

## Blindar es reforzar: la evolución del acero blindado

Hace poco más de un siglo, las Fuerzas Armadas del Imperio Británico se dotaron de un nuevo tipo de vehículo militar terrestre. Su creación se llevó a cabo en el más absoluto secreto bajo la supervisión del Almirantazgo británico.



Para justificar la relación con la Armada, en los documentos oficiales el invento fue llamado "fragata de tierra". El Almirantazgo también se ocupaba de la producción y el procesamiento del petróleo, así que para confundir al enemigo se había decidido llamar al vehículo secreto "tanque" o "cisterna", en inglés "tank". Todavía se sigue utilizando este nombre para los vehículos de combate blindados autopropulsados sobre orugas.

Hoy en día, los ejércitos de todo el mundo cuentan con cientos de modelos de tanques y otros vehículos autopropulsados. Una de las características clave que comparten es el casco blindado fabricado con un grado de acero especial. Así, la tripulación y las partes más importantes del vehículo quedan protegidas de las balas, los proyectiles y otros efectos destructivos. En los últimos 100 años, uno de los principales retos a los que se han enfrentado los ingenieros ha sido el de reducir el peso de los vehículos blindados y, al mismo tiempo, mejorar el nivel de protección que estos ofrecen.

Además de los productos de uso militar, también se han desarrollado otras aplicaciones de carácter civil para los vehículos blindados. Mientras que a principios del siglo XX las chapas de acero se utilizaban para reforzar los carruajes de la realeza y los altos funcionarios, hoy en día, los coches blindados los usan los jefes de Estado, empresarios, estrellas del deporte y artistas. Asimismo, los utilizan los organismos gubernamentales, servicios de seguridad, así como los bancos para la recogida y el transporte de dinero.

Veamos qué es un blindaje, cómo han evolucionado estos aceros y el papel que ha desempeñado Ucrania en esta evolución.

El término "blindaje" o "panzer" se remonta a la Edad Media. Así es como se llamaba la armadura que llevaban los caballeros para protegerse de las flechas enemigas y de los golpes de espada. Mientras los medios de guerra iban avanzando, crecía la necesidad de proteger a las personas y los equipos de los nuevos tipos de armas, sobre todo las de fuego.

En el siglo XIX, los barcos fueron los primeros en utilizar blindaje para protegerse. Los buques de guerra eran la principal arma en el mar. Hasta los años 40 del siglo XIX los cañones disparaban balas de acero, contra las que el chapado de madera de los barcos proporcionaba una buena protección. Todo esto cambió en 1849, cuando las granadas que podían dispararse directamente desde un cañón demostraron su eficacia en una de las batallas. La madera ya no resistía. Se necesitaron nuevos conceptos para reforzar los cascos de los buques de guerra.

### El encuentro de enfoques y tecnologías

Por aquel entonces, la siderurgia ya estaba lo suficientemente desarrollada. Por eso, prácticamente al mismo tiempo, en Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos comenzaron a estudiar las propiedades del acero blindado para las fragatas, así como la posibilidad de construir buques marítimos blindados. Los ingenieros buscaban un material que permitiese reforzar el casco y que pesara más o menos lo mismo que la madera.



Tras un exhaustivo estudio, se establecieron dos requisitos básicos para el metal que, con el tiempo, se usaría también en la producción de los vehículos autopropulsados terrestres. En primer lugar, debía ser lo suficientemente duro como para hacer frente a los proyectiles, balas y proteger la máquina. En segundo lugar, debía ser dúctil para no fragmentarse con el impacto y poder absorber la energía de la metralla. Por otra parte, el precio también era una cuestión importante, tenía que ser económico para su producción en masa. Tanto el hierro fundido como el hierro forjado reunían estas características, pero al ser el primero más frágil, lo descartaron y el hierro forjado constituyó la base de los primeros barcos blindados. Curiosamente, en un principio se trataba de una protección multicapa que combinaba metal y madera, pero con el tiempo quedó claro que las placas de hierro macizo eran mucho más eficaces.

