

ISI DEĞİŞTİRİCİLER

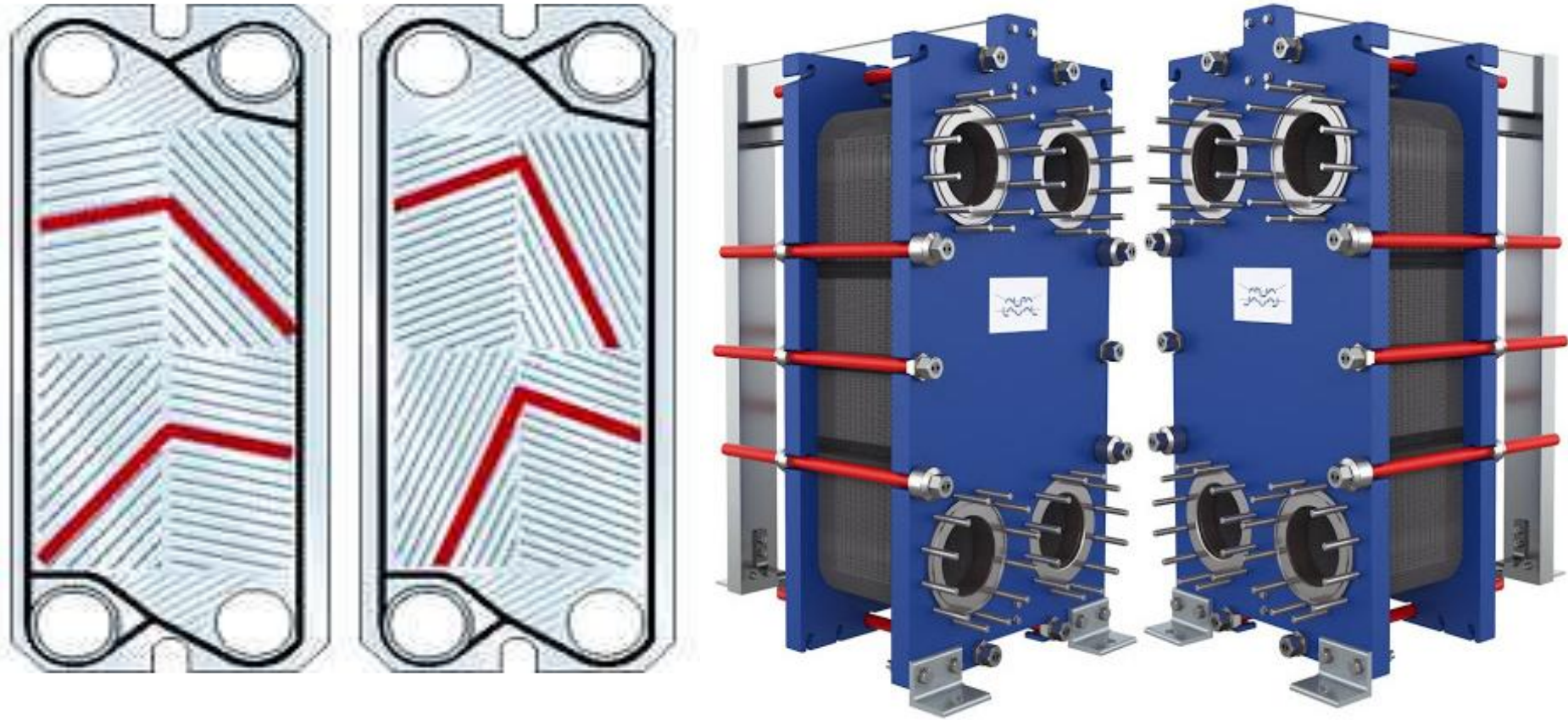
Bölüm 3: Plakalı ve Kanatlı Isı Değiştiriciler

Yararlanılan Kaynaklar:

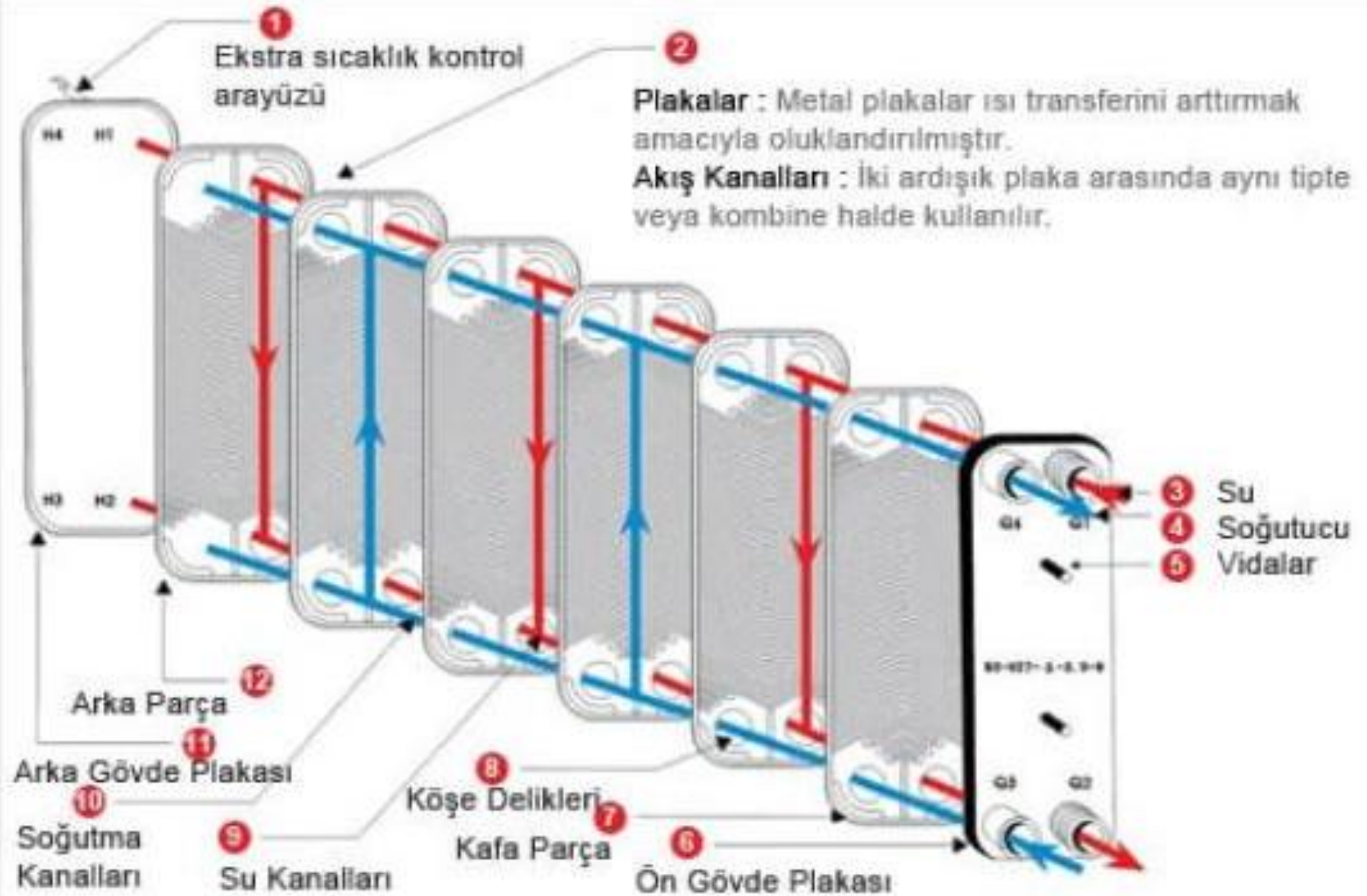
1. Genceli, O.F., Isı Değiştiricileri, Birsen Yayınevi, 1999.
 2. Dağsöz, A. K., Isı Değiştiricileri, 1985.
 3. Kakaç, S. And Liu, H., Selection, Rating and Thermal Design of Heat Exchangers, CRC Press, Florida, ABD.
-

2. PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİLER

- Farklı sıcaklıklara sahip türdeş veya farklı akışkan cinslerinin plakalar arasında birbirine karışmadan dolaşarak ısı alış verişi yapmasıdır.
- Plakalar üzerindeki özel balıksırtı tasarım sayesinde akış esnasında akışkanın hızı, sürekli olarak değişir.
- Bu nedenle elde edilen çalkantı ve yüksek türbülans sayesinde daha küçük hacim ile gereken ısıyı transfer eder.
- Bunlarda esas ısı geçişinin olduğu yüzeyler genelde ince metal plakalardan(levhalardan) yapılır. Bu metal yüzeyler düz veya dalgalı biçimde olabilir.
- Borulu tip ısı değiştiricilerde olduğu gibi yüksek basınç ve sıcaklıklara dayanımları azdır Plakalar alüminyum, zirkonyum, titanyum, nikel veya paslanmaz çelikten yapılmış olabilir.
- Kaynaklı (lehimli) ve contalı olarak iki grupta incelenir. Contalı olanlar da kendi arasında ayrılır; Contalı plakalı, spiral plakalı ve lamelli olmak üzere yaygın olarak üç farklı tipte üretilirler.

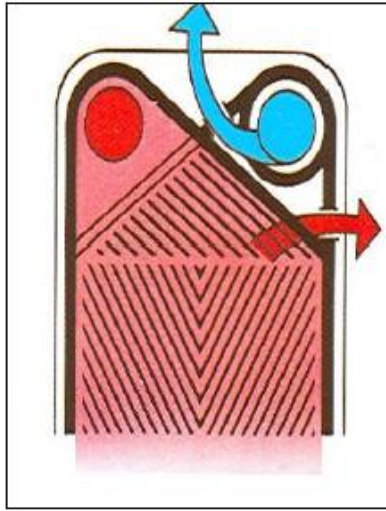
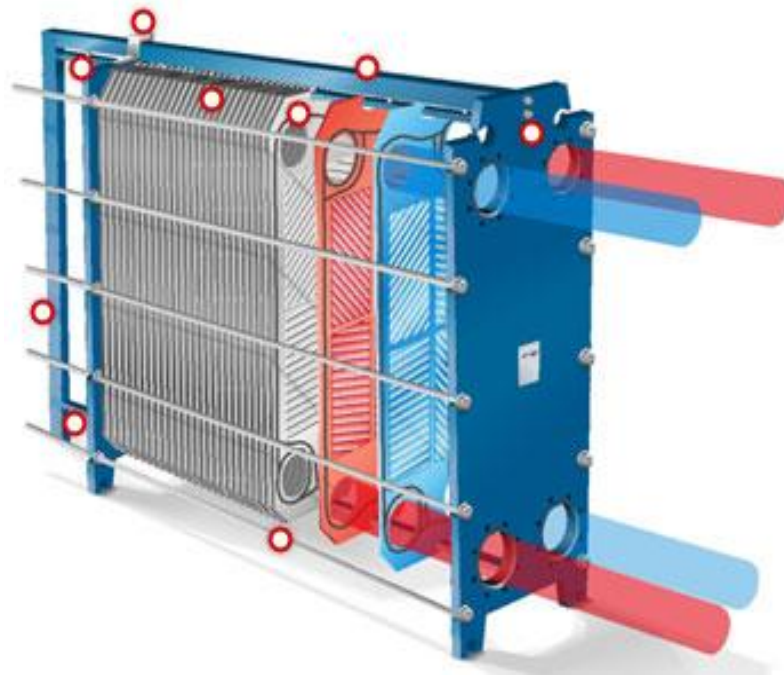


