

ARMAS CAPACES DE VOLAR BAJO EL AGUA

Fernando M. BANDÍN SAURA



Introducción



A supervivencia de las Fuerzas Navales es un tema de máxima preocupación para las marinas modernas, por el que se están invirtiendo grandes cantidades de tiempo y dinero en mejorar los sistemas de protección de sus unidades. Un aspecto de esa deseada protección es la defensa antitorpedo, campo en el que algunas naciones, entre las que se encuentra España, están investigando y desarrollando nuevos sistemas que verán la luz en un breve espacio de tiempo (1). Estos sistemas integran la detección, localización y neutralización o engaño de los más modernos torpedos mediante el empleo de una combinación de maniobras de evasión y armas *softkill* (señuelos o productores de ruido) y *hardkill* (torpedos antitorpedo o barreras de minas).

Aquellos que conocen este aspecto de la guerra por debajo de la superficie comprenderán rápidamente la difícil tarea con la que nos enfrentamos. Dificultad que se acrecienta con el secretismo con que se trata la inteligencia acústica, en este caso de los torpedos amenaza, aspecto clave de una buena defensa antitorpedo.

Pero si es difícil defenderse de la actual amenaza, compuesta por torpedos de muy distintas clases y capacidades, ¿cómo defenderse de torpedos que son capaces de «volar» bajo el agua a más de 200 nudos?

¡Ficción!, pensarán algunos, pero lo cierto es que el fenómeno físico que permite alcanzar esas velocidades bajo el agua es conocido, y se llama supercavitación.

La supercavitación

Para comprender este fenómeno es necesario recordar que la cavitación es el efecto que produce un objeto cuando, al desplazarse a cierta velocidad

(1) Estos sistemas se están desarrollando bajo el epígrafe de SSTDS, siglas que en inglés significan *Surface Ship Torpedo Defence System*.



Interpretación gráfica del fenómeno de la supercavitación (ilustración del autor del artículo).

dentro de un fluido, crea una depresión tras su paso. A mayor velocidad, mayor será esa depresión. Si la presión se reduce tanto que iguala la presión de vaporización del fluido, las moléculas de éste cambian de estado líquido a estado gaseoso, es decir, se vaporizan y crean cavidades o burbujas. Estas burbujas se colapsan rápidamente bajo la presión del agua circundante una vez que la depresión producida por el objeto cesa.

Tradicionalmente la cavitación se ha considerado un efecto perjudicial no sólo desde el punto de vista táctico, sino también desde el punto de vista del material, ya que produce una reducción de la eficiencia de hélices, turbinas y bombas e, incluso, desgaste y destrucción del material que las componen.

De acuerdo con el grado de desarrollo de este fenómeno se pueden definir tres etapas relacionadas con la cavitación (2): *cavitación inicial*, que se produce en las etapas iniciales y es acompañada de un fuerte y característico ruido, resultado del colapso de las burbujas de agua; *cavitación parcial*, etapa en la que la cavidad formada por las burbujas de agua cubre parte del cuerpo cavitante y *cavitación total* o *supercavitación*, cuando las dimensiones de la cavidad sobrepasan las del cuerpo cavitante envolviéndolo completamente.

Para que un objeto pueda alcanzar este último estado necesita moverse a alta velocidad y tener una forma que favorezca la formación de esa cavidad o burbuja gigante. La velocidad necesaria para que un objeto entre en supercavitación es estimada por investigadores de la Indian Institute of Science (3) en unos 100 nudos, velocidad que podemos considerar muy alta si tiene en cuen-

(2) SAVCHENKO, Yuriy N.: *Supercavitation. Problems and perspectives*. National Academy of Sciences. Institute of Hydromechanics, Kiev, Ukraine.

(3) *Faster than a speeding bullet*. New Scientist Magazine, 22 de julio de 2002.

ta que el torpedo convencional más veloz alcanza los 80 nudos. La forma del objeto también debe ser la apropiada; el morro, ligeramente achatado en lugar de puntiagudo, de tal manera que cuando el objeto alcance las altas velocidades citadas el agua fluya con el ángulo necesario para que la cavidad pueda envolverlo totalmente.

Un objeto supercavitante tiene una resistencia al avance extremadamente baja, debido a que la fricción del cuerpo con el agua prácticamente desaparece. El objeto, dentro de la cavidad, en lugar de estar rodeado de agua lo está de vapor de agua, que tiene mucha menos viscosidad y densidad. A partir de este momento, la única parte del objeto que está en contacto con el agua, y que por tanto produce cierta resistencia al avance, es su morro; por eso, cuanto más achatado sea éste mayor será la fricción; es necesario, por tanto, llegar a una solución de compromiso que permita producir la supercavitación con la menor fricción posible.