El buque de guerra francés La Gloire, botado en 1859, es considerado el primer acorazado del mundo. Todo el casco y una parte del buque sumergida en el agua estaban blindados con hierro forjado de 110-120 mm de grosor. Enseguida quedó claro que el hierro y el acero para blindaje eran los mejores. Los metales eran, entre otros factores, más compatibles con las máquinas de vapor puesto que a diferencia de la madera, no se quemaban. Ahora bien, ¿qué metal habría que elegir?

La segunda mitad del siglo XIX fue el escenario de numerosos experimentos. Los británicos crean un blindaje compuesto también llamado blindaje chobham de doble capa, formado por una superficie dura y una base dúctil. Para ello, el acero líquido lo vertían sobre una placa de hierro forjado previamente calentada y después las dos placas pasaban por el laminado para así mejorar su unión. De este modo el peso del material se reducía.

Prácticamente al mismo tiempo, la empresa francesa Schneider et Cie propone chapas de acero con un 0,45% de carbono para los acorazados italianos. La tecnología de producción se mantenía en secreto. A pesar de que el acero proporcionaba una buena protección, era difícil de fabricar. Por ello, la empresa de Eugène Schneider continuó experimentando hasta dar con una solución. Sus expertos sugirieron añadir níquel a la aleación de acero. El nuevo producto patentado era aún más resistente y no excesivamente caro. Es más, comenzó a fabricarse incluso en los Estados Unidos.

A finales del siglo XIX aparece otra tecnología, la cementación del acero. Se trata de una técnica propuesta por el estadounidense Augustus Harvey que consistía en que la superficie frontal del acero del blindaje se carburaba, por ejemplo, por el contacto con el carbón vegetal. La superficie del llamado acero Harvey se endurecía mucho tras ser templada en aceite y rociada con agua varias veces. Las propiedades de este material eran un 15-20% mejores que las del acero al níquel. Es por ello que reemplazó rápidamente a otros tipos de blindaje.

Y en 1894, la empresa alemana Krupp logró perfeccionar el metal estadounidense incorporando a este el cromo. Durante mucho tiempo, este material ha sido el estándar para el acero blindado.

### **El blindaje se traslada a tierra**

Hay que destacar que los primeros vehículos civiles blindados aparecieron mucho antes que los tanques. Se considera que uno de los primeros ejemplos es el carruaje del emperador ruso Alejandro II. Tras varios intentos fallidos de asesinato, se decidió reforzar la protección del carruaje del zar colocando una placa de acero debajo de la parte inferior del vehículo. Tal decisión prácticamente le salvó la vida al zar durante otro intento de asesinato en marzo de 1881, solo quedó aturdido por la explosión de una bomba. Pero cuando bajó del carruaje, resultó herido de muerte.

En los años 20 del siglo pasado, los gánsteres estadounidenses que tenían que enfrentarse a la policía a vida o muerte, blindaban sus coches. Las placas de acero colocadas bajo el chapado de los coches de serie les salvaban la vida. Lo cierto es que se trata de casos aislados.

Cuando comenzó la producción masiva de los vehículos blindados terrestres, los fabricantes de acero ya tenían bastante experiencia en la creación de materiales capaces de garantizar una protección eficaz a la tripulación y a los principales componentes. Hasta los años 30, las carrocerías de casi todos los vehículos blindados estaban remachadas y proporcionaban, ante todo, protección contra balas. Sin embargo, la guerra civil española (1936-1939) mostró que los tanques y los vehículos blindados también tenían que estar protegidos contra los proyectiles.

Fue también cuando comenzaron a producirse los primeros lotes pequeños de coches blindados. Así, el Packard Twelve lo utilizaron tanto los presidentes estadounidenses como el dictador soviético Joseph Stalin.

Más o menos por esa época arrancó la producción de acero blindado en el territorio de Ucrania. En un principio se utilizaban tecnologías británicas.



