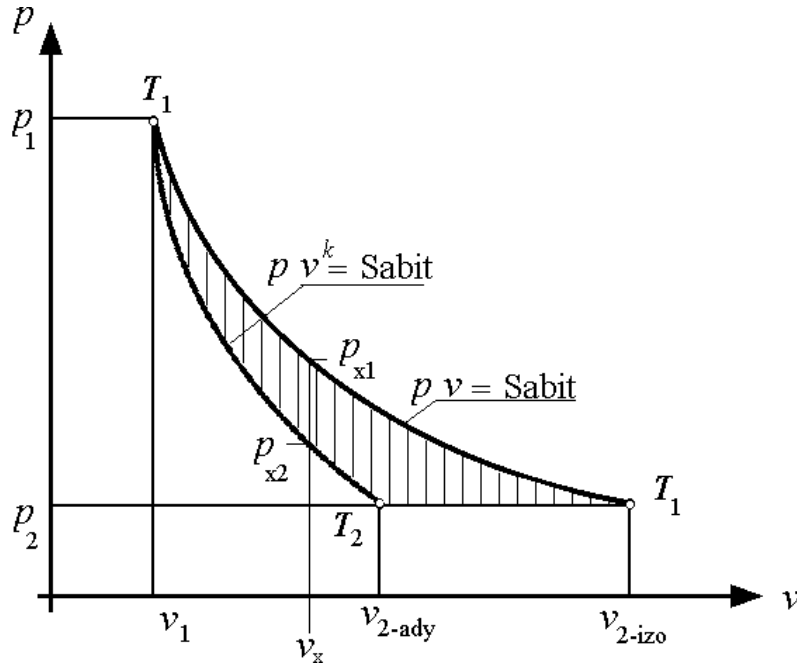


BASINÇLI HAVA MOTORLARI

1.TERMODİNAMİK ESASLAR:

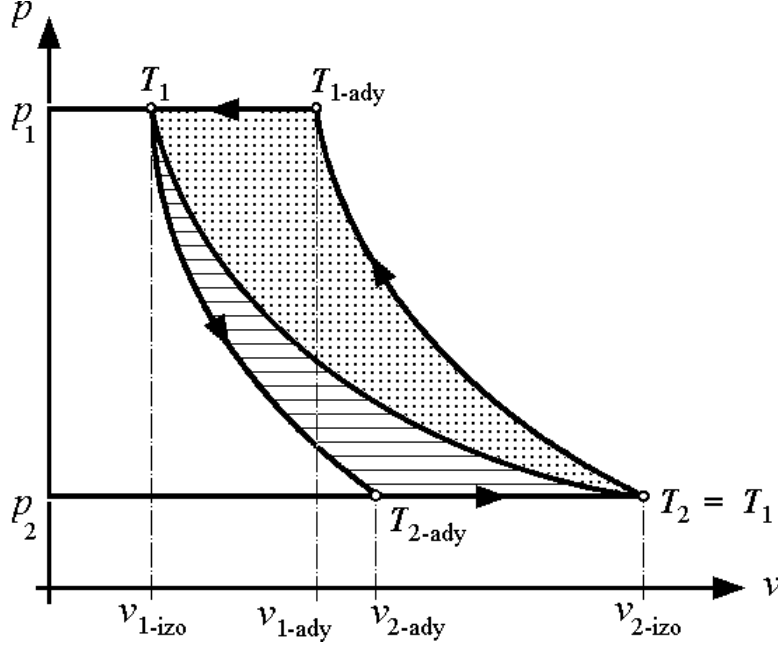
p_1 basıncında, v_1 hacmindeki hava motor silindrine alınıp, genişlemeye terkedilsin. Genişlemeyi izotermik ve adiabatik hal değişimine uygun olarak şöyle açıklayabiliriz: Basınç-Hacim ilişkisi, izotermik genişlemede $p \cdot v = Sabit$;



adiyabatik genişlemede ise $p \cdot v^k = Sabit$ eğrileri ile temsil edilir. v_1 hacmindeki hava v_x hacmine genişlediğinde sıcaklığını koruyor ise, basıncı p_{x1} olur. Adiyabatik genişlemede v_x hacmine ulaşan havanın sıcaklığı da azalmış olacaktır. Sıcaklığın düşmesi, hava basıncının p_{x1} 'den daha küçük olmasına neden olur. Böylece silindire alınan v_1 hacmindeki hava, v_x hacmine adiyabatik olarak genişlediğinde ulaşılan basınç daha küçük olan p_{x2} olacaktır. Havanın genişlemesi bir p_2 basıncında bitecek ise bu basınç değerine adiyabatik genişlemede daha çabuk ulaşılacak, yani $v_{2-ady} < v_{2-izo}$ 'dan küçük olacaktır. Bu da aynı miktarda hava tüketen motorlardan adiyabatik olarak çalışan motorun, izotermik olarak çalışan motordan daha az iş yapacağını gösterir.

Aynı sonuca $p \cdot v = Sabit$ ve $p \cdot v^k = Sabit$ eğrilerinin p " eksenine göre altında kalan alan büyüklüklerini inceleyerek de varabiliriz. Bilindiği gibi bu alanlar motor işini temsil etmektedir. Yukarıdaki şekilden de görüleceği gibi izotermik motor işi, adiyabatik motor işinden büyüktür. Taralı alan ile gösterilen fark ise adiyabatik genişleyen motorun, izotermik genişleyen motora göre eksik yaptığı işi temsil eder.

Hatırlanacağı gibi, benzer kayıp adiyabatik ve izotermik kompresör işleri arasında da vardı. Orada adiyabatik sıkışan hava soğutularak bu enerji kaybını azaltma yolları aranmıştı. Benzer şekilde motorlarda da soğuyan havayı ısıtıp, enerji kaybını azaltma imkanı maalesef yoktur. Ancak basınçlı hava lokomotiflerinde yüksek basınçtaki hava genişleyerek ikinci bir kazana alınır, bu kazanda tekrar ortam sıcaklığına kadar asınan hava motora verilir. Böylece bir miktar enerji kazancı sağlanmış olur.



