

Estatorreaktoreak hegazkinetan

F. Alargunsoro

Beren arazo ekonomiko larriak edukiarren, errusiarrek XXI. mendean hegazkin aeroespazialek izango duten motorea probatua dute jadanik: "superrestatorreaktore hipertsonikoa". Motore horri esker hegazkin aeroespaziala Mach 6-ko abiaduran ibil daiteke, hau da, soinu-abiadura baino sei aldiz handiagoan (7.365,6 km/h-koan), hain zuzen.

Gero eta hegazkin azkarragoak

A ipatutako abiadura honetaz konturatzeko, esan dezagun soinuak itsas mailako presioan airean 341 m/s-ko abiadura duela eta orduko 1.227,6 kilometro egiten dituela. Abiadura hori da, hain zuzen, Mach 1-eko abiadura definizioz, eta hori baino azkarrago dabilten abioiak dira supertsonikoak.

Oraingo hegazkin normalekin New Yorketik Tokiora hamazortzi ordu behar baldin badira, Mach 6-ko abiaduraz hiru orduan egingo luke bidaiaria bera superrestatorreaktorez hornitutako hegazkinak. Argitu beharra dago errusiarrek hegazkin-motoreentzako ikerketazentruan superrestatorreaktorea prestatuta Baikonur-ko kosmodromoan Mach 6-ko abiadura lortu dutela. 180 kilometroko hegaldian 130 segundotan mantendu zuten iaz 7.365,6 km/h-ko abiadura hori.

Iparramerikako adituentzat usategabea izan da. Han izan ere, hegazkin aeroespazialerako aurtun 260 milioi dolarreko aurrekontua izan arren beste hiru bat urtean ez

baitute horrelako saiakuntzak egiteko asmorik.

Estatorreaktorearen bidea da berez Europako Concorde edo Iparramerikako Boeing 747 hegazkinei hemendik hogei bat urtera segida eman behar diena. Kontinente arteko lineak hornitzeko jadanik Mach 6 abiadurako hegazkinak ari dira diseinatzen. Atmosferako goi-geruzetan (estratosferan) ibiliko lirateke hauek eta zenbait aparatu orbitan jartzeko ere balioko lukete. Hain zuzen superrestatorreaktorea da abioi horientzako motore aproposa (Scramjet deitzen diote Iparramerikan).

Motore berria eta beroa

E rreaktore berri honek duen oztopo handi bat, errektantza abiadura supertsonikoan edo hipertsonikoan egitea da. Kanpoko aireari motorerako sarreran abiadura apur bat jaisten bazaio ere, errektantza-ganbaran Mach 4-eko abiadura du.

Errusiarren ikerketetan arduradunetakoa den M. Ogorodnikov jaunak dioenez, abiadura hipertsonikoetara (Mach 6-ra) hurbildu ahala ohizko estatorreaktorearen errendimendua (normalean errektantza soinu-abiadura baino txikiagoan egiten da motore hauetan) asko jaisten da. Aire-sarrera eta errektantza-ganbararen artean talka-uhinak sortzen dira, errektantza-ganbaran temperatura eta presioa handiegiak direlarik. Ondorioz errektantza-ganbaran erresistentzia mekaniko handiagoa behar da eta erreaktorearen bultzada ez da eragin-korra.

Errendimendu-jaitsiera horren arrazoiak bi dira. Batetik, energia mekanikoa talka-uhinekin degradatu egiten da, eta bestetik, errektantza balantze termikoa jaitسي egiten da. Gainera, lortzen diren temperatura handietan erregaiko erreaktiboak disoziatu egiten dira. Beraz, arazo hauek saihestu nahi badira, estatorreaktoretan gasen fluxua soinu-abiadura baino txikiagoetan mantendu behar da.