Resim 2.1: Isı değiştirici (eşanjör) plakaları

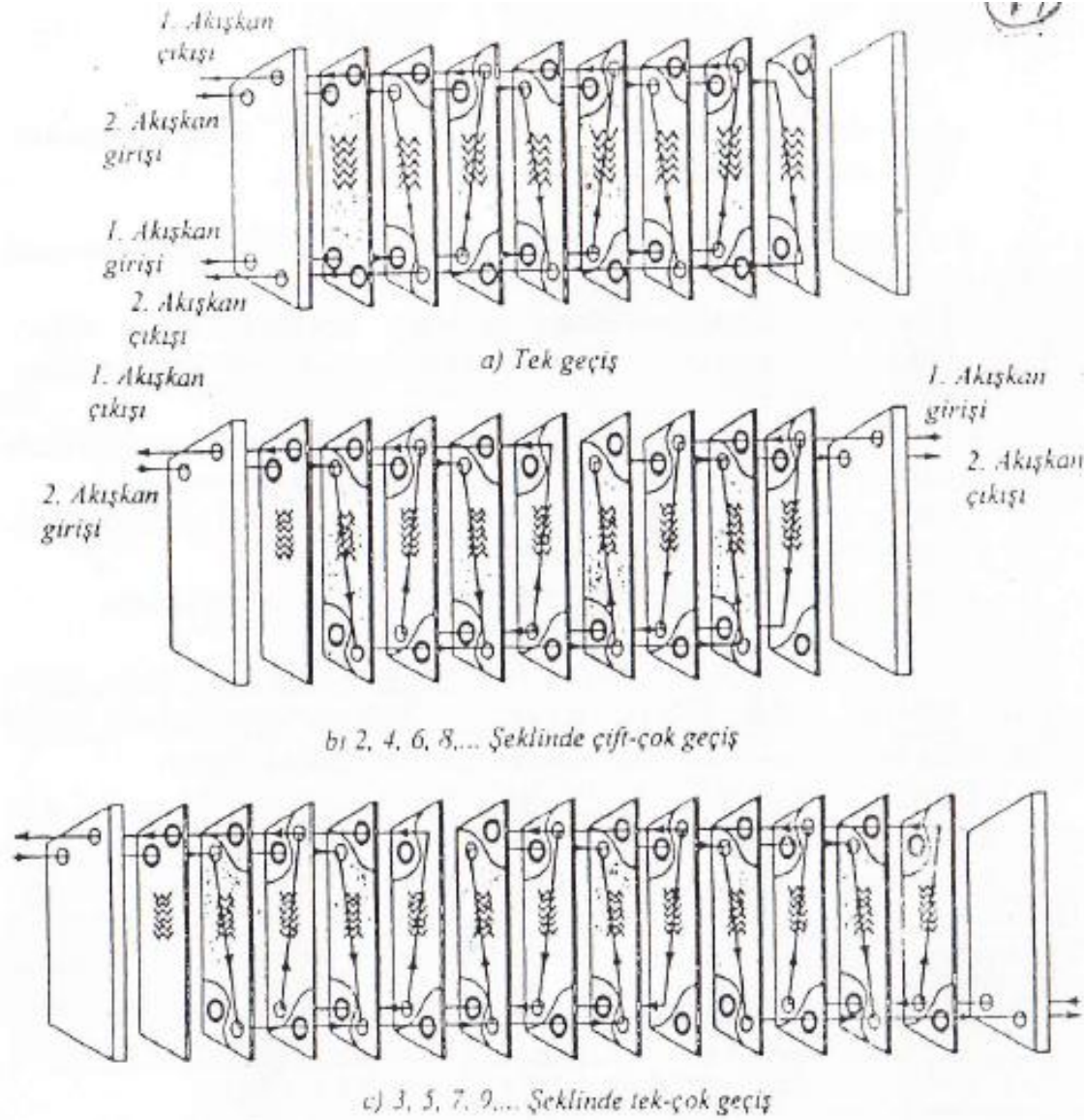


2.1. Contalı Plakalı Isı Değiştiriciler

- Bu ısı değiştirici, ince metal levhalardan bir paket yapılarak elde edilir.
- Akışkanların geçebilmesi için dört tarafında delik bulunan metal levhalar paket haline getirilirken uygun contalar kullanılır.
- Genellikle fabrikasyon olarak üzerlerine dalgalı form verilen bu levhalar düşey olarak yerleştirilerek, sıkıştırma çubukları ile sıkıştırılır.
- Dalgalı form, levhaların rijitliğini artırması yanı sıra, akışın türbülanslı olmasını da sağlar.
- Levhalar arasındaki boşluklardan, sıcak ve soğuk akışkanlar birbirlerine karışmadan akarlar, istenildiğinde sisteme levha ilave edilerek veya çıkarılarak ısı kapasitesi değiştirilebilir.
- Plakalı ısı değiştiriciler, süt ve gıda sanayinden kimyasal sanayiye kadar hemen her sanayi kolunda ısıtma ve soğutma bölümlerinde kullanılmaktadır.
- Petrol rafinerilerinde, termik santrallerde, kimya endüstrisinde çok fazla uygulama alanı bulunabilen bu ısı değiştiricilerine ait resimler aşağıdadır.
- Plakalı ısı değiştiricide conta sistemi sayesinde iki akışkanın karışması mümkün değildir.



Resim 2.3: Contalı tip plakalı ısı değiştiriciler



şekil 2.20. Contalı levhalı ısı değiştiricilerinde levhaların çeşitli şekillerde yerleştirilmesi

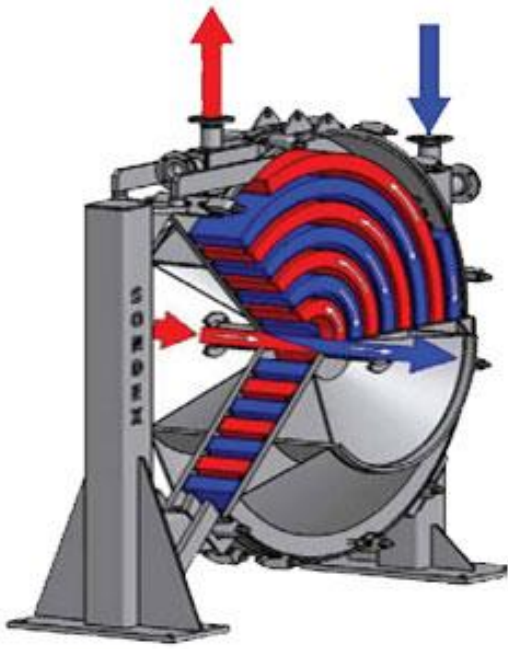
Bu tip ısı değiştiricilerinin diğer tiplere göre stnlkleri

- Kolaylıkla sklp temizlenebilir. Bu nedenle gıda endüstrisi iyin uygundur.
- Isı değiştirici içinde sıcak ve soğuk bölgeler oluşmaz.
- İki akışkanın birbirine karışına imkanı azdır. Kaçaklar dış tarafa doğrudur.
- Bu ısı değiştirici içindeki akışkan miktarı az olduğundan, genellikle pahalı akışkanlar (rnek olarak makyaj, parfümeri malzemeleri) için tercih edilir.

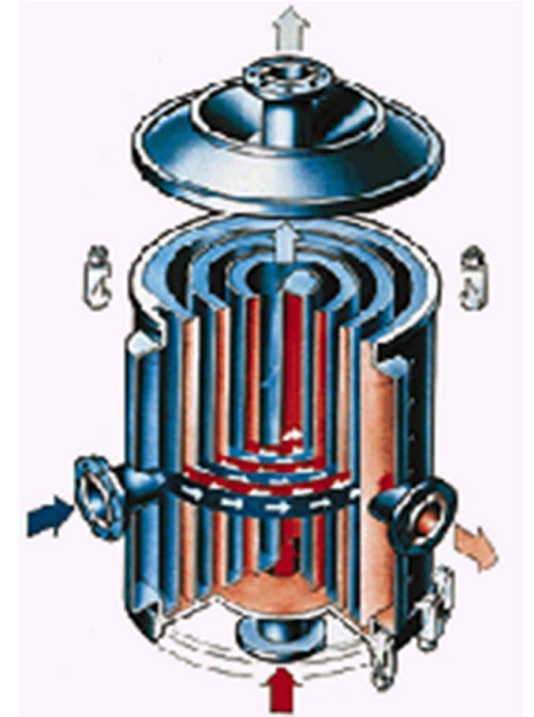
2.2 Spiral Plakalı Isı Değiştiricileri

- Bu tip ısı değiştiricileri iki uzun, paralel plakanın spiral şeklinde yuvarlatılıp akış kanallarını oluşturmak için kenarlarından diğer plakalara kaynaklanmasından meydana gelmiştir.
- Her iki spiral kanal içindeki metal yüzeyler arasındaki mesafe, metal yüzeylere kaynaklanan uzaklık pimleri ile muhafaza edilmiştir.
- Bu uzaklık pimlerinin uzunluğu 5 ile 20 mm arasında değişir.
- Bu nedenle akış debisine bağlı olarak farklı kanal boşlukları seçmek mümkündür.

- Spiral plakalı ısı deđiřtiricilerinin kirlenme eđilimi dűřűktűr ve bakımı kolay yapılır. Rahatlıkla temizlenebilirler ve kimyasal temizleme etkin bir řekilde yapılabilir. Isıl verimleri yűksektir.
-
- Montaj maliyeti dűřűk olup orta ve yűksek dereceli akışkanlar için çok verimlidir. İstendiđi takdirde plakalar űzerinde oluklar oluřturularak ısı transferi arttırılabilir.
- Yűksek hızlar kullanılabilindiğinden ve akış dağılımı iyi olduğundan sıcaklığa duyarlı akışkanlar için son derece uygundur[2].



