

7. ISI YALITIMI

[\(Ref. e makaleleri\)](#)

Isı yalıtımı, metallerle kıyaslanan ısı iletim hızı olarak tanımlanır. Örneğin çelik ısıyı, tipik bir izolasyon malzemesinden 600 kez daha hızlı iletir. Hava veya gazla doldurulmuş veya boşluk halinde bir bölgeye sahip olan malzemeler, normal koşullarda ısı transferini geciktirirler; bunlara ısı izolatörler denir. Bu tip malzemeler tanecikler halinde veya liflidir (veya her ikisi birden), bağlayıcıdır veya değildir, gazla-doldurulabilecek boşlukların bulunduğu ısı-yansıtıcı yüzeylere sahiptir.

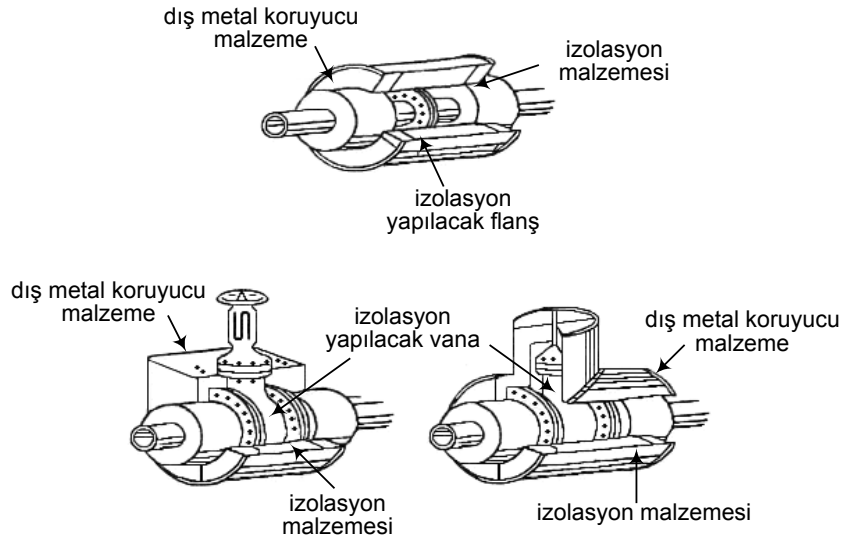
Sanayide kullanılan ekipmanlara, dışarıya (genellikle atmosfere) ısı kaybının önlenmesi için yalıtım işlemi uygulanır. Isı yalıtımı ilke olarak ekonomik nedenlerle yapılır; atmosfere kaçırılmayan ısı karşılığında enerji tasarruf edileceğinden üretim maliyetleri düşürülmüş olur. Ancak ekonomik nedenler dışında ısı yalıtımını zorunlu kılan başka nedenler de vardır. Ekipmanın özelliğine göre, bunların bir kaçı, bazı hallerde ise tümü bir arada bulunabilir: (a) Prosesin ilerleyişi içinde akışkanın sıcaklığının, bir sonraki kademe için daha fazla düşmesini önlemek, (b) daha uygun, verimli ve rahat çalışma koşulları, (c) personelin güvenliği, yangın veya parlama olasılıklarının ortadan kaldırılması, (d) çok ani sıcaklık düşüşleriyle boru bağlantı parçaları (flanşlar, kaynak bölgeleri gibi) üzerinde gerilimlerin yaratılmasının önlenmesine) ekipmanın her tarafında uygun ve düzenli bir sıcaklık profili yaratılarak, kimyasal reaksiyonun veya diğer işlemlerin düzenli olmasının sağlanması, (f) gazların yoğunlaşmasının istenmediği hallerde ve özellikle kızgın buharın taşıdığı borularda ısı kaybının önlenmesi.

Yalıtım Malzemeleri Seçimi

Yalıtım malzemesi seçilirken çalışma sıcaklığının göz önünde tutulması gerekir. Çalışma sıcaklığının, bilindiği gibi izolasyon malzemesinin kalınlığının tespiti yönünden de önemi vardır. Sıcaklığı düşük olan ekipmanların izolasyonunda düşük sıcaklık yalıtım malzemeleri kullanılır; bunlarda ısı iletim katsayısı düşüktür ve nem birikmesini kısmen önlerler ve nem birikmesi halinde yapıları bozulmayan pahalı malzemeleridir, sıcak yalıtım için özellikleri ve fonksiyonu uygun olsa bile sıcak izolasyon için daha ucuz yalıtım malzemeleri bulunduğundan, soğuk yalıtım malzemesi sıcak yalıtımda kullanılmaz.

Yalıtım malzemelerinin bazıları ekipman malzemesi üzerinde korozyona yol açabilir; bu nedenle, yalıtılacak ekipmanın malzemesinin bilinmesi gerekir. Şekil-41'de yalıtımı yapılacak bir vana ile yalıtım malzemesi ve koruyucu malzemenin durumları görülmektedir.

Yalıtım yapılacak malzemenin açık sahada veya kapalı yerde bulunması önemlidir. Yalıtım açıkta, atmosfer şartlarında çalışan bir ekipmanda yapılacaksa, açık havaya dayanıklı bir malzemenin seçilmesi gerekir. Açık şartlarda bulunan ekipmanlar, atmosfer şartlarının yanında başka fiziksel etkilerle de (yanlış kullanım, kontrolsüz ve dikkatsiz kullanım, üzerinde yürümek v.s. gibi) karşı karşıyadır. Malzeme seçiminde bu hususların da dikkate alınması gerekir.

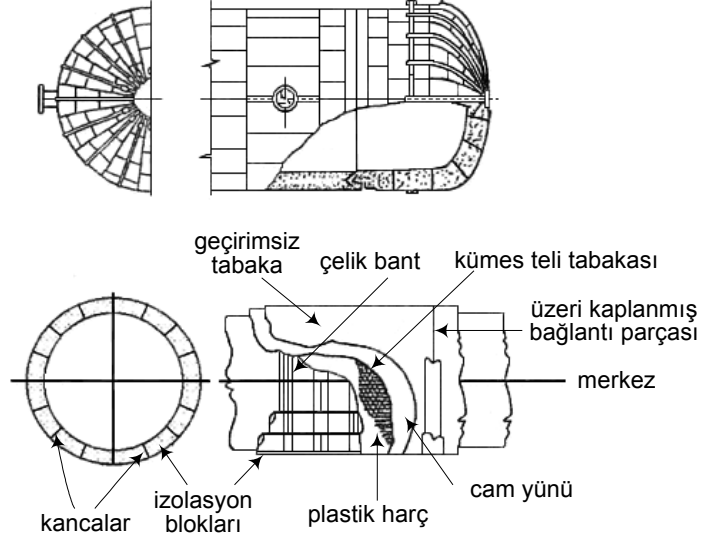


Şekil-41: İzolasyon örnekleri

Yalıtım malzemesinin sık sık sökülüp, ekipmanın kapaklarının, flanşlarının açılması gerekebilir; bu nedenle izolasyon şeklinin ve malzemesinin, ihtiyaca göre seçilmesi önemlidir. Ancak hiç açılmayacağı düşünülen izolasyonlar da mevcut olup bu tip izolasyon alanları portatif alanlardan çok daha fazladır.

