

AMAÇ VE KAPSAM

Günümüzde gelişmekte olan savunma sanayiinde artık insansız hava araçları son derece önem arz etmektedir.

Insansız hava araçlarının (İHA, SİHA, TIHA) boyutları ve ağırlıkları göz önüne alınarak farklı motor tercihleri yapılmaktadır. Bunlara farklı bir örnek olarak mikro turbojet motorları artık sıkça kullanılmaya başlanmış ve her geçen gün geliştirilmeye devam etmektedir.

Ancak turbojet motorlarının genel sorunu olan soğutma hala bir problem olarak göze çarpmaktadır.

Çalışmanın amacı farklı bir sistem geliştirerek verimi düşürmeden türbinin soğutulmasıdır.

Yapılan çalışmada turbojet motorlarının türbinlerinin genel olarak soğutulmasına farklı bir bakış açısıyla yaklaşılmış, türbin ve mil konstrüksiyonlarında soğutma yapılmak amacıyla delikler açılmış, soğutma kanalları oluşturulmuş ve teoride soğutma probleminin bir miktar karşılanması amaçlanmıştır.

SONUÇ

Gaz türbinlerinin genel tanımı yapılmış ve dizaynında esas olarak alınan bazı kriterlerden bahsedilmiştir.

Jet motorlarının çeşitlerinden detaylı bir şekilde bahsedilmiş ve hangi alanlardan hangi amaçlarla kullanıldığına değinilmiştir.

Turbojet motorlarının kısımları detaylı bir şekilde anlatılmış ve görevlerinden bahsedilmiştir.

Hava alığı, kompresör, yanma odası, türbin ve egzoz lülesinin hangi malzemelerden imal edildiğini ve hangi amaçlar doğrultusunda kullanıldığı anlatılmıştır.

Bu tasarımda yapılan türbin soğutma sistemi anlatılmış çeşitli çizimlerle desteklenerek düzenlenmiştir. İnsansız hava araçlarında kullanılacağı için boyutları ve çalışma prensiplerine verilen kararlardan bahsedilmiştir.

Tasarımı yapılan projenin matematiksel hesaplamaları yapılmış ve bazı programlar kullanılarak kayıt altında incelenmiştir.

Proje her anlamıyla tamamlanmış, malzemeler belirlenmiş, maliyet hesabı yapılmıştır.

ÖZET

Bilindiği gibi gaz türbinlerinin verimlerinin düşük olmasının sebebi türbin kanatlarının yanma odasından çıkan sıcak gazlara dayanamamasıdır.

Geliştirmeye çalışılan sistemde bu yüzden türbin soğutma sistemi seçilmiştir. Buna çözüm olarak tasarlanan sistem şu şekildedir:

Soğutucu akışkan olarak hava kullanılacaktır. Ancak hava kompresör tarafından sıkıştırılmadan içi boşaltılan mil ile jet motorunun girişinden girektürbin çarkına kadar ilerleyecektir. Milin açılan delikler sayesinde, merkezkaç kuvveti altında olan hava türbin diskine geçerek oradan da türbin kanatçıklarına doğru ilerler. İçinde soğutma kanalları bulunan türbin kanatçıkları da gelen havayı firar kenarından ve en uç kısımdan dışarı doğru savurur. Akan hava yeterli debiye ulaştırılabilir ise büyük oranda bir soğutma sağlanacaktır.

Tasarlanan kanatçıkların geleneksel yöntemlerle üretilmesi pek mümkün değildir. Ancak Siemens'in Mart 2020'de yayımladığı haberde türbin kanatlarını 3D yazıcı ile ürettikleri görüldüğünden yapılan tasarımın da bu şekilde üretilebileceği düşünülmektedir.

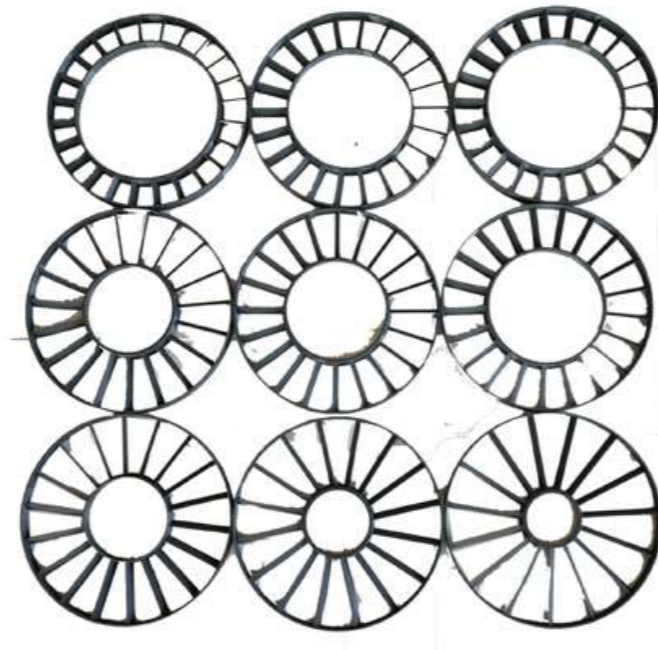
Türbin diskindeki delikleri ise maliyeti düşük tutmak amacıyla itezgahlarda üretilebilmesi için doğrusal delikler açılmıştır. Ancak akışın daha rahat olabilmesi için mildeki ve diskteki deliklere belirli oranlarda aç verilmiştir. Bu açılarının özellikle milin yapısal bütünlüğüne zarar vermemesine dikkat edilmiştir.

