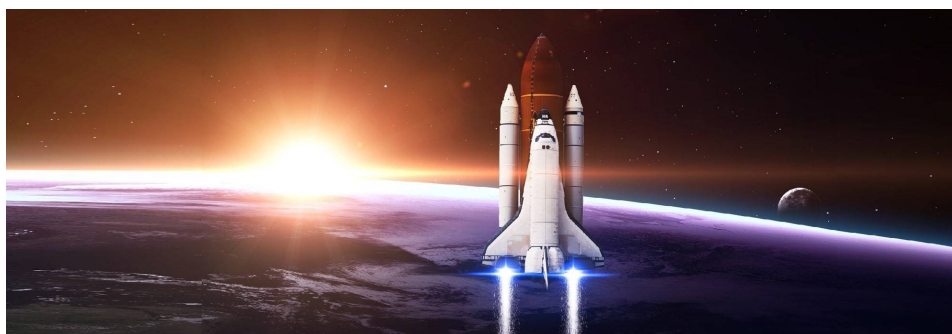


Elon Musk lo aprueba: el acero y otros metales en la construcción de cohetes

"El mejor cohete, después del mío, es el Zenit", así se refería a la lanzadera espacial de producción ucraniana en el verano de 2017 Elon Musk, uno de los mayores empresarios del momento.



El empresario estadounidense es conocido no solo por los

[vehículos eléctricos de Tesla](#)

, sino también por ser fundador de la empresa SpaceX, que desde 2002 lleva trabajando en programas espaciales, diseñando lanzaderas y planeando el aterrizaje del primer humano en Marte. Los "Zenit" se fabrican en la planta de Yuzhmash en la ciudad de Dnipro, que es, entre otras cosas, una ciudad siderúrgica. Los cohetes modernos se construyen con diversos materiales, así que también hay cabida para el acero en el espacio ultraterrestre.

Primeros avances en la tecnología espacial

La historia de la industria aeroespacial contemporánea comienza a finales de la década de los 30. Por aquel entonces, los científicos y empresarios alemanes fueron unos de los primeros en desarrollar y fabricar cohetes de propulsión líquida. El potencial de esta tecnología de uso militar y capaz de alcanzar objetos situados a 200-250 km de distancia, fue considerado por los contrincantes de Alemania. Se dieron cuenta de que la creación de los científicos alemanes podía servir para algo más grande. A mediados de la década de 1940, la URSS, Estados Unidos y el Reino Unido protagonizaron una auténtica carrera intentando hacerse con uno de los secretos de la Alemania nazi: los planos y los expertos que habían participado en el diseño del cohete V-2. (FAU-2). El ingeniero estrella alemán Wernher von Braun decidió trasladarse a Estados Unidos. Se trasladó a otro continente junto con todos los ejemplares de cohetes que conservaba, y que se convirtieron en la base del programa espacial estadounidense. La Unión Soviética no tuvo tanta suerte. El país se quedó tan solo con algunas piezas y elementos de las estructuras. Dirigidos por Sergei Korolev, natural de Zhytomyr, los ingenieros soviéticos reconstruyeron cuidadosamente la V-2 y la mejoraron, creando su propio cohete R-1. El cohete se lanzó por primera vez en octubre de 1948.

El cohete soviético era muy diferente del prototipo alemán debido a las capacidades de diseño, las condiciones de trabajo y la disponibilidad de materiales. Al fin y al cabo, Alemania estaba creando su cohete en plena guerra. Incluso tuvieron que utilizar alcohol como combustible, ya que el país luchaba en dos frentes y carecía de suficiente petróleo.

Por tanto, el cohete R-1 tenía un conjunto de materiales un tanto diferente, inclusive los metales. En el caso del FAU-2 se utilizaron 87 grados y tipos de acero y 59 metales no ferrosos, en el soviético - 32 y 21 respectivamente. Los tanques de combustible y de oxidante, por ejemplo, eran de una aleación de aluminio y magnesio. Y el cuerpo del cohete, que cubría todos sus componentes principales, se construyó con chapas de acero.

Es de destacar que fue Yuzhmash quien se encargó de la producción de los sucesores del FAU-2. Fueron los primeros intentos de utilizar el acero en la tecnología espacial.