Sobietarren markak

D ena den, badirudi gaur egun errusiarrek fluxu supertsonikoak ere menperaturik dituztela. Sobietarrak izan

Dena den, 1991.eko azaroaren 28an motore hori arlo zibilera egokituta erabili dute, orain arteko markak hautsiz. Hidrogeno likidozko estatorreaktorea da erabili dutena. Aurreko atalean aipatu ditugu estatorreaktoreek erreketaganbaran dituzten arazoak eta horiek nahiz beste batzuk menperatu dituzte errusiarrek.

M. Ogorodnikov arduradunak dioenez, motoreak 3.500 km/h-ko abiadura baino aire-fluxu handiagoz baizik ez du funtzionatzen, eta horrek sartutako airea 2.000 °C-raino berotzen dela esan nahi du. Probatutako erregai guztietan hidrogeno likidoa izan da arazoak gainditzeko egokiena; injekzioan eta lurrinketan arazo gutxi sortzeaz gain energi ahalmen handiena ere berak baitu. Fluxu subsonikoan eta supertsonikoan (bietan) ongi erretzen dela frogatu dute.

Motorea atmosferako hegaldidibatez probatu behar izan dute. Lurrean Mach 6-ko abiaduraz baldintzak imitatuz probak egitea ezinezkoa da. Ordenadorez ere simulazioak egin zitezkeen, baina airean probak egitea zen kalkuluak egiaztatzeko biderik seguruenena.

