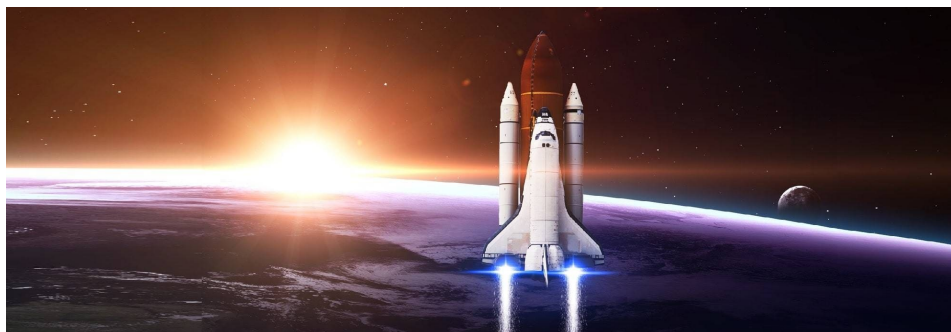


## Илон Мъск одобрява: стоманата и други метали в ракетостроенето

„Най-добрата ракета, след моята, е „Зенит“, - това заяви през лятото на 2017 година Илон Мъск, един от най-големите предприемачи на нашето време, говорейки за ракетата-носител, произведена в Украйна.



Американският бизнесмен е известен не само с електрическия си

[автомобил Tesla](#)

, но и с компанията SpaceX, която от 2002 година работи по космически програми, разработва ракетно-носители и планира да изпрати хора на Марс. „Зенитите“ са продукт на завода „Южмаш“ в Днепър. Заводът разполага със собствен металургичен комплекс. Та нали съвременните ракети са направени от множество различни материали. И стоманата също успя да намери своето място в Космоса.

### Първите космически разработки

Историята на съвременната космическа индустрия започва в края на 30-години на XX век. Тогава германските учени и предприемачи били сред първите, които пристъпват към разработването и производството на ракети, чиито двигателни системи работят с течено гориво. Но и опонентите на Германия също се заинтересували от тази техника, която била използвана за военни цели и можела да поразява обекти, намиращи се на разстояние повече от 200-250 км. Те разбрали, че творението на немските учени можело да бъде използвано за нещо по-голямо. В средата на четиридесетте години на миналия век СССР, САЩ и Великобритания се втурват в истинска надпревара в опитите си да се сдобият със секретните чертежи и да привлекат на тяхна страна специалистите от нацистка Германия, разработили ракетата V-2 (ФАУ-2).

Немският конструктор Вернер Фон Браун решава да се премести в САЩ. Заедно с него за другия континент отпътували и съхранилите се модели на ракети, които залегнали в основата на американската космическа програма. В СССР, обаче, нямали същия късмет. Страната успяла да се сдобие само с отделни детайли и елементи от конструкцията на ракетите. И така в Съветския Съюз, под ръководството на учения Сергей Корольов, родом от украинския град Житомир, ракетата ФАУ-2 била възстановена част по част от всеки един от запазилите се детайли, а след това и усъвършенствана. В резултат на тези усилия СССР успяват да създадат своя собствена ракета Р-1. Първото изстрелване на ракетата се състояло през октомври 1948 година.

Съветската ракета значително се различавала от своя немски прототип. Това се дължало на конструкторските възможности, условията на работа и материалите, с които разполагали създателите ѝ. Все пак Германия разработила своята ракета фактически в разгара на войната. Дори факта, че в качеството на ракетно гориво бил използван спирт, било принудителна мярка – страната, която тогава воювала на два фронта, не разполагала с достатъчно нефтени запаси.

В резултат на това, при създаването на Р-1 е използван малко по-различен набор от материали, в т.ч. метали. За ФАУ-2 са използвани 87 марки и видове стомана и 59 вида цветни метали, докато за съветската, съответно – 32 и 21. Например, резервоарите за гориво и окислител били изработени от алуминиево-магнезиева сплав. Докато корпусът на ракетата, покриващ всичките ѝ основни компоненти, бил произведен от стоманени листове.

Забележителното е, че производството на ракетите – наследници на ФАУ-2 било усвоено именно в завода „Южмаш“. Това всъщност са и първите опити за използване на стоманата в космонавтиката.