Proje her anlamıyla tamamlanmış, malzemeler belirlenmiş, maliyet hesabı yapılmıştır. Motorun açığa çıkardığı itki kuvveti ise 90.61 N olarak hesaplanmıştır. Ancak pandemiden dolayı oluşan sıkıntılardan ötürü projenin prototipi yapılamamıştır.

Proje Creality - Ender3 Pro modeli 3 boyutlu yazıcıyla basılıp, üretilmiştir. Proje birebir ölçekle model olarak basılıp üretilmiştir.



ŞEKİL 1.



ŞEKİL 2.

KOMPRESÖR VE STATORLAR

Gaz türbinli motorlarda verimli ve güçlü bir yanma için basınçlı havaya gereksinim vardır. Eksenel akımlı kompresör birden fazla dönen kanatçıklı parçadan oluşur.

Motor şaftına bağlı rotor ve eksenel akımlı kompresör motorun dış cepherine sabitlenmiş stator bir kademe oluşturur. Her kademe aldığı havayı bir sonraki kademeye iletirken basıncını artırır. Rotorun bağlı olduğu şaft, türbine de bağlı olduğundan, kompresörün ihtiyacı olan açısız hız türbin tarafından sağlanır.

Hava sürekli şekilde içeri alınır ve dönen kanatçıklar tarafından hızlandırılarak basıncı artırılır.

YANMA ODASI

Hava aracına gereken itkinin oluşması için motorda yanma olması gerekir. Bu yanma da yanma odasında gerçekleşir.

Bu yüzden yanma odasının tasarımı bir turbojet motoru için oldukça önem arz etmektedir.

Yakıtın verimli olarak yanması, yaklaşık olarak 15:1 hava/yakıt oranında olmaktadır. Yanma, bir ateşleme bujisinin oluşturduğu kıvılcımla başlatıldıktan sonra, kendi kendine devam eder ve yanma hattının merkezindeki gazların sıcaklığı 1800 - 2000 °C dolayındadır.

Gazlar bu hali ile türbine yönlendirici nozul kanatçıklarına giriş için çok sıcaktır. Bu nedenle, yakıt ve havanın sadece %20 kadarlık bir kısmının karışım oluşturması gerekmektedir ki bu havaya "birinci" (primer) hava denmektedir.

Primer akış, yanma işlemi için kullanılır. Kompresörden gelen havanın % 20-30'udur. Sekonder havasının bir kısmı primer bölgede alevi, alev tüpü (flame tube) duvarlarından (iç çeperinden) uzak tutmak için kullanılır.

Alev sıcaklığının yaklaşık 2000 °C'ye ulaştığı bu bölgede soğuk hava ile bir film (yastık) soğutma tabakası oluşturulur.

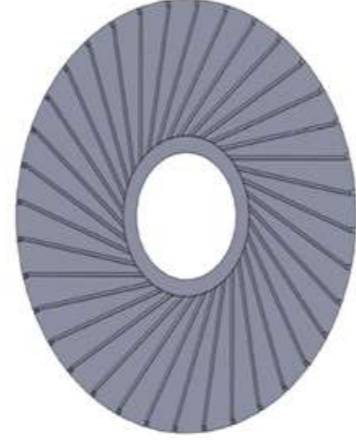
Sekonder havanın büyük bir kısmı, yanma odası malzemesinin yüksek sıcaklıklardan etkilenmemesi için soğutma görevi yapar. Yine bu havanın büyük bir kısmı dilution deliklerinden sekonder (dilution) bölgesine girer.

TÜRİN

Yanma odasından çıkan yüksek enerjili gaz, türbinden geçerek enerjisinin bir kısmını türbini döndürmeye harcar. Türbinin görevi kompresörün dönmesini sağlamak ve alternatör gibi diğer enerji gereksinimi olan parçalara dönme hareketi enerjisi sağlamaktır. Türbin giriş sıcaklığı arttıkça gaz türbini çevriminin verimliliği artar. Bu nedenle, birinci türbin aşamasına giren yanma gazları ne kadar sıcaksa, jet motorunun üretebileceği özgül güç o kadar fazladır.

