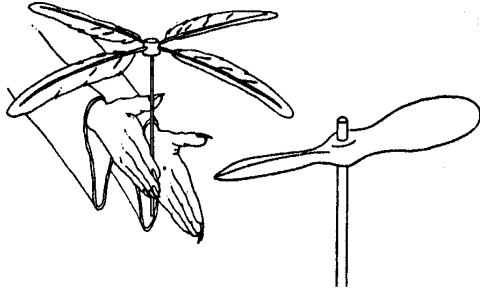


HELİKOPTERLER



Tarihçe

Uçmak, insanın en eski rüyalarından biri olduğundan tarihçesi milattan öncelere dayanır. Bu devirlerde, Çinlilerin elde döndürülerek uçurulan bir oyuncak yaptıkları bilinmektedir.

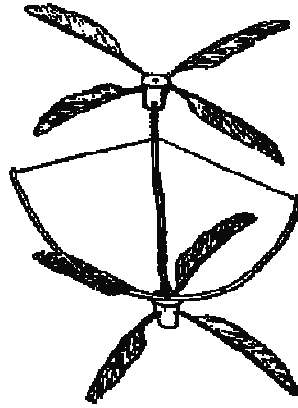


İzleyen yıllarda, 1485 yılında Leonardo da Vinci'nin insan gücüyle hareket etmesini tasarladığı çizimlerine kadar, kayıtlara geçen başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.



Leonardo Da Vinci'nin Helikopteri, 1485

1784’de Fransızlar Çin oyuncağından esinlenerek birbirine ters yönde dönen iki rotorun dikey bir şaftla merkezlenerek birleştirilmesiyle uçabilen bir model yapmışlardır. Bu düzeneğin tahriki şafta sarılan sicimin hızla çekilmesiyle sağlanıyordu.



Fransız oyuncuğı, 1784

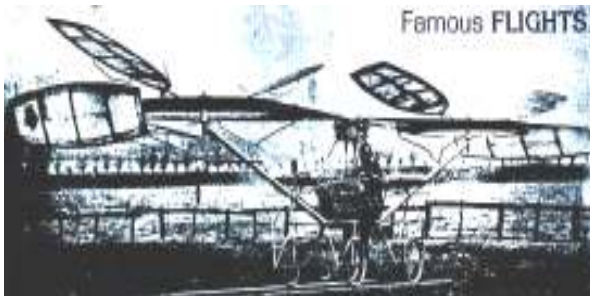
1800’lerde konuyla ilgilenenlerden biri olan Fransız Gustave De Ponton yaptığı modellerine Latince ‘‘heliko’’ (Spiral) ve ‘‘pteron’’ (Kanat) adlarını birleştirerek ‘helikopteres’ adını verdi ve genel bir kabul gördü.

Wright kardeşlerin 1903’deki başarılı uçuşundan 4 yıl sonra 1907’de Breguet Richer’in yaptığı 40 beygirlik bir motor tarafından tahrik edilen dört rotorlu bi-plane formundaki helikopterin 40 saniye havada kalabildiği iddia edilmişti. Araç oldukça dengesiz olduğundan havadayken dengesini sağlanmasına yardım edecek dört kişiye ihtiyaç duyuluyordu. Bu deneme helikopterle yapılan ilk insanlı uçuş olarak kayıtlara geçmiş olmakla birlikte, insan gücü katkısı hala tartışmalıdır.



Breguet Richer, 1907

Paul Cornu 1907’de tandem rotorlu 24 beygirlik bir motorla çalışan aracıyla yaptığı denemede 20 saniye havada kalmayı başarmıştı. Fakat, araç yere konarken meydana gelen kazada alev aldı. Bu deneme yardım almadan yapılan ilk helikopter uçuşu olarak genel bir kabul görür.



Paul Cornu, 1907

1922’de Rus göçmen George De Bothezat Amerikan Kara Kuvvetlerinin desteğini alarak, pilot haricinde 3 kişi taşıyabilen o zamana kadar olan makinaların en büyüğünü yaptı. Yapılan araç 4 rotorluydu, fotoğraftan da görüldüğü gibi yolcular için bir konfor söz konusu değildi.