Yukarıdaki şekilde; kütlesi m olan havanın, sıkıştırılması için kompresörün yaptığı iş ile aynı havanın genişlerken motorda yaptığı iş, birlikte aynı diyagram üzerinde gösterilmiştir. Şekildeki taralı alanlar, bu işlemler sırasında ortaya çıkan enerji kayıplarını göstermektedir. Noktalı olarak taralı alanın temsil ettiği enerji kaybı havayı sıkıştırırken ortaya çıkar. Sebebi; daha önce de belirtildiği gibi, sıkıştırılan hava sıcaklığının artması ve ısı enerjisindeki bu artıştan yararlanmanın mümkün olmamasıdır. Hava ısıtmadan sıkıştırılabilse (izotermik sıkıştırma) bu enerji tasarruf edilirdi. Yatay taralı alan, motorda genişlerken soğuyan havanın neden olduğu enerji kaybını temsil etmektedir. Havayı soğutmadan genişletme (izotermik genişleme) mümkün olmadığına göre, bu enerji kaybı da kaçınılmazdır.

Basınçlı hava kullanırken hava sıcaklığını korumak, teknik olarak mümkün değildir. Bu nedenle; kaçınılması mümkün olmayan ve önemli miktarlara ulaşan bir enerji kaybı basınçlı hava kullanımında doğal kusur olarak daima mevcut olacaktır. Basınçlı hava enerjisini pahalı bir enerji yapan faktörlerden biri işte bu kayıplardır. Termodinamik enerji kaybı olarak isimlendireceğimiz bu enerji kaybının boyutunu yaklaşık olarak aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz.

Hal değişikliğinin adiyabatik olduğunu kabul edersek, yukarıdaki şekilde belirtilen notasyonlarla, havanın motorda yaptığı iş ile onu sıkıştıran kompresörün yaptığı iş arasındaki orantı şu şekilde yazılabilir.

$$\eta = \frac{W_{\text{ady-mot}}}{W_{\text{ady-kom}}} = \frac{\frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_1 \cdot v_{1\text{-izo}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}{\frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_2 \cdot v_{2\text{-izo}} \cdot \left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}$$

Kompresöre giren hava sıcaklığı ile motora giren hava sıcaklığının birbirine eşit olduğu kabul edilirse; $p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_{2\text{-izo}}$ yazılır ve;

$$\eta = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

olur. Motorun yapacağı iş motora verilen hava miktarı ile doğru orantılı olduğundan, aynı sonucu

$$\eta = \frac{v_{1\text{-izo}}}{v_{1\text{-ady}}} = \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}},$$

orantısını hesaplayarak da bulabiliriz:

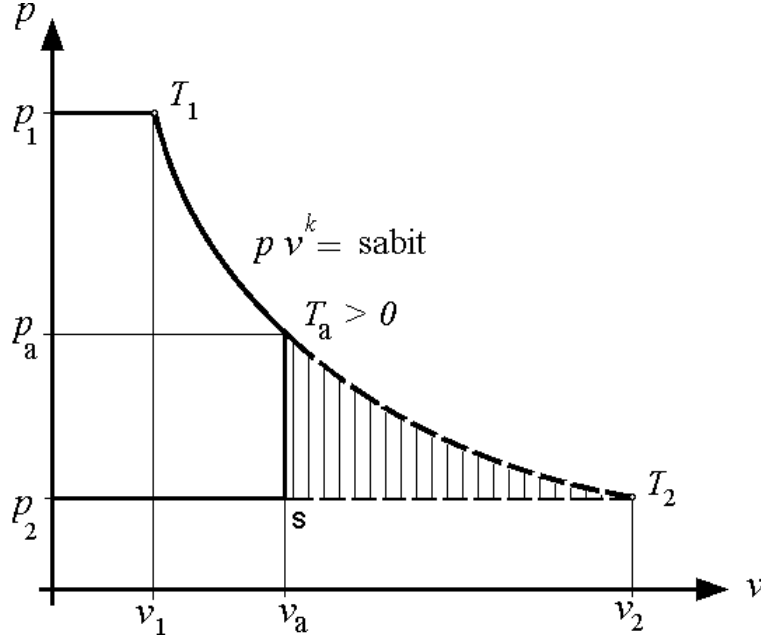
Basit bir örnek vermek gerekirse; 1 at 'den 5 at 'e.sıkıştıran kompresörün tükettiği enerjinin ancak;

$$\eta = \left(\frac{1}{5} \right)^{\frac{0.4}{1.4}} = 0.63$$

% 63 'ü basınçlı hava motorlarında faydalı iş yapabilecektir. Politropik katsayının 1,4'den bire yaklaşması durumunda başarılı soğutma yapıldığını ve sıkışan hava sıcaklığının pek fazla artmayacağını biliyoruz. Politropik katsayısı örneğin 1,25 olan bir kompresörün yine 5 at 'e sıkıştırmaları durumunda tüketilen enerjinin bu defa % 72 'si basınçlı hava motorlarında faydalı işe dönüşecektir. Bu durumda bile enerji kayıplarının mertebesi oldukça yüksektir.

Basınçlı hava kullanımında karşılaşılan doğal kaynaklı enerji kaybı sadece bu kadarla kalmaz. Hava, motorda p_1 basıncından p_2 basıncına genişlerken sıcaklığı da T_1 'den T_2 'ye düşer. Örneğin 5 at.de ve 20 °C sıcaklıkta genişlemeye başlayan havanın

sıcaklığı, 1 at.'e gelindiğinde $-88\text{ }^{\circ}\text{C}$ olur. Hava, bünyesinde su zerrecikleri de taşıdığından $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ altındaki sıcaklıklarda, su zerrecikleri donarak buz olur. Sürekli hava ile beslenen basınçlı hava motorunun içi bir müddet sonra buzla dolup, çalışamaz hale gelir. Bu olumsuzluğu önlemenin yolu; hava sıcaklığı $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ nin altına düşmeden genişlemeyi kesip, havayı o andaki p_a basınç değeri ile motordan dışarı vermektir. Bu durumda genişleme işinin bir kısmından yararlanılmamış olur. Bu da bir enerji kaybıdır. Şekildeki taralı alan genişlemenin yarıda kesilmesiyle oluşan enerji kaybını göstermektedir.



