

Hypersoniska trafikflygplan

En av de stora återstående målen inom flyget är ett operativt flygplan som kan flyga hypersoniskt, dvs Mach 5 eller högre, genom att ta syre för förbränning från luften, precis som konventionella jetflygplan gör. Den amerikanska militären samverkar med civila företag för att utveckla sådana flygplan.

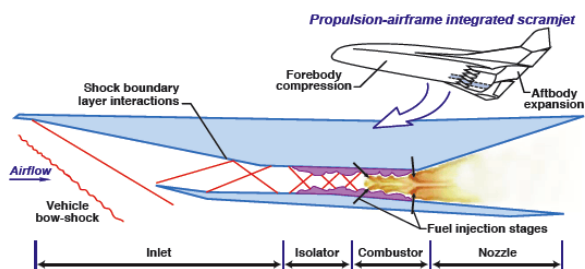
Aerospace America: Scaling up

Av Week: Pratt & Whitney Makes Hypersonic Revival As Pentagon Pushes Reuse

Men mycket forskning återstår innan flygplan kan accelerera från landningsbanor till bortom Mach 5 på luftandande motorer för övervakning eller attackuppdrag eller för att lyfta nyttolaster eller passagerare till låg jordbana i återanvändbara farkoster.

Forskning om hypersoniska flygplan har gjorts tidigare med NASAs X-43A-demonstrator och US Air Force X-51A Waverider från 2009. Var och en av de fyra X-51A Waveriders var ett litet skalbart forskningsflygplan, liksom de tre NASA X-43A, som flög sex år tidigare i Hyper-X-programmet.

De använde sk scramjet-motorer. Att skala upp sådana kräver ett större inlopp för att ge mer luft och därför syre för att bränna mer bränsle och generera mer dragkraft. Detta är inte så lätt.



Turbinmotorer och ramjets sänker luften till subsoniska hastigheter för förbränning. I en scramjet (supersonic combustion ramjet) sker förbränningen i överljud. Därför har scramjets bara millisekunder på sig att blanda bränsle och luft i en brännkammare. Att klara det var svårt nog i de relativt små scramjets som drev X-43 och X-51. Att göra det i en uppskalad scramjet är inte lätt trots att man studerat mixning i mer än sextio år.

En scramjets väggar är fodrade med munstycken, som blandar bränsle med luften, som rusar förbi. Ju större scramjet, desto större måste dess tvärsnitt vara, och om det är för stort kan bränslet inte tränga tillräckligt djupt in i luftströmmen för att blandas med den.

Utan noggrann blandning på molekylär nivå kan förbränningen inte antändas eller upprätthållas. Även när den kan upprätthållas måste bränslet spridas så mycket som möjligt för att utnyttja all luft som kommer in i motorn. Tyvärr är den flytande dynamiken i turbulent blandning inte lätt att skala upp.

Genom att ändra geometrin i inloppet riktar luftflödet till turbin, ramjet och scramjet när flygplanet accelererar eller retarderar. Inloppsyrtorna eller flikarna styr också luftflödet till subsonisk hastighet för turbin och ramjet eller låter det gå med supersonisk hastighet för scramjet. Att manövrera de variabla inloppsyrtorna är mycket utmanande och kräver intensiv konstruktion.



I USA hoppas Air Force Research Laboratory AFRL att kunna lösa många av dessa utmaningar genom ett potentiellt nytt program med smeknamnet Mayhem för en flygande demonstrator inom fem år till mer än fem gånger ljudets hastighet.

Det är inte bara den amerikanska militärens förespråkare för hypersonik som är glada över Mayhem utan också företag som har ambitioner att bygga hypersoniska flygplan, kanske till och med kommersiella sådana, inklusive Aerojet Rocketdyne, Lockheed Martin och Northrop Grumman.

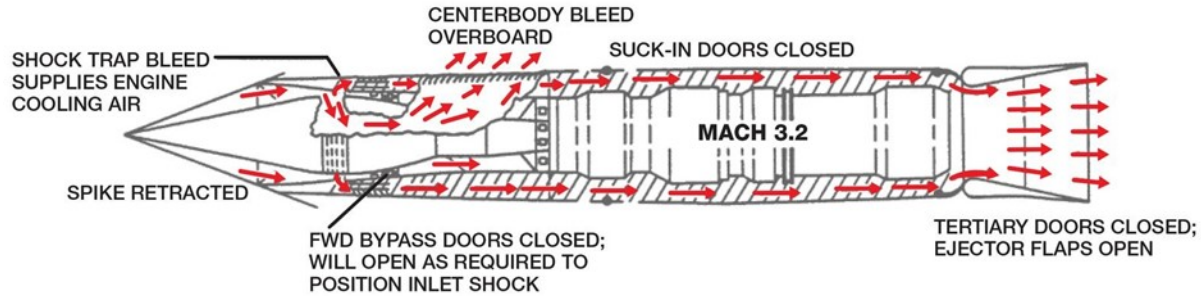
Företagen börjar inte från noll. Förutom Mayhem fortsätter försvarsdepartementets Defense Advanced Research Projects Agency DARPA, att utveckla en turbinbaserad kombinerad cykelmotor. Advanced Full-Range Engine, som kombinerar en turbinmotor från hyllan för flygning upp till Mach 2,5 med en ramjetmotor med dubbla lägen som kan övergå till överljudsförbränning för att nå hastigheter som är högre än Mach 5. Aerojet Rocketdyne med Lockheed Martin som underleverantör, arbetar med DARPA på programmet.