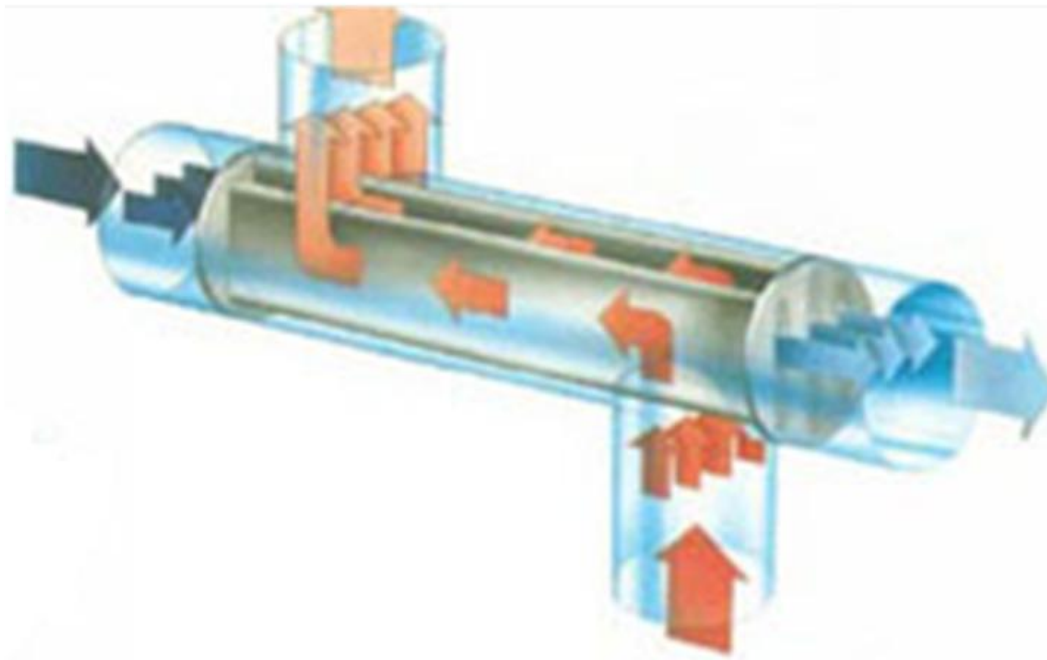
Spiral Plakalı Isı Değiştiricileri



2.3 Lamelli Plakalı Isı Değiştiricileri

- Ramen tip olarak da bilinen lamelli ısı eşanjörleri, bir gövde içerisine boylu boyunca yerleştirilmiş bir takım paralel, kaynaklı, ince plaka kanalları veya lamellerden oluşur.
- Bu lameller dikdörtgen veya düzleştirilmiş borular şeklinde olabilir.
- Bu ısı değiştirici türleri yüzen başlıklı bir gövde-boru tipi ısı eşanjörünün bir modifikasyonudur.
- Lamel olarak adlandırılan düzleştirilmiş borular iki plakanın dikiş kaynağı veya nokta kaynağı ile birleştirilmesinden meydana gelir.

- Lameller her iki ucundan çelik çubuklarla kaynak edilirler.
- Lamel demetinin her iki ucu, dıştaki uçları giriş ve çıkış lülelerine (nozzles) kaynaklı olan lamel kaplamasına çevresel olarak kaynaklanırlar.
- Böylece lamel kısmı tamamen kaynaklanmış olur. Kana kaplaması gövde flanşına civata ile bağlanan bir flanş halkasına sahiptir.



Şekil. Lamelli Plakalı Isı Değiştiricisi

- Lamelli ısı değiştiricileri doğru bir karşıt akış için düzenlenebilir çünkü gövde tarafında hiç saptırıcı yoktur. Düzgün yüzeyler, yüksek türbülans ve düzgün dağılımlı bir akış nedeniyle lameller kolaylıkla kirlenmezler.
- Plaka demeti temizlik ve bakım için kolaylıkla çıkarılabilir. Bu tasarım 35 bar çalışma basıncı altında, asbest contalarla 500 °C ve teflon contalarla 200 °C çalışma sıcaklığında kullanılabilirler.
- Bu tip ısı değiştiricilerinin ısı verimleri yüksektir çünkü tam karşıt akış elde edilebilmektedir. Hidrolik çap küçük olduğu için büyük ısı taşıma katsayıları elde edilebilir. Bakımları kolaydır ve minimum kirlenme eğilimine sahiptirler.
- Gövde borulu ısı değiştiricilerine göre daha kompaktlardır. Düzgün akış yollarına sahiptir. Kimyasal temizleme etkin bir şekilde yapılabilir[2].

2.2.4. Kaynaklı (Lehimli) Tip Plakalı Isı Değiştiriciler

- Klasik tip contalı plakalı ısı değiştiricilerin daha düşük maliyetli bir alternatifi de lehimli plakalı ısı değiştiricileridir.
- Bu tip ünitelerin getirdiği bir başka avantaj da daha yüksek sıcaklıklar ve çalışma basınçlarında görev yapabilme kabiliyetleridir.
- Genel olarak contalı plakalı ısı değiştiriciler ile aynıdır.
- Ancak burada contaların yerini bakır lehim malzemesi almıştır.
- Paslanmaz çelik plakalar lehimleme amacı ile kullanılan bakır film ile birlikte vakum altında yüksek sıcaklıkta fırınlanır.
- Elde edilen sonuç contasız ve son derece kompakt yapıda bir ısı değiştirici olur.



Resim 2.2: Kaynaklı ısı değiştirici (eşanjör) paketleri

Lehimli ısı değiştiricilerin avantajları

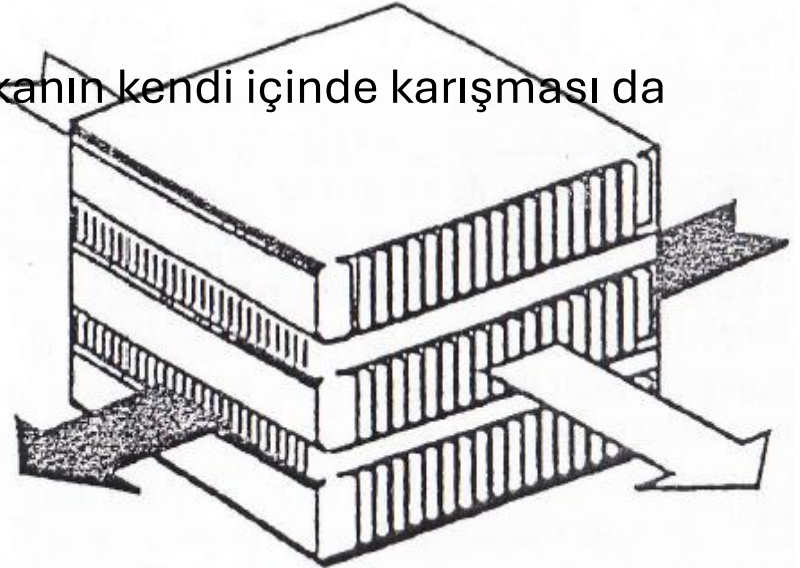
- ***Düşük maliyet:*** Standart boyutlarda seri olarak üretilmeleri ve yüksek ısı transfer katsayıları sebebi ile düşük maliyetli bir alternatif oluştururlar.
- ***Yüksek sıcaklık ve basınçlarda çalışabilme:*** Contaların mevcut olmaması sebebi ile bu tür ısı eşanjörleri -180 / +200 °C aralığındaki sıcaklıklarda ve 30 Bar'a kadar çalışma basınçlarında kullanılabilir.
- ***Düşük çalışma ağırlığı:*** Ağırlığı çok düşük olduğu için, çoğu zaman hiçbir ilave desteğe ihtiyaç duymadan hat üzerine monte edilebilir.
- ***Yakın sıcaklık yaşamı ve yüksek ısı transfer verimi:*** Plakalar içerisinde elde edilen yüksek türbölans nedeni ile çok kısa sürelerde rejime girebilir ve çalıştığı sistemin verimini artırır.