Genişlemenin yarıda kesilmesiyle oluşan enerji kaybı, pratik uygulamada sağladığı avantajlar göz önüne alındığında pek önemli bir kayıp değildir. Bu avantajlar şunlardır:

- 1) Motorun silindir hacmi v_2 'den v_a 'ya düştüğünden küçük boyutlu motorlar yapmak mümkün olmuştur. Bu da; madencilik gibi sınırlı hacimleri olan iş yerleri için önemli bir avantajdır.
- 2) Silindir boyu, dolayısıyla piston stokunun kısılması pistonla, silindir arasındaki metalik sürtünme yüzeyini azaltır. Böylece tasarruf edilen enerji, havanın tam genişlememesi nedeniyle oluşan enerji kaybını önemli oranda karşılamış olur.

Yukarıda sayılan avantajlar o kadar önemlidir ki; pratikte çoğunlukla, havanın genişleme işinin tümünden de vazgeçilebilmektedir. Bu durumda silindir hacmi v_1 kadar olmakta ve basınçlı havanın sadece dolgu işinden yararlanılmaktadır. Bu tür motorlara, tam dolgulu motorlar denmektedir.

Genişlemenin yarıda kesildiği motorlara ise kısmi dolgulu motorlar denir. Silindir hacmi v_a kadardır ve bu hacmin sadece v_1 kadarlık kısmına basınçlı hava doldurulup, v_a 'ya kadar genişlemesine müsaade edilir. v_1/v_a oranına dolgu oranı denir ve “ ε ” le gösterilir:

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_a}$$

1.1- Motor İşi Hesabı

1.1.1- Kısmi Dalgulu Motor İşi

Kısmi dolgulu motorda; havanın dolgu işinin yanında, genişleme işinin bir kısmından da yararlanılır. Yapılan tüm iş; bir önceki şekilde gösterilen $p_1 T T p_a$ ve $p_a T S p_2$ alanlarını toplayarak hesaplayabiliriz.

$$W_\varepsilon = \frac{k}{k-1} \cdot 10^4 \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] + 10^4 \cdot (p_a - p_2) \cdot V_a$$

$$W_\varepsilon = \left[\frac{k}{k-1} \cdot p_1 \cdot V_1 - \frac{k}{k-1} \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left(\frac{p_a}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} + p_a \cdot V_a - p_2 \cdot V_a \right] \cdot 10^4$$

Diğer tarafta;

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_a} \quad \Rightarrow \quad V_a = \frac{V_1}{\varepsilon}$$

$$\frac{T_a}{T_1} = \left(\frac{p_a}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{V_1}{V_a} \right)^{k-1} = \varepsilon^{k-1}$$

$$p_1 \cdot V_1^k = p_a \cdot V_a^k \quad \Rightarrow \quad p_a = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_a} \right)^k = p_1 \cdot \varepsilon^k$$

olduğu hatırlanıp yukarıdaki denklemde yerine konarsa;

$$W_{\dot{a}} = p_1 \cdot V_1 \left[\frac{k}{k-1} - \frac{1}{k-1} \cdot \varepsilon^{k-1} - \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \right] \cdot 10^4$$

olur. Bu bağıntıdaki V_1 hacmi motora giren basınçlı havanın hacmidir. Oysa basınçlı hava motorlarının hava tüketimi; normal şartlardaki (760 mmHg basıncında ve 0 °C sıcaklıkta) hava hacmi cinsinden verilir. V_1 hacmindeki havanın normal şartlardaki karşılığı;

$$p_1 \cdot V_1 = p_N \cdot V_N \cdot \frac{T_1}{T_N}$$

dir. Motor hava tüketimi normal şartlardaki hava cinsinden yazılacak olursa:

$$W_{\dot{a}} = p_N \cdot V_N \cdot \frac{T_1}{T_N} \cdot \left[\frac{k}{k-1} - \frac{1}{k-1} \cdot \varepsilon^{k-1} - \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \right] \cdot 10^4$$

olur. Yaklaşık olarak;

$$p_N \approx 1 \text{ at} \quad \text{ve} \quad T_1 \approx T_N$$

alınırsa, bir metreküp ($V_N = 1 \text{ m}^3$) havanın yapacağı kısmi dolgulu motor işi;

$$W_{\dot{a}} = \left[\frac{k}{k-1} - \frac{1}{k-1} \cdot \varepsilon^{k-1} - \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \right] \cdot 10^4 \quad \left[\text{kpm/Nm}^3 \right]$$

bağıntısı ile hesaplanabilir.

1.1.2- Tam Dolgulu Motor İş

Tam dolgulu motorların yapmış olduğu işin sadece dolgu işi olduğunu, genişleme işinin olmadığını yukarıda belirtmiştik. Bu tür motorlarda dolgu oranı $\varepsilon = 1$ dir. Bu değer kısmi dolgulu motorlar için yukarıda çıkarılan bağıntıda yerine konur ve motor işi bu durumda hesaplanırsa:

$$W_{TD} = 10^4 \cdot \frac{p_1 - p_2}{p_1} \quad \left[\text{kpm/Nm}^3 \right] \quad \text{İfadesi elde edilmiş olur.}$$