Vägen till hypersonisk framdrivning inkluderar också civila och kommersiella program. NASA har till exempel lanserat projektet Hypersonic Technology, som undersöker koncept för hypersoniska flygplan drivna av turbinbaserade kombinerade cykelmotorer med ramjet-scramjet-cykel.

Den civila hypersoniska flygplansutvecklaren Hermeus arbetar med det amerikanska flygvapnet och NASA för att utvärdera hur företagets Mach 5-koncept kan modifieras till en höghastighetsfarkost, inklusive potentiellt en presidenttransport. Hermeus konceptfordon drivs av en turbinbaserad kombinerad cykelmotor och är konfigurerat för att transportera upp till 20 passagerare över transatlantiska räckvidder mot slutet av decenniet.

De tekniska lösningarna som utvecklats av NASA och Hermeus under detta partnerskap kommer att tillämpas direkt och testas på Hermeus GE J85-jetmotor, som kommer att vara kärnan i den turbinbaserade kombinerade cykeln (TBCC) för den första serien av flygplan. Under de kommande månaderna kommer Hermeus att modifiera den här motorn för att vara Mach 5-kapabel, med hjälp av lärdomar från sin 9-månaders testmotorkampanj förra året.

Hypersoniska trafikflygplan



Förra året rapporterade Aerojet Rocketdyne att man nått mer än 58 kilonewtons dragkraft under nästan ett års prov, som slutade i november. Det skulle vara tillräckligt med dragkraft för en farkost tio gånger storleken på X-51. En rivaliserande design av Northrop Grumman genererade också över 58 kN dragkraft under 2019.

De nya motorerna är 5,5 meter långa, vilket gör dem sju gånger längre än X-43A-motorerna och längre än hela X-51A, som mätte 4 meter. Större motorer är ett sätt, men man kan eventuellt ta något som är storleken på X-51-motorn och bara sätta tre av dem på ett flygplan. Att testa mindre motorer kan hjälpa forskare att få en förståelse för avvägningarna mellan en större motor eller flera motorer.

Det finns också alternativ till ramjet-scrumjet. Pratt & Whitney har meddelat att de arbetar med ett hemligt utvecklingsprogram kallat Metacomet som syftar till att lösa problemet med billiga alternativ till ramjet- och scamjet-framdrivning för höghastighetsflyg.

Ansträngningen bygger på företagets kunskaper inom gasturbinmotorer med årtionden av gammal erfarenhet med den unika J58-motorn utvecklad för Mach 3-plus Lockheed SR-71. Det flygplanet uppnådde högre Mach-tal än en vanlig turbojet genom att avleda inloppsluften från kompressorn direkt in i efterbrännkammaren.

PWA tror att dess designmetod, som är skraddarsydd för hastigheter över Mach 3 men under Mach 5, är enklare och mer överkomlig eftersom den undviker behovet av ramjet / scamjet-cykler. Air Force Research Laboratory (AFRL) föreslagna demonstrationsfarkost för Mayhem är ett av de programmen.

J58, som utvecklades på 1960-talet och gick i pension när NASA avslutade flygningar med SR-71 1997, är en av de mest framgångsrika och genialt utformade höghastighetsmotorerna. Medan motorns nära integration med SR-71-flygplanet spelade en nyckelroll, kan huvuddelen av dess framgång tillskrivas de flygmekaniska egenskaperna hos J58-turbojeten själv. Dessa inkluderade axisymmetriska inlopp för blandning och kompression och konvergent-divergenta utloppsmunstycken - alla aspekter som potentiellt kan utvecklas vidare för 2000-talets applikationer.

J58: s inloppskon, som flyttades i längsled beroende på Mach-tal, gav en stabil stötstruktur vid hastigheter nära Mach 3,3. Ovanför Mach 2,2 avleddes luft från kompressorn och matades genom bypasskanalen in i ebkn och överförde motorn från en ren turbojet till en turbo-ramjet.

Aerodynamisk analys har visat att inloppsdesignen har potential att arbeta med hastigheter upp till och över Mach 5. Dessutom kan en konfiguration baserad på J58 gå betydligt snabbare än Mach 3,3 om moderna material och avancerade kylsystem införs för att utöka temperaturen i kompressorn.

Ett annat potentiellt förbättringsområde skulle kunna vara modulering av inloppsflödet genom de främre och bakre bypassventilerna och luftläckaget, som kontrollerar tillväxten av gränsskiktet.

Under den sista driftsfasen med NASA, infördes ett digitalt automatiskt flyg- och inloppsstyrsystem, som praktiskt taget eliminerat problemet med strypning av inloppet, som hämmade flygplanet i dess tidiga drift. Ytterligare förbättring av kontrollen och därmed prestanda kan vara möjlig genom introduktionen av moderna processorer och snabbare ställning.

För ytterligare prestandaökning kan man göra ändringar i kompressordesignen, materialförbättringar och tillägg av överljudsförbränning i efterbrännkammaren, Denna radikala redesign skulle sannolikt också inkludera att stänga av turbinsektionen helt vid maximal hastighet.

Ingen kan säga med säkerhet om PWA, Aerojet Rocketdyne och Northrop Grumman-motorerna eller teknologierna som utvecklas av DARPA och NASA kommer att lyckas. Men forskningen hittills har gett entreprenörer nytt förtroende för att kunna föra något till flygning under de närmaste fem åren.

Amerikanska Flygvapnets innovationsenhet genomför också marknadsundersökningar om ett förslag att ge ekonomiskt och tekniskt stöd till kommersiella företag som utvecklar hypersoniska passagerarplan under Vector Prime-programmet. Det kan ge en boost till flera företag.