

## Металите в самолетостроенето: стомана, алуминий, КОМПОЗИТИ

Детайлите, произведени от метал, са важна част от съвременните самолети. За повече от стогодишната история на самолетостроенето, използваните в тази област материали преминават през дълъг и сложен път на развитие – от дървеният летателен апарат на братята Райт до съвременните Джетове, произведени от модерни композитни материали.



През всичките тези години при избора на материали за въздухоплавателните съдове авиационните конструктори и производителите на самолети се съобразяват със съчетание от редица фактори – от изискванията към функционалните характеристики на самолета, до необходимостта от минимизиране на производствените разходи и експлоатационна поддръжка. Но основният „двигател на прогреса“ става стремежът на разработчиците да намалят масата на надеждните летателни апарати от метал.

Именно намаляването на стойностите на този параметър осигурява необходимото ниво на надеждност и безопасност на пилотите, пътниците, товарите и на самия самолет, неговата производителност, оптималното използване на горивото и далечината на полета. Към настоящия момент съвременната конструкторска мисъл „се спря“ на по-широкото използване на композити в самолетостроенето. С помощта на тези материали стана възможно постигането на идеален баланс между теглото на самолетите и устойчивостта им срещу умора и корозия и намаляването на разходите за техническа поддръжка.

### Самолетите от стомана

Как да накараме металът да лети? Пионерите в самолетостроенето разгорещено дискутират този въпрос още от деня, когато през 1903 г. самолетът на братята Райт за пръв път се успява да се издигне във въздуха. Бил е много лек – направен от дърво, плат и малко стоманена тел. Затова на авиоконструкторите от началото на XX век идеята да накарат да полети един надежден, но все пак тежък метален летателен апарат, им изглеждала, меко казано, непостижима – както от финансова гледна точка, така в технически аспект. Така мислели всички, с изключение на един. Немският инженер Хуго Юнкерс навярно успява някак си да надзърне в бъдещето. Той осъзнава, че не ще измине много време, когато самолетите ще са нужни не само за военни цели и за поставяне на летателни рекорди, но че след края на войната ще дойде времето на масовото им използване за граждански и товарни самолетни превози. Новите области на приложение предполагали напълно различни материали за производството на самолети. Легендарният самолет J1, кръстен на шега от тогавашните авиатори Blechesel – „ламариненото магаре“, се превръща в една истинска революция в самолетостроенето.

Това е първият самолет в историята, конструиран и изцяло изработен от валцуван метал, и който, въпреки скептично настроената публика, успява да излети. Първоначално Хуго Юнкерс прави опит да получи финансиране за построяването му от германското военно министерство. Но от министерството счели, че идеята е обречена на провал. Ето защо смелият инженер решава да инвестира в проекта собствени средства, спечелени от работата му във фирма за продажби на прозаичните газови нагреватели. Ето как немските домакини косвено финансирани еволюционния скок в развитието на самолетостроенето. Е, с времето военните, все пак се заинтересували от Юнкерс J1 и през 1915 г. пристигнали, за да присъстват на летателните изпитания на апарата. Металният му корпус пораждал скептицизъм – представителите на министерството били сигурни, че самолетът няма да може да излети. Но J1 с лекота набрал скорост по пистата за излитане, не отстъпвайки по нищо на своите дървени предшественици, и така предизвикал небивал фурор сред почитаемата публика.



Самолетът се издигнал от пистата, полетял нагоре, направил завои, заходил за кацане и успешно се приземил. И така и си останал само експериментален самолет, военните „се заяли“, като предявили претенции към скоростта на издигане, маневреността и полезния товар. Тези показатели били недостатъчни за техните цели. Всъщност, авиационната стомана наистина била прекалено тежък метал за самолетите. Монопланът на Юнкерс летял трудно и при тегло при излитане под един тон можел да поеме на борда си товар с тегло едва 110 кг. Но, така или иначе, революционният пробив на Юнкерс успява да изведе самолетостроенето до еволюция в използваните материали, която продължава и до днес.

Що се отнася до съветската авиационна индустрия, то в СССР била произведена доста голяма серия самолети „Стомана“, които били използвани за транспортни и пощенски цели. Като цяло съветските конструктори и авиатори били изправени пред същите проблеми, както и германците. Освен това, през 20-30-те години на миналия век, когато по света вече започва масовото производство на самолети от алуминий (за което ще разкажем малко по-нататък), в СССР имало проблеми с производството на собствени суровини. Ето защо, за да избегнат нежеланата зависимост от вносни материали, Съветите продължават да произвеждат самолети от авиационна стомана сравнително дълго време, до средата на 30-те години.

