

Uçak Motoru Mühendislerine Hodri Meydan!

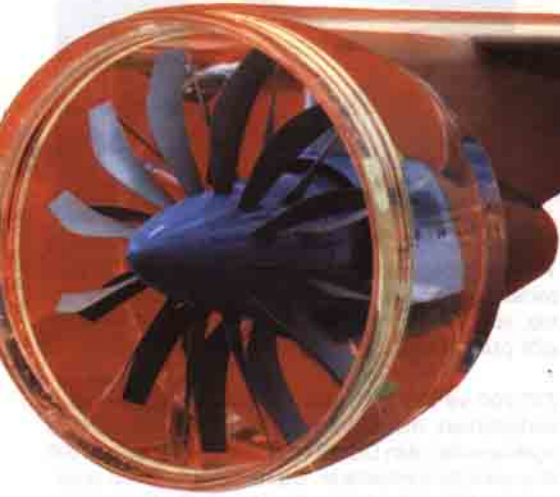
Acaba 2000 yılının jet motoru bu mu olacak? General Electric firmasının UDF jet motoru deneme sahasında. Birbirlerinin ters istikametinde dönen, hilâl şeklindeki kanat pervaneler prensibine göre itme gücü oluşturuyorlar.

ÇEVRE İÇİN ZARARSIZ BİR JET MOTORUNA DOĞRU

İstatistiklere göre, yolcu uçakları önemsiz oranlarda, çevre kirliliğine neden oluyorlar. Federal Almanya'da bu oran % 1'in bile altında. Fakat sivil hava taşımacılığının 2000 yılına kadar iki katına çıkacağı ve daha sonra da hızla artacağı söyleniyor. Jet motoru mühendisleri, daha şimdiden gelecek yüzyılın jetleri üzerindeki çalışmalarını yoğunlaştırdılar. Geleceğin jetleri, bugünkülerden daha ekonomik, sessiz, temiz ve daha güçlü olacaklar. Bazı motor imalâtçıları, bu amaca ulaşmak için çeşitli modeller üzerinde sürekli çalışmalar yapıyorlar.

Özellikle azot oksit göz önüne alınarak "dünyada çevreyi en fazla kim veya ne kirletiyor?" sorusunun cevabını, çevre bilinci olan herkes bilir. Katalizatörsüz otomobiller, termik santraller, endüstri ve yerleşim alanlarından başka uçaklarında çevreyi kirlettikleri bir gerçek. Bu arada doğanın da büyük miktarda azot oksit ürettiği unutulmamalıdır.

Askerî uçaklar da dahil olmak üzere dünyadaki bütün uçakların, atmosfere bıraktığı azot oksitin yaklaşık 40 mislini doğa oluşturmaktadır. Çünkü, atmosferin % 80 kadarı azot oksitten oluşuyor. Milyonlarca çakan şimşekler sırasında, büyük miktarda gaz yanarak azot oksite dönüşüyor. Doğanın bu özelliği, bizlerin çevre kirliliğine karşı önlem alınması konusunda kayıtsız kalmamıza bir mazeret teşkil etmez. Çünkü doğa, milyonlarca yıldan beri bir denge oluş-



Üç motorlu bir Boeing 727 uçağının deneme uçuşu: Resimde görüldüğü gibi, uçağın bir tarafına yeni UDF jet motoru monte edilmiştir. 4 m çapındaki Propfan ise, sadece uçağın kuyruk kısmına monte edilebilir. Bu ilave motor için en ideal uçaklar, iki motorlu uçaklardır.

UDF modelinin en büyük rakibi, MTU firmasının ürettiği CRIPS modelidir. CRIPS modelindeki pervane muhafazası, motor gürültüsünü azaltıyor. Çapı 2,5 m olduğu için, uçağın kanatları altına yerleştirilebiliyor.

turmuş, insanlar ise, son birkaç yıl içinde bu dengeyi tehlikeli bir şekilde bozmuşlardır. Bu durum için acilen bir şeyler yapılmasının gerektiği açıkça ortada.