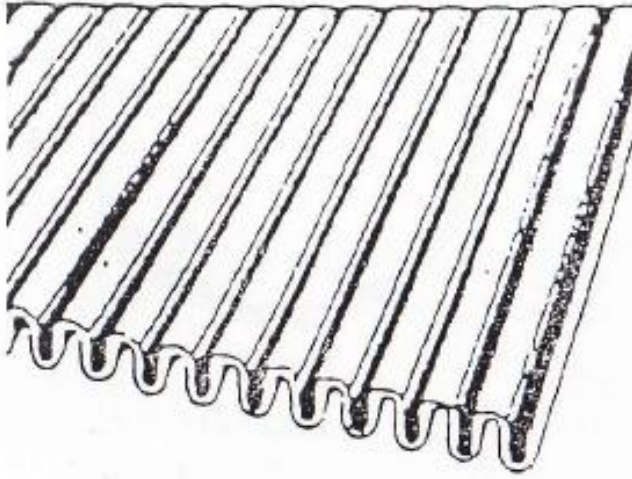
3. Kanatlı Yüzeyli Isı Değiştiricileri

- Buraya kadar incelenen borulu ve levhalı ısı değiştiricilerinde genel olarak, β yüzey alan yoğunluğu (kompaktlık) $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ değerinden, ısıl etkenlikleri ise %60 değerinden daha küçüktür.
- Bu tip ısı değiştiricilerin kompaktlığı ve ısıl etkenliği artırılmak istenir ise, asıl ısıtma yüzeyleri; kanal adı verilen, çıkıntılar ilave edilerek ısıtma yüzeyleri büyütülebilir.
- Prensip olarak ısı taşınım katsayısının küçük olduğu akışkan (genellikle gaz bazen de sıvı) tarafına kanatlar konulur.
- Bu durumda, küçük hacimde daha fazla ısı geçişi sağlanabilmesine karşın, yüzeylere ilave edilen çıkıntıların oluşturduğu ilave basınç kayıpları gözden uzak tutulmalıdır.
- Bu yüzden konstrüktif olarak en uygun yüzey ilaveleri (kanat profilleri) araştırılmalıdır.

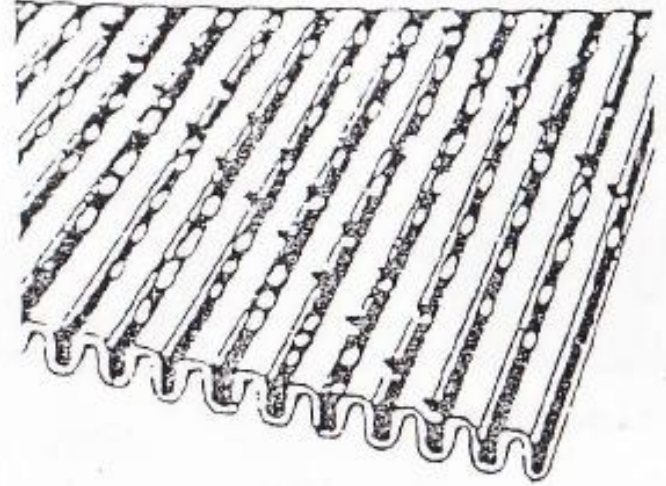
3.1 Levhalı kanatlı ısı değiştiricileri

- Bu tip ısı değiştiricilerinde kanatlar, paralel levhalar halindeki yüzeyler arasına mekanik olarak preslenerek, lehimlenerek veya kaynak edilerek tespit edilir.
- İki tarafında da gaz akışkan bulunan ısı değiştiricilerinde ısı geçiş yüzeyinin iki tarafına da kanat, gaz ve sıvı akışkanlar ile çalışan ısı değiştiricilerinde ise genellikle sadece gaz tarafına kanat konulur.
- Isı değiştiricinin rijitliğini artırması ve yüksek basınçlarda çalışmasını sağlayabilmesi bakımından levhalı kanatların önemli fonksiyonları vardır.
- Bazen kanatlara değişik formlar verilere akışkanın kendi içinde karışması da sağlanabilir.

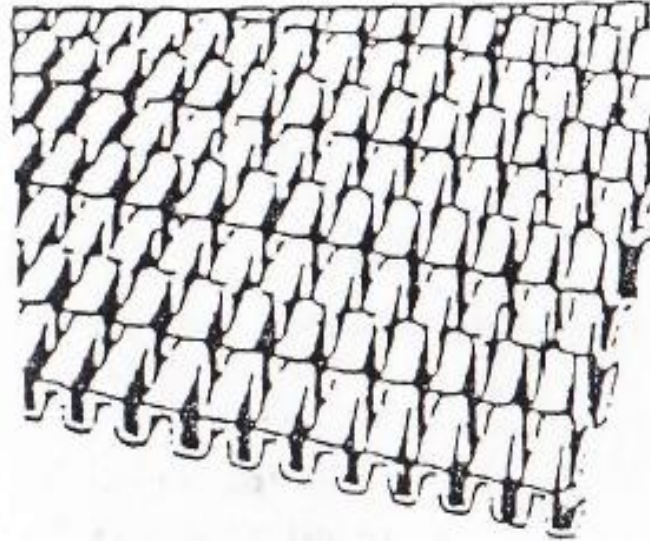




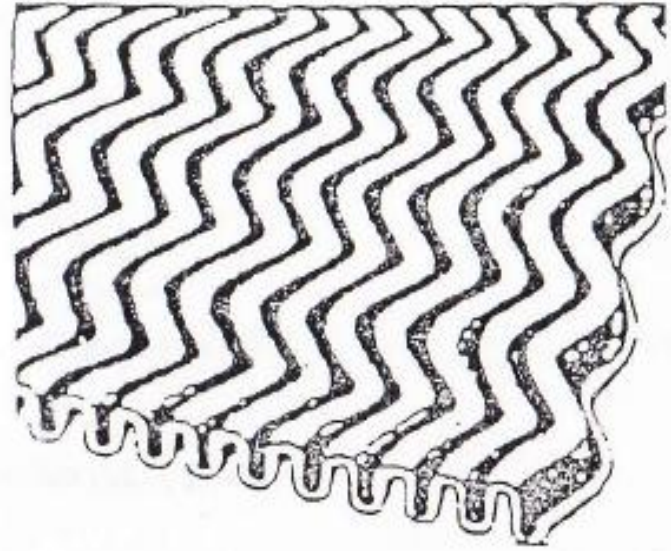
a) düz



b) Delikli



c) Tırtilli



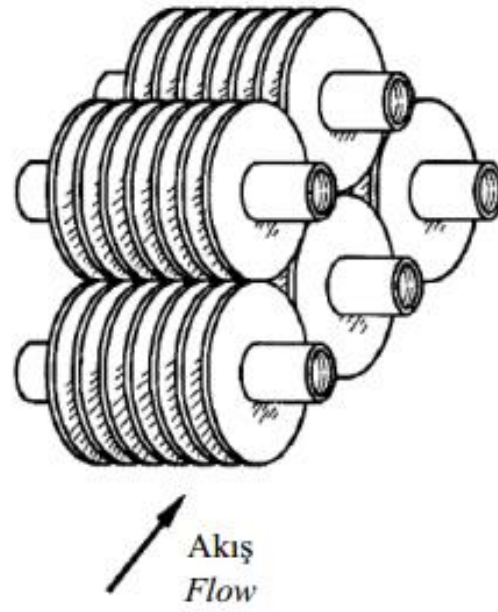
d) Zikzak

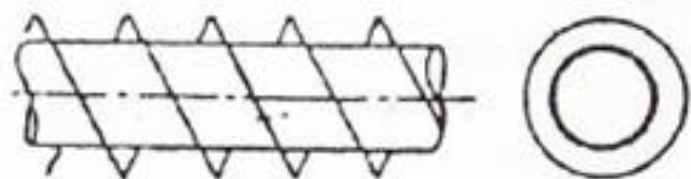
- Levhalı ısı değiştiricilerinin konstrüktif özellikleri olarak, kullanma basıncı ortalama 7 bar (bazı özel gayeler için 80 bar değeri olabilir), maksimum kullanma sıcaklığı (kanatların tespit şekline bağlı olarak) 800°C, β yüzey alan yoğunluğu (kompaktlık) maksimum 5900 m²/m³(ortalama 2000 m²/m³) değerleri verilebilir.
- Gaz ve buhar türbinleri, otomobil, kamyon, uçak motorları soğutma sistemleri, ısı pompaları, soğulma ve iklimlendirme tesisleri, elektronik devrelerin soğutma devreleri ile enerji geri kazanım sistemleri levhalı ısı değiştiricilerinin uygulama alanı bulduğu alanlardır.

