

INVESTIGACIONES SOBRE LA LIMPIEZA ULTRASONICA DE TEXTILES

Juan A. Gallego Juárez, G. Rodriguez Corral, J.C. Galvez Moraleda

Instituto de Acústica, CSIC, Serrano, 144, 28006 Madrid

INTRODUCCION

La energía ultrasónica viene siendo utilizada desde hace muchos años en la limpieza industrial de piezas tales como motores, carburadores, circuitos electrónicos, lentes, joyas, rodamientos, etc. Por acción de las ondas ultrasónicas de alta intensidad en líquidos se producen una serie de fenómenos en las interfases con materiales sólidos sumergidos en ellos que pueden dar lugar a la separación de la suciedad depositada en las superficies de los mismos. La limpieza ultrasónica es mucho más eficaz con materiales rígidos (metales, cerámicas, etc.), que reflejan la onda acústica, que con materiales blandos (gomas, etc.) que son absorbentes. El procedimiento, además de ser extremadamente rápido y eficiente, puede considerarse en muchos casos exclusivo, ya que existen piezas que, por su geometría compleja, son muy difíciles de limpiar por métodos convencionales.

La acción de limpieza de los ultrasonidos de alta intensidad puede ser principalmente atribuida a los efectos asociados al fenómeno de cavitación acústica (formación e implosión de burbujas en un líquido por acción de la energía acústica) tales como: erosión, agitación y dispersión, provocación de reacciones químicas, penetración e implosión de las burbujas en poros y fisuras, etc.

La utilización de los ultrasonidos en la limpieza de tejidos o en general, de materiales fibrosos plantea en principio, más problemas que en el caso de materiales sólidos rígidos. Al ser las fibras más flexibles, el efecto de erosión que se produce a las intensidades normales de cavitación es menor. Por otra parte, la propia estructura reticular de los tejidos favorece la formación de capas de burbujas de aire que se oponen a la penetración de la onda ultrasónica. Estas y otras razones han dificultado la extensión del procedimiento ultrasónico al lavado doméstico o industrial de los tejidos a pesar de las ventajas que, en tiempo, eficacia y consumo, esta tecnología podría suponer.

La aplicación de la limpieza ultrasónica a las lavadoras domésticas se ha intentado repetidas veces durante los últimos años sin que, por el momento, se haya llegado al desarrollo de un producto comercial. Los dispositivos propuestos se han basado, en general, en la aplicación de transductores ultrasónicos multielemento de tipo comercial a cavidades utilizadas en las lavadoras convencionales. Esto ha hecho que, en la mayoría

de los casos, el problema de alcanzar altas intensidades de cavitación sólo se haya logrado parcialmente.

La realización de un sistema para lavado ultrasónico de tejidos requiere un diseño específico basado fundamentalmente en la obtención de un campo ultrasónico de muy alta intensidad en todo el volumen útil de lavado de forma que la energía ultrasónica rompa las manchas del tejido en muchos puntos facilitando la penetración del líquido con detergente.

Durante los últimos tres años se viene realizando un proyecto de investigación ("Application of ultrasonics in the physico-chemical cleaning of textiles in domestic washing machines") para la aplicación de los ultrasonidos al desarrollo de una lavadora doméstica dentro del Programa BRITE de la Comunidad Europea. Estas investigaciones se llevan a cabo en cooperación entre la Unidad de Ultrasonidos del Instituto de Acústica y dos grupos de I+D de las empresas UNILEVER (Holanda) y CIAPEM (Francia).

En este trabajo se presentan las novedades y avances más importantes alcanzados así como las perspectivas que se abren para la aplicación práctica de los resultados obtenidos.

DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA ULTRASÓNICO PARA PROCESOS EN LÍQUIDOS.

El estudio realizado en el proyecto que acabamos de mencionar ha tenido una parte dedicada a la investigación de la propagación de ondas ultrasónicas en medios acuosos con tejidos (incluyendo el desarrollo de modelos teóricos) y otra orientada hacia la consecución de un sistema experimental de lavado ultrasónico de textiles para el posterior desarrollo de un prototipo industrial de lavadora doméstica. A esta segunda parte nos vamos a referir en esta comunicación.