Enerji üreten termik santrallerin çıkarabilecekleri zararlı gazların miktarı tespit edilip, otomobiller için katalizatörlerin kullanılması özendirilirken, yalnızca batı ülkelerinde uçan yaklaşık 8000 yolcu uçağının, atmosfere bıraktığı kirli gazlarıyla kim ilgilenecek? Eğer uzmanların tahminleri doğru çıkarsa, bu sayı 2000 yılında iki katına çıkacak. Otomobil sürücülerinin haklı olarak yönelttikleri şu sorunun sorulması gerekiyor: "Neden uçaklar için katalizatör düşünülüyor?"

Fakat uçaklar, yapılan istatistiklerde şimdilik çevre kirliliğine yol açan etmenler listesinde son sıralarda bulunuyorlar. Federal Almanya'da, çevreyi kirlüten zararlı maddeler emisyonunun ancak % 0,2 ile % 0,6 kadarı, karbonmonoksit, yanmamış hidrokarbon ve karbonmonoksit, havayolu taşımacılığı sırasında sivil uçaklardan atmosfere karışıyor. Diğer kuruluşlar ise, bu miktarların birkaç misli fazlası zehirli gazı çevreye saçıyor.

Sadece çeşitli araçların çıkardıkları azot oksit miktarı karşılaştırıldığı zaman ortaya çok ilginç bir tablo çıkıyor: Karayolu taşımacılığının % 87,2, deniz taşımacılığının % 2,5 ve sivil hava taşımacılığının çevre kirliliğindeki oranı ise yalnız % 1,3'tür. İnanılması zor olan bir başka gerçek ise, çevreyi en az kirlüten ulaşım şekli olarak her zaman övgüyle konuşulan demiryolu taşımacılığının hiç de öyle olmadığıdır. Çünkü demiryolu taşımacılığı sırasında % 1,2'lik bir azot oksit üretiliyor. Nasıl mı? Demiryollarında kullanılan elektrik enerjisinin, termik santrallerde üretilmesi sırasında, yukarıda verdiğimiz oranda zararlı gazların çevreye yayıldığını unutmamak gerekir.

Yanma odalarında 2000 derecelik ısı: Hava yanarak azot oksite dönüşüyor

Ağustos-Eylül 1988'de resmî makamlarca Hamburg'da yapılan ölçümler, oldukça sevindiriciydi. Hava limanı çevresinde yapılan ölçümlerde de, azot oksit miktarı, şehir merkezinden daha az çıkmıştı. Frankfurt ve Berlin'de tekrarlanan ölçümlerde de aynı sonuca ulaşılmıştı. Hava taşımacılığını savunan uzmanlarca, her zaman örnek olarak gösterilen bu olumlu durum, aslında gerçeği tam olarak yansıtmıyor. Uçakların, özellikle atmosferin yer yüzeyine yakın kısımlarında henüz önemli boyutlarda çevre kirliliğine yol açmadıkları doğrudur. Fakat, henüz hiçbir uçağın "Teknik Hava Talimatları"na uymadığı da bir gerçektir. Bu talimatlara yalnızca gaz türbinlerinde uyulmaktadır. Şurası da unutulmamalıdır ki, atmosferin üst tabakalarını kirlütenler sadece uçaklardır.

Azot oksit örneğinde problemi açıklayabiliriz:

Yeryüzünden başlayıp 12 km yüksekliğe kadar devam eden troposfer ve stratosfer arasındaki atmosfer tabakasının bitip, stratosferin başladığı bir yükseklikte uçan bir uçağın çıkarmış olduğu azot oksitin, ozon tabakasına zarar vereceğinden korkuluyor. Tabii ki, şimdi insanın aklına "uçakları alçaktan uçurtmak" gibi çok basit bir yöntem geliyor. Fakat hemen söyleyelim, bu yöntemin uygulanması da pek bir şey kazandırmıyor. Çünkü, alçak uçuşlarda daha yoğun hava tabakası bulunması nedeniyle, uçağın yakıt sarfiyatı artıyor. Bir Boeing 747, Frankfurt-Tokyo arası uçuşu için 7,7 ton yakıt tüketiyor ve bu oranda da atmosferi kirliliyor. Bilindiği gibi azot oksit aradaki atmosfer tabakasında, atmosferin ozon miktarını arttırıyor ve ozon, çok zehirli bir gaz olduğundan dünyadaki yaşam için tehlikeli oluyor. Uçak hangi yükseklikte uçarsa uçsun, jet motorunun çı-