1.2- Spesifik Hava Tüketimi

Basıncılı hava motorunun yapmış olduğu işe karşılık tükettiği hava miktarını gösteren büyüklüğe motorun spesifik hava tüketimi diyeceğiz. Bir metreküp havanın yapmış olduğu işin nasıl hesaplayacağımızı daha önce görmüştük. Bu değer tersi motorun spesifik hava tüketimini verir. Bu tanıma göre spesifik hava tüketimi;

$$q = \frac{1}{W} \quad \left[\text{m}^3 / \text{kpm} \right]$$

olur. Ancak basınçlı hava motorlarının yapmış olduğu iş genellikle **BGh** birimi ile verildiğinden yukarıdaki bağıntıda birim düzeltmesi yapmak gerekir.

$$75 \text{ kpm/s} = 1 \text{ BG}$$

$$3600 \text{ s} \cdot 75 \text{ kpm/s} = 1 \text{ BGh}$$

$$1 \text{ kpm} = \frac{1}{270000} \text{ BGh}$$

ve dolayısıyla;

$$q_{\text{teo}} = \frac{270000}{W_{\text{teo}}} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{BGh}} \right]$$

Yukarıdaki bağıntı ile hesaplanacak hava tüketimi teorik hava tüketimidir. Motordaki mekanik kayıplar, türbülans kayıpları hava kaçakları gibi nedenlerle teorik hesaplarda elde ettiğimiz işi motordan almamız mümkün değildir. Motorun gerçek hava tüketimini, tükettiği gerçek hava miktarını motor gücüne bölerek elde edebiliriz.

$$q_{\text{ger}} = \frac{Q}{P} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{BGh}} \right]$$

Teorik hava tüketiminin gerçek hava tüketimine oranı ise motorun hava tüketim randımanını verir.

$$\eta = \frac{q_{\text{teo}}}{q_{\text{ger}}}$$

Hava tüketim randımanı en iyi şartlarda 0.7 dir. Martopikörde bu değer 0.5, martoperferatörlerde 0.40 - 0.45 tir. Hava tüketim randımanı sadece motordaki mekanik kayıpları, türbülans kayıplarını ve hava kaçakları nedeniyle oluşan enerji kayıplarını kapsar. Bu randımanın daha önce belirttiğimiz termodinamik kayıp ve genişlemenin yarıda kesilmesi ile oluşan enerji kayıplarını kapsamadığını burada açıkça belirtmek gerekir. Bu tür kayıpları da kapsayan randıman izotermik randıman olarak isimlendirilir.

İzotermik randımanın, hava tüketim randımanından daha da küçük değerlerde olduğundan pratikte pek fazla kullanıcı bulamamıştır.

$$\eta_{izo} = \frac{q_{izo}}{q_{ger}}$$

2.- Basınçlı Hava Motorlarının Yapısal Özellikleri

Basınçlı hava motorlarını; pistonlu motorlar ve basınçlı hava türbinleri olmak üzere ikiye gruba ayırmak mümkündür.

Pistonlu motorlar, kendi içinde aksiyal pistonlu motorlar ve döner pistonlu motorlar olarak ikiye ayrılır. Aksiyal pistonlu motorlarda piston, kendi aksı istikametinde doğrusal hareketi yapar. Bu tür motorlarla üretilen doğrusal hareket ya krank mili ile dönme hareketine çevrilir (Basınçlı hava lokomotifleri vs.) yahut ta, doğrudan doğruya kullanılır (sallantılı oluk). Darbeli delicilerde (martopikör) ise doğrudan doğruya pistonun kendisi iş makinesi olarak görev yapar.

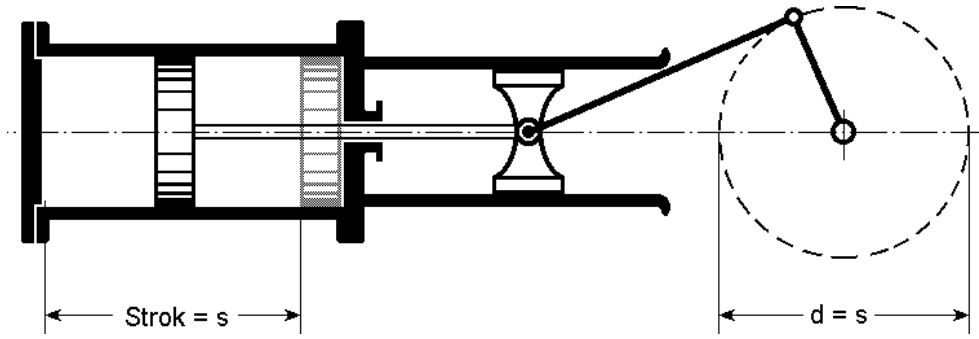
Döner pistonlu motorlarda piston, kendi aksı etrafında dönme hareketi yapar. Hareket, piston yan yüzeylerine etkiyen teğetsel basınç kuvveti ile gerçekleştirilir. Bu nedenle bu tip motorları, merkezkaç kuvveti esasına göre çalışan türbinli motorlarla karıştırmamak gerekir. Döner pistonlu motorların bir kısmı tek rotorlu (pistonlu) olurken (Lamelli motorlar), diğer bir kısmı da (Dişli motorlar) çift rotorludur. Dişli motorların; düz dişli, eğik dişli, vida dişli ve ok dişli motor olmak üzere dört değişik türü mevcuttur: Döner pistonlu motorlar küçük boyutlu, ucuz, randımanlı ve ekonomik motorlardır.

Basınçlı hava motorlarının dönme yönü, tek (vantilatör, santrifüj tulumba, hızar motorları) veya çift yönlü (vinç, bant, potkapaç motorları) olabilir. Hareket yönünü değiştirmek için, ya dişli mekanizma kullanılır veya motora verilen havanın yönü değiştirilir. Motor yük altında çalışırken bile hava yönü değiştirerek, motorun dönme yönünü değiştirmek mümkündür. Aynı iş dişli mekanizma ile çalışırken yapılacak olsa, çark dişlilerinin kırılması söz konusudur. Motora verilen havanın yönü, en kolay düz ve eğik dişli motorlarda değiştirilebilir. Lamelli motorlar ile ok dişli motorlarda yapısal nedenlerden ötürü hava yönünü değiştirmek pek mümkün değildir.