Çalışma sırasında yalıtım malzemesinin üzerine kimyasal maddeler dökülebilecekse, yalıtkan malzeme bu etkene dayanıklı olmalıdır. Ayrıca yalıtımın ateşe dayanıklı olması isteniyorsa, izolasyonun ateşe dayanıklı bir kaplama ile takviye edilmesi müm-

kündür. Bütün yalıtım malzemelerinin ateşe dayanıklı olduğu söylenemez. Yalıtım malzemesi seçimi sırasında yalıtılacak yüzeyin şeklinin bilinmesi gerekir. Malzeme seçiminde haliyle göz önüne alınacak bir diğer faktör de izolasyonun maliyetidir. (Şekil-42 de iki yalıtım tipi görülmektedir.)



Şekil-42: Yalıtım tipleri

Yapılan bu açıklamalardan sonra, yalıtım malzemelerinin seçiminde dikkat edilecek hususları aşağıdaki şekilde toplamak mümkündür:

- (1) İşletme sıcaklığı (düşük, orta, yüksek),
- (2) ekipman malzemesi (çelik, alüminyum, paslanmaz çelik),
- (3) havaya açıklığı (kapalı yer, açık saha),
- (4) kötü kullanım ve yıpranma, kötü kullanıma yol açacak yerde bulunması,
- (5) kimyasal maddelere veya ateşe dayanıklılık,
- (6) yüzeyin şekli (boru, boru bağlantı parçaları, düz, eğri, düzensiz şekiller),
- (7) yalıtım maliyetidir.

Isı Yalıtım Malzemeleri

Isı yalıtıcılar, (1) asbest, cam, silika, cüruf gibi lifli veya hücreli yapıdadır; (2) kamyş, pamuk, ağaç, mantar gibi lifli veya hücreli yapıdadır; (3) polistiren veya poliüretanlar gibi hücreli organik plastiklerdir, (4) hava dolgululu veya gaz-dolgulu veya vakumlanmış boşluklar içeren ısı yansıtıcı metallere.

Endüstri ve inşaatda kullanılan en yaygın yalıtım malzemeleri gevşek dolgu, çimento, bükülebilir (fleksibil), yarı sert, sert, yansıtıcı ve yerinde şekillendirilebilen türdedir.

Gevşek-dolgulu izolasyonlar toz, grandi veya ufak yuvarlakça malzemeler olup, duvar boşluklarına dökülerek doldurulur. İzolasyon çimentosu, suyla karıştırıldığında plastik gibi ve yapışkan şekil alan bir malzemedir; bir yüzey üzerine sıvanıp kurutulularak uygulanır. Gevşek dolgu ve çimento izolasyonlar, özellikle düzgün olmayan yüzeylere uygundur.

Bükülebilir ve yarı sert malzemeler değişik sıkıştırılabilir ve esneklikte olabilir; battaniye, örtü, keçe gibi malzemelerdir. Uygulamada levha veya rulolar halinde kullanılır; organik veya inorganik dolgu maddeli olabilirler. Bu tür kaplamaların lamine folyolar, plastikler veya tel kafeslerle takviye edilmiş şekilleri de kullanılır.

Sert yalıtım malzemeleri dikdörtgen blok veya levha şeklindedir ve üretimi sırasında şekillendirilir. Boru ve eğri yüzeylerin izolasyonu için uygun eğimde ve boyutta olan şekillerde üretilir.

Yansıtıcı yalıtıcılar, levha ve rulo şeklinde tek veya çok tabakalı yapımlardır; kullanılacağı yere göre önceden şekillendirilir.

Yerinde şekillenebilen malzemeler, kullanım yerine aktarılan veya püskürtülen sıvı bileşimlerdir; buldukları yerde yarı sert veya sert köpük haline geçerler. Sıvı bağlayıcılarla karıştırılmış lifli malzemeler de aynı yöntemle uygulanır.

Isıl yalıtıcılarla gerektiğinde beraber kullanılan bazı yardımcı maddeler vardır. Bunlar hızlandırıcılar (mekanik veya kimyasal), tamamlayıcılar (koruyucu veya buhar-engelli), yapıştırıcılar, membranlar ve püskürtücü amaçlı bileşiklerdir.

Bir malzemenin ısı akışını geciktirme yeteneği, onun ısı iletkenliği (birim kalınlık için) veya iletimi (özel bir kalınlık için) ile açıklanır. Düşük ısı iletkenlik veya iletim (veya yüksek ısı direnç veya direnç değeri) ısı izolasyonu tanımlar. Malzemenin öz ısı, ısı kapasitesi (öz ısı x yoğunluk), ısı difüze olabilmesi (ısı iletkenlik / ısı kapasitesi) ve sıcaklığa direnci önemli ısı özellikleridir. Sıcaklığın zamanla değiştiği kararsız-hal uygulamalarda ısı difüze olabilme önemlidir.

Aşağıda bazı yalıtım malzemeleri ve kullanım koşulları verilmiştir.

%85 Magnezyum Hidroksit: 600 °F sıcaklığa kadar olan bölgelerde çok kullanılan, yoğunluğu düşük bir yalıtım malzemesidir. Bu malzeme %85 magnezyum hidroksit ve %15 magnezyum karbonatın asbest ile takviye edilmesi ile elde edilir. Boruların izolasyonu için 3 ft uzunluğunda yarım boru şeklinde bloklar halinde çeşitli kalınlıklarda, kullanıma hazır bulunabilir. Muhtelif kalınlıkta olan bu yarım boru blokları birbirlerinin üzerine de geçirilebilecek şekilde ebatlandırılmışlardır. Ayrıca düz ve eğimli bloklar halinde 3, 6, 9, 12 inç eninde ve 18 veya 36 inç uzunluğunda ve 1-4 inç arasında değişen kalınlıklarda tank, eşanjör, kolon, fırın v.s. gibi ekipmanların izolasyonunda kullanılmak üzere hazır bulunurlar.

Eiyaf Yapıda Mineraller: Sentetik olarak imal edilen bu malzeme silis, cam yapılarındaki mineral malzemelere lifli bir yapı verilmesi ile oluşur. Bazı türleri metalik ipliklerle kuvvetlendirilerek keçe şekline getirilmişlerdir. Boru izolasyonu için düz levhalar halinde olan malzeme bükülerek kullanılır. Esnek tipleri kontrol için sık sık açılan boruların (Petrokimya ve Rafinerilerde olduğu gibi) izolasyonunda uygundur; 800 °F sıcaklığa kadar tavsiye edilir.

Keçeleştirilmiş Asbest (Amyant): Bu malzeme 1 inç kalınlık içinde yaklaşık 35-40 adet asbest keçe tabakanın, ısı iletimi az bir yapıştırıcı ile tutturulmasıyla yapılır. Boru izolasyonu için ve düz, yüzey izolasyonu için bloklar halinde imal edilmektedir. Malzemenin ebatları ve şekli magnezyumlu için tarif edildiği şekildedir. Ayrıca bu malzemenin de magnezyumlu malzeme gibi, çok yüksek sıcaklıkların izolasyonu için kalıpla dökülmüş diatome silika malzemesinin üzerine ikinci bir tabaka olarak kullanılabilir. En yüksek kullanılma sıcaklığı 700 °F dır.