George De Bothezat, 1922

1923’de İspanyol Juan De La Cierva imal edip uçurduğu ‘Autogiro’ adı verilen bir hava aracını literatüre eklemiştir. Bu araçla, döner kanat kullanarak İngiliz kanalını geçen ilk kişi olmuştur. Autogiro’lar pervane ve rotorun tek bir motorla tahrik edildiği araçlardır.



Autogiro, 1923

1935’de Lois Brequet’in helikopteri, koaksiyel yapıda ve günümüzdekilere oldukça benzeyen pal dizaynı ile 44 kilometrelik bir uçuşu gerçekleştirebilmişti.



Lois Brequet, 1935

Igor Skorsky 1939’da, günümüz helikopterlerinin öncüsü sayılabilecek, güncel standartların ilklerini barındıran VS-300 modelini başarıyla denedi .



Igor Sikorsky, 1939

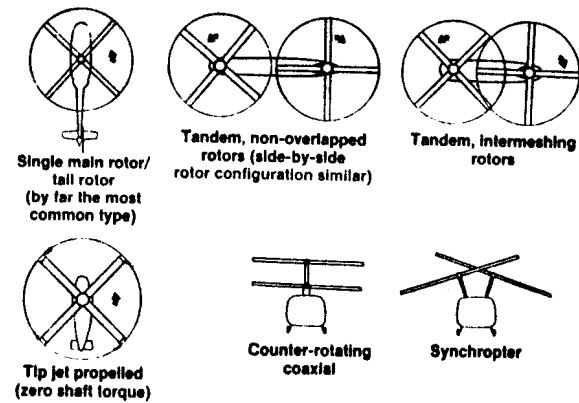
Bu modelle ana rotorla kuyruk rotorunun koordineli olarak tahrikini sağlayabilmiş, daha sonra da pitch kontrol ünitesini eklemeyi başarmıştı.



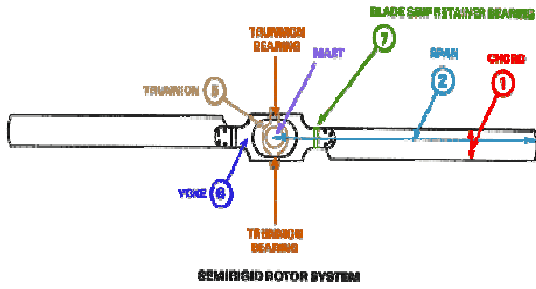
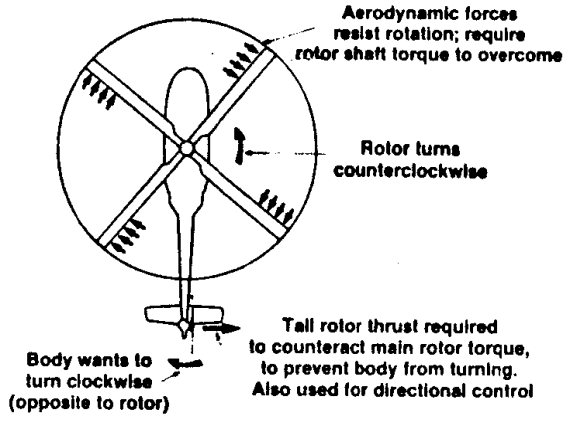
Sikorsky, pitch kontrol ünitesi modeli

Genel Helikopter Bilgileri ve Performans Problemleri

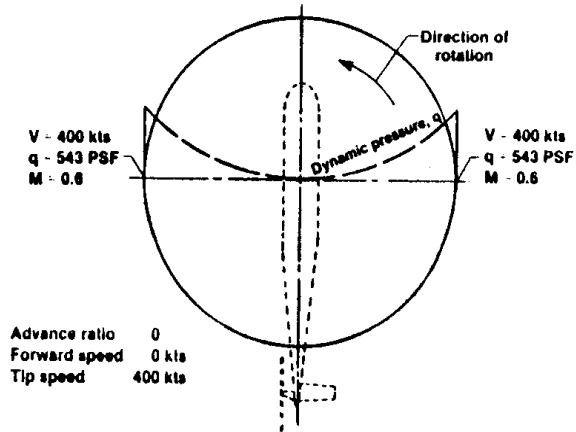
Helikopterlerde dönen ana rotorun ürettiği dengelenmesi gereken moment, ana problemlerden biridir. Bu moment helikopter gövdesini rotorun dönüş yönünün tersine olmak üzere döndürmeye çalışır. Bu zorluk başlangıçta ters yönde dönen diğer bir rotorla dengelenmiş bunun sonucu olarak değişik görünümde modeller imal edilmiştir.



