 Seligenstadt
Tel. +49 6182 773-0
www.hema-group.com
www.echovista.de

DER AUTOR

Lars Najorka ist Entwicklungsleiter Sichtsysteme bei der Hema Maschinen- und Apparateschutz GmbH in Seligenstadt
info@hema-group.com