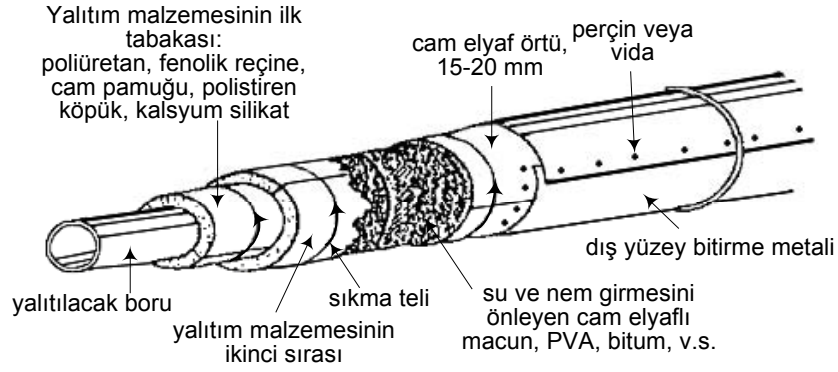
Asbest Döküm Malzeme: Doğal asbestin bazı yapıştırıcılar ile karıştırılarak boru barçası ve levha kalıplarına dökülmesiyle elde edilir. Diğer blok malzemeler büyüklüklerinde piyasaya sürülmektedir. 24 inç ebadına kadar, silindirik veya yarım boru şeklinde, 1/2-5 inç aralığında değişen kalınlıklarda imal edilmektedir. 700-1000°F sıcaklıkları arasında kullanılabilir.

Diatome Silika: Diatome toprağın magnezyum karbonat, asbest ve bağlayıcı olarak kil ile karıştırılarak kalıplara dökülmesi ile elde edilir; standart büyüklüklerde bulunur; 1500-1900 F arası sıcaklıklar için uygundur.

Kalsiyum Silikat: Kristal suyu içeren kalsiyum silikatın asbest fiber ile takviye edilerek kalıplara dökülmesiyle yapılır; standart büyüklüklerde imal edilir ve 1200 °F a kadar kullanılabilir.

Asbest Battaniye Tipi Malzeme : Bu tip malzemeler pompa, türbin, değişik ebatta (veya kontrol vanası gibi) ekipmanın izolasyonunda kullanılır; lifli yapıdaki asbestin kumaş şeklinde dokunması ile yapılır. İzolasyon uygulamasında metal teller ve iğnelerle dikilerek şekil verilir.

Çeşitli Tip Yapıştırıcı ve Harçlar : İzolasyon işlemi sırasında kullanılmak üzere, izolasyonun yeri ve ana izolasyon malzemesine göre seçilen, çok çeşitli harç ve yapıştırıcı bulunmaktadır. Harçlar, dolgu malzemesi olarak kullanılmasının yanında, çok şekilsiz ekipmanlara standart ebatlardaki diğer malzemelerin uygulanamaması durumlarında, ana izolasyon malzemeleri olarak kullanılır. Harçlar genellikle kurudur; kullanılmadan önce sulandırılarak uygun kıvamda bir harç hazırlanır. Metal yüzeylere doğrudan yapışabilirler. Bazı tip harçlar ana izolasyon malzemesi ile aynı yapıda olabilir. Mesela %85 magnezyum hidroksit malzeme gibi; üçüncü tür harçlar ana izolasyon malzemesinin üzerine ve en dışa konulan kümes teli (hegzanol tel) üzerine son kat olarak kullanılır.



Şekil-43: Boru izolasyonu

Bazı hallerde çimento ile karıştırılarak sertleştirilebilir. Dördüncü tür harçlar doğrudan doğruya refrakter malzemenin döşenmesi sırasında, bunların aralarının doldurulması ve yapıştırılması için kullanılan harçlardır. Şekil-43'de bir borunun izolasyonunda kullanılan malzemeler gösterilmiştir.

Isı Yalıtım Şekilleri

Sıcaklık faktörü ve diğer parametrelerin göz önünde tutulması ile saptanan izolasyon malzemesinin cinsi, şekli ve kalınlığı ancak izolasyonun belirlenen şekilde yapılması halinde etkili olur. Uygulama gerektiği gibi yapılmazsa, ısı kayıpları hesaplandıktan daha fazla olabildiği gibi, izolasyonun direnci ve dayanıklılığı da düşünülen farklı olur ve kısa zamanda bütün malzeme elden çıkar; veya çıplak yüzeyde olacak ısı kaybından çok daha büyük ısı kayıpları ile karşılaşılabilir.

İzolasyon uygulamalarının çok çeşitli yolları ve teknikleri bulunmaktadır. Ekipman imalat resimlerinde izolasyon tekniği ve yöntemi (şartnameleri) ayrıca belirtilir. Burada tüm tekniklere değinilmesi mümkün olmayacağından kurallar verilmeye çalışılacak ve örnek için bir tankın izolasyonu anlatılacaktır.

Yalıtım Uygulamalarında Genel Kurallar

Yapıda Sağlamlılık: İzolasyon malzemeleri ekipmana sıkıca yapıştırılmalı ve arada kontrolsüz hava boşlukları bırakılmamalıdır. Aksi halde bu şekildeki boşluklar izolasyon arasında bir hava akımına, sonuçta da ısının hızla uzaklaşmasına yol açarlar. Ayrıca gevşek yerleştirilmiş ve birbirine iyice tutturulmamış yalıtım malzemelerinin oluşturduğu izolasyonun mekanik mukavemeti de olamaz; tellerle ve bantlarla bağlanmamış izolasyon küçük mertebedeki titreşimlerle dağılırlar.

Bağlantı Noktasında Emniyet : İzolasyon bağlantı noktalarında veya bağlantı bölgelerinde, izolasyon malzemelerinin birbirine iyice temas etmeleri önemlidir. Gerekirse bu gibi yerlerde birkaç kat izolasyon uygulanır. Aksi halde ve özellikle yüksek sıcaklıklı ekipmanlarda sıcaklığın yol açtığı uzamalarda bağlantılarda açılmalar görülür.

Dış Etkenlere Direnç: Özellikle bina dışı ve açık arazi izolasyonlarının yapısının kuvvetli olması gerekir, ayrıca uygun görülen yerlere, üzerlerine basılmaması için geçit merdiveni, kolon ve dramlar için iskele yahut çıkış merdiveni yapılır.

Nem Geçirmezlik : Dış etkenlerin en önemlisi nem, yağmur ve kardır; bunların hiçbir şekilde izolasyon içine girmemesi gerekir. Bunun için uygulama tekniklerinde özel haller geliştirilmiştir.

Portatif Alternatif : Kullanımı yerine göre izolasyonun sık açılma olasılığına karşı kolay sökülür ve hasarlanmadan yerine konulur biçimde olması gerekir.

Tank Yalıtımı

Yalıtımı üzerinde çalışılacak tank düz tavanlı silindirik bir tank olsun. Düz tavanlı silindirik bir tankın şematik görünümü Şekil-44(a), ölçüleri Şekil-44(b) de verilmiştir. Tank şekilde görüldüğü gibi bir temele oturmaktadır. Tankın tabanı yalıtılmayacaktır. Tank içindeki sıcaklık 550 °F olarak verildiğine göre, burada yüksek sıcaklık yalıtkan maddelerinden biri uygundur.

