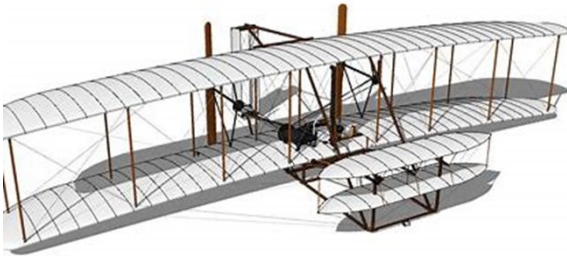


Propellerns återkomst

C. Eriksson

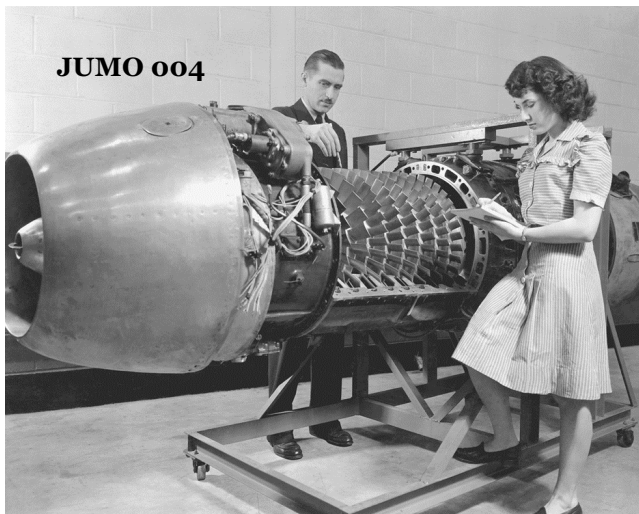
Flygets start medförde också propellerns start. Att med en propeller accelerera luften bakåt och då enligt Newtons lag att ändring av rörelsemängd bakåt medför en kraft åt andra hållet som via propellerns huvudaxellager medför en kraft framåt som förs vidare via motorstruktur till motorfästen och vidare in i flygplanet. Se Wright Flyer nedan.



Det uppstår förluster pga spetsvirvlar samt att propellern ger upphov till en tangentiell luftförelse "swirl" som stjäl dragkraft. Dock accelererar propellern även luften utanför propellerdisken pga luftens viskositet och mera luft är propellerdiskens area accelereras.

Propellern får problem i högre flyghastigheter då accelerationen på luftmassan minskar pga planetets hastighet framåt och att det är mycket svårt att med hög verkningsgrad accelerera luft till nära eller över ljudhastigheten.

Då jetmotorer började utvecklas före och under WWII så medförde dess design med luftintag och utloppsmunstycke att luftens inloppstryck till kompressorn höjdes via ramm tryck och att man kunde accelerera luften till först ljudhastighet och via de Laval dysa till överljudshastighet som då medförde högre flyghastigheter.

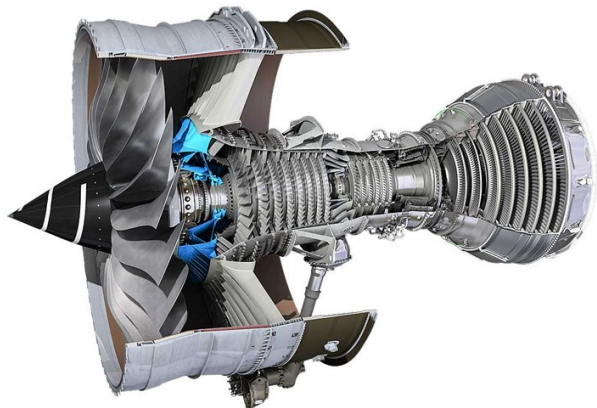


Man kan se turbofläktmotorer i dagens trafik och fraktflygplan som ett mellanting där fläkten med sina utloppsledskenor accelererar 65-85% av luftmassan och man har fördel av ett luftintag som bromsar upp luften och ett utloppsmunstycke där man kan få önskad utloppshastighet detta medför att trafikflygplan och affärsjet kan flyga nära ljudvallen. (Vissa äldre passagerarplan som DC-8 med RR Conway motorer kunde precis uppnå överljud i lätt dykning)



Nackdelen med jetmotorer är dess begränsade fläktyta jämfört med propellrar. En A350XWB har RR TrentXWB motorer med fläkt diameter på 3.00 m / 118", på 22 blad. Boeing 777-9 med GEnX motorer har en fläkt diameter på 3.4 m / 134" på 16 blad. Dock hade DC-7 en 4-bladig Hamilton-Standard Hydromatic 34E60-345 på 4.27 m diameter "constant-speed fully-feathering reversible propeller".

RR Trent XWB



Douglas DC-7



Dock flög DC-7 saktare med cruise speed på 557 km/h, 301 kn) rekommenderad vid 21,600 ft (6,600 m). En A350 XWB flyger snabbare typiskt i Mach 0.85 , 903 km/h 488 kn på max 41 500 ft flyghöjd.

Med mindre bränsleförbrukning får man även mindre startvikt på samma rutt eller kan flyga längre rutter där båda medför större vinst för flygbolagen.

$$R = \frac{\eta}{SFC} \frac{C_L}{C_D} \ln \left(\frac{W_{initial}}{W_{final}} \right)$$

R= Räckvidd, SFC= Specifik bränsleförbrukning, Cl= Lyftkoeff, Cd= motståndskoeff, ln= logaritm, W initial = startvikt, W final = landningsvikt

Se evolutionen av UDF's nedan. Från Tu-95 bombarens Kuznetsov NK-12M Turboprop på en Tu-95.