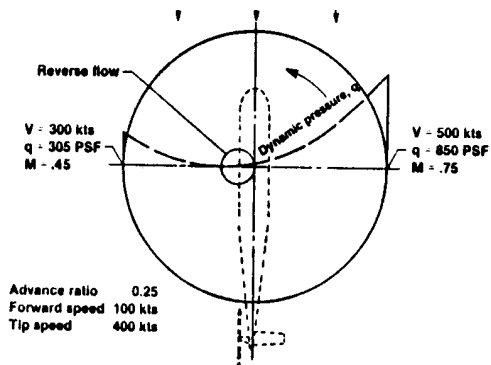
Sikorsky tarafından uygulanan, kuyruk ve ana rotorun koordineli çalıştığı, ve günümüzde de en yaygın kullanıma sahip olan bu tür yine de bazı problemlerle karşı karşıyadır.

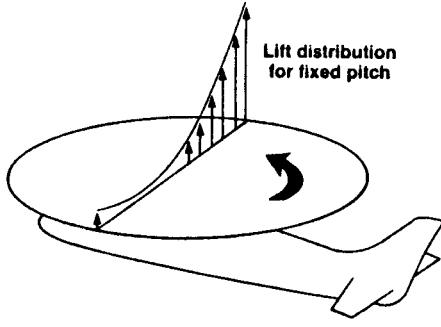


Helikopterin sahip olduğu uçuş yeteneğiyle haliyle aşamayacağı bir performans sınırı vardır.



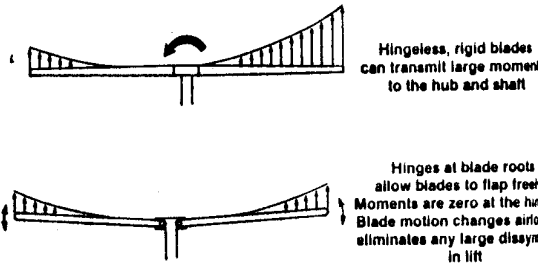
Üstte hoverdaki (uzunlamasına eksen yönünde hızın olmadığı durum) bir helikopterin palindeki basınç dağılımı görülmektedir. Bu koşullarda pal üzerindeki hava hızı aynıdır ve problem oluşturmamaktadır. Basınç dağılımı hızın karesiyle doğru orantılıdır ve rotor shaftı merkezli bir parabol olacak şekilde bir dağılım oluşturur. İleri doğru hızlanıldığında hızın karesiyle oluşacak değışimler sonucu aşağıdaki şekilde görülen dağılım meydana



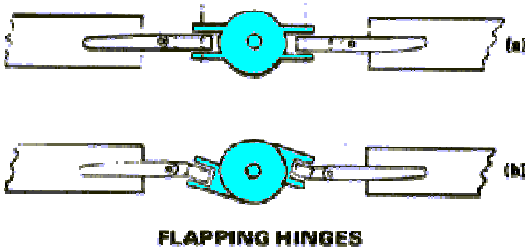


gelir. Araç hareket halindeyken kontrol zor olduğundan pilotun devamlı olarak müdahalesi gerekir. Örnek olarak alınan 100/saat millik bir seyahat hızında hareket yönünde devam eden palin uç hızı 500 mil/saat, hareket yönüne ters yönde devam eden palde de 300 mil/saat olması sonucu, hareket yönündeki palin ters yönde hareket eden kısmına göre üç misli fazla taşıma oluşturmasına ve performansı sınırlayan roll(yuvarlanma) momenti oluşumuna neden olacaktır.