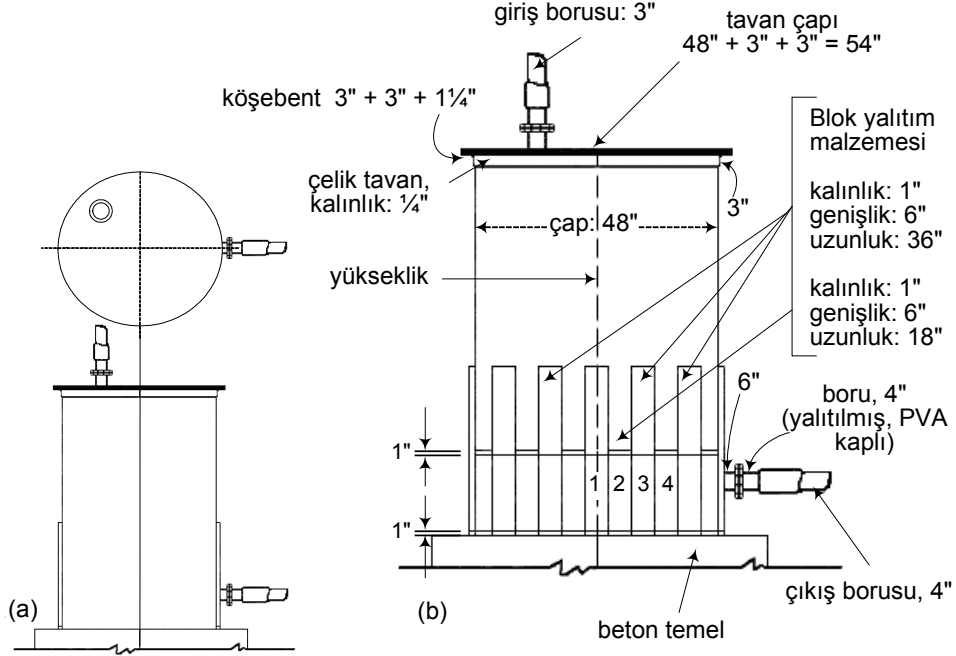
Yalıtım işlemlerinde cisimlerin en dış ölçüleri yalıtma işlemine esas ölçüler olarak alınır. Tank tavanının çevresinde köşebent varsa bu köşebentlerin eni, tankın tavan çapına ilave edilir. Buna göre, örnekteki tavan çapının 48 + 3 + 3 = 54 inç olduğu görülür. Tankın 3 inç olan giriş borusu ile 4 inç lik çıkış borusu kalsiyum silikat ile yalıtılmış ve PVA yalıtım kaplama malzemesi ile kaplanmıştır.

İzolasyon kaplamaları için önceden şekil verilmiş malzemeler de kullanılabilir; bunlara blok yalıtım malzemeleri denilmektedir. Blok yalıtım malzemelerin kalınlıkları, genellikle 1 inç, genişlikleri 6 inç veya 12 inç, boyları ise 18 inç veya 36 inç olmaktadır.

Genişliği fazla olan (12 inç) blok malzemeler düz yüzeylerin kaplanmasına, mesela dikdörtgen yapıdaki bir tankın yüzeylerinin kaplanmasına çok elverişlidir. Silindirik ekipmanlarda tankın yan yüz eğiminin uygun bir şekilde takip edilebilmesi için, genişliği daha az olan (6 inç) bloklar kullanılır.

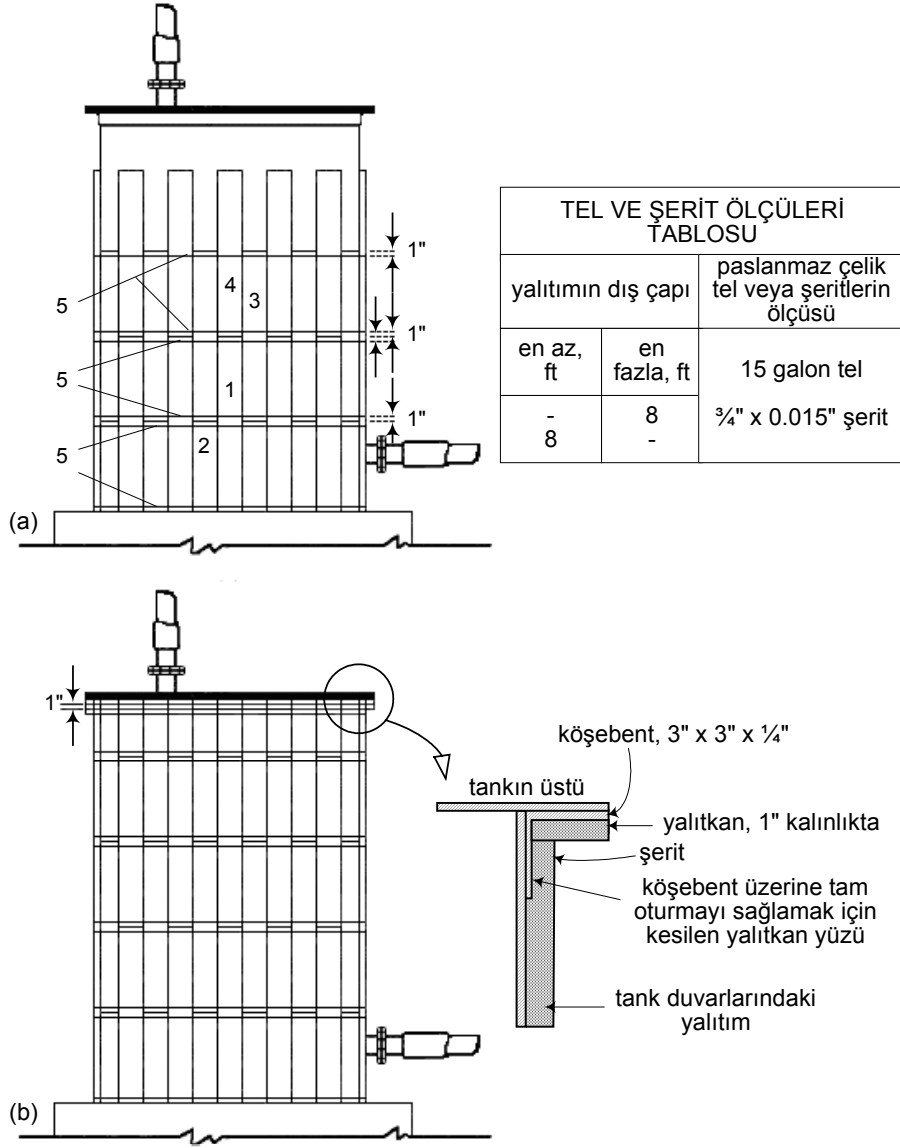
Yalıtım blokları tank yüzeyine sıkıca oturacak şekilde yerleştirilir. Blokların ekleri sıkı ve uç uca yapılır. Yalıtımdaki büyük çatlaklar veya kusurlar eğer tank paslanmaz çelik değilse, yalıtıcı ve perdahlayıcı macun ile doldurularak düzlenir.

Boru üstündeki yalıtımda boru etrafını kaplayan ek yeri çevresel ek olarak adlandırılır. Tank üstündeki yalıtımda çevresel ek tankın çevresi boyunca devam eden ektir. Özellikle tanklarda blokların uzunluklarının farklı kullanılması halinde çevresel ekler karşı karşıya gelmeyebilir. Örnekteki tankın tabanına yakın duvarlarına tatbik edilen yalıtım için 18" ve 36" uzunluğundaki bloklar sıra ile kullanıldığı durumda çevresel ekler karşı karşıya olmaz.