Elbette türbin giriş sıcaklığı, bıçak malzemelerinin metalurjik sınırları, özellikle bıçak kökü gerilimi, sürünme gerilimi ve bıçak malzemesinin erime noktası ile sınırlıdır.

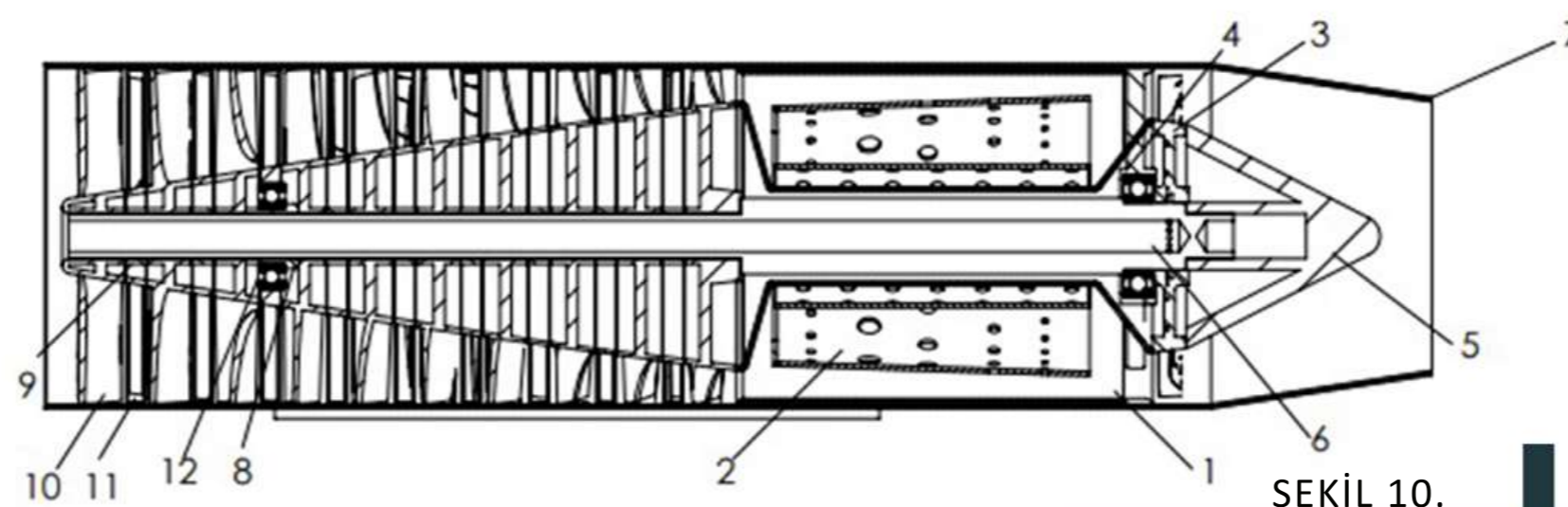
Temel bir kural, metalin sıcaklığındaki her 10 °C artış için bıçak ömrünün yarı yarıya (belirli bir bıçak malzemesi ve soğutma teknolojisi için) olmasıdır.



ŞEKİL 4.



ŞEKİL 5.



ŞEKİL 10.

Sıra No	Parçanın Adı	Adet	Standart No	Malzeme
13	Sabit Bilyalı Rulman	2	DIN625-6005	14.Si.NC
12	Stator	9		7075 Alüminyum alması
11	Kompresör Diski	10		7075 Alüminyum alması
10	Ara Bilezik	9		St-52
9	Ara Burç	1		St-52
8	Dış Gövde	1		St-52 Sac
7	Mil	1		36 CrNiMo 4
6	Nozul	1		Inconel 718
5	Rulman Taşıyıcı	1		7075 Alüminyum alması
4	Türbin Diski	1		Inconel - 718
3	İç Yanma Odası	1		Nimonic C263
2	Dış Yanma Odası	1		Nimonic C263
1				

TABLO 1.

EGZOZ LÜLESİ

Türbinden gelen sıcak ve yüksek hızdaki yanmış gazlar egzoz borusuna girerek nozle'dan dışarı çıkar ve bu tepki uçağın ileri doğru hareket etmesini sağlar.

Bu modülün görevi entalpiyi düşürmek, akışı düzenlemek ve ivmelen-dirmektir.



ŞEKİL 6.

MİL

Yanma odasında üretilen enerjiyi türbin vasıtasıyla kompresöre iletilen parçadır.

Aynı zamanda dönen parçaları üzerinde bulunduran parçadır. Girişten giren havanın santrifüjal etki oluşturarak türbine iletilmesini sağlar.

Bunun için milin türbinin altında bulunan bölgesine delikler açılmıştır.

Yandaki şekilde delikler detaylı olarak gösterilmektedir.



ŞEKİL 7.



ŞEKİL 8.



ŞEKİL 9.