Con el tiempo quedó claro que eran excesivamente costosas y con una tasa de defectos demasiado alta. Las fábricas soviéticas comenzaron a desarrollar sus propias versiones de aceros blindados homogéneos y heterogéneos. La planta de ingeniería pesada de Mariupol se convirtió en uno de los principales centros de producción. Producía blindajes que se conocieron con el grado único M3-2, cuya modalidad 8C se empleó para fabricar las torretas y los cascos blindados del mítico tanque T-34. Los primeros tanques se fabricaban con chapas de acero estampadas y soldadas, pero en 1940, la planta de Mariupol comenzó a fabricar torretas fundidas. Aunque el peso aumentó ligeramente, este diseño presentaba una serie de ventajas con respecto a la soldadura de piezas estampadas. Tal avance redujo los costes de producción además de facilitar el aumento de la misma y el traslado de las operaciones a otros lugares después de que las plantas industriales de la región de Donbás fueran evacuadas durante la ocupación nazi.

La Segunda Guerra Mundial no frenó la creación de nuevos grados de acero blindado de diferentes modelos de tanques: ligeros, medios y pesados. Por ejemplo, aparecieron el acero aleado de dureza media de grado 71L, el grado 66L en el caso de blindaje de dureza media, así como los grados 74L y 75L para las torretas de los tanques pesados.

Además, la guerra fomentó la producción masiva de vehículos ligeros blindados en Alemania, la Unión Soviética, Estados Unidos y otros países con industrias automotrices desarrolladas. Ahora bien, los motivos para fabricar dichos vehículos eran distintos. Por ejemplo, el primer lote en serie de los Mercedes-Benz alemanes blindados se fabricó en el año 1942, tras el asesinato de un alto cargo alemán que se desplazaba en un descapotable. En la URSS se produjo un ZiS-115 blindado para Stalin. El coche pesaba 7,3 t, que era casi 3 veces más que el modelo habitual.

### **Los blindajes tras la guerra**

Las batallas de tanques fueron, sin duda, los acontecimientos clave que marcaron el curso de la Segunda Guerra Mundial. Por ello, no es de extrañar que la Unión Soviética y otros países reforzaran el estudio y el desarrollo de tecnologías metalúrgicas para este segmento del equipamiento militar. En la Unión Soviética este tema lo supervisaba el Instituto Central de Investigación-48, concretamente el Centro de Investigación de Materiales Estructurales "Prometheus" con su sede en la ciudad de Mariupol (entonces Zhdanov) desde los años 50.

Los científicos y los técnicos metalúrgicos ucranianos participaron en la creación de nuevas tecnologías militares. Por ejemplo, a mediados de la década de los 70, se supo de un experimento llevado a cabo por los trabajadores de tres fábricas que habían decidido cambiar las características del acero 42CM utilizando el método de electrofusión (ESR, por sus siglas en inglés). Esta técnica mejora la plasticidad y la ductilidad de las chapas gruesas sin alterar otros procesos de producción. El resultado cumplió con creces las expectativas. Gracias al aumento de la dureza del acero 42CM ESR se consiguió una mayor resistencia frente a los impactos de los proyectiles.

Hasta principios de la década de los 90, la siderurgia ucraniana mantuvo una estrecha colaboración con la industria

de defensa del país.

Hay que destacar que las tecnologías siderúrgicas actuales, como el proceso de afino fuera del horno eléctrico, hacen que sea posible conseguir las mismas propiedades del acero que antes solamente se lograban por refusión y afino bajo electroescoria.

Tras la Segunda Guerra Mundial, la ingeniería civil no se quedó parada. Los cambios en el mapa del mundo, así como la creciente tensión entre distintos países, dieron lugar a la aparición de talleres de tuneado dentro de los principales fabricantes de automóviles, los cuales no se dedicaban a diseñar o mejorar los parámetros técnicos de los motores y la suspensión, sino al blindaje de los vehículos. En Estados Unidos, por ejemplo, la empresa Hess & Eisenhardt inició en 1946 la producción comercial de limusinas, que acabaron convirtiéndose en el medio de transporte habitual de los presidentes estadounidenses. Hoy en día, esta empresa es conocida como Centigon Security Group.