Buna ilk çözüm olarak, dönme eksenine dik yönde serbestliğe sahip kökten menteşeli pal bağlantısı düşünülmüştür.



(a) Plain flapping hinge. (b) Delta-three hinge combines flapping and cyclic feathering.



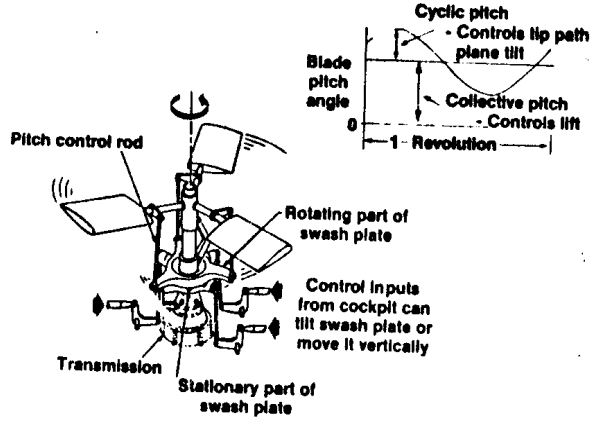
FLAPPING HINGES

Hareket yönünde ilerleyen pal taşıma artışı sonucu yukarı hareket eder böylece taşıma ve doğurduğu moment azalabilir. Rotor üzerindeki merkezkaç kuvvetinin aerodinamik kuvvetinden çok büyük olması aşırı açılı önler ve bu hareketi sınırlar. Ayrıca periyodik bir şekilde hızın yüksek olduğu paldeki hücum açısı bir mekanizmayla düşürülürken, hızın düşük olduğu diğer uçtaki palde artırılması ile her iki yönde oluşacak kuvvetler farkı azaltılır.



Swash Plate

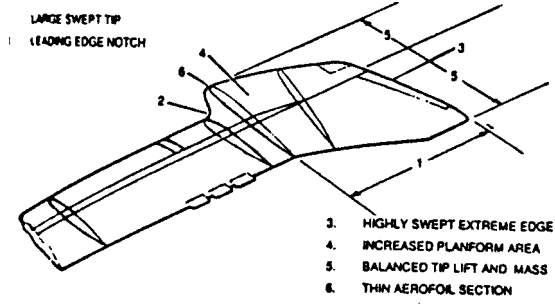
Böylece performans daha da iyileştirilebilir.



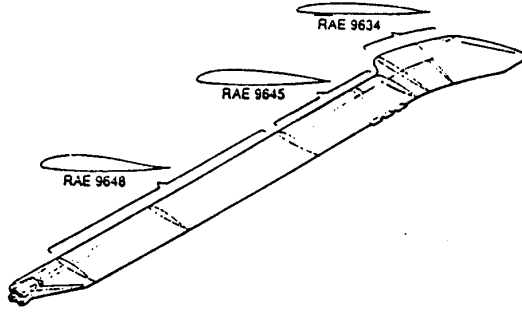
Üstte ana rotorun tasarlanan şekilde hareket etmesini sağlayan, hem periyodik hem de kollektif açı kontrol kumandalı 'Swash Plate' mekanizması görülmektedir. Bu parça günümüz helikopterlerinin büyük bir çoğunluğunda kullanılmaktadır.

Geri gelen paldeki hücum açısı belli bir limite kadar artırılabilir(stall). Aracın hızı artırıldığında bu paldeki bağlı hız düşer ve hücum açısının daha da artırılmasını zorunlu kılar. Limit, palin stall olmasıdır. Ufak bir bölgenin stall olması büyük bir probleme yol açmayabilir. Fakat artan hız ile büyüyen stall bölgesi kumandalar için gereken kuvveti ve titreşimleri artırır. Ters yönde hareket eden palin stall'ı hareket ile yönündeki palin otorotasyonu(palin rotoru beslemesi) helikopterin performans sınırlarını belirler. Helikopterlerin hız sınırı 1986'da Westland Lynx'in kırdığı rekorla halen 216 mil/saat tir. Bu hız (gerekli merkezkaç kuvveti için yeterli hız), araca yalnızca uçakların yapabildiği Loop manevrasını yapma imkanı da sağlar.