En el lavado ultrasónico de textiles los objetivos que se buscan son ahorro de energía y tiempo en el proceso y una mayor limpieza en los tejidos. Para ello el sistema acústico debe cumplir al menos los siguientes requisitos:

- a) El campo acústico en el agua debe estar homogéneamente distribuido con presiones acústicas superiores al umbral de cavitación rápida que, para nuestro caso, hemos establecido experimentalmente en unas 2,5 atmósferas.
- b) El sistema debe ser altamente resonante, de forma que su factor de calidad Q sea lo más alto posible.
- c) Además, para que un nuevo sistema llegue a tener una aplicación práctica y una difusión comercial, debe ser simple y eficiente.

Para alcanzar estos requisitos se ha desarrollado un dispositivo experimental que básicamente consiste en un emisor ultrasónico monoelemento, especialmente ideado, acoplado a una cavidad cilíndrica (Fig.1) El emisor ultrasónico está constituido esencialmente por una placa vibrante excitada en su centro en uno de sus modos de vibración axisimétricos, por un vibrador piezoeléctrico. La placa vibrante, que actúa como radiador, puede ser plana o con perfil escalonado. Actuando sobre la altura y localización de los escalones se puede modificar la distribución del desplazamiento y, como consecuencia, el campo acústico en la cavidad. Este nuevo tipo de emisor ultrasónico se caracteriza por su alto rendimiento electroacústico y su elevada capacidad de potencia. Se ha desarrollado un prototipo en el que el vibrador está formado por cuatro discos cerámicos piezoeléctricos montados en configuración "sandwich" entre dos cilindros metálicos; el conjunto va ensamblado y pretensado mediante un tornillo axial. Los discos cerámicos van colocados dos a dos con las polarizaciones invertidas. Este vibrador excita una placa de 30 cm de diámetro, resonante en su quinto modo

axisimétrico (5 círculos nodales), que actúa como radiador, acoplado a la boca del contenedor o cavidad de lavado. El conjunto emisor ultrasónico-cavidad tiene que ser resonante a la frecuencia de trabajo. Esta frecuencia viene fijada, además de por el emisor, por las dimensiones del contenedor y las características del líquido del lavado.

En la experiencia que aquí presentamos se ha trabajado con un contenedor de unos 26 cm de altura siendo la frecuencia de resonancia de aproximadamente 25 KHz. El líquido de lavado ha sido agua desaireada con detergente en la proporción de 5gr/l [1,2]. La utilización del agua desaireada resultó ser un factor muy importante para obtener resultados positivos. Este efecto puede deberse tanto a una disminución de la atenuación como a un aumento de la actividad de cavitación de las microburbujas residuales.

Las pruebas de lavado se han realizado con muestras de algodón de 31 x 20 cm totalmente manchadas según normas (EMPA-101). Estas muestras se colocaron en un plano central conteniendo el eje del cilindro (ver Fig. 1). En otros casos las muestras se situaron al azar en el volumen del líquido en una proporción de unos 150 gr/l y se movieron lentamente durante el proceso. Con una potencia eléctrica aplicada al emisor ultrasónico de 400W, las muestras colocadas en el plano axial fueron limpiadas, tal como se aprecia en la Fig. 2, en menos de dos minutos. La forma que presenta la zona blanqueada se corresponde a la configuración del campo acústico [3] que, como se ve, cubre con alta intensidad casi 2/3 del volumen total. El efecto de limpieza se homogeneiza totalmente haciendo mover suavemente las muestras en el volumen líquido con un simple agitador. El grado de limpieza alcanzado fue medido por reflectividad luminosa obteniéndose índices claramente superiores a los de un lavado tradicional.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En consecuencia, estas pruebas experimentales han demostrado la viabilidad del proceso de lavado ultrasónico mediante el sistema aquí presentado que, como se ha visto, está basado en un nuevo generador ultrasónico de potencia monoelemento con un radiador tipo placa vibrante de gran área.