Şekil-44: (a) Düz tavanlı silindirik tankın şematik görünümü, (b) ölçüleri (tankın çevresi ve üstü 1" kalınlıkta kalsiyum silikatla yalıtılmış ve PVA macunu ile yüzey tamamlama işlemi yapılmıştır)

Blokların yüzeyden ayrılmasını önlemek için 18" uzunluktaki blokların her iki ucundan yaklaşık 1 inç içeriden tel veya bant geçirilir. Yalıtım dış çapı 8 ft den daha küçükse paslanmaz tel, 8 ft den daha büyükse 3/4 x 0.015 inç şerit bant kullanılır. Yalıtımın aşağı kayması beton temel ile önlenir. İzolasyonuna böyle bir temelden başlanılarak yukarı doğru gidilerek devam edilir (Şekil-45a). Yalıtkan blokları veya diğer malzeme, tel veya bant tatbik edilinceye kadar yerinde tutabilmek için, elyaftı tutkal ile tanka yapıştırılır. Yalıtımın en üst sırası tatbik edilmeden önce yalıtkan, köşebendin dik ayağı üzerine sıkıca yerleşecek şekilde kesilir. Duvar yalıtkanı ile köşebent çerçevesinin alt yüzü arasına 1 inç kalınlıkta yalıtkan yerleştirilir ve köşebende elyaflı tutkal ile yapıştırılır (Şekil-45b).



Şekil-45: Düz tavanlı silindirik bir tanka yalıtım uygulanması; (a) izolasyonun başlatılması, (b) tamamlanmış izolasyon

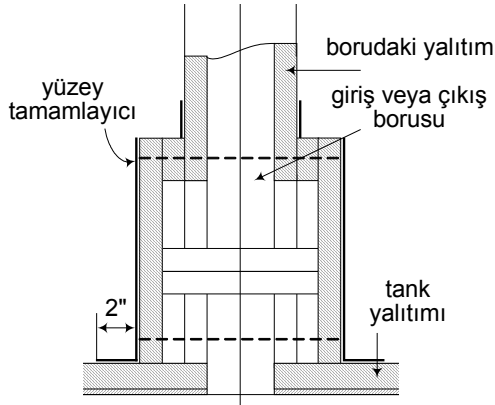
Örnekte alınan tank tavanının yalıtılmasında önemli hususlardan biri köşebent izolasyonu ile bağlantısının yapılmasıdır. Tankın üzerindeki köşebentin kenar çevresi kalsiyum silikat blokları ile yalıtılır; bu yalıtım 1 inç üst seviyesine kadar uzanır. Yalıtım üst uzantısı köşebentin altındaki yalıtıma elyafli tutkal ile tutturulur. Tankın tavan yüzeyine ise 1 inç kalınlıkta kalsiyum silikat uygulanır. İzolasyon için yalıtım blokları kullanılır. Yalıtımın nasıl yapılacağı şekilde gösterilmektedir. Yalıtım blokları tank çapına göre mümkün olduğunca en uzun boyda kullanılır. İlk parça çap ile parçanın eksenini çakıştırılmak üzere yerleştirilir. Diğer bloklar en uygun ve yekpare uzunluklarda oturtulmaya çalışılır.

Tank tavanına uygulanan izolasyon 24 kalınlıkta ise yan uzantıların yüksekliği de tankın üstünden 2 inç yüksektir. Üst yüzey yalıtım duvarların uzantısı ile aynı seviyede olur.

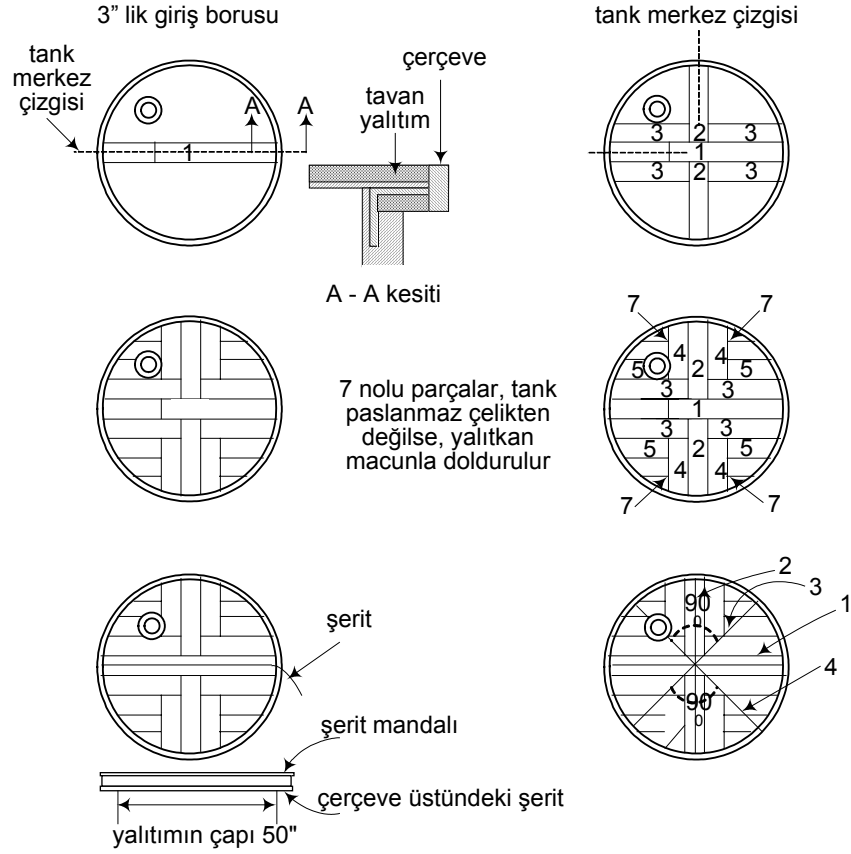
Tank tavanına uygun şekilde yerleştirilmiş ve tankın üzerine elyafli tutkal ile tutturulmuş blokların üzerinden de şerit geçirilir. Birbirine 90° konumunda olan 2 şeritten sonra bunlarla 45° açı teşkil edecek konumda 2 şerit daha geçirilir. Bütün şeritler tank çevresine geçirilerek diğer bir şerit ile sıkıştırılır.

Tank üzerindeki nozulların da yalıtılmaları gerekir. Nozul yalıtımında boru parçası şekli verilmiş, ancak çap boyunca kesilmiş ve yarım boru görünümündeki bloklardan yararlanılır.

Bir nozul için seçilecek boru yalıtkan bloku, flanş ile aynı çaplı olmalıdır. Boru izolasyonunda, doğal olarak flanş izolasyonu için borudan daha farklı bir çap kullanılır. Borularda flanş için kullanılan izolasyon bloklarının çapı boru için kullanılan ile aynı olmaz (Şekil-46). Şekil-47'de yalıtılmış tank tavanının üstten görünüşü ve çeşitli detaylar gösterilmiştir.