Airbus A350



En jetmotors effektivitet styrs i princip av brännkammartrycket och "bypass förhållandet" som är förhållandet mellan luftmassan som går genom fläktkanalen och luftmassan genom kärnmotorn. Ju högre tryck och bypass förhållande desto högre verkningsgrad.

Dock medför en mycket stor fläkt krav på nedväxling av varvtal för att hålla topphastigheten inom önskade värden och problem med vikt, kostnad och aerodynamiskt motstånd från dess våta yta samt interferensmotstånd mot skrovet som tvingar motorn längre ut på vingen.

Så mha nya beräkningsverktyg för aerodynamik, buller och hållfasthet kan man konstruera fläktar i kolfiber som med rätt utformning uppfyller de senaste bullerkraven och med hög verkningsgrad även i hastigheter som dagens jetplan flyger i strax över M 0.8.

Ett exempel är GE/Safrans samarbetsbolag CFM International som utvecklar demonstratorn RISE där målet är en minskad bränsleförbrukning mot dagens motorer i samma dragkraftsklass på minst 20%. Den är annorlunda mot tidigare "Unducted Fans" genom att endast ha ett roterande fläktsteg och stationära vridbara ledskenor, dock kräver den vridbara fläktblad (liksom propellerbladen på DC-7).

Kuznetsov NK-12M



GE UDF



Progress D-27



GE RISE teknologi-demonstrator "Revolutionary Innovation for Sustainable Engines" som kommer byggas och testas i en mängd versioner för att prova de olika teknologierna inklusive SAF bränsle, reduktionsväxel, variabla fläktblad och ledskenor, 3D vävda fläktblad liknande teknologi som finns i CFMI Leap motorerna, 3D metall utskrivna detaljer, keramiska delar "ceramic matrix composites" både statiska och roterade som turbinblad och turbinledskenor som idag är komplexa och i HPT kylda. Keramiska delar är mera värmetåliga och kräver 20% mindre kylning eller ingen alls, vätebränsle, värmeåtervinningssystem från avgaserna till brännkammerluften allt för att minska bränsleförbrukning och miljöpåverkan. Från alla dessa instrumenterade tester och dess kostnad/kvalitet kommer man att välja ut ett system till en ny motor för flygtest.

Se nedan GE Passport demo utloppsmunstycke i CMC.



Det var GE Italien tidigare Fiat Avio som kom på idén att inte ha kontraroterande fläktar som alla tidigare versioner haft för att rätta upp luftströmmen utan ha variabla utloppsledskenor.

Det förenklar den varma turbindelen av motorn avsevärt då ena rotorn varit konstruerad som en roterande het struktur som hållit sina turbinblad/fläktblad och medfört svåra livslängsproblem. Nu med en vanlig högvarvig lågtrycksturbinturbin och en reduktionsväxel i den kalla delen förenklar det konstruktionen avsevärt. Dock har man kvar problemet med de ställbara fläktbladen i dessa höga effekter runt 25000 shp. Redan i dagens motorer på Boeing 737-800 har man haft problem med nötning av fläktbladsinfästningarna som då periodiskt plockas av för rengöring/inspektion/torrfilm behandling och balansering/parvis positionsoptimering.

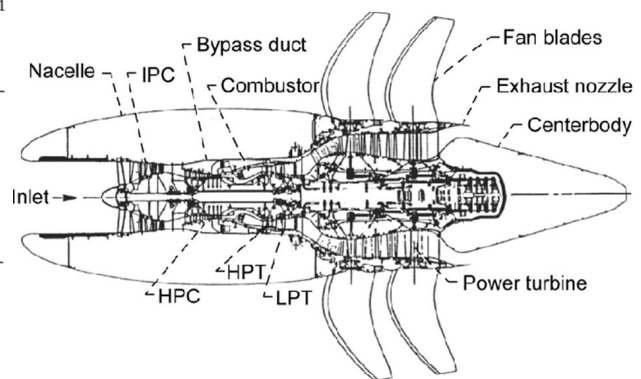


Figure 3.—GE36 UDF cross section (Ref. 16).

Det uppstår nya certifieringskrav då dessa UDF (UnDucted Fans) saknar motorinsug med avisning eller fläkthus på motorerna som stoppar ett fläktblad från att gå genom motorn. Därmed kommer certifieringskraven och krav på repetitiva inspektioner att likna de på turbopropmotorernas propellerbladsystem. Man kan även notera längden på spinner framför fläktbladen som då ska skapa en luftdensitetsfördelning mellan propellerna där kärnmotorinsuget sitter och fläktbladets olika tangent-hastigheter.

Även Embraer har tänkt återanvända sina jetflygplansskrov för propellerdrift och ta nytta av de nya landvinningarna samt kostnadsfördelen att få ytterligare volym på sina flygplansskrov och system. Dock har inte motorval gjorts ännu. Man kan tänka sig en mindre RISE motor med förenklade system och certifierad för 100% SAF (Sustainable Aviation Fuel). Dock är köpare av "turboprop plan" ofta mycket kostnads känsliga så ett nytt Embraer flygplan med 20% lägre bränsleförbrukning måste fortfarande vara förhållandevis billigt.



Det finns sedan länge turbopropmotorer där en gasturbin driver en reduktionsväxellåda som har alla apparater installerade samt propellersystem med sina komponenter såsom hydraulsystem för propellerbladmställning, avisning, betarör för att mäta "slipstream" vinkel, propellerkontrollenhet Brush blocks. Dock har de varit dyra i underhåll då det är så många moduler som kostar att hålla igång samt du har haft en begränsad effektiv topphastighet pga teknologinivån på propellersystemet.

Se den långlivade P&WC PT6 nedan.



P&WC PT6