3.2 Borulu kanatlı ısı değiştiriciler

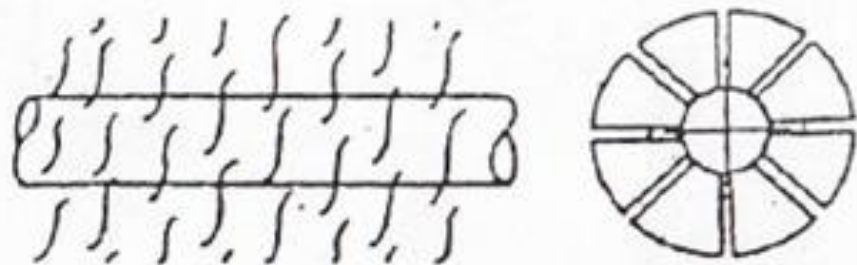
- Bir tarafında gaz, diğer tarafında sıvı akan ısı değiştiricilerinde, sıvı tarafındaki ısı taşınım katsayısı daha yüksektir, bu nedenle çoğunlukla sıvı akışkan tarafı kanal gerektirmez.
- Diğer taraftan mukavemet bakımından uygun geometri silindir olduğundan, ısı değiştiricilerde yüksek basınçlı akışkan (genellikle de sıvı akışkan tarafındaki basınç, gaz tarafındaki hasından daha yüksektir bu nedenle sıvı akışkan) boru içinden akıtılır.
- Bu yüzden pratikte dairesel veya oval kesitli boru dışındaki kanatlı yüzeyler ile daha çok karşılaşılır.
- Bunlara ait birkaç örnek şekil 2.28a'da bireysel borular üzerine tespit edilebildiği gibi, şekil 2.28b'de boru grubu üzerine de tespit edilebilir.