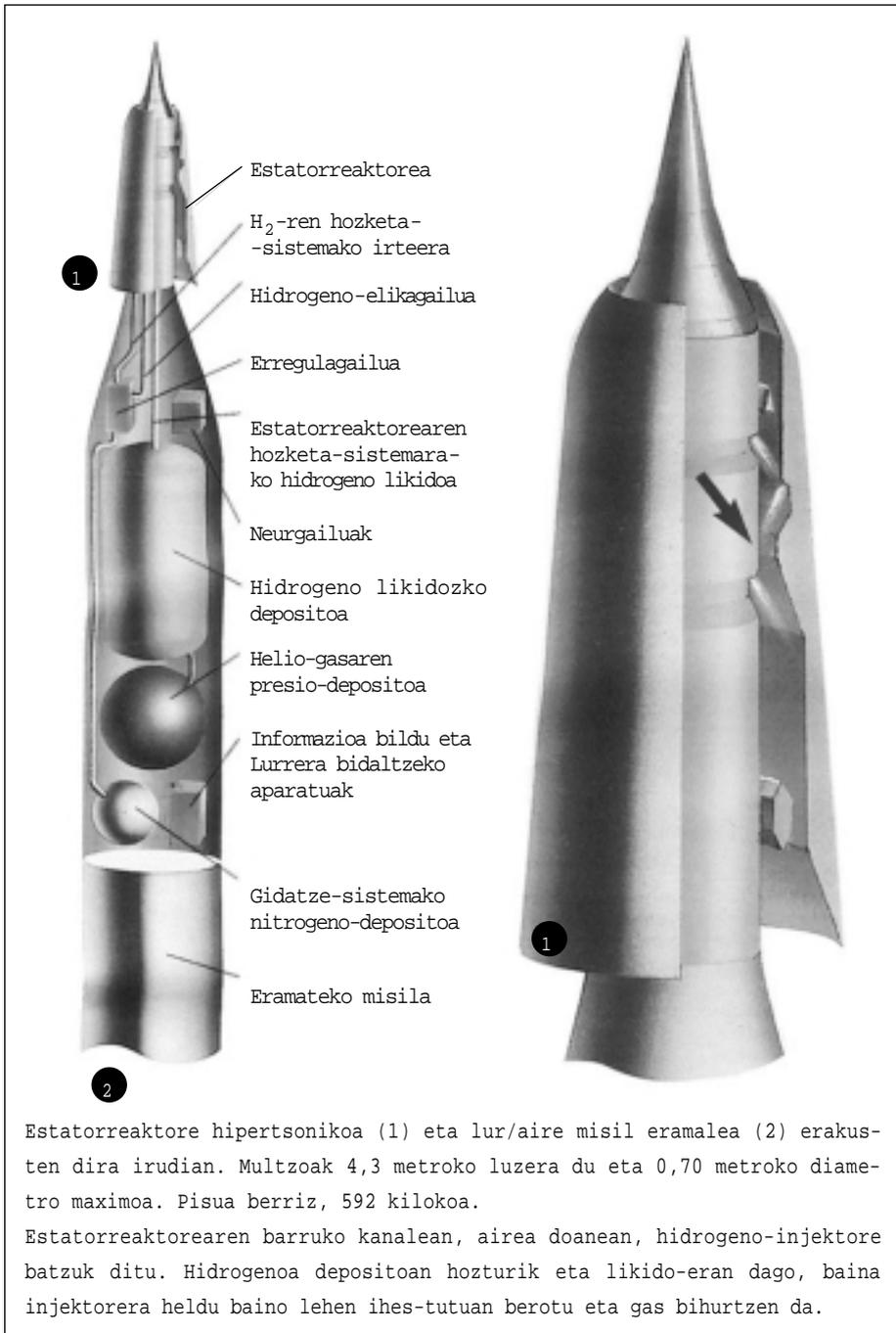
Errusiarren proba

Baikonur-ko kosmodromoan, estatorreaktorea lau azele-ragailuko lur/aire misil batean jaurti zuten.

"Superestatorreaktor" Mach 6-ko abiadura 130 segundotan edo 180 kilometroan mantendu zuen. Proba guztia diseinatu behar izan zuten: kaptorez jositako misila, motorea bera, funtzionamendua, hozketa, eta.

Motorea formaz simetrikoa da. Aire konprimatzeko etapa desberdinak ditu, diametro aldakorrek erreketaganbara eta ihes-tutur laburra. Aire sartzeko zuloa 0,23 metrokoa da eta guztizko luzera 1,28 metrokoa. Motorea Mach 3-ko abiadura lortutakoan automatikoki pizten da, eta gero egonkor mantentzen da funtzionamenduerregimen guztietan.

Estatorreaktorearen erreketaganbara, bi funtzionamendu-erregimenerako diseinatu da. Abiadura supertsoniko "txikietan" (Mach 3 eta 5 bitartean), hidrogenoa abiadura subsonikoan erretzen da, baina Mach 6 eta 8 bitartean erre-



Estatorreaktore hipertsonikoa (1) eta lur/aire misil eramalea (2) erakusten dira irudian. Multzoak 4,3 metroko luzera du eta 0,70 metroko diametro maximoa. Pisua berriz, 592 kilokoa.