### Какви метали се използват при ракетите



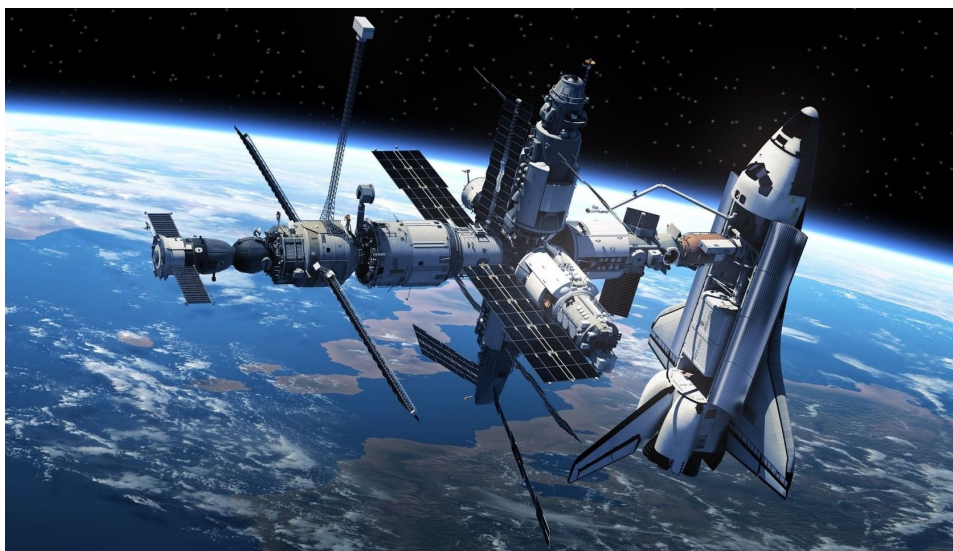
Структурната основа на съвременните космически апарати е изградена от различни видове метали. „Крилатият метал“ – алуминият, преминава от авиацията в ракетостроенето. Но тук вече станало ясно, че неговите свойства не можели в пълна степен да задоволят изискванията на конструкторите. Въпреки че бил лек и ковък, този метал не притежавал достатъчна якост. Затова и по-често прибегвали до дуралуминий, който бил разработен в Германия в началото на XX век. Тази сплав (и по-точно цялата група сплави) съдържа не само алуминий, но и достатъчно количество мед и манган, които повишават нейната якост и твърдост. Материалът, обаче, е труден за заваряване. Дуралуминиевите детайли, по правило, се свързват с нитове и болтове, а с това не може да се гарантира необходимата херметичност. Затова дуралуминият се използва за така наречените „сухи“ ракетни отделения.

В космонавтиката по-често се използват алуминиево-магнезиеви сплави (със съдържание на магнезий до 6%), които се поддават на деформация и заваряване. От такава сплав е създаден корпусът на първият изкуствен спътник на Земята – същото онова малко кълбо, което през октомври 1957 година било изведено в орбита около Земята. От алуминиево-магнезиева сплав били произведени и резервоарите на Р-7 – двустепенната балистична ракета, която бе първата съветска ракета – носител.

Космическата надпревара между СССР и САЩ доведе до разработването и появата на голям брой, и отличаващи се с висока якост сплави на основата на алуминия, съдържащи до десетина компоненти. Но измежду тях най-здрави и леки се оказаха сплавите от алуминий и литий.

Макар и сплавите от „авиационен метал“ да си остават №1 по отношение на използваните количества в космическата техника, все пак и стоманата за космическата индустрия също е един незаменим материал. Както в миналото, така и сега. Целите стоманени корпуси, какъвто е този на ФАУ-2, бяха изоставени от конструкторите, след като се пристъпи към производството на многостъпални ракети. Но дори и днес космическа стомана включва различни класове „неръждаема стомана“.

Този метал превъзхожда алуминиевите сплави по своята твърдост. Конструкциите от неръждаема стомана, които трябва да издържат на космически претоварвания и да не се деформират, са по-компактни и леки. Освен това стоманата, дори и от най-екзотичните марки, е по-евтина.