Borulu kanatlı ısı değiştiricileri

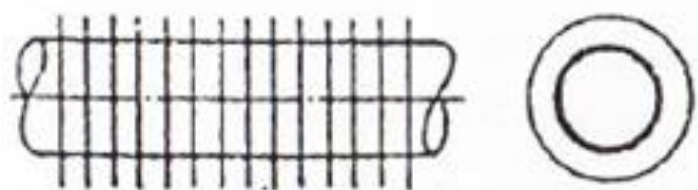




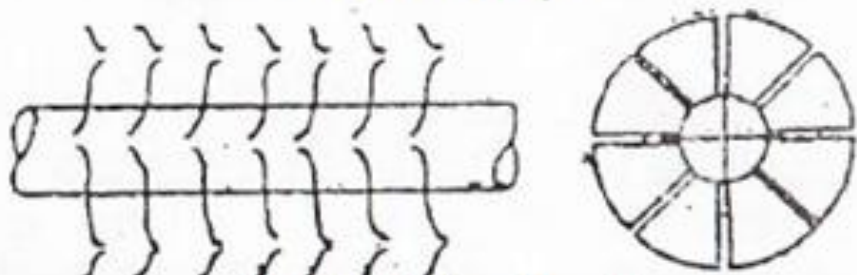
Helisel



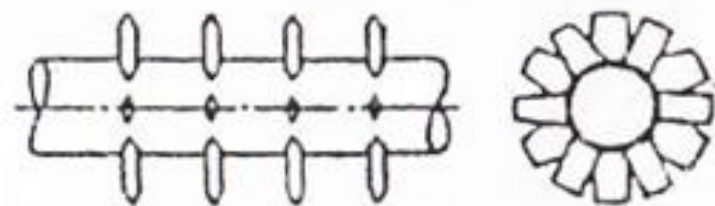
Tam kesilmiş helisel



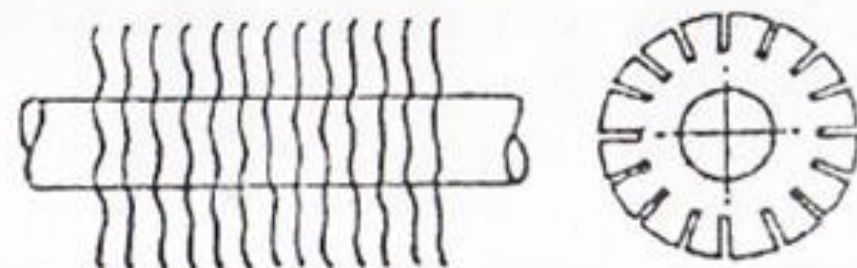
Çapsal



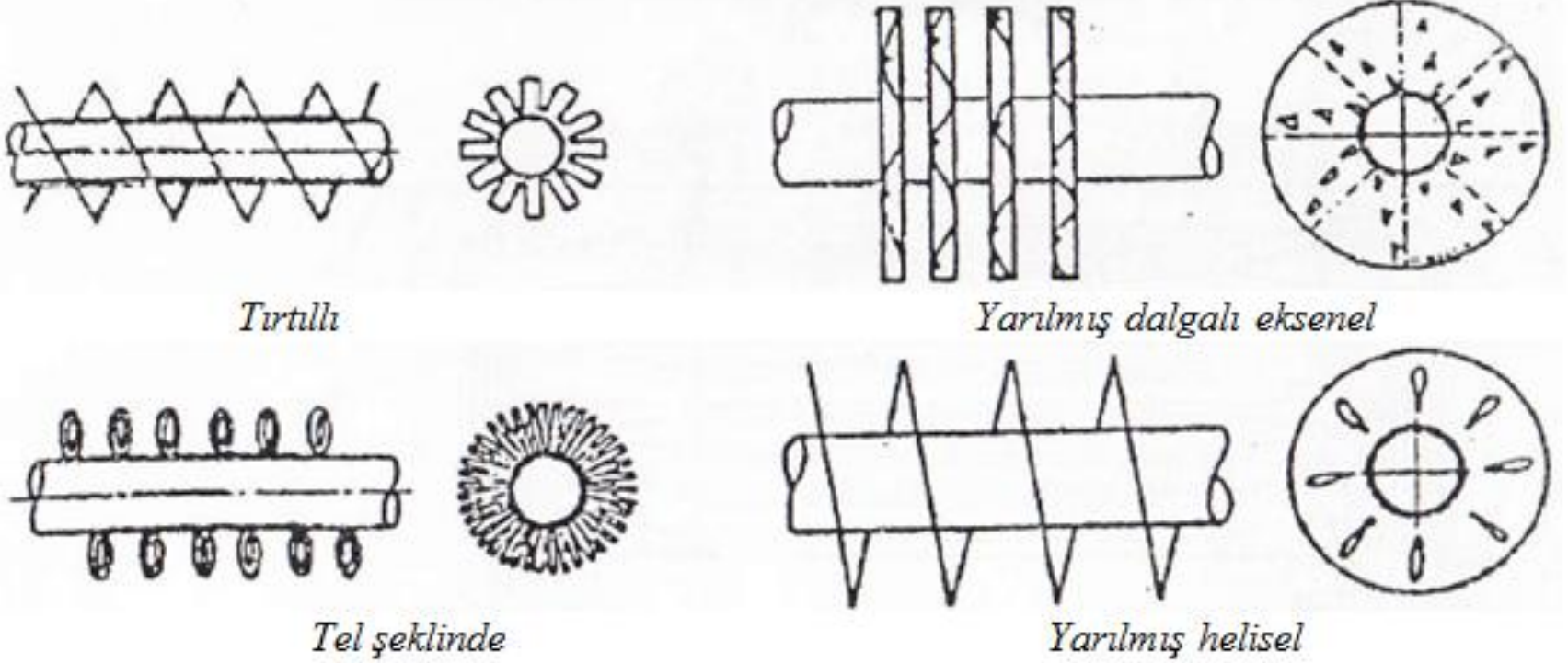
Tam kesilmiş eksenel



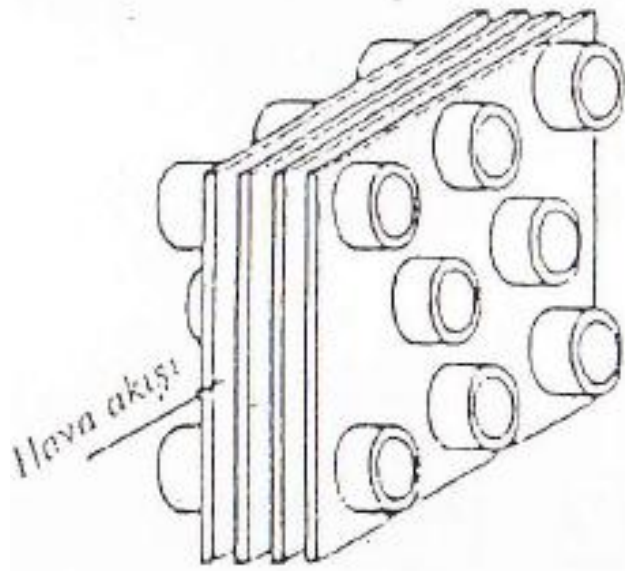
Saplamalı



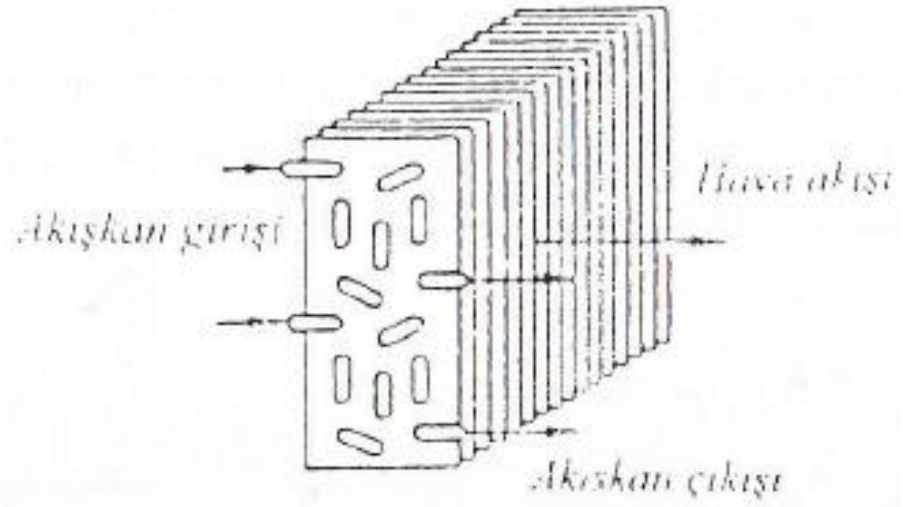
Kısmi kesilmiş helisel



Şekil 28a. Bireysel botu dışına konulan boru eksenine dik (veya helisel) bazı kanat şekilleri [2,20]

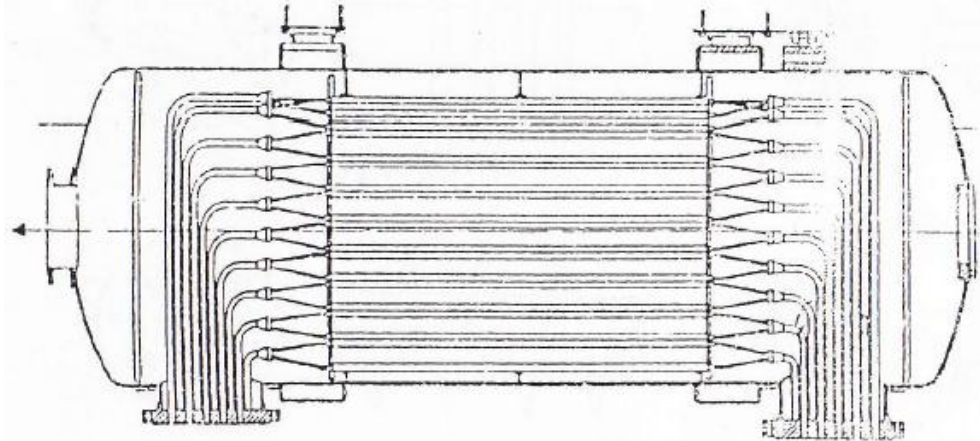


Dairesel kesitli borular

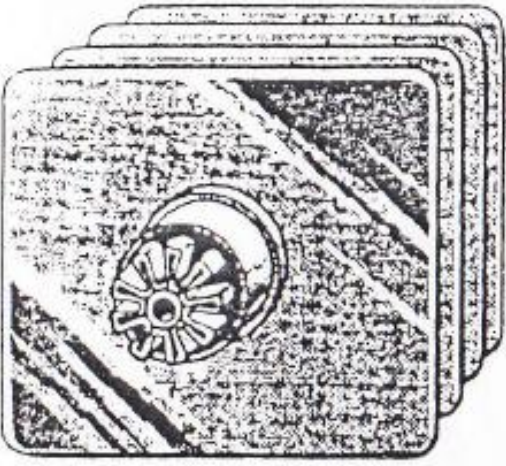


Oval kesitli borular

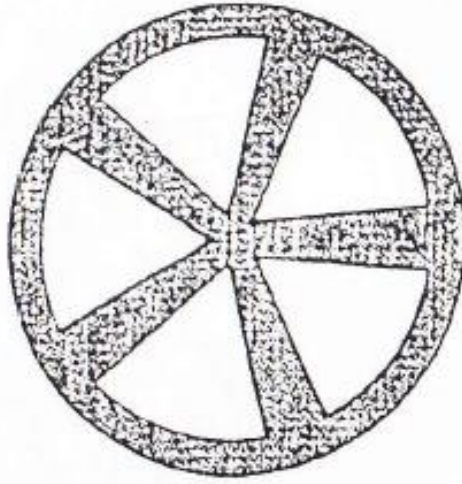
Şekil 2.28b Dairesel veya oval kesitli boru grubu üzerine tespit edilmiş kanallar.