Basınçlı hava türbinleri; vantilatör, santrifüj tulumba ve basınçlı hava lambası gibi sınırlı alanlarda kullanılır. Çok hassas ve büyük hacimli motorlardır.

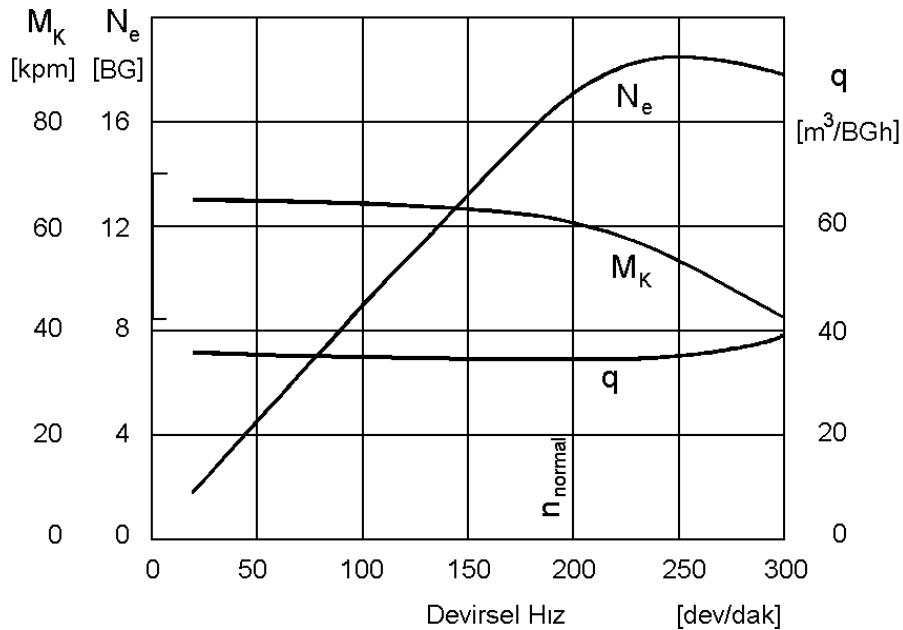
2.1- Aksiyal Pistonlu Motor:

Basınçlı hava motorları basınç enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinalardır. Aksiyal pistonlu motorlarda basınç, bir silindir içindeki pistonun yüzeyine etkir ve piston basınç kuvveti etkisi altında silindir aksı boyunca ilerler. Bu şekli ile aksiyal pistonlu basınçlı hava motorları, aksiyal pistonlu kompresörlere çok benzerler. Aralarındaki tek fark enerjinin akış yönüdür. Kompresörlerde piston iş yaparken, motorlarda işi yapan silindir içindeki havadır.



Aksiyal pistonlu kompresörlerde olduğu gibi, motorlarda da hava pistonu tek veya çift yönlü verilebilir. Basınçlı hava, pistonun sadece bir yüzüne etkir ise tek etkili, iki yüzeyine de etkir ise çift etkili pistonlardan bahsedildiğini burada tekrar hatırlayalım. Çift etkili pistonu olan motorların gücü tek etkili pistonu olan motorların gücünün iki katıdır. Bu nedenle aksiyal pistonlu motorları çift etkili olarak yapmak yararlı olur.

Bir silindiri olan motorları harekete geçirmek zordur. Bu zorluk pistonun ileri ve geri hareketi sonundaki ölü noktalardan kaynaklanır (Şekil x). Bir krank milini iki veya daha fazla piston döndürecek olursa hem motor harekete daha kolay geçer, hem de hareket daha düzgün olur. Çok silindirli motorlarda silindirler eşit büyüklükte olmalıdır. Bu tür motorlar silindir sayısına göre; ikiz, üçüz, dördüz silindirli motorlar olarak isimlendirilir. Büyük basınçlı hava motorları genellikle çift etkili ikiz silindirli motorlardır.

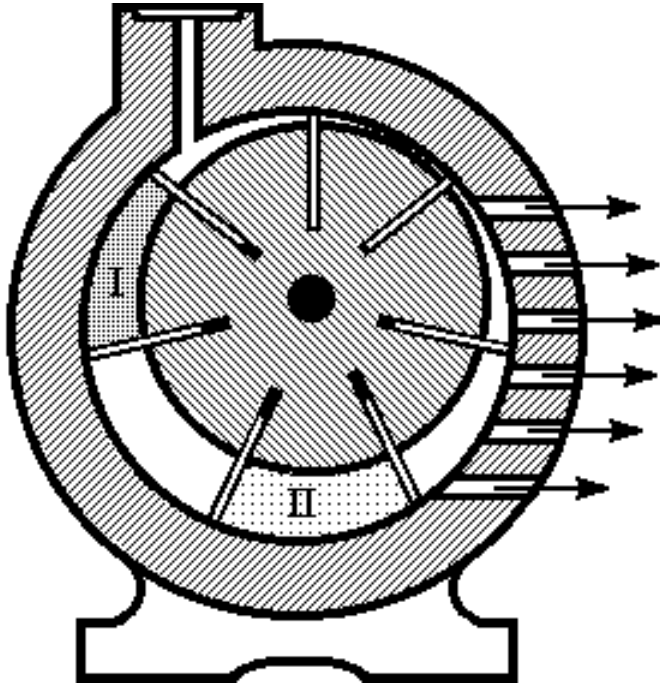


Yukarıdaki şekilde 17 BG 'de ikiz silindirli basınçlı hava vinç motoruna ait veriler görülmektedir. Krank milindeki dönme momenti (M_K) motorun normal devrine kadar hemen hemen sabit kalmaktadır. Normal devirden sonra döndürme momenti giderek azalmaktadır. Motor dururken, uygulanan moment ise krank milinin konumuna bağlı

olarak değişik değerler almaktadır. Örnekte verilen motorun dururken uyguladığı momentler 42 ile 70 kpm, arasında değişmektedir.. Spesifik hava tüketimi (q) motor devrinden hemen hemen bağımsızdır ve bu örnekte yaklaşık 35 m³/BGh 'dır. Basınçlı hava şebeke hesaplarında, elde daha güvenilir veriler mevcut değil ise, bu tür motorlar için spesifik hava tüketimi 40-50 m³/BGh alınabilir.

