

ERZUGUNG DER KAVITATION IN LEISTUNGSSULTRASCHALLANLAGEN

Die Anwendung der Kavitation zur Erzeugung von Dispersionen, Emulsionen, für die Sonochemie oder auch der Zellaufbereitung in der Material-, Chemie- und Bioprozesstechnik hat in den letzten Jahren mit der Verfügbarkeit leistungsstarker Ultraschallprozessoren (LUS) zugenommen.

Zentrales Element dieser Apparate ist die Erzeugung der Kavitation an der Spitze eines Wellenleiters (Sonotrode), die mit einer Arbeitsfrequenz von 24 kHz zu longitudinalen Schwingungen angeregt wird. Ein Problem der Technologie ist die Einschätzung der Kavitationsintensität in den Prozessfluiden. Bis heute gibt es nur wenige Sensorkonzepte zur Erfassung der Kavitationsintensität im technischen Prozess.

Die Ursache hierfür liegt in der erosiven Wirkung der Kavitation, die eine zerstörungsfreie Sensorik bisher verhindert. Die Turbidität und die sich im Prozess ändernden Fluideigenschaften sind Gründe, die eine nichtakustische Lösung ausschließen.

DAS AE-SENSORKONZEPT

Das GMBU AE-Sensorkonzept ermöglicht eine nichtinvasive Erfassung der Kavitation durch AE, die durch die Implosion der Kavitationsblasen erzeugt und durch einen Sensor erfasst werden, der an der Sonotrode (Wellenleiter) befestigt ist (Abb.2).

An Luft freischwingend zeigen sich die Grundmode und die tieferen bzw. höheren Harmonischen (Abb. 3). In Wasser eingetaucht, zeigt das Spektrum im Bereich von 100 kHz bis 10 MHz eine Erhöhung der Rauschleistung um bis zu 50 dBm (Abb.4). Die erhöhte Rauschleistung resultiert aus kollabierenden Kavitationsblasen, die an der Sonotrodenoberfläche AE erzeugen. Das gesamte Spektrum zerfällt in einen deterministischen Anteil (Sonotrodenschwingungen) und einen stochastischen Anteil, der durch Kavitationsrauschen verursacht wird.

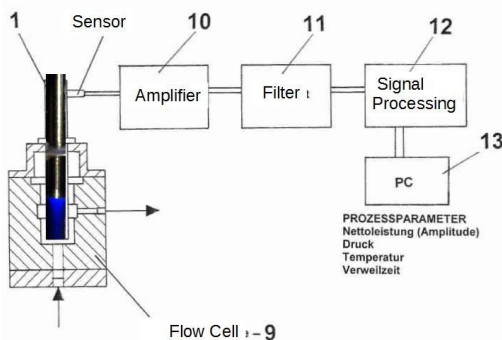


Abb. 2

SENSOR CHARAKTERISIERUNG

Ein Vergleich der Rauschleistungen zwischen 1.2 und 1.4 MHz zeigt eine mittlere Niveau-Verschiebung um 3 dBm bei einer Änderung der Amplitude der elektrischen Leistung von 20% auf 100%.

Diese mittlere Rauschleistung wird als Sensorprinzip genutzt und mit der Auslenkung der Sonotrode korreliert, die mit einem Laservibrometer vermessen wurde. Bis heute existiert keine einheitliche Definition für die Stärke der Kavitationsintensität. In [1] wird der durch die Kavitation induzierte Kapillardruck oberhalb der Sonotrodenspitze vermessen und mit dem Kavitationsrauschen, aufgenommen mit dem AE-Sensor, korreliert (Abb. 6).

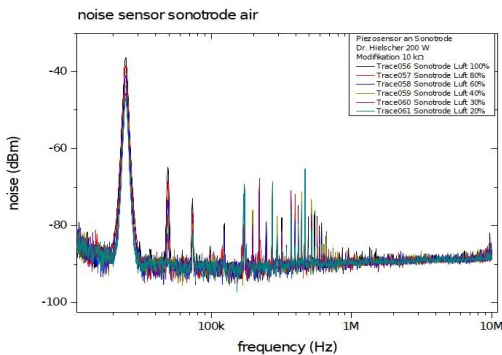


Abb. 3

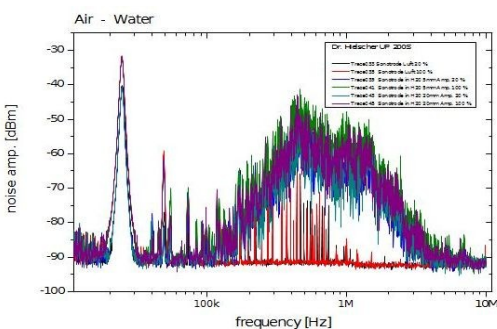


Abb. 4

[1] N.V. Dezhkunov, T. G. Leighton, „The Use of a Capillary as a Sensor of Cavitation“, *Nonlinear Acoustics at the Beginning of the 21st Century*, ed. O.V Rudenko, O. A. Sapozhnikov, Vol. 2, pp1163, Moscow 2002.

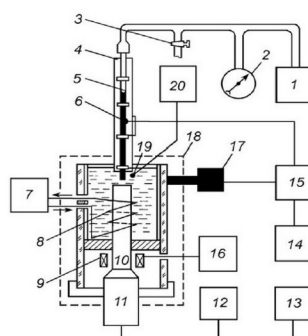


Abb. 5

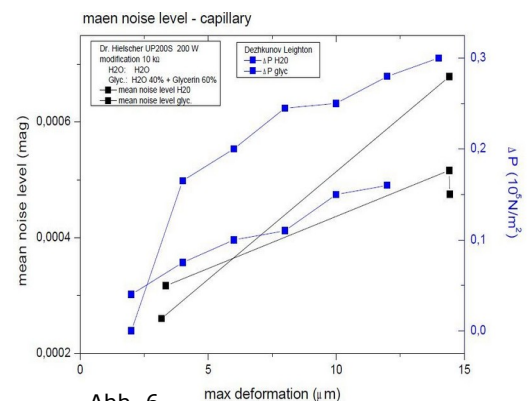


Abb. 6