Şekil 2.29 Gaz Türbini reküperatörü



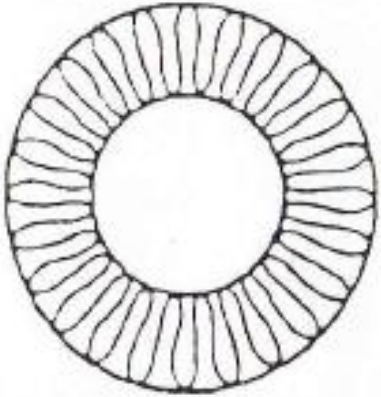
Boru dışında düz içte kurdele kanat



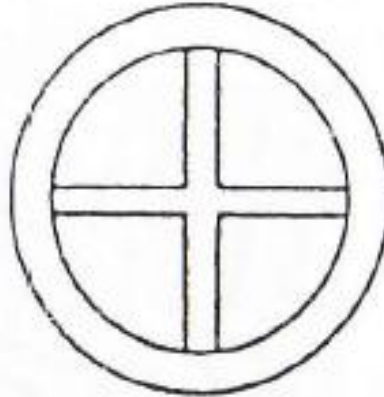
Bölücü kanatlar



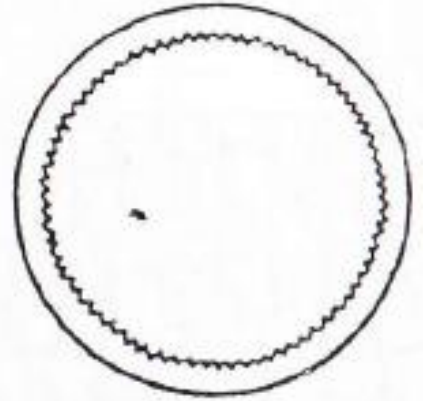
Levha kanatlar



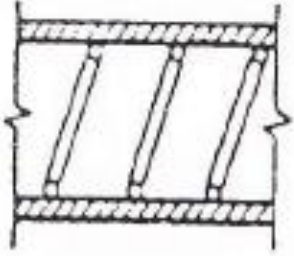
Kurdele kanat



Bölücü kanat
a) Boru iç yüzeyinde kanatlar



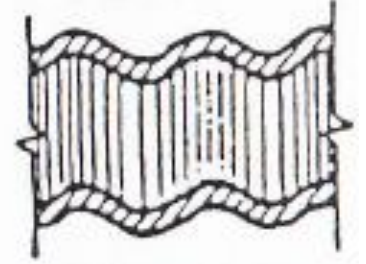
Mikro kanatlar



Helisel tel

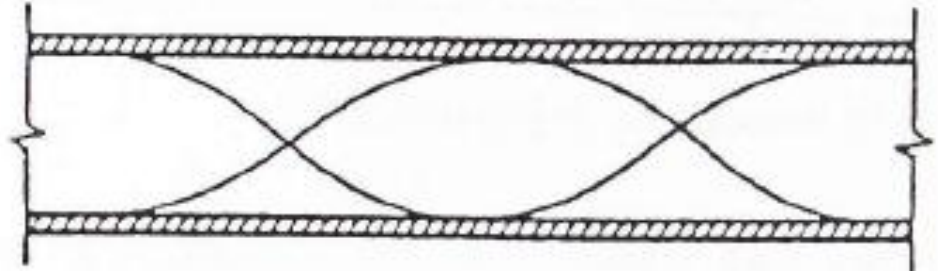


Yivli



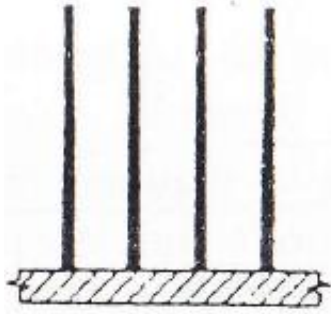
Kıvrımlı

b) Boru iç yüzünün pürüzlü ve dalgalı hale getirilmesi

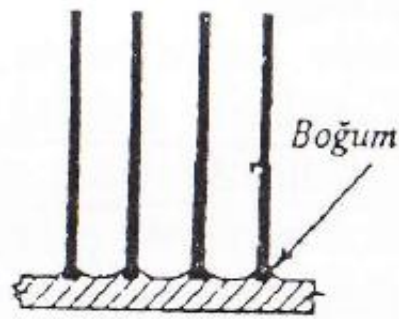


c) Akışı türbülanslı yapan şerit eleman

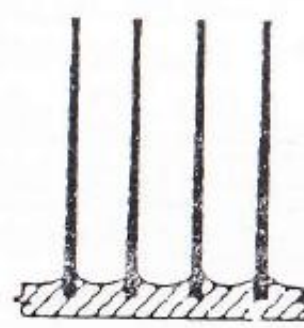
Şekil 2.29 Boru içine konulan yüzey arttırıcı ve ısı geçişini iyileştirici ilaveler [16, 17]



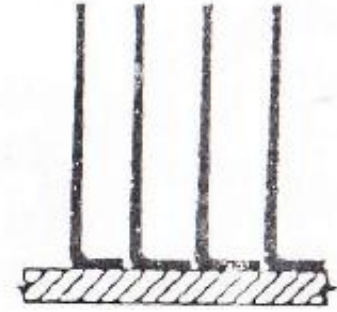
a) Bıçak kenarlı gerilmeli sarılmış, kalay banyosuna daldırılmış



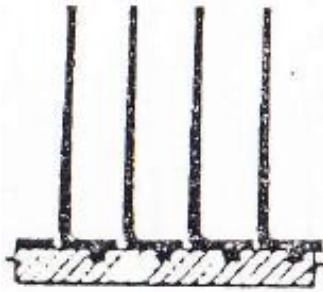
b) Bıçak kenarlı gerilmeli sarılmış ve boğumlu



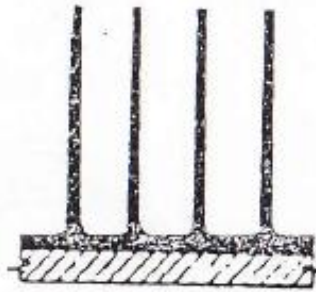
c) Ankastre ve boğumlu



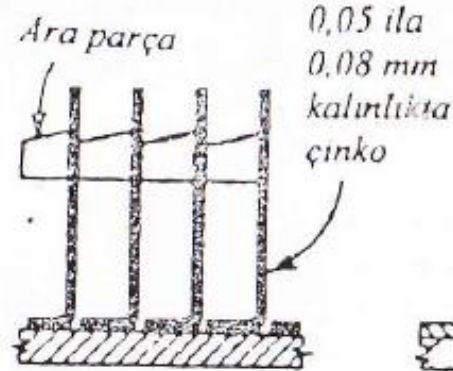
d) L-Tabanlı gerilmeli sarılmış



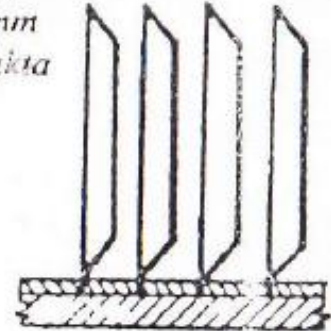
e) L-Tabanlı, ankastre, gerilmeli sarılmış



j) Ekstrüsiyon yöntemi çift metal



g) Galvaniz veya kalay banyosuna daldırılmış



h) Boru şişirilmiş

Şekil 2.31 Kanat tespit şekilleri.

- Kanatlar boru ile birlikte imal edilebildiği gibi, sonradan boru üzerine cidarlarına döküm, kaynak, lehim veya sıkı geçme tekniği ile tespit edilebilir.
- Isı değiştiricinin kullanılabilme sıcaklığı bu tespit şekline bağlıdır.
- β yüzey alan yoğunluğu (kompaktlık) $3300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ değerine kadar Ulaşabilir.
- Bu tiplerin uygulama alanları olarak güç santralleri, pervaneli soğutma grupları, taşıt araçları iklimlendirme ve soğutma tesisatları sayılabilir.