Şekil-46: Bağlantı flanş yalıtımı



Şekil-47: Yalıtılmış tank tavanının görüntüsü

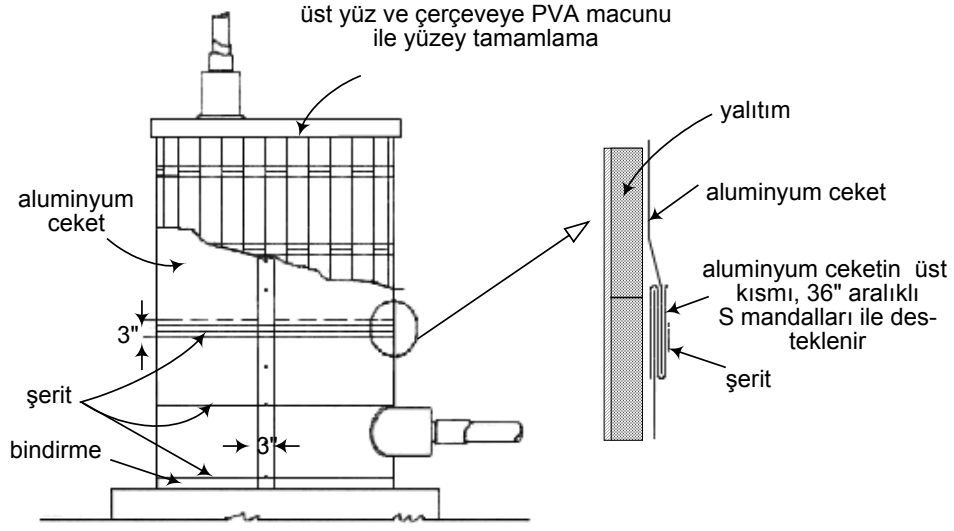
Yüzey Bitirme ve Koruma: İzolasyon maddeleri tank üzerine ve çevresine yukarıda anlatıldığı şekilde yerleştirildikten sonra, bu izolasyonun her türlü dış etkenden korunması için yüzey bitirme adı ile anılan ilave işlemlerin uygulanması gerekir (Şekil-48). Bu malzeme üzerine öncelikle PVA (poli vinil alkol) maddesinden hazırlanmış macun kaplanır; izolasyonun 50 ft alanı için 1 galon PVA macunu kullanılır.

PVA macunun ilk katının üzerine cam bezi kaplanır ve cam bezi macunun içine gömülür; macun yapışkan vaziyette olduğundan cam bezi elyafını tutar. Bundan sonra üzerine 20 ft alana 1 galon olmak üzere tekrar PVA macunu kaplanır. Böyle bir uygulama ile izolasyon (a) havaya karşı, (b) ateşe karşı, (c) neme karşı dayanıklı hale getirilmiş olur.

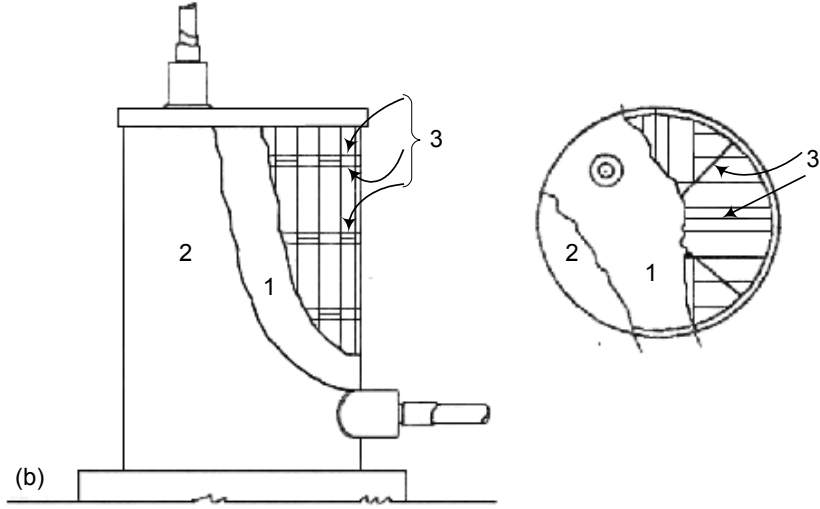
Ancak izolasyon hala dışarıdan gelebilecek beklenmedik etkilere karşı henüz korunmuş durumda değildir. Bu özelliğin kazandırılması için yapılan izolasyon bir alüminyum ceket içine alınır. Alüminyum ceket; ateşe dayanıklıdır, beklenmedik etkilere karşı izolasyonu korur, havaya mukavemeti büyük ölçüde yükseltir.

Alüminyum ceket ebatları küçük ekipmanlarda, küçük ve orta büyüklükteki pompalarda, eşanjör kafalarında, büyük çaplı flanşlarda bağımsız ve portatif yapılabilir. Örnekteki gibi büyük ekipmanlarda izolasyon işleminde büyük ebatlı alüminyum levhalar kullanılır. Levhalar tank çevresine yerleştirilip birbirlerine tutturup şeritlerle bağlandıktan sonra izolasyon tamamlanmış olur.

Alüminyum levhalar yerleştirilerek suyun içeri sızmasının önlenmesi için hem dikey ve hem de çevresel eklerde levhalar birbirleri üzerine bindirilir. Her iki yöndeki bu bindirmeler yaklaşık 3" kadardır; bu parçalar bağlayıcılarla birbirlerine tutturulur. Dikey bindirmede iki çeşit bağlayıcı, perçin veya metal levha vidaları kullanılabilir. Ayrıca dikey bindirmede 36" kadar aralıklarla yerleştirilen S mandallarıyla üstteki levhanın alttaki levha üzerinden kaymadan sabitlenmesi sağlanır. Alüminyum levhaların açık kalabilecek bölgeleri (nozul birleşme yerleri gibi) bağlantı kaplama maddesi ile örtülür, son olarak da alüminyum levhaların açık kalabilecek bölgeleri (nozul birleşme yerleri gibi) bağlantı kaplama maddesi ile örtülür ve levhaların ortalarına rastlayacak şekilde çevresel şeritlerle bağlanır.



(a)



(b)

Şekil-48: Isıl izolasyonda yüzey bitirme işlemi

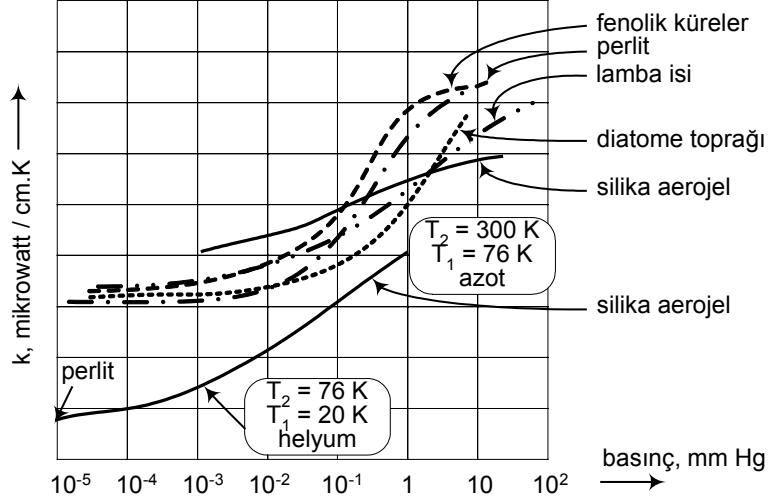
Kriyojenik Yalıtım

Doğal gazın sıvılaştırılması ve taşınması, süper iletkenler, elektronik aletler ve tıp tekniklerinin gelişmesi, güç-iletim bağlantılarının soğutulması ve üretim proseslerinde kriyojenik akışkanlara olan talebin artmasıyla yüksek verimli ısı yalıtıma gereksinim doğmuştur. Isı akış hızını düşürecek çok etkin yöntemler geliştirilerek, geleneksel soğutma izolasyon sistemlerine göre 10-10000 kat daha iyi yalıtım sağlanabilmektedir.

Isı Transfer Mekanizmasının Yavaşlatılması:

Katı-iletimin yavaşlatılması, çok ince bölünmüş tanecikler ve kontrollü dizilmiş küçük çaplı lifler (fiberler) kullanılarak kesit alanının azaltılıp, ısı akışı yönündeki yol uzunluğunun artırılmasıyla sağlanır. Gaz-iletimi ise gaz basıncının düşürülmesiyle azaltılır. Basınç düşmesinin etkisi iki bölgeye ayrılır:

- (1) atmosfer basıncından birkaç milimetre civa basıncına kadar olan aralık; bu koşullarda gaz iletimi basınca bağlı değildir,
- (2) birkaç milimetreden daha düşük basınçlar; gaz iletimi basınca bağlıdır.