Este dispositivo experimental tiene que ser claramente perfeccionado y completado para llevarlo a su etapa de desarrollo industrial. Esto supone, entre otras cosas, la determinación de frecuencias y potencias, la fijación de dimensiones y geometría de cavidades adecuadas al volumen de textiles a tratar, etc. Asimismo será preciso estudiar distintos tipos de radiadores ultrasónicos en conexión con las cavidades de limpieza que se utilicen. Por otra parte hay que definir e incorporar la serie de ciclos (prelavado, desaireación, lavado, enjuagues.) que la máquina resultante tiene que llevar a cabo en el proceso real. En todo caso se puede afirmar que este desarrollo tecnológico presenta las mejoras perspectivas a la vista de los excelentes resultados obtenidos con el dispositivo básico aquí presentado.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto BRITE/EURAM de la CE (BREU-0137-C(A))

BIBLIOGRAFIA

1. Kubacsi, M, Kamarad, L, Van Der Vlist, P, Willemse, S, Warmoeskerken, M., Gallego-Juárez, J.A , Rodríguez-Corral, G., "Procédé de lavage dans une machine à

laver à ultrasons" French Patent, Application n°:9304627, April 1993.

2. Warmoeskerken, M, Willemse, S, Van Der Vlist, P, Kamard, L, Kubacsi, M Gallego-Juárez, J.A, Rodriguez-Corral, G., "Cleaning Process." Patent application n°: EP-9320 1142.2, April 1993.
3. I. Gonzalez, Juan A. Gallego-Juárez, F. Vazquez, "Resonancias y campo acústico en una cavidad cilíndrica con agua", Tecnicacústica, 1993 (en este Volumen).

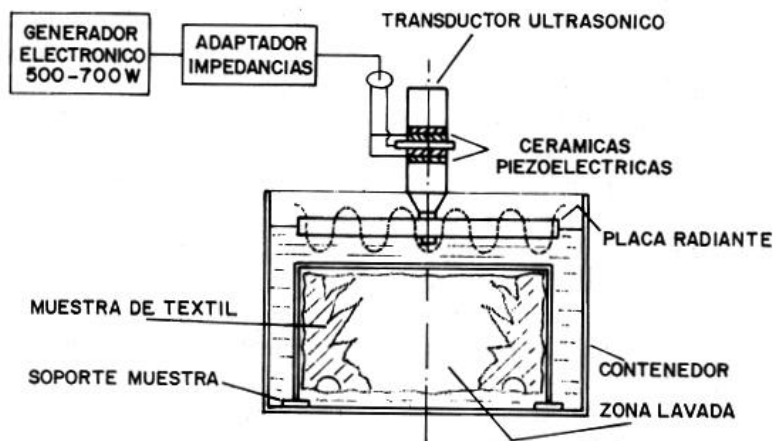


FIG. 1 MONTAJE EXPERIMENTAL DE UN SISTEMA ULTRASONICO PARA LIMPIEZA DE TEXTILES

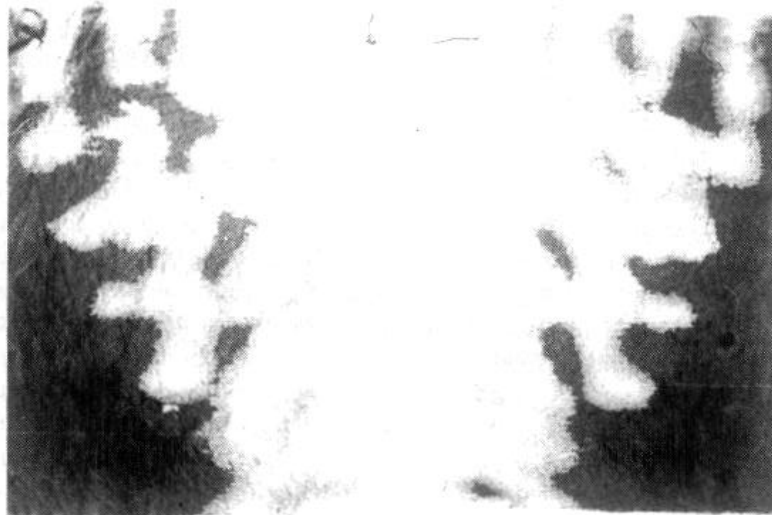


FIG. 2.: EFECTO DE LIMPIEZA ULTRASÓNICA SOBRE MUESTRA DE TEXTIL (400 W APLICADOS DURANTE DOS MINUTOS)