Este fabricante ofrece a sus clientes dos opciones de blindaje de vehículos ligeros y que se han convertido en una norma a nivel mundial. La primera refuerza los componentes clave de los vehículos estándar con láminas de blindaje. La segunda opción consiste en construir un vehículo nuevo alrededor de un encapsulado blindado para garantizar la máxima protección a los pasajeros y al equipo. En esta última opción el blindaje del vehículo queda lo más oculto posible de las miradas curiosas. Su exterior no difiere de un vehículo normal y corriente. Precisamente por ello, algunos fabricantes de vehículos blindados recomiendan comprar dos coches (uno estándar y otro blindado) para que menos gente sepa cuál de los dos utilizará el propietario en un día determinado.



### **Vehículos blindados modernos**

Para la protección de los vehículos blindados se utilizan aceros balísticos ultraduros. Este tipo de blindaje suele tener una dureza Brinell de 540-600. (La escala de dureza Brinell es el método propuesto por el ingeniero sueco Johan Brinell en 1900 y que es ampliamente utilizado para probar la dureza del material).

Hoy día, entre los principales fabricantes europeos de chapas de acero para tanques destacan los siderúrgicos franceses y suecos. Producen los aceros para blindaje de tanques MARS 190 (Francia) y ARMOX 370S (Suecia), que deben soportar el impacto de proyectiles de gran calibre y cumplir los requisitos de soldabilidad.

Para ello, se usan aceros aleados con cromo, níquel y manganeso, a los que se aplican restricciones en cuanto al contenido de carbono permitido. Según el espesor de la chapa se establecen distintos requisitos de dureza que se rigen por especificaciones como la MIL-A-12560 "Chapa para blindaje, acero, forjado, homogéneo. Para uso en vehículos de combate y en pruebas de munición".



El ARMOX 300S y el ARMOX 400S también reúnen estas características. Dado su bajo contenido en carbono, la dureza requerida se obtiene mediante el temple posterior y el revenido a baja temperatura.

Además del blindaje para tanques, hay otros materiales que se emplean en los vehículos blindados ligeros, como los vehículos blindados de transporte de personal, vehículos de combate de infantería, vehículos de combate de infantería aerotransportados, vehículos de mando, etc. El espesor es de 8 a 80 mm y resisten el impacto de armas de pequeño calibre. Además, hay una amplia gama de acero para blindaje que se aplica en la fabricación de chalecos antibalas y cajas fuertes. Tiene un espesor de hasta 50 mm y se fabrica en Francia, Suecia, Polonia, Finlandia y Bélgica.

¿Se produce actualmente acero blindado en Ucrania? Por supuesto que sí. En los centros especializados de forja, fundición y fabricación de vehículos blindados se hacen piezas de fundición y piezas de acero especial. La producción de chapa blindada la llevan a cabo en las plantas metalúrgicas del Grupo Metinvest. Así, por ejemplo, los cascos de los vehículos blindados de personal BTR-4 se fabrican con aceros especiales ucranianos en la planta de Malyshev en Kharkov.

El casco y la torreta del tanque ucraniano más moderno “Oplot”, incorporado al servicio en 2009, también están hechos con el acero blindado de alta resistencia producido por los siderúrgicos ucranianos. Para conseguir las excelentes propiedades de este metal recurrieron a aleaciones como el cromo, el molibdeno, el níquel, el manganeso y el vanadio, entre otros. Las chapas obtenidas se sometían a un tratamiento térmico y a un proceso de temple por laminación adicional.

No obstante, cabe mencionar que la tecnología militar, incluida la producción de chapas para blindaje, constituye un gran secreto al que muchos países desean acceder, especialmente los que no tienen experiencia en el desarrollo y uso del acero para equipos militares.



La producción de vehículos blindados civiles también tiene sus secretos, tanto en lo que respecta a las ventajas comerciales y a las cuestiones de competencia como a la clientela de dichos talleres. Al fin y al cabo, no solo los empresarios y los políticos quieren estar protegidos junto con su círculo más cercano. Los coches blindados los compran la policía, los recaudadores y otros servicios de seguridad. Para unos es más importante la protección (por ejemplo, para transportar dinero y objetos de valor), para otros la confidencialidad (como es el caso de traslado de testigos importantes). En cualquier caso, los vehículos dotados de chapas de acero blindado garantizan el nivel de seguridad necesario.