Şekil-49: Bazı malzemelerin, sızıntı gaz basıncının fonksiyonu olarak, ortalama ısı iletkenlikleri

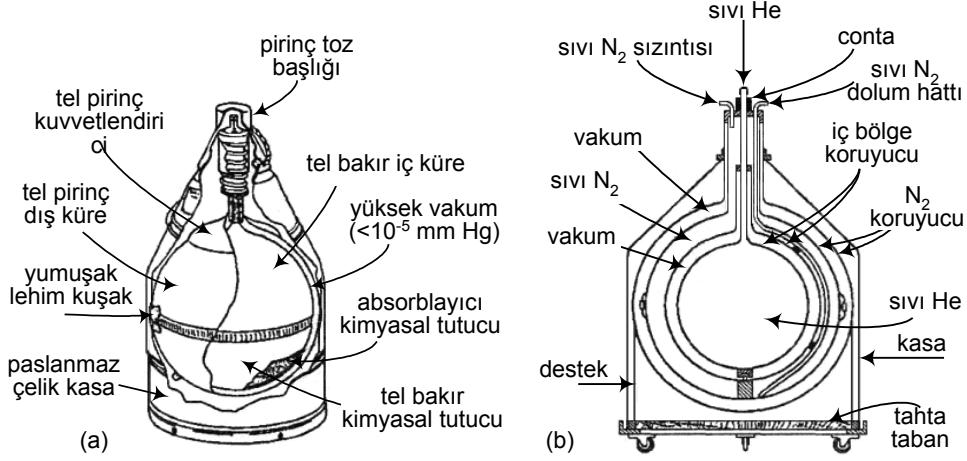
Bir bölgeden diğerine geçiş, taneciklerin düzenlenmiş şekline ve gaz moleküllerinin geçtiği ortalama serbest yola göre değişir. Gaz başmandaki bir azalma, yalıtıcı tanecikler arasındaki boşluklarla kıyaslanabilir düzeye gelinceye kadar ortalama serbest yol mesafesinin artmasına sebep olur; bu mesafeden sonra basınca-bağımlı bölge elde edilir. Gaz basıncının çeşitli malzemeler için, ısı iletme etkisi Şekil-49'daki grafiklerle verilmiştir; gaz molekülleri uzaklaştırıldığında ısı iletim düşmektedir.

Radyasyonla ısı transferini azaltmak için absorpsiyon, tekrar-radyasyon ve saçılma olayları değiştirilir. Optimum tane büyüklüğü, yansıtıcı tanecikler veya absorblayıcı maddelerle radyasyon azaltılır. Kriyojenik yalıtımda dört yöntem uygulanır: (1) yüksek-vakum, (2) çoklu-tabaka, (3) toz, (4) sert köpük.

Yüksek-Vakum Yalıtımı

Kriyojenik sıvıların bulundurulduğu çift-duvarlı, yansıtıcı yüzeyli kaplara yüksek vakum uygulanır. Dewar tip kaplara ısı sızması radyasyon, gaz iletimi veya bağlantı malzemelerinden doğrudan ısı iletim şeklindedir. Çok düşük kaynama noktalı sıvılar (helyum, hidrojen gibi) için kullanılan Devvar kaplarına sıvı azotla soğutulan bir siper kullanılarak radyasyonla ısı transferi engellenir. Siperle iç kap arasındaki ısı transferi, başlıca, vakumlanmış bölgede kalan gaz (kalıntı) yoluyla kondüksiyonla iletim şeklindedir.

Bir H_2 Devvarında kalıntı gaz hidrojene benzer, çözeltilerden, metallere veya difüzyon pompasının akışkanından çıkar. Bir He Devvarında kalıntı gaz, sadece helyum kabındaki sızıntıdan kaynaklanır. Sıcak ve soğuk kovanlar arasındaki iç destek malzemeleri ve diğer bağlantılardan olan ısı iletimi, uygun malzeme kullanılmadığı ve iyi bir yalıtım yapılmadığı hallerde önemli boyutlardadır. Isı akışının en aza düşürülmesi için düşük ısı iletkenli ve uygun kuvvette malzemeler seçilmelidir. Malzemenin gaz çıkarma ve kırılabilirlik gibi özellikleri de önemli faktörlerdir. Şekil-50(a)'da ve 50(b)'de laboratuvar boyutlarında Devvar kapları görülmektedir.



Şekil-50: 10-100 L kapasiteli, taşınabilir (a) tipik sıvı azot veya sıvı oksijen, (b) sıvı helyum veya sıvı hidrojen (soğutma sıvı azot ile yapılır), dewar kapları

Çok Tabakalı Yalıtım

Bu tip yalıtımda radyasyon- yansıtıcı yüzler engeller (siper) arasında, iletkenliği çok düşük ayırıcılar bulunur. Radyasyonla ısı transferi yüzeyin emitleme (ışın çıkarma) gücüyle doğru, radyasyon siperlerinin sayısı ile ters orantılıdır.

Vakumlanmış Toz Yalıtım

Tozların çoğu kuvvetli adsorbentlerdir ve istenilen vakumun elde edilebilmesi için çok iyi ve dikkatle kurutulmalıdır. Herhangi bir nedenle vakumun bozulma olasılığı nedeniyle, yüksek vakumlu yalıtıma veya çok tabakalı yalıtıma göre daha avantajlıdır. Konveksiyonla ve radyasyonla ısı transferini azaltır ve orta-vakumlarda kullanılır. Silika ve perlit gibi mineral tozlara, metalik tozların karıştırılmasıyla radyasyonla ısı transferi daha da düşer.

Sert Köpük Yalıtımı

Sert köpükler diğer yalıtım malzemeleri kadar etkin değildir, fakat vakumlu bir ortama gereksinim olmadığından borulama ve kazanların kurulmasında tek-kovan sistem yeterlidir. Atmosferik basınçta düşük ısıl iletkenlikleri, gözeneklerin freonla doldurulmasıyla sağlanır. Gözeneklerin büyüklüğü, freonun 1 atmosferdeki ortalama serbest yol mesafesi kadardır.

ISI YALITIMININ EKONOMİK YÖNÜ, YALITIMINDA EKONOMİK KALINLIK ANLAMI

Çıplak yüzeylerdeki ısı kaybı, sıcaklık farkı yükseldikçe önemli derecede artar; bu nedenle ısı yalıtımının önemi büyüktür. Örneğin bir yılda 7200 saat çalışan bir buhar kazanının buhar dramındaki basınç 150 psi olsun; bunu karşılayan (doymuş buhar) sıcaklık 366 °F dır. Atmosfer sıcaklığının 80 °F olduğu kabul edilirse sıcaklık farkı 286 °F dır. Tankın alanı da düşünülürse, çıplak yüzeylerden atmosfere büyük kaçaklar olabileceği kolaylıkla görülür. Bu nedenle izolasyonun iyi bir yatırım olduğu söylenebilir; bu hususun tasarım sırasında düşünülmesi ve yatırım için bütçeye harcamaya konulması gerekir. İzolasyonların gerektiği şekilde kullanılması ve korunması da çok önemlidir. İzolasyon tahrip olursa veya çıkartıldıktan sonra yerine konulmazsa, hem yatırım boşa gider hem de ısı kayıpları büyük boyutlara ulaşır. Uygun bir izolasyon yatırımının, yaklaşık bir yıl içinde kendisini ödediği kabul edilmektedir.