Puesto que la única parte del objeto en contacto con el agua es el morro, las hélices convencionales ya no sirven para impulsarlo dentro del fluido y, por ello, es necesaria otra forma de propulsión: un motor cohete.

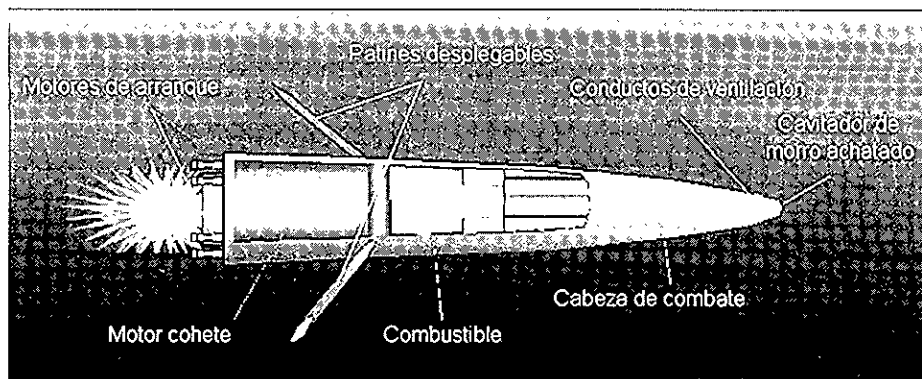
Una vez alcanzado el régimen de supercavitación, la velocidad del objeto puede alcanzar valores extremadamente altos.

El torpedo Shkval

Fue en 1995 cuando se conoció por primera vez que los rusos habían desarrollado un torpedo submarino de altísima velocidad que no tenía parangón en el mundo occidental: esa nueva arma se llamaba Shkval (ráfaga).

Considerado un torpedo antisubmarino, el Shkval tiene una longitud de unos ocho metros y un peso de 2.700 kg. Su lanzamiento se realiza supuestamente desde tubos lanzatorpedos estándar gracias a su diámetro de 533 mm y su alcance es de 7.500 yardas. El arma sale del tubo lanzador a una velocidad de 50 nudos y arranca su motor cohete de combustible sólido impulsándolo a través del agua a más de 200 nudos.

Este nuevo torpedo alcanza esa velocidad gracias al fenómeno de supercavitación. Para favorecer la formación de la cavidad que le envuelve, parte de los gases de la combustión son expulsados a través de unos anillos de ventilación situados en su morro. El torpedo, en su trayectoria rota sobre sí mismo y su cola sufre una serie de impactos contra las paredes de la cavidad. La frecuencia de esos rebotes entre cola del torpedo y pared de la cavidad se incrementa inicialmente, alcanza un máximo y después disminuye gradualmente; lo que no impide que el torpedo siga una trayectoria rectilínea. Para suavizar esos rebotes el Shkval dispone de cuatro patines desplegados, situados a dos tercios de su longitud contando desde la cabeza, que soportan su parte popel durante su desplazamiento.



Corte del torpedo ruso Shkval (ilustración del autor del artículo).

La carrera es guiada por un autopiloto en lugar del *homming* acústico usual en el resto de torpedos; por este motivo, la dotación de la unidad lanzadora debe introducir los parámetros del blanco antes del lanzamiento.

Originalmente el arma portaba una cabeza nuclear táctica con una espoleta de tiempo. Además, existe una versión para la exportación con explosivo convencional, denominada Shkval «E», que comenzó a comercializarse en la feria de armamento IDEX 99 en Abu Dhabi a principios de 1999 (4), y está en desarrollo otra versión con cabeza buscadora y explosivo convencional capaz de navegar a alta velocidad y reducirla para realizar la búsqueda del blanco.

El Shkval es considerado un arma reactiva. Tan pronto como sea detectado el ruido hidrofónico producido por un torpedo atacante, se efectuará el lanzamiento del Shkval en la dirección de la amenaza. El propósito es doble: obligar al submarino atacante a realizar un viraje muy brusco que rompa la filoguía de su torpedo y atacarle dejándole prácticamente sin capacidad de maniobra para evitarlo, dada su alta velocidad.