2.2- Lamelli Motor:

Lamelli motorlar yapısal olarak, lamelli kompresörlere çok benzerler. Silindir içindeki piston ile silindirin eksenleri birbirinden farklı olup, silindir ile piston arasındaki hacimde asimetri oluşturulmuştur. Piston üzerinde yarıklar ve bu yarıklar içinde hareket edebilen levha şeklinde lameller vardır. Pistonun kendi eksenini etrafında dönmesi ile oluşan merkezkaç kuvveti, lamelleri silindir iç yüzeyine bastırır ve böylece lameller



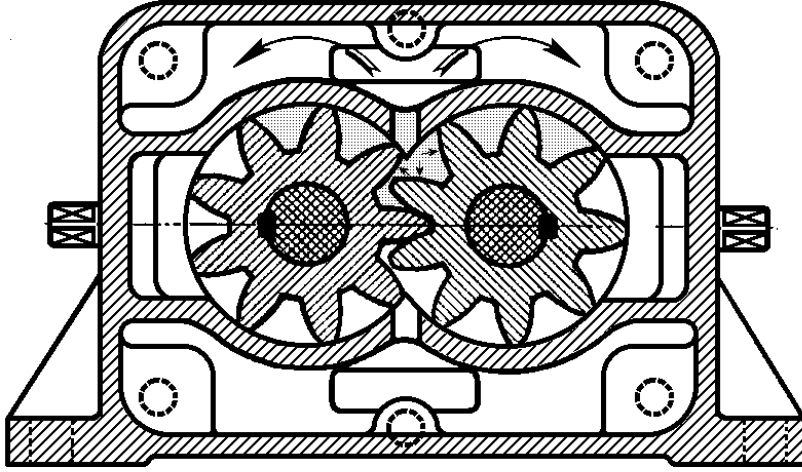
arasında odacıklar oluşur. Basınçlı hava hacmi küçük olan odacığa girer. Odacığın lamellerden oluşan yan duvarlarının alanları birbirinden farklıdır. Alanı büyük olan lamele uygulanan basınç kuvveti daha büyük olacağı için piston o yönde dönmeye başlar. Piston döndükçe odacık hacimleri büyür ve dolayısıyla bu tür motorlarda basınçlı havanın genişleme işinin bir kısmından da yararlanır. Lamelli motorlar kısmi dolgu basınçlı hava motorlarıdır. Yandaki şekil 'de belirtilen

I ve II nolu hacimlerin birbirine oranı dolgu oranını verir. Bu oran, piston eksenini kaydırarak değiştirilebilir.

Eskiden, 150 BG gücünde lamelli basınçlı hava motoru üretilmiştir; ancak bugün bu güçteki motorların yerini elektrik motorları, orta güçteki motorların yerini ise dişli pistonlu basınçlı hava motorları almıştır. Bu motorların dezavantajı; sürtünmelerinin çok yüksek ve çok hassas olmalarıdır. Özellikle 2-3 BG 'deki lamelli motorlar, dönerek delen makinelerde çok fazla kullanım alanı bulmaktadır. Basınçlı hava şebeke hesaplarında bu tür motorlar için spesifik hava tüketimi yaklaşık olarak 50-55 m³/BGh alınabilir.

2.3 - Düz Dişli Motor:

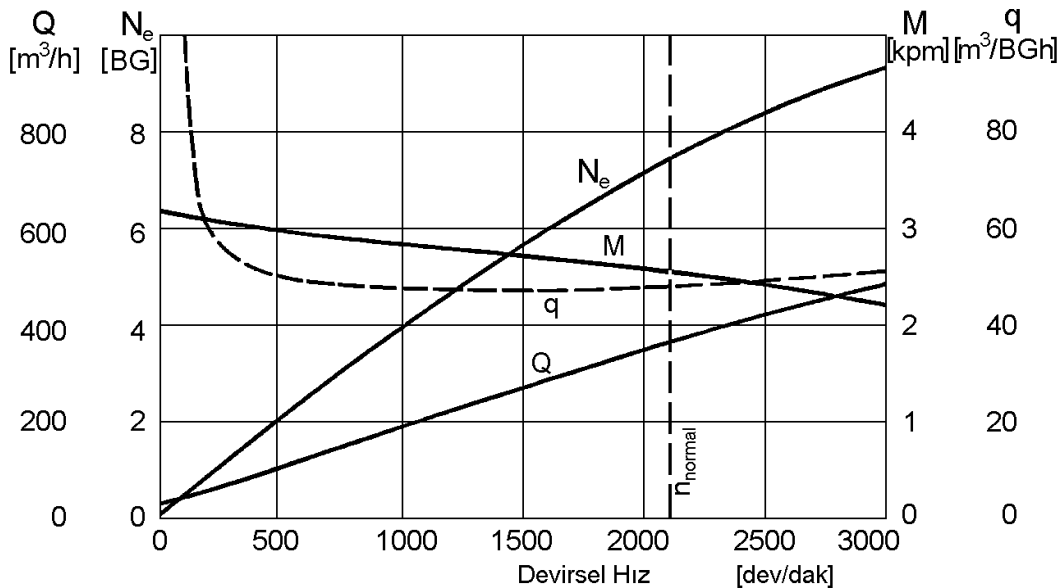
Dişli basınçlı hava motorları iki adet düz dişli şeklinde pistonu olan motorlardır. Aşağıdaki şekil 'de düz dişli basınçlı hava motoru görülmektedir. Motora giren hava; sağ



ve sol dişli pistonun serbest olan dişleri ile birbirine kenetlenmiş olan dişlerin yüzeylerine etkir. Serbest olan dişli yüzeyleri ile birbirine kenetlenmiş dişlinin ortak yüzeyi hemen hemen birbirine eşittir. Birbirine kenetli dişlere etkiyen basınç kuvveti her iki piston tarafından ortaklaşa karşılanır. Böylece bir pistona ters yönde etkiyen birbirinden farklı iki kuvvet ortaya çıkar ve pistonlar büyük kuvvet yönünde, içten

dışa doğru dönmeye başlar. Piston dönerken dişler ve silindir arasına hapsolan hava genişlemeye imkan bulamadan motoru terk eder. Bu tür motorlarda basınçlı havanın genişleme işinden yararlanılmaz, yani bu motorlar tam dolgulu motorlardır.