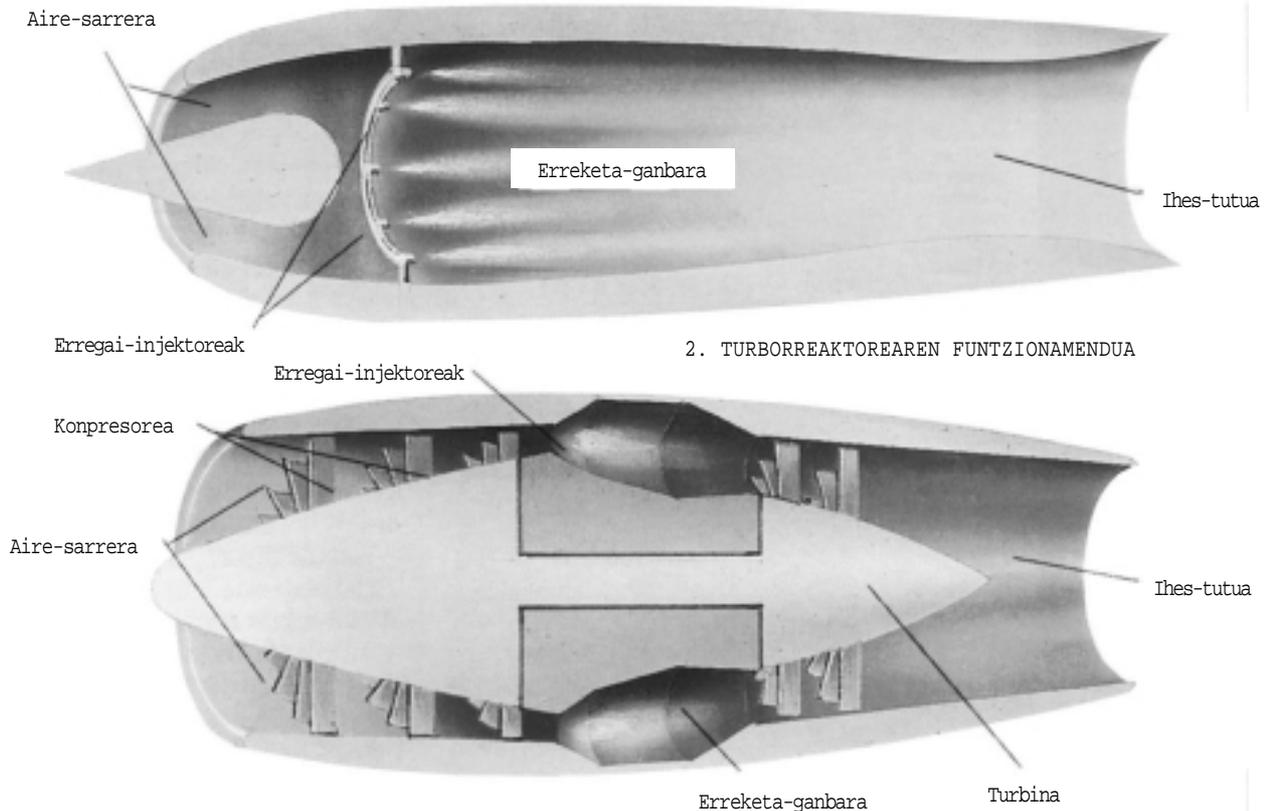
Estatorreaktorearen barruko kanalean, airea doanean, hidrogeno-injektore batzuk ditu. Hidrogenoa depositoan hozturik eta likido-eran dago, baina injektorera heldu baino lehen ihes-tutuan berotu eta gas bihurtzen da.

ere, aspaldi hasi ziren gai hauek lantzen. 1920-30 hamarkadan hegazkin eta jaurtigailuekin saiakuntzak eginak zituzten F.A. Tsander, B.S. Stechkine eta V.I. Dudakov-en ikerketetan oinarrituz.

1939.ean Yu. Pobedonovstev eta I. A. Merkulov injeneru militarren estatorreaktorea probatu zuten Pollikarpo I-152 hegazkin batean. Geroxeago, 1940.eko urtarrilaren 2an, P. Ye. Loginov pilotuak Moskuko Frunze aerodromoan I-152 hegazkinean munduan lehen aldiz DM-2 estatorreaktoreaz hegaldia egin zuen. Beste 140

hegaldia ere egin zituzten DM-2 eta DM-4 estatorreaktoreekin.

Gero Bigarren Mundu Gerrak gerrarazi egin zituen saio guzti haiek eta Stalinen garai latzak igarotakoan heldu zioten berriz ere gai honi. Sergei Paulovitx Korolev-en (espaziuntzigile famatuaren) laguntzaile izandako E. S. Tsetnikov irakasleak abiadura supertsonikoan motoreko errekontzarako oinarri teorikoak ezarri zituen eta 1958. urtean sistema patentatu egin zuten. Sobietarrek orduan motore hori hegazkinean erabiltzerik ez zuten pentsatzen ordea; beren motorea misil hipertsonikoetarako diseinatu baitzuten.