Orta Avrupa'nın uydudan çekilmiş fotoğrafı: Resimdeki beyaz çizgiler, yolcu uçaklarındaki jet motorlarının arkada bıraktıkları izlerdir. Meteoroloji uzmanları, su buharı ve egzoz gazlarının hava şartlarını etkilediğini iddia ediyorlar.

kardığı gazlar, mutlaka sorun yaratıyor. Hemen söyleyelim, jet motorları için geliştirilmiş bir katalizator henüz mevcut değil. Çünkü, jet motorlarının yanma odalarında oluşan ısı 2000 derecenin üzerinde oluyor ki, bu içten yanmalı otomobil motorlarının ısısının çok üzerindedir. Bu ısıya, elde mevcut katalizator malzemelerinin hiçbiri uzun süre dayanamaz.

Peki, bu durumda ne yapılabilir? Uçak motoru mühendisleri, bu konuda iki çözüm yolu öneriyorlar. Birincisi, jet motorlarının daha ekonomik hale getirilmesi, yani, yakıt tüketimlerinin azaltılması. Böylece, hem yakıt tasarrufu yoluyla taşıma maliyetleri azalacak, hem de çevreyi kirleten jet motoru gazlarında azalma olacaktır. 1970 yılından beri, jet motorları üzerinde yapılan araştırmalar sonucu, yakıt tüketiminde, yarı yarıya bir tasarruf sağlanmıştır. Eğer bir yolcu uçağının 100 km'de yolcu başına tükettiği yakıt hesaplanacak olursa, çok şaşırtıcı rakamlar ortaya çıkıyor. Eski uçak tiplerinden sayılan Boeing

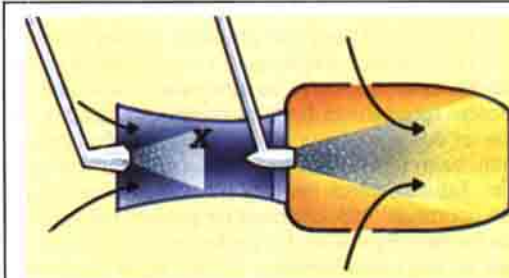


Ses duvarını aşan Avrupa Jet modeli: ATSF (Aion de Transport Supersonique Future) uçaklarının jet motorları, iniş ve kalkışlarda Turbofan'lardan daha yavaş, ses duvarının üzerindeki hızlarda ise RB-199'lar gibi çalışıyor.

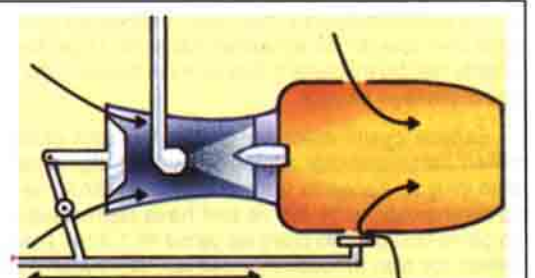
737-200 ve 727-200, yolcu başına 12-13 litre yakıt sarfederken, modern Airbus'lar veya uzun mesafe uçaklarından olan DC-10 ve Boeing 747'ler en çok 5-6 litre yakıt harcamaktadır. Bu rakamlarla yolcu uçakları, yakıt tüketimi açısından otomobillerle mukayese edilebilecek duruma gelmişlerdir.

Soğuk hava akımı, jet motorlarının ekonomik oluşlarına tesir ediyor

Jet motorlarındaki bu gelişme, motor mühendislerini henüz tatmin etmiyor. Birkaç yıldan beri uzmanların üzerinde çalıştıkları motorlar, günümüzde modern uçaklarda kullanılan Fan-motorlarından % 30-40 oranında daha iktisatlı olabilecektir. Mühendisler bunun için jet motorlarının iç ve dış tesir derecesine değinelim: Burada ulaşılmak istenen şey, verilen enerji kaynağı "kerosin"(yakıt) ile, bundan gaz türbinlerinde elde edilen enerji oranının mümkün olduğunca artırılması. Bunun için her şeyden önce kompresörde çok yüksek bir sıkıştırma oranı gerekiyor ki, bu sıkıştırma oranı günümüzde



2000'li yılların jet motorlarındaki yanma odası: İki bölmeden oluşuyor. Birinci bölmede, yakıt önceden karıştırılıp buharlaştırılıyor. İkinci bölmede, ayrı bir kanaldan yakıtın püskürtülmesi ile tam bir yanma gerçekleştiriliyor. Bu sayede, % 75'e varan bir oranda azot oksit azalması gerçekleştiriliyor.

