

8. AKIŞKANLARIN DEPOLANMASI, SANAYİDEKİ KAPLAR

(Ref. e makaleleri)

Sanayide depolamada ve prosesin çeşitli kademelerinde tank, dram, kolon gibi isimler altında bazı cihazlar kullanılmaktadır. Hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın, bu ekipmanların kendilerine özgü imalat yöntemleri, kuralları ve üzerlerinde bulunması gerekli olan ortak sistemler vardır.

Katılar, sıvılar ve gazların depolanması atmosferik kaplarda yapıldığı gibi basınçlı kaplarda da yapılabilir. Ayrıca sıcaklığın, cisimlerin fiziksel özelliklerini etkilemesinden de depolamada yararlanır. Çok yüksek basınçlar altında depolanması gereken maddelerin, (örneğin hafif hidrokarbonların) sıcaklığı düşürülerek daha düşük basınçlarda depolanması mümkündür. Böylece hem depolama hacmi küçültülür, hem de yüksek basıncı karşılayacak malzeme sıkıntısından kurtulunur. Hatta bazı hallerde sıcaklık düşürülerek atmosferik basınç şartlarında depolama koşulu da sağlanabilir.

8.1. Gazların Depolanması

Gazometreler