Este arma se hizo tristemente famosa en agosto de 2000 por ser considerada la posible causa del trágico hundimiento del submarino nuclear ruso *Kursk* en el mar de Barents, donde perecieron sus 118 tripulantes.

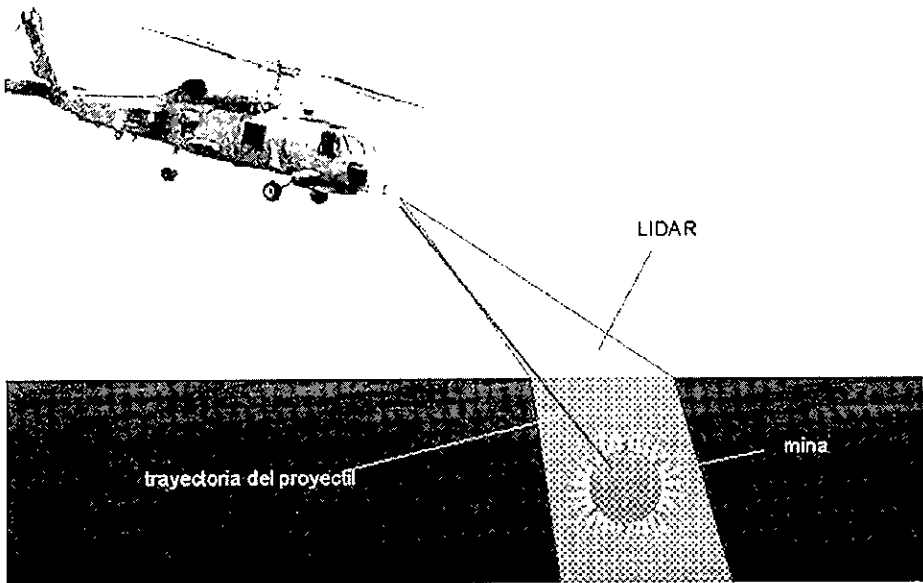
Proyectiles supercavitantes

Pero el Shkval no es la única arma supercavitante conocida. En 1997 científicos del Naval Undersea Warfare Center, en Newport, lograron alcanzar la

(4) Según los documentos consultados, China compró en 1998, y probablemente también Francia, varios de estos torpedos para su evaluación.

velocidad de 1.549 m/seg con un proyectil supercavitante al que habían inyectado previamente aire a presión en su cabeza para facilitar la formación de la cavidad que debía envolverlo. Ello supuso lograr el primer arma submarina capaz de romper la barrera del sonido bajo el agua.

La materialización de este éxito en un programa lo lleva a cabo la Oficina de Investigación Naval en Arlington, ayudada por la industria norteamericana. Esta oficina investiga un sistema de limpieza de minas aerotransportado, denominado RAMICS (5), para ser usado contra minas próximas a la superficie del agua. El sistema combina la detección mediante un sistema láser, denominado LIDAR (6), con el disparo de proyectiles supercavitantes de 20 mm (en el futuro se pretende que el calibre sea de 30 mm). Los proyectiles, que disponen de una punta redondeada para favorecer la supercavitación, pueden ser disparados desde 350 m por encima de la superficie del agua, penetrar en ésta unos 12 m y todavía tener energía cinética suficiente para penetrar la pared de acero de la mina, provocando su explosión o hundimiento. Las primeras pruebas del RAMICS, realizadas desde un helicóptero *MH-60S* a finales de 2001, demostraron la viabilidad del sistema.



Funcionamiento del sistema RAMICS (ilustración del autor del artículo).

- (5) *Rapid Airborne Mine Clearance System.*
 (6) *Laser Imaging Detecting and Ranging System.*

El siguiente paso, según la bibliografía consultada, será el desarrollo de un sistema totalmente submarino que emplee proyectiles supercavitantes disparados bajo el agua desde montajes instalados en torretas hidrodinámicas colocadas en la obra viva de submarinos o buques de superficie. Este sistema, gobernando por un sonar, se convertiría en el homólogo submarino de los sistemas antimisiles como el Meroka o el Vulcan Phalanx.

Retos para el futuro

Si bien las primeras armas supercavitantes son ya una realidad, podemos decir que nos encontramos en la prehistoria del empleo de esta tecnología y su desarrollo futuro está plagado de obstáculos desde el punto de vista técnico. Problemas como el sistema de propulsión, que permita alcanzar el régimen de supercavitación y navegar grandes distancias a vehículos de mayor tamaño que un torpedo, o el sistema de control que posibilite al objeto supercavitante maniobrar bajo el agua, son algunos de los desafíos.