Çok düşük devirlerde bile düz dişli motordaki hava kaçağı azdır. Bu nedenle düşük devirli motor olarak çok uygunlardır. Basınçlı havanın genişleme işinden yararlanılmayışı spesifik hava tüketimini artırır. Ancak bu motorlarda hava kaçaklarının az olması nedeniyle sağlanan kazanç, bu dezavantajı ortadan kaldırır. Düz dişli motorlar, 15 BG 'e kadar ok dişli motorlardan üstündür. 15-20 BG 'de her iki motor eşdeğerdir. Daha yüksek güçlerde düz dişli motorlar ekonomik olmaktan çıkarlar.



Yukarıdaki şekilde düz dişli basınçlı hava motoruna ait veriler topluca gösterilmiştir. Bu örnekte duran motorun hava sarfiyatı 30 m³/h 'tür. Tam yük altındaki motorun hava tüketiminin 370 m³/h olduğu gözönüne alınırsa, hava kaçaklarının ne kadar düşük seviyede olduğu görülür. Spesifik hava tüketimi geniş bir aralıkta hemen hemen sabittir.

Motorun dönme yönü, hava yönü değiştirilerek değişebilir. Basınçlı hava şebekeleri planlanırken elde daha güvenilir veriler yok ise bu tür motorlar için spesifik tüketimi genel olarak 45-55 m³/BGh alınabilir.

2.4- Eğik Dişli Motor:

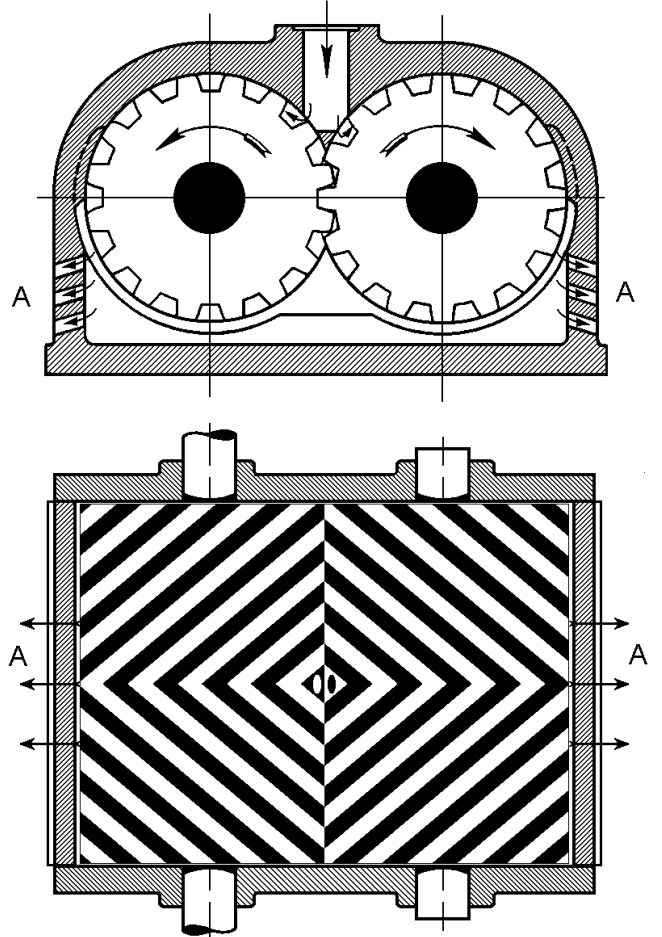
Düz dişli motora çok benzer. Ancak bu motorda dişler piston eksenine paralel değil, ona göre eğiktir. Hava basıncının etkili olduğu diş yüzeyi ise; dişin gerçek yüzeyi değil, düz dişlide olduğu gibi piston uzunluğundaki diş yüzeyidir. Bu motor da tam dolgu ile çalışır. Hava yönünü değiştirmekle, motorun dönme yönü değiştirilebilir. Güç, moment ve hava tüketimi değerlerinin devir sayısına göre değişimi düz dişli motorlarda olduğu gibidir. Düz dişli motorlara göre en önemli avantajı, bu motorların daha sakın, yumuşak ve darbesiz dönmeleridir. Böylece diş sayısını azaltmak mümkündür. Dişlerin eğik oluşu dönmeyi sakınleştirir ama öte yandan aksiyal itme kuvvetinin oluşmasına neden olur. Bu durum; hem sürtünme kayıplarının artması, hem de pistonun çok iyi yataklanması sonucunu doğurur.