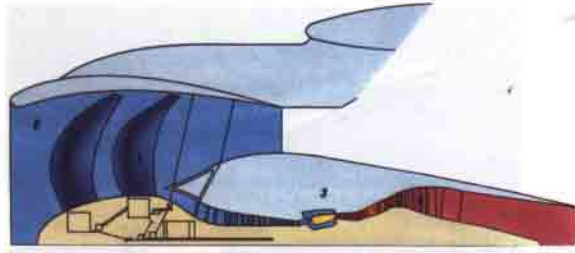


"Katalizatorlu yanış" için gerçekleştirilen yanma odası: Hava ve yakıt girişi, elektronik olarak kumanda edilen kapakçıklar aracılığıyla düzenlenmiş. Sonunda % 85'e varan bir oranda azot oksit azalması sağlayan bir sistem ortaya çıkmıştır. Bu tekniğe, "jet motorlarının katalizatorü" gözüyle de bakılabilir.

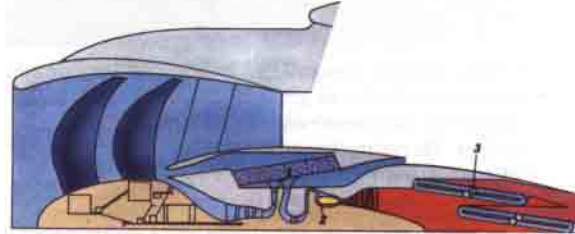
25:1'dir ve türbinlerde de çok daha yüksek bir yanma ısısı gereklidir. Burada ortaya bir çelişki çıkıyor. Kompresör ve ısının artması sonucu yakıt tasarrufu sağlanıyor. Bu suretle, genel olarak zararlı gazlar da azalıyor, fakat egzoz gazlarının içindeki en problemleri gaz olan azot oksit oranı artıyor. Örnek verecek olursak, modern Airbus A 320, bir Boeing 727-200'ün aşağı yukarı yarısı kadar "kerosin" harcıyor ve karbonmonoksit değeri de 1/3 oranında daha az. Ama azot oksit oranında bir azalma olmamıştır. Motor firmaları, bu problem üzerinde yoğun bir şekilde araştırmalarını sürdürüyorlar. Örneğin Lufthansa, modelleri üzerinde karar verirken, bundan sonraki uçak alımlarında azot oksit emisyonunun da çok önemli bir rol oynayacağını açıklamıştır.

Jet motorlarının iç tesir derecesini yükseltme imkânı oldukça kullanılmış olduğu için, tüm çalışmalar motor dış tesir derecesini artırma yönünde yoğunlaşmıştır. Yani, jet motoru içinde elde edilen termik güç, mümkün olduğu kadar yüksek oranda itici güç haline çevrilmelidir. Uzun süreden beri bilinen dış tesir derecesi, mümkün olduğu kadar çok havanın dışarıdan jet motoru çevresine verilmesiyle artıyor. Bunu, yan akım oranı olarak isimlendiriyoruz. 30 yıl öncesine kadar bu oran, Boeing 707 veya 727'de 1-3 kadardı. 70'li yılların başlarında daha güçlü Fan-Jet motorlarında bu 4-6 oranına ulaştı. Daha açık bir ifadeyle, ön taraftan emilen havanın büyük bir bölümü, soğuk hava akımı olarak motor çevresinde dolaşarak ve ancak az bir kısmı jet motorunun içine verilebiliyor ve orada yanıyor.