Tipos de metales utilizados en los cohetes



Son varios los metales que constituyen la base estructural de las modernas naves espaciales. El aluminio, que es muy ligero, pasó de la aviación a la construcción de cohetes. Sin embargo, se comprobó que sus propiedades no se ajustaban del todo a las necesidades de los ingenieros. Pese a ser ligero y dúctil, no era lo suficientemente resistente. Por ello, es más habitual el uso del duraluminio, desarrollado en Alemania a principios del siglo XX. Esta aleación o, para ser más exactos, toda una serie de aleaciones, no solo contiene aluminio, sino también una buena cantidad de cobre y manganeso que aumentan su resistencia y dureza. Sin embargo, este material tiene una baja soldabilidad. Las partes de duraluminio suelen estar remachadas o atornilladas, lo que no asegura la estanqueidad. Por ello, el duraluminio se utiliza en los llamados compartimentos "secos" de los cohetes.

Las aleaciones de aluminio con contenido de magnesio (hasta el 6%) que son moldeables y se pueden soldar son las más utilizadas en la industria aeronáutica. El cuerpo del primer satélite artificial de la Tierra, aquella bola que se puso con éxito en órbita terrestre en octubre de 1957, estaba hecho de una aleación similar. Los tanques del misil balístico de dos etapas R-7, que se convirtió en el primer vehículo de lanzamiento soviético, también eran de esta aleación de aluminio y magnesio.

La carrera espacial entre la Unión Soviética y Estados Unidos supuso el desarrollo y la aparición de un gran número de aleaciones más resistentes a base de aluminio con una docena de componentes. Pero las aleaciones de aluminio y litio resultaron ser las más resistentes y ligeras.

Aunque las aleaciones de "metal de aviación" siguen teniendo protagonismo en cuanto a los volúmenes utilizados en la tecnología espacial, el acero es también un material imprescindible para la industria aeroespacial hoy en día, al igual que lo había sido en el pasado. Los cuerpos de acero de una sola pieza, como el del FAU-2, fueron abandonados una vez comenzada la producción de cohetes multietapa. No obstante, el acero espacial sigue existiendo: se trata de varios grados de "acero inoxidable".

Este metal tiene mayor dureza que las aleaciones de aluminio. Las estructuras de acero inoxidable que deben soportar las sobrecargas espaciales y no deformarse, demuestran ser más compactas y ligeras. Además, el acero, hasta los grados de acero más exóticos, es bastante más económico.



Hoy en día, los tanques de combustible se construyen con acero inoxidable. Al mismo tiempo, las paredes de estas enormes estructuras son muy finas. Por ejemplo, las paredes del cohete americano Centaur tienen un grosor de 0,51 mm. Para que esta estructura de 12,68 m de altura y 3,05 m de diámetro, no se derrumbe por su propio peso, su forma se mantiene mediante una presión interna creada artificialmente. De hecho, se infla como un globo.

El tercer metal más usado en los cohetes es el cobre. Es pesado y costoso, pero presenta una excelente conductividad térmica. Por lo tanto, para fabricar la pared interior del motor de un cohete se utilizan aleaciones de cobre (normalmente bronce cromado). Aguanta el calor de 3000°C que sale de las toberas durante el lanzamiento.

Otros metales que han encontrado aplicación en la tecnología aeroespacial son el titanio y la plata. Son muy importantes desde el punto de vista tecnológico, pero los volúmenes utilizados no son significativos. Y es que cada kilo cuenta a la hora de poner la nave en órbita, y el peso específico del titanio es 1,6 veces mayor que el del aluminio. Por ello, el titanio y sus aleaciones, así como la plata, son mucho más caros que las aleaciones de acero y aluminio.



Perspectivas del acero en la construcción de cohetes

En el mundo actual, los metales y las aleaciones (sobre todo el acero) están siendo sustituidos cada vez más por el vidrio y la fibra de carbono. La industria aeroespacial no es una excepción. Por ejemplo, los cuerpos de los transbordadores espaciales reutilizables estadounidenses (shuttles) contaban con un sistema de protección térmica formado por siete materiales diferentes de fibra y cerámica.