2.5- Vidalı Motor:

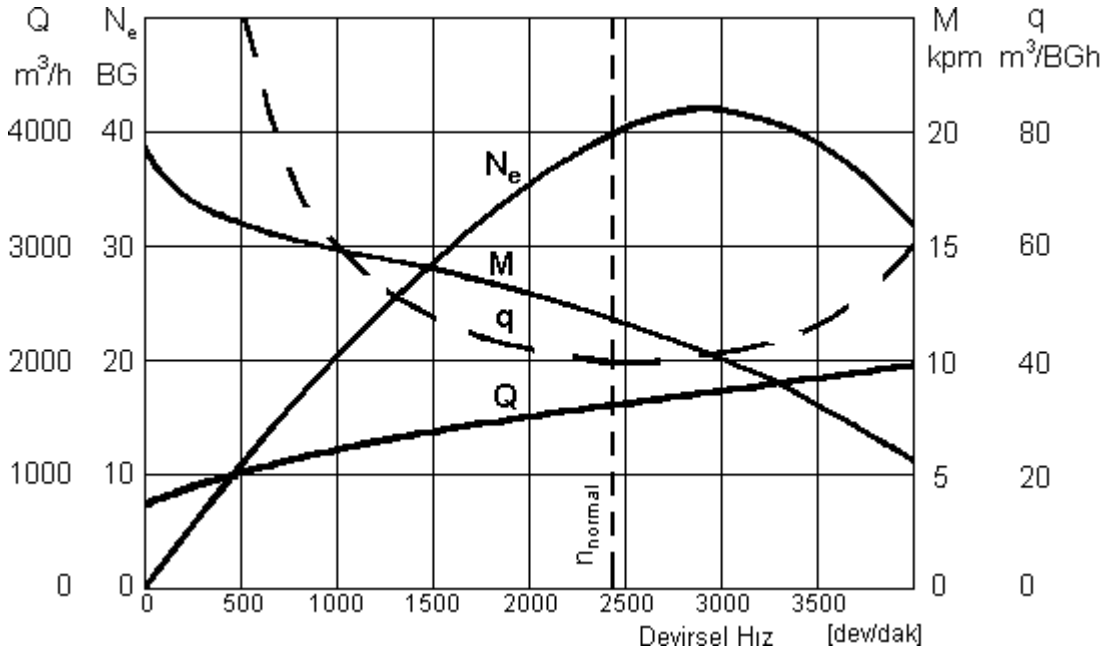
Yapısal olarak vidalı kompresörün tamamen aynıdır. Vidaların özel şekli nedeniyle, vidalar birbirine değmeden dönerler Buna rağmen yeterli sızdırmazlık sağlanmış durumdadır. Vidanın devri arttıkça sızdırmazlık daha da artar. Vida yüzeylerinde aşınma olmaz. Çok güçlü motorlardır.

2.6- Ok Dişli Motorlar:

Dişli basınçlı hava motorları içinde kısmı dolgulu olan tek motor ok dişli motordur. Dönen piston üzerinde ok şeklinde dişliler vardır. Dişli kanallarının yan yüzeyleri hareketi sağlayan basınç kuvvetinin etkidiği yüzeylerdir. Yandaki şekilde bir ok dişli motor şematik olarak görülmektedir. Birbiri üzerine sıkıca geçmiş



iki ok dişli piston, silindir ile sıkıca örtülmüş durumdadır. Basıncılı hava iki pistonun birbirine temas ettiği doğru parçasının tam ortasından verilir. Basıncılı hava V şeklindeki dişli kanalının o andaki hacmini doldurur. Dönme devam ettikçe, hava girişi bu kanal üzerinden geçer ve kanala hava girişi durur. Dönme ile birlikte, kanal hacmi artar ve hava da genişlemiş olur. Şekilde görüldüğü gibi sağ hava girişi ile sağ pistona, sol hava girişi ile sol pistona hava verilir. Ok açısı ne kadar küçük ise, genişleme de o oranda büyük olur. Dişli kanalı yakından incelenirse, kanalın dış taraftaki yüzeyinin, iç taraftaki yüzeyinden büyük olduğu görülür. Buna bağlı olarak oluşan farklı büyüklükteki basınç kuvvetleri pistonları içten dışa doğru döndürür. Basınç kuvvetinin dönme yönündeki bileşkesi üzerinde etkili olan büyüklüklerden biri, düz dişli motorlarda olduğu gibi, piston boyudur. Ancak genişleme nedeniyle her kanaldaki hava basını gittikçe azalacağından, ok dişli motorlarda pistonu döndüren ortalama basınç, motora giren hava basıncından küçüktür. Bu nedenle; aynı boyutlarda olan ve aynı basınçla çalışan düz dişli motor, ok dişli motora göre daha yüksek moment ile döner.



Ok dişli motorun, yapısal özelliklerinden dolayı, hava kaçakları fazladır. Dolayısıyla bu motorun spesifik hava tüketimi de fazla olur. Böylece havanın genişlemesinden kazanılan enerjiden daha fazlası kaybedilmiş olur. Yüksek güçlerde hava kaçakları azalır. Bu tip motorlar 15 PS 'den sonra ekonomik olmaya başlar. En çok rastlanan güç değerleri 30-70 BG arasındır. 400 BG 'nde ok dişli motor üretilmiştir. Yüksek devirli motorlardır.

Yukarıdaki şekilde 4 atü 'lük basınçla çalışan ve 2400 dev/dak.'da gücü 40 BG olan ok dişli basınçlı hava motoruna ait veriler topluca gösterilmiştir. Burada söz konusu olan gücü düşük, spesifik hava tüketimi yüksek olan bir motordur. Hemen göze çarpan konu, motorun yüksek hava kaçaklarıdır. Motor dururken 720 m³/h hava tüketmektedir. Motorun normal hava tüketiminin 1600 m³/h olduğu göz önüne alınırsa, hava kaçaklarının ne kadar büyük olduğu açıkça ortaya çıkar. Döndürme momenti devir sayısı arttıkça, azalmaktadır. Motordan çekilen güç, devir sayı artarken önce artmakta, daha

sonra düşmektedir. Genel olarak bu tür motorlar için spesifik hava tüketimini 35-45 m³/BGh olarak almak mümkündür.

2.7- Frenleyici Motorlar:

Meyil aşağı nakliyatda büyük bir enerji frenle sönmölenmek durumundadır. Bu iş sÖrtÖnme esaslı frenlerle yapılırsa fren pabuçlarında oluşan ısıyı kabul edilebilir sınırlar altında tutmak mümkün değildir. İşte burada dişli basınçlı hava motorları büyük hizmet görÖrlÖr. Bu durumda basınçlı hava motorları kompresör gibi çalışırlar. Sönmömlenecek fren enerjisi, büyük oranda basınç enerjisine dönÖşÖr.