Eğer jet motorlarına büyük hilâl şeklinde kanatlar ilave edilirse, %30-40'lara varan yakıt tasarrufu sağlanabiliyor. Çünkü, bu kanatlar sayesinde yan akım oranı 40-60 değerinde artıyor. Bu tür Propfan'lar, Amerika'da denenmiştir. Maliyetleri oldukça yüksek olduğu için, havayolu şirketleri henüz bu tür motorları tercih etmiyorlar. Bu motorların kullanımıyla elde edilecek yakıt tasarrufu ise, henüz bu yüksek maliyeti karşılamaktan uzak. Eğer jet motorlarının çikardığı gazları sınırlayacak bir kanun çıkarsa, o zaman bu tür motorlar 90'lı yılların ikinci yarısında seri olarak üretilebilirler. Fakat, Propfan'ların önemli bir mahsuru var. Kanatların çapı aşağı yukarı 4 m olduğu için, sadece uçağın kuyruk kısmına monte edilmeleri mümkün olmaktadır. Motorların, kanatların altına getirilmesi, modern uçaklarda en iyi çözüm yoludur. Özellikle 4 jet motorlu uzun mesafe uçakları için en uygunu da budur. Fakat Propfan'ların kanatlar altına monte edilmeleri, çok büyük oldukları için mümkün değildir. Bu sorunu çözmek için MTU firması (Motoren-und Turbinen-Union München), CRIPS (Contra Rotating Integrated Shrouded Propfan) adını verdiği, bir taslak geliştirdi. CRIPS, ABD'de denenenden daha küçük bir kasnakla kuşatıldığı için motor gürültüsü azaltılmış ve motor çapında 2,5 m'ye kadar sınırlandırılmıştır. MTU uzmanlarının hesaplamalarına göre, bu motorun yakıt tüketimi, bugünkü Fan-motorlarına göre % 10-20 arasında daha azdır. Bu tür CRIPS motorları, 2000 yılına kadar kullanılabilir hale gelecektir. Fakat MTU'nun araştırma-



2010 yıllarında gerçekleşecek bir jet motorundaki yenilik: Ters istikamette dönen iki hava rotoru(1) ve suni liflerle sertleştirilmiş bir hava muhafazası(2). Seramikten yapılmış bir yanma odası(3). Jet motoru, bu özelliklerinden dolayı daha az zehirli gaz çıkarıyor. Ayrıca kanatlar da, türbin kanatlarının(4) ters yönde dönmelerini sağlıyor.



2020 yıllarının jet motorunda gerçekleştirilecek yenilikler: İki hava geçirmeyen bloğun arasındaki bir hava soğutucusu(1) çevreye hiçbir zararlı madde bırakmayan yanma odası(2) ve yüksek hararetlerdeki ısı değiştirgeci(3), türbinin hemen arkasında bulunuyor. Böylece egzoz gazlarının ısısı, tekrar yanma odasına yardımcı olmak için geri gönderiliyor.

ları çok daha ileriye dönüktür. Eğer, bir CRIPS motorunun kompresörüne bir "ara soğutucu" ilave edilir, egzoz çıkışına da bir ısı değiştirici monte edilirse, randıman artarak yakıt tüketimi bugünkü jet motorlarına göre % 30-40 oranında azaltılabilir.

Görüldüğü gibi, bütün bu tedbirlerin asıl amacı, yakıt tüketimini genel olarak azaltmaktır. Böylece zararlı egzoz gazlarında da hissedilir bir azalma olacaktır. Bu arada azot oksit problemi hâlâ çözümsüz kalmaktadır. Bu nedenle mühendisler, daha bugünden yanma sonucu oluşan zararlı gazların miktarının azaltılması yönünde çaba sarfetmektedirler: Buradaki en önemli nokta, "kerosin" in karışım olayındaki oranını daha iyi ayarlayabilmektir.

MTU, bu amaca birkaç safhada ulaşabileceğini sanıyor:

1- Yeni ölçüm metotları, yeni regülatör ve az yakıtlı bir karışımın hazırlanmasıyla, yanma odasında % 30 daha az azot oksit oluşumu mümkündür. Şu anda kullanımda olan jet motorları, taslağa göre bu sisteme uygun hale getirilebilirler.



Üstteki fotoğraf Boeing 727'yi, halihazırda üzerinde bulunan jet motorları ile gösteriyor. Alttaki fotoğraf Boeing 757'yi, daha sessiz olan modern jet motoru ile gösteriyor. İki resim arasındaki şekil ise, uçağın çıkardığı sesin alanını şematize ediyor.