Днес вече от неръждаема стомана се произвеждат резервоарите за ракетно гориво. При това стените на тези огромни конструкции са много тънки. Например, американският ускорителен блок Centaur е с дебелина на стените 0,51 мм. За да не се допусне това изделие с височина 12,68 м и диаметър 3,05 м. да се смачка под собствената си тежест, неговата конструкция се поддържа от изкуствено създадено вътрешно налягане. Всъщност, то се надува подобно на балон.

Третият най-разпространен метал, използван при производството на ракети, е медта. Тя е тежка и скъпа, но притежава фантастична топлопроводимост. Ето защо от медни сплави (обикновено това е хром бронз) се изработва вътрешната стена на ракетния двигател. Тя може да издържа на температури от 3000°C, които се излъчват от дюзите при старта на ракетата.

Други метали, успели да се наложат в ракетостроенето, са титанът и среброто. Те са важни от технологична гледна точка. Но обемите на използването им са незначителни. Та нали при извеждането на космическия кораб в орбита е от значение всеки килограм, а специфичното тегло на титана е 1,6 пъти по-високо от това на алуминия. Освен това, титаниевият метал и неговите сплави, също както и среброто, са значително по-скъпи от стоманените и алуминиевите сплави.



### Перспективи за стоманата в ракетостроенето

В съвременния свят стъклопластът (фибръстъкло) и карбонът (полимер, подсилен с въглеродни влакна) все повече заместват металите и сплавите (по-специално стоманата). Тази тенденция се наблюдава и в областта на космическите технологии. Например, корпусите на американските космически совалки за многократна употреба (Space Shuttle) бяха оборудвани със система за термична защита от седем различни влакнести и керамични материали.

Друго нововъведение е използването на големи 3D-принтери, които са в състояние да създават цели елементи на космическите кораби със сложни форми. На тази възможност поставят акцент в своята дейност някои частни космически компании. Но това, което е наистина забележително, е че сред използваните при тази новаторска технология материали са и различните метални сплави. При нея (технологията с 3D – принтиране) отпада необходимостта от заваряване, огъване и други операции, които, както знаем, не могат да бъдат прилагани при някои леки метали.

А какво мисли Илон Маск по въпроса за бъдещето на космонавтиката? Дали стоманата може да бъде използвана при космическите кораби?





[в едно от своите интервюта той заяви](#)

, че свръхтежката ракета – носител Starship, която ще може да доставя товари до Луната и Марс, ще бъде произведена от неръждаема стомана. И че това е по-лесно, по-евтино, и по-бързо.

Както той казва, 1 килограм въглеродни влакна струва 135 щатски долара. А като се вземе предвид и бракът, стойността му ще достигне 200 щатски долара. При това ще бъдат нужни големи количества от този материал. В същото време цената на 1 кг. стомана е около 3 долара. А и тя не е дефицитна, тъй като в света има много производители на неръждаема

[стомана на листове](#)

. Вече има разработени и са направени изпитвания със специални сплави, които демонстрират добра издръжливост на спадове в температурата. Устойчиви са на външни фактори и при тях не се получават микропукнатини, които могат да доведат до повреди и аварии. А неръждаемата стомана с добавки от хром и никел също така добре понася и свръх-ниските температури на ракетното гориво.

Илон Мъск е уверен, че с помощта на съвременните металургични технологии той ще успее да се справи с предизвикателствата, пред които е изправен. И че незаменим помощник в неговите смели проекти ще му бъде AISI 301 – високоякостната хром-никелова немагнитна стомана.



В резултат на направените проучвания, през март 2019 година в завода на Мъск беше демонтирано струващото милиони долари оборудване, което беше предназначено за направата на карбоновия корпус на ракетата, на който първоначално конструкторите бяха заложили. А на 29 септември същата година, при представянето на пълноразмерния прототип на Starship на компанията SpaceX, Маск каза, че благодарение на използването на стомана не ще бъдат похарчени 400-500 милиона щатски долара за материали за една ракета, а едва 10 милиона! И че това ще бъдат космически кораби за многократна употреба.

Така че стоманата още дълго време ще бъде определящ фактор в качеството ѝ на материал, използван за развитието на съвременните космически технологии.