

**Investigación y Proyectos Recientes
Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM
(Informe de Actividades 2010-2011)**

M.C. Francisco Fernández Escobar

Ondas de choque y sus aplicaciones: mantenimiento, diseño y desarrollo de tecnología electrónica y electromecánica para la generación de ondas de choque.

Operación de equipos y experimentación en aplicaciones de las mismas.

Ondas de choque

La generación de una onda de choque ocurre por un cambio súbito del estado termodinámico del medio; es decir, por variaciones abruptas de la presión, densidad y temperatura, causadas por una liberación repentina de energía en dicho medio. El ejemplo más común es una explosión, donde la onda de choque (frente de choque) puede entenderse como "la envolvente" de la misma. En nuestro laboratorio, se utiliza el método electrohidráulico y el piezoeléctrico para generar ondas de choque en agua. Se usa este líquido por su compatibilidad acústica con los tejidos blandos del cuerpo humano y de otros seres vivos. Con el método electrohidráulico, se producen descargas eléctricas abruptas de alto voltaje entre dos electrodos sumergidos en agua y separados aproximadamente 1 mm. El arco voltaico en esa región eleva considerablemente la temperatura del líquido, formando un plasma, cuya expansión origina una onda de choque. En el método piezoeléctrico se provoca el desplazamiento repentino de una superficie en contacto con el agua (fondo del contenedor, con geometría de cascarón esférico), mediante un impulso producido por la elongación momentánea de miles de cristales piezoeléctricos conectados en paralelo y estimulados por un pulso de alto voltaje. Este tipo de perturbaciones hacen vibrar la materia por la que se propagan, por lo cual transportan gran parte de la energía depositada inicialmente en el medio. Una onda de choque está caracterizada por una discontinuidad de presión muy fuerte (una compresión seguida de una dilatación), que se propaga en el medio con poder destructivo. Al pasar la onda de choque por un sitio dado, la presión aumenta repentinamente y después disminuye a valores menores de su nivel inicial, para finalmente regresar al equilibrio. La cantidad de energía propagada por la onda de choque disminuye a medida que esta se aleja de la región de generación, ya que el medio de propagación también va disipando la energía liberada.

Aplicaciones de las ondas de choque

Nuestra misión es aprovechar el poder destructivo de las ondas de choque para fines benéficos. Cuando las ondas de choque son concentradas en una pequeña región del medio, se obtienen presiones "puntuales" muy elevadas (1500 atmósferas), que no obstante de ser momentáneas,

su aplicación repetitiva permite pulverizar cálculos en el interior del organismo humano (litotripsia extracorporal), volver más permeable la pared celular de microorganismos (transfección celular) e inclusive aniquilarlos. Fuera de la pequeña zona de concentración, la presión es relativamente baja y no posee efectos mecánicos considerables. La litotripsia extracorporal es la aplicación más conocida de las ondas de choque, ya que actualmente se practica con éxito en varios hospitales del mundo incluyendo México. Es una técnica médica no invasiva para el tratamiento de pacientes con cálculos renales y ureterales e incluso biliares, pancreáticos y salivales. Se conoce como litotriptor extracorporal al aparato clínico mediante el cual se aplica dicho tratamiento, cuyo funcionamiento básico consiste en generar ondas de choque en agua, fuera del cuerpo, hacerlas pasar por el paciente y concentrar sobre el cálculo la energía liberada. La aplicación de cientos de ondas de choque concentradas y enfocadas sobre el cálculo, crea esfuerzos que originan su ruptura en fragmentos muy pequeños que pueden ser eliminados por el paciente de manera natural en los días subsecuentes al tratamiento.

Desarrollos tecnológicos

Se han hecho conversiones de litotriptores clínicos a generadores de ondas de choque experimentales, para estudiar los mecanismos de fractura de los cálculos renales durante la litotripsia extracorporal, así como ensayos sobre los efectos bactericidas y de transfección celular de las ondas de choque. Se diseñó y construyó un sistema novedoso de generación de ondas de choque de tipo piezoeléctrico, capaz de emitir dos ondas de choque sucesivas en intervalos de tiempo variables (de 0.00005 a 0.001 segundos), con el fin de mejorar la eficiencia de los litotriptores convencionales (pulverizar cálculos con menor número de ondas de choque). Tal sistema, denominado tandem, se adaptó a un litotriptor clínico y mediante experimentos con patrones de cálculos renales se ha demostrado que el generador tandem es más eficiente que los convencionales y puede llevar a disminuir los daños a los tejidos circundantes al cálculo.