2- Bir ana kanal vasıtasıyla yakıt buharlaştırılır ve karıştırılır. Daha sonra asıl yanma odalarına gönderilir ve orada ayrı bir yakıtın fişkırtılmasıyla, karışımın tamamen yanması sağlanır. Bu teknikteki azot oksit azalması % 75 dolayındadır. Bu uygulamanın teknik olarak gerçekleştirilebilmesi oldukça zordur; çünkü yakıtın zamansız olarak kendiliğinden ateşlenmesi ve tersine alev alması gibi iki taraflı tehlikesi mevcuttur.

3- Eğer yanma odalarına yakıt ayar kapakçıkları yapılabilsen, bunların sayesinde yakıt karışımı mümkün olan en az miktarda "Kreton" ilavesiyle elde edilerek, azot oksit çıkışı % 85 oranında azaltılabilir. Böyle bir uygulama, otomobillerde kullanılan katalizatörlere benzediği için bu sisteme de "katalizatörlü yanma" deniliyor. Yanma odaları, bu sistemde normalerinden 1/3 oranında uzun olmak zorunda. Bu özelliklerinden dolayı da kullanımda bulunan jet motorlarına uygulanmaları mümkün değil. Bu tür motorların 2000'li yıllardan sonra ancak kullanılabileceklerini söyleyebiliriz. Söz konusu sistemin geliştirilebilmesi için pek çok sorunun halledilmesi gerekiyor. Araştırmaların şimdiden başlamasıyla belki 15 yıl içinde amacımıza ulaşabiliriz.

Hidrojenin yanmasıyla da azot oksit oluşur

Hava taşımacılığında, azot oksit problemini çözebilecek başka yollar var mı? Acaba hidrojenin itici güç kaynağı olarak kullanılması, çözüm yolu olabilir mi? Daha birkaç yıl öncesine kadar pek çok uzman buna inanıyordu. Fakat, günümüzde bu konudaki iyimserlik ortadan kalkmıştır. Normal jet motorlarının, küçük bir değişiklikle hidrojen kullanılabilir



Askerî amaçlı jet motoru RB-199: Daha yüksek güce ulaşmak için iki kademeli yanma olayı gerçekleşiyor. Bu motorun olumsuz tarafı, artan yakıt tüketimi ve yüksek yanma ısısı nedeniyle de bol miktarda azot oksit çıkarmasıdır.

hale gelmeleri, günümüz teknolojisinde iyi bir haber gibi görünüyor. Ancak, bu değişikliğin hem maliyeti yüksek, hem de çevrenin korunmasına hiçbir katkısı yok. Çünkü hidrojen kullanımı esnasında büyük miktarda azot oksit açığa çıkıyor. Bunun yanında egzozdan sadece su buharı çıkması, çevre için hiç de iyi değil. Yüksek uçuşlarda bu su buharı hemen donarak buz kristalleri haline geliyor ve "Cirrus" bulutlarını oluşturuyor. Fazladan oluşan bu bulutlar ise, pek çok bilim adamının tahminine göre, hava kirliliğinin daha şiddetli oluşabileceği sera özelliği taşıyor ki, bu da günümüzde kullanılan jet yakıtı "kerosin" in yanması sonucu oluşan karbondioksitten daha büyük bir çevre kirliliğine yol açabiliyor. Bu durumda hidrojenli motorların hava ulaşımında bir şans olabilir mi? Oldukça çok yüksekte uçan uçaklarda, bu motorun kullanılmasının bir anlamı olabilir. Çünkü, hız için "kerosin" yakıtının itici gücü yeterli olmamaktadır; ayrıca hidrojen, motorun ısınan dış yüzeyinin soğutulması amacıyla da kullanılabilir.

Uçak motoru yapımcılarının amacı, egzoz gazlarını 2000 yılına kadar yarı yarıya azaltmak

Bütün uzmanlar, ortak bir görüşte birleşiyorlar: Eğer 2000 yılında hava taşımacılığı iki katına çıkacaksa, bu uçakların yol açtığı kirliliğinde yarı yarıya azaltılması gerekir ki, uçakların yol açtıkları hava kirliliği, bugünkü seviyede kalabilsin. Doğrusu gelecek 10 yıl içinde bu hedefe nasıl varılabileceğini, bugün hâlâ hiç kimse kabul edemiyor.

P.M.'den çev.: İdris ÖZYILDIRIM