Bu sınır hızı ana rotor kesiti ve plan şeklinde yapılan ilave iyileştirme ve yenilikler sonucu ulaşılabilmektedir.



Westland Lynx Ana Rotor Pali



Westland Lynx Ana Rotor Pal Kesiti

Helikopterin artan hızıyla birlikte büyük bir taşıma kaybı da söz konusudur. Performansı geliştirmek amacıyla helikoptere eklenen taşımaya yardımcı kanatlar, yardımcı tepki ilavesi gibi ilaveler aracı karma bir modele(VTOL/STOL) dönüştürür.



Westland Lynx Loop manevrasında

Tek rotorlu helikopterlerde uçuş esnasında oluşan torkun dengelenme zorunluluğu kuyruk rotorunu zorunlu bir eleman yapmaktadır. Kuyruk rotoru rüzgarla etkileşimin, ana rotorun, kuyruk ve yer etkisinin neden olduğu karmaşık bir aerodinamik ortamda çalışır. Oldukça girdaplı, darbeli yükler altında çalıştıklarından ömürleri kısa olur. Bu şartlar altında titreşim ve gürültü kaynağıdır.

Çalışırken hem yakınındaki bütün cisimler için hem de kendisi için tehlike oluştururlar. Kuyruk rotorunun neden olduğu helikopter arıza ve kazaları önemli bir yüzdeye sahiptir. Ayrıca uçuş sırasındaki gürültünün önemli bir kısmının da nedenidirler. Problemleri görülen bu çözümler sonucu iki yeni anti-tork sistemi daha düşünülmüştür.



Fenestron

Bunlardan ilki olan fenestron, Fransız 'Aerospatiale' firması tarafından bulunan bir kuyruk rotoru türüdür. Korunan küçük bir rotorla (klasik kuyruk rotorunun yarısı kadar) geniş bir dikey kuyruktan oluşur.



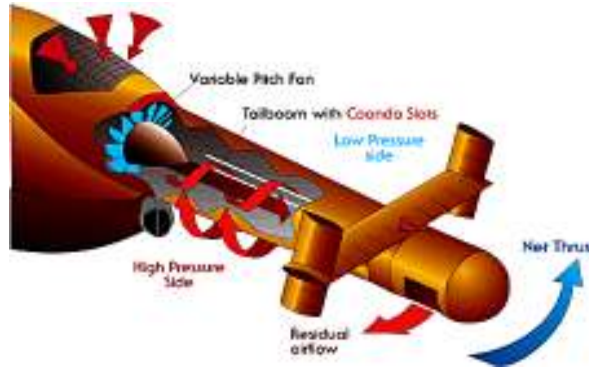
Fenestron anti-tork sistemine sahip bir helikopter

Yere yakın uçuşlarda sağladığı emniyet ve düz uçuşlarda daha az güç ihtiyacı gerektirmesi önemli avantajlarından, araca yüksek manevra kabiliyeti ve yumuşak bir kontrol sağlar. Çapı klasik yapıdaki kuyruk rotorlarına göre küçük ve çevrelenmiş olduğundan gürültüye ve güç kaybına neden olan (% 2 civarında) olumsuzlukların önüne geçilebilmiştir. Düz uçuşta hareket yönündeki denge ve kararlılık dikey kuyrukla sağlanabildiğinden, kuyruk rotoru için harcanan güçten tasarruf edilebilmektedir. Fenestron için gereken güç ana rotor için harcananın % 1'i iken klasik türlerde bu % 3-5 aralığındadır. Üretim maliyetini artırmasına rağmen hafif ve orta sınıf helikopterler için en iyi anti-tork sistemi olarak düşünülmektedir.



Notar, tepkili anti-tork sistemi

Diğer bir anti-tork sistemi olan Notar(No Tail Rotor), Mc Donald Douglas firmasınınca yeni bir anti-tork sistemi olarak uygulamaya konmuştur. Türbinli motora bağlı fanla çekilen hava kuyruk boom'u içindeki kanal yoluyla, yüksek bir tepkiyle dışarıya verilir. Kuyruk rotoru gibi tehlikeye neden olacak hareketli bir parça bulundurmaz. Gürültü ve titreşim problemleri, bu sistemle hiç olmadığı kadar iyileştirilebilir. Yalnız, en yüksek maliyet oluşturan anti-tork sistemidir.