А днес производителите на самолети ценят стоманата за нейната здравина, твърдост и издръжливост на високи температури. Благодарение на тези си свойства

#### металът

представлява идеален материал за производството на самолетни колесници, обшивките на някои самолети, панти, кабели, крепежни елементи и други детайли. Обикновено стоманата заема 11-13% от всички материали, използвани в производството на съвременните самолети.

### **Самолети от алуминий**

Но нека се върнем при Хуго Юнкерс. За да задоволи изискванията на военното министерство, немският самолетен конструктор обърна специално внимание на алуминия, който бил лек и достатъчно здрав материал. През следващите години в Junkers & Co. от него била произведена цяла серия военни самолети. Това били щурмоваците и изстребителите, отлично проявили се по време на военните кампании през Втората световна война, за нещастие на СССР и съюзниците. Лавровият венец в гражданската авиация се паднал на легендарния F13. Това е първият в света алуминиев пътнически самолет, пуснат в серийно производство през 1919 г. Самолетът дълго време бил използван в целия свят. Подобно на Хуго Юнкерс, зад океана в тази насока полага усилия и един друг дръзновен предприемач – американецът Хенри Форд, който става прочут не само с производството на автомобили, но и на самолета Ford Trimotor през 1925 г. (първооткривателите дори отиват на съд за авторството на идеите, използвани при създаването на летателни апарати). Тук трябва да споменем и моделът Douglas DC-3, произведен през 1935 г. от американската Douglas Aircraft Company. Този самолет, който бил комфортен за пасажерите, бърз и сигурен за експлоатация и поддръжка, и до ден днешен (!) се използва от авиокомпаниите по целия свят. Какво по-убедително доказателство за безупречността на произведените изцяло от алуминий летателни апарати. Този материал и произведените от него самолети полагат началото на ерата на междуградските пътнически авиолинии.

Самият алуминий и неговите сплави и до днес са изключително популярен материал за производството на търговски самолети, благодарение на неговата висока якост и сравнително ниска плътност. Днес в самолетостроенето се използва предимно високоякостната сплав 7075, която освен алуминий, съдържа и

мед, магнезий и цинк. При това детайлите от алуминий заемат до 80% от масата на самолета. И нещо друго, поради своите високи антикорозионни свойства алуминиевите детайли могат и да не се боядисват. Все пак, факт е, че под въздействието на високи температури алуминият губи от здравината си, затова той не се използва в чист вид за изработката на самолетната обшивка.



### Самолети от композитни материали

Междувременно, в самолетната индустрия настъпва ерата на изкуствено създадените композитни материали, на което днес всички ние сме свидетели. В основата на композита се съдържат стоманени влакна, стъкло, графит, нишковидни кристали на алуминиевия оксид, желязо и др. А матрицата на този материал се произвежда или от метални сплави (отново от алуминий плюс титан и магнезий) или от синтетични смоли, например, епоксидна или полиестерна. След свързването на основата и матрицата с помощта на пресоване, леене или с други методи, композитният материал придобива не само свойствата на неговите компоненти, но заедно с това и напълно нови характеристики, и точно те са тъй ценни и привлекателни за конструкторите на самолети.

Тук ще отбележим, че масата на детайлите, изработени от композити, съставлява 1/5 част от масата на същите детайли, но произведени от алуминий. При това композитите превъзхождат алуминия по своите експлоатационни характеристики – те са с по-висока якост и гъвкавост. Също така, съвременните композитни материали са нетоксични, а произвежданите от тях продукти не се нуждаят от каквато и да е допълнителна поддръжка.

В самолетостроенето композитите намират широко приложение при производството на детайли и двигатели, подложени на високи натоварвания. Ако обърнем внимание на дела на композитните материали, използвани, например, за самолетите Boeing, то при най-ранните им модели той е в порядъка на 5%. Днес дялът на композитите от общата маса на самолетите на тази компания може да достига до 50%. Освен това, инженерите на Boeing постоянно експериментират с металите, създавайки нови и уникални по свойствата си композиции. Така например, microlattice от никел и фосфор, който е вписан в „Книгата за рекорди на Гинес“, е най-лекият метал в света – той е 100 пъти по-лек от пенопласта. Предполага се, че в бъдеще от microlattice ще може да бъде произведено и най-лекото самолетно крило.

На пръв поглед резултатите от подобни експерименти изглеждат екзотични. Въпреки това, те могат да бъдат напълно приложими в практиката. Проблемът е, че материалите, използвани в самолетостроенето, трябва, от една страна, да притежават достатъчно широк набор от свойства и характеристики. От друга страна, цената им не трябва да бъде неимоверно висока.

Както виждаме, не са чак толкова много естествените материали, които да отговарят на тези изисквания. Ето защо не спират усилията за изнамиране на нови композити, а добрите стари стомана и алуминий продължават да покоряват висините, колкото и невероятно това да е изглеждало само преди няколко десетилетия.