Para alcanzar las altas velocidades necesarias se están investigando sistemas de propulsión avanzados basados en la ignición de combustibles de alta densidad energética que proporcionen mayor impulso. Según el director científico del Instituto Ucraniano de Hidrodinámica de Kiev (7), sólo las turbinas de gas de alto rendimiento y los sistemas de propulsión a chorro que quemen combustibles metálicos como el aluminio, el magnesio o el litio podrán propulsar vehículos supercavitantes hasta las altas velocidades que son necesarias. Parece ser que algunos de estos nuevos sistemas de propulsión ya son una realidad o, al menos, se están desarrollando en Rusia y en Estados Unidos.

Los cambios de rumbo de un objeto supercavitante también es un aspecto muy delicado; recordemos que la trayectoria del Shkval era rectilínea, lo que en cierto modo le convierte en un arma muy rudimentaria. Si la burbuja dentro de la cual viaja el torpedo se distorsiona, éste entra en contacto con el agua, pudiendo ocurrir dos cosas: que aumente la fricción de tal forma que el torpedo se frene, o que, como consecuencia del impacto que sufriría el torpedo contra la pared de agua, se llegue a su destrucción por aplastamiento. La solución pasa por la reorientación del cono o disco cavitador del morro y control de la ventilación, que permita ajustar la cavidad con el cambio de rumbo del objeto supercavitante sin que éste se salga de aquélla.

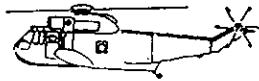
Aunque los rusos fueron los pioneros en el desarrollo de estas nuevas armas, también otras naciones están investigando en ellas. Como ya se ha dicho, una de ellas es Estados Unidos, pero también Francia, Alemania o

(7) Es de destacar que la técnica necesaria para el desarrollo del Shkval se desarrolló en este instituto, cuando Ucrania pertenecía a la URSS.

Ucrania están empeñados en el desarrollo de proyectiles y torpedos supercavitantes.

Llegados a este punto, cabe preguntarse: ¿podría España investigar en el campo de la supercavitación? Nuestro país ha demostrado un alto nivel tecnológico y su industria de defensa una gran preparación para afrontar nuevos retos. Por ello, considero muy posible y deseable iniciar un programa de I+D para investigar este fenómeno y desarrollar proyectiles supercavitantes de aplicación directa en la defensa antitorpedo y antimina de las unidades navales. Incluso se podría involucrar a investigadores de la universidad en este proyecto por las aplicaciones futuras que la supercavitación tendrá en la propulsión naval bajo el agua.

A pesar de las dificultades descritas, es previsible una revolución en la propulsión naval bajo el agua y en la forma de hacer la guerra en este medio. Probablemente, la mezcla de sentimientos, entre esperanza y frustración, que pueden sentir los investigadores e ingenieros actuales por las dificultades a las que deben enfrentarse bien pudiera ser la misma que debieron sentir los hermanos Wright con su vuelo de tan sólo 59 segundos y 266 metros de recorrido el 17 de diciembre de 1903.



BIBLIOGRAFÍA

- MEYERS, Bernard; CANCELLIERE, Frederick; LAPOINTE, Kenneth: *Torpedoes and the next generation of undersea weapons*.
- SMITH, Charles R.: *Russian Rocket Torpedo Arms Chinese Subs*. Abril, 2001.
- HASELBAUER, Nathan: *Supercavitation and the future of undersea warfare*. New Scientist Magazine. *Faster than a speeding bullet*. Julio, 2000.
- MARTIN PETER, B.: *The curse of the Kursk*. Septiembre, 2000.
- SHERMAN, Robert: *VA-111 Shkval underwater rocket*. Septiembre, 2000.
- SAVCHENKO, Yuriy N.: *Supercavitation. Problems and perspectives*. 2001.
- Science and Tecnology: *High-Speed (Supercavitating) Undersea Weaponry*. Noviembre, 2002.
- SC Johnston Associates. Strategic Technology Assessment. *Ultrahigh Speeds Underwater*. Enero, 2002.
- ASHLEY, Steven: *Warp Drive Underwater*. Mayo, 2001.
- ASHLEY, Steven: *The Storm over the Squall*. Mayo, 2001.
- Strategic Affairs. *Supercavitation: Undersea and in space*. Mayo, 2001.