2. TURBORREAKTOREAREN FUNTZIONAMENDUA

(1) estatorreaktorea izan daitekeen motorerik sinpleena da. Kanpoko airea abiadura handiz irensten du. Konprimatu egiten da kanalean erregaiarekin nahastu baino lehen. Nahastea erre egiten da erreketaganbaran eta hortik sortutako gasak deskonprimatu eta azkar ateratzen dira tutuaren beste muturretik. Estatorreaktorearen abantaila nagusia, higitzen den piezarik ez edukitzea da, baina pizteko aurrez abiadura handia eduki behar du. Horregatik hegazkin edo jaurtigailu batek lehenbizi pizteko abiadura minimo horretaraino eramán behar du.

(2) turborreaktorea, aldiz, geldirik dagoela has daiteke funtzionatzen. Hala ere, higitzen diren pieza asko du eta konplikatuagoa da. Etapa bat baino gehiagoko konpresoreak kanpoko airea hartu eta konprimatu egiten du. Erreketa-ganbarara sartu eta erregaiarekin nahasten da. Erretako gasak deskonprimatu egiten dira etapa bat baino gehiagoko turbina biraraziz eta ardatzak konpresoreari eragiten diolarik. Biraka ari diren pieza hauen marruskadura dela eta, turborreaktorearen abiadura maximoak Mach 2 edo 3-koak dira. Estatorreaktoreenak berriz, Mach 10-ekoak edo handiagoak izaten dira.

keta-gasa abiadura hipertsonikoan desplazatzen da. Hidrogenoa zirrikitu askoko injektoreen bidez elikatzen da, abiadura desberdinetara funtzionatzeko moduan.

Estatorreaktorea jaurtigailu baten muturrean ipini zuten, jaurtigailuan bertan 250 kaptore eta neurgailuak zituelarik. Erregai-elikagailuak eta sistema kriogenikoa ere muntaturik zuen, hidrogeno likidoa $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra mantentzeko. Neurketak gordetzeko memoria informatikoak eta Lurrera transmititzeko sistemak ere funtzionatu zuen.

Saiakuntza honen bidez gasaren dinamika eta teknologia probatu ahal izan dute. Aire-sarrerako, erreketaganbarako, kontrol-ekipamenduko, elikadura-erregulaziko, tutuko hozketako eta motore osoko parametroak ezarri dira.

Lanik zailena motore hau -235 gradu zentigradutan hidrogeno likidoz hornitu eta elikatzea da. Horretarako sistema berria asmatu behar izan dute.

Estatorreaktoreak eragindako bultzada, 200 eta 500 kilogramo bitartekoa da. Erreketa-ganbaran temperatura $1.500-1.800$ gradu bitartekoa izaten du eta presioa 1 edo 2 atmosferakoa.

Orain arte egindako saiakuntzetan ikusi denez, motoreak bi erregimenetan (subsonikoan eta supertsonikoan) ederki funtzionatzen du. Ondorioz, superrestatorreaktoreak etapaka funtzionatzen duten jaurtigailuak ordezkatu egin ditzaizke. Jaurtigailu hauek izan ere, behin bakarrik erabil daitezke eta hegazkin aeroespazialak nahi adina aldiz.

Etorkizunean zer?

Erusiarrak hain emaitza onak lortutako bide hau garatzeko-tan dira. 35 kilometroko altueran Mach 10 abiadura (12.276 km/h -ko abiadura) lortzeko estatorreaktorea probatu nahi dute. Geometria desberdineko estatorreaktoreekin ere saioak egin nahi dituzte, orain artekoa baino jaurtigailu handiagoa erabiliz.

Errusian arazo ekonomikoak latzak dira ordea, eta programa hauek garatzeko diru falta handia dute. Irtenbide bat atzerrian finantzabideak topatzea denez, urrats batzuk emanak dituzte Iparramerikan eta beste zenbait estatutan.