Otra innovación es el uso de grandes impresoras 3D, capaces de crear componentes de una sola pieza con formas complejas para las naves espaciales. Algunas empresas privadas del sector aeroespacial se están centrando en esta capacidad. Pero lo que llama la atención es que entre los materiales que se usan se encuentran diversas aleaciones metálicas. La nueva tecnología permite prescindir de la soldadura, el plegado y otras operaciones que, como recordamos, no son posibles con algunos metales ligeros.

¿Qué piensa Elon Musk sobre el futuro de la industria aeroespacial? ¿Será posible utilizar el acero para las naves espaciales?



A finales de 2018,

[en una entrevista él comentó](#)

que el vehículo de lanzamiento superpesado Starship, capaz de hacer llegar cargamentos a la Luna y a Marte, se construiría en acero inoxidable. Es más sencillo, más rentable y más rápido.

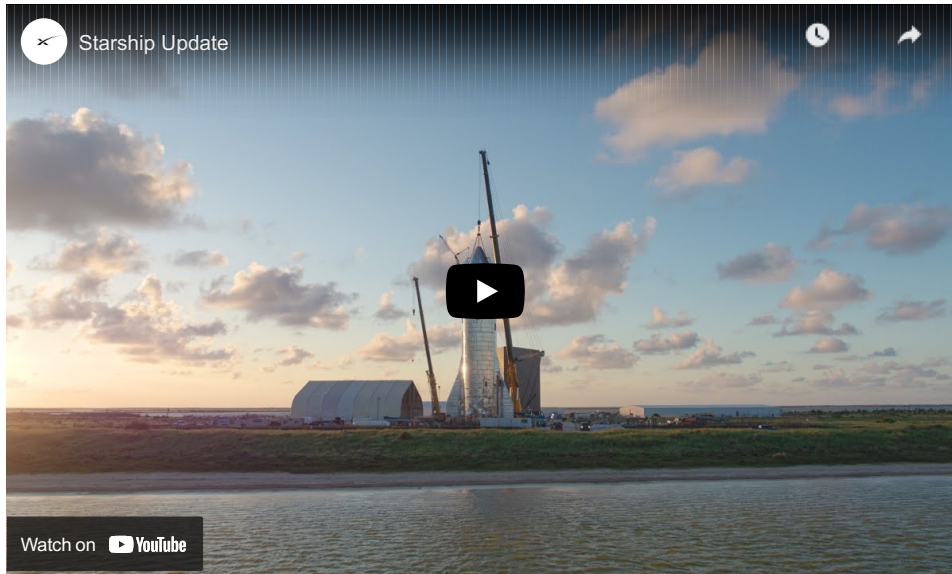
Según Musk, un kilo de fibra de carbono cuesta 135 dólares, y, teniendo en cuenta los rechazos, puede llegar a

costar hasta 200 dólares. Además, se necesita una gran cantidad. En cambio, un kilo de acero cuesta unos 3 dólares y no hay escasez de acero, pues hay muchos fabricantes de

[chapa de acero](#)

inoxidable en el mundo. En la actualidad ya se han desarrollado y probado aleaciones especiales que aguantan bien los cambios de temperaturas. Son resistentes a los factores externos y no dan microfisuras que podrían ocasionar fallos y averías. El acero inoxidable con cromo y níquel tolera bien las temperaturas extremadamente bajas que se producen en el combustible de los cohetes.

Elon Musk está convencido de que las modernas tecnologías metalúrgicas le permitirán hacer frente a las tareas que se le plantean. Y el AISI 301, un acero no magnético de cromo-níquel de alta resistencia, le ayudará a conseguirlo.



Tras estudiar bien el asunto, en marzo de 2019, la planta de Musk desmanteló un equipo de millones de dólares para fabricar el cuerpo del cohete con fibra de carbono por el que se apostó inicialmente. En la presentación de un prototipo a tamaño real de la Starship de SpaceX, el 29 de septiembre de 2019, Musk dijo que, gracias al uso del acero, SpaceX gastaría solo 10 millones de dólares en materiales para un cohete, en lugar de 400-500 millones. Y estas naves espaciales serán reutilizables.

Así que el acero destinado al espacio ultraterrestre seguirá siendo un material clave por mucho tiempo.

<https://metinvestholding.com/es/media/news/ilon-mask-odobryaet-stal-j-i-drugie-metalli-v-raketostroenii>