Çabuk hesaplamalar için hazırlanmış tablolardan bakılırsa, 286 °F sıcaklık farkı için çıplak yüzeyden ısı kaybı yaklaşık 850 Btu/saat ft dir. Örnekteki buhar dramının kazan dışında kalan kafalarının izole edilmeyen alanlarının 30 ft olduğu varsayıldığında, ısı kaybının; $850 \times 30 \times 7.200 = 183.6$ milyon btu olduğu görülür. Bugünkü bedeller ile yakıtların ısı değerlerine göre 1 milyon btu enerji 3 dolar olduğu bilindiğine göre, sadece kafa izolasyonunun olmayışından veya kuruluş sırasında yapılmış ancak daha sonra çıkartılmış olan izolasyonun bıraktığı çıplak alandan kaybolan ısının para değeri, $183.6 \times 3 = 550.8$ dolardır. Oysa izolasyonun yapılması yaklaşık 450-500 dolara mal olur.

Uygun izolasyon denilince şekil, malzeme ve uygulama biçimi ile amaca en uygun yalıtımın seçilmesi anlaşılır. Ancak bu yeterli değildir; izolasyonun kalınlığı ayrı bir parametre olarak hesaplara girer. Malzeme, şekil, uygulama usullerinin uygun seçilmesi izolasyonun ekonomisinin tanımında yeterli değildir. Ekonomide izolasyon kalınlığının ve uygun ekonomik kalınlığının belirlenmesi gerekir.

Ekonomik kalınlık kaybedilecek ısı maliyeti ile izolasyon maliyetinin kıyaslamasıyla belirlenebilir. Diğer faktörler göz önüne alınarak saptanan bir malzeme ile yapılan izolasyonun ekonomik kalınlığı en çok ısı tasarrufu sağlayan kalınlıktır; ayrıca harcanan izolasyon malzemesi, belirlenen bir zaman içinde kendisini ödeyebilmelidir. Kalınlıktan yapılacak tasarrufla ilk başta harcanacak yatırım giderlerinde indirim sağlanabilir, ancak işletme döneminde karşılaşılan ısı kayıpları başlangıçta temin edilen tasarrufun çok üzerine çıkabilir. Bunun aksi de izolasyon kalınlığının gereğinden çok fazla olması ve yatırım harcamalarının gereksiz yere ve uzun yıllar

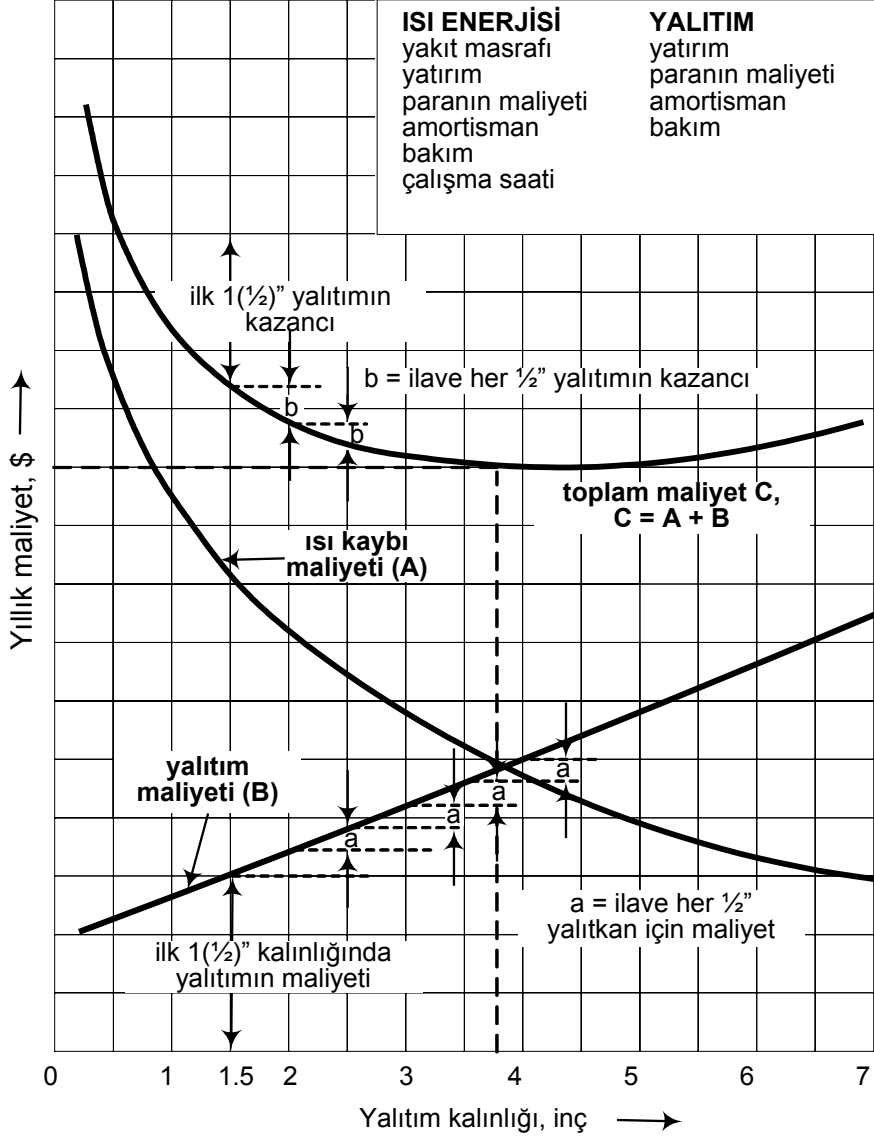
olması ve yatırım harcamalarının gereksiz yere ve uzun yıllar içinde sağlanan ısı tasarrufu karşılanmasına yol açar.

Şekil-51 deki grafikten görüldüğü gibi yalıtımın maliyeti kaybedilen ısının maliyeti ile, izolasyon harcamalarının toplamı olarak düşünülebilir. İzolasyon kalınlığı sıfır iken izolasyon maliyeti çıplak yüzeyden kaçan ısının maliyeti olarak kabul edilir.

İzolasyon harcamalarının başlamasıyla ısı kayıpları azalacağından ilk izolasyon ile ısı kayıplarında büyük azalma olur ve iki kalemin toplamında hızlı bir azalma görülür. İzolasyon çok kalınlaştığında ısı kayıpları, izolasyon harcamaları seviyesinden daha düşük olacağından toplam harcamalar yükselmeye başlar. İzolasyon maliyeti ile ısı kaçaklarının maliyeti toplamı bir minimumdan geçer ve izolasyon kalınlığının daha fazla artırılmasıyla ilave bir ısı tasarrufu sağlamayacağından, yıllık harcama yükselir.

Grafığın geçtiği minimum bölge ekonomik kalınlık bölgesi olarak tanımlanır.

İzolasyonun ekonomik kalınlığının belirlenmesi pek çok değişken içeren bir işlemdir. Mesela yakıt fiyatlarının ileriki yıllarda ne olacağına buna karşılık izolasyon maddelerinin nasıl gelişeceğini tahmin edilmesi gerektiği gibi. Bunun yanında ilgili kitaplarda, tasarımcılara yardımcı olmak üzere bazı yaklaşımlarla hazırlanmış ekonomik kalınlıkları veren tablolar bulunmaktadır.



Şekil-51: Ekonomik izolasyon kalınlığının tayin edilmesi