Anti-tork oluşturan havanın tepki oluşturması

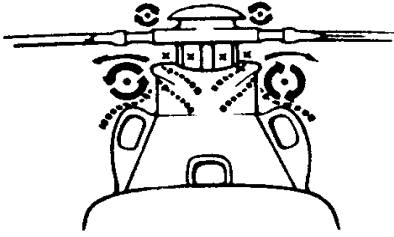
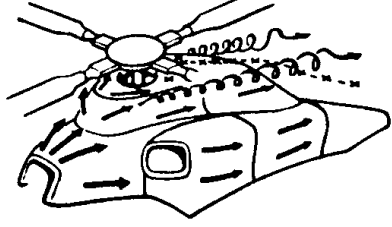


Notar anti-tork sistemine sahip bir helikopter

Helikopterler, 200 knot'a yakın hızlarda büyük sürüklenme kuvvetlerine maruz kalabilirler. Kendileriyle aynı büyüklükteki bir uçağa göre 10-15 kat daha fazla bir sürüklenme oluşturabilirler. Bu sürüklemenin üçte biri rotor başı girdaplarından olmak üzere başlıca; gövde sürüklemesi, motor sürüklemesi, ve iniş takımlarından kaynaklanır. Yine helikopter rotorunun aşağı doğru yönlendirdiği havanın oluşturduğu download 'dikey sağanak' sonucu oluşturduğu sürüklenme yükü hız arttıkça helikopter ağırlığının % 5 ine ulaşabilir.

Düşük hızlı egzoz gazlarının rotor altındaki dairesel hareketli akımın içerisine girerek tekrar motor tarafından emilmesi de bir problemdir. Özellikle hover ve düşük hızlardayken artan giriş sıcaklığı motor performansını doğrudan etkilediği gibi giriş sıcaklığının dalgalanması torkta değişmeye kontrol ve stabilite(kararlılık) zorluklarına neden olmaktadır. Çözüm için egzost hızı artırıldığında ise yüksek motor çıkış basıncı hover performansını azaltmaktadır.

Artan seyahat hızlarında, ana rotor merkezi elemanlarının ve motor ve hava alığı dış yüzey geometrisinin sebep olduğu kararsız girdaplar dikey kuyrukta tekrarlı ve düzensiz momentler oluşturmaktadır. Bunları azaltmak için ana rotor merkez kapağı 'Beanie' ve akımı yönlendirmek için 'Horse Collar' denilen elemanlar kullanılır.

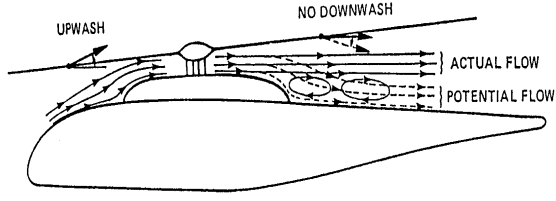


Beanie



Horse Collar

Kokpit ön camının gövde eksenine büyük açılar yaptığı durumlarda ana rotor ön bölgesinde oluşacak düşük basınçtan dolayı upwash (yukarı yönde hava akımı) meydana gelebilir, ana rotorun gövdeye yakın çalıştığı durumlarda, bu olay daha da belirginleşir. Upwash bu bölgedeki hücum açısını artıracığından bölgesel stall'a neden olarak rahatsız edici titreşimlere ve taşıma kaybına sebep olur .



Helikopterlerden daha fazla performans almak amaçlanırken oluşan sorunlar taşımaya yardımcı kanatlar, yardımcı tepki ilavesi gibi yöntemlerle çözülmeye çalışılmıştır. Bütün bunlarda, karma modellerin(VTOL/STOL araçlar) başlangıcını oluşturmuştur.

Kaynaklar:

1. AGARD, 1991
2. <http://www.flying-bike.demon.co.uk/helistuff/heli.html>
3. <http://www.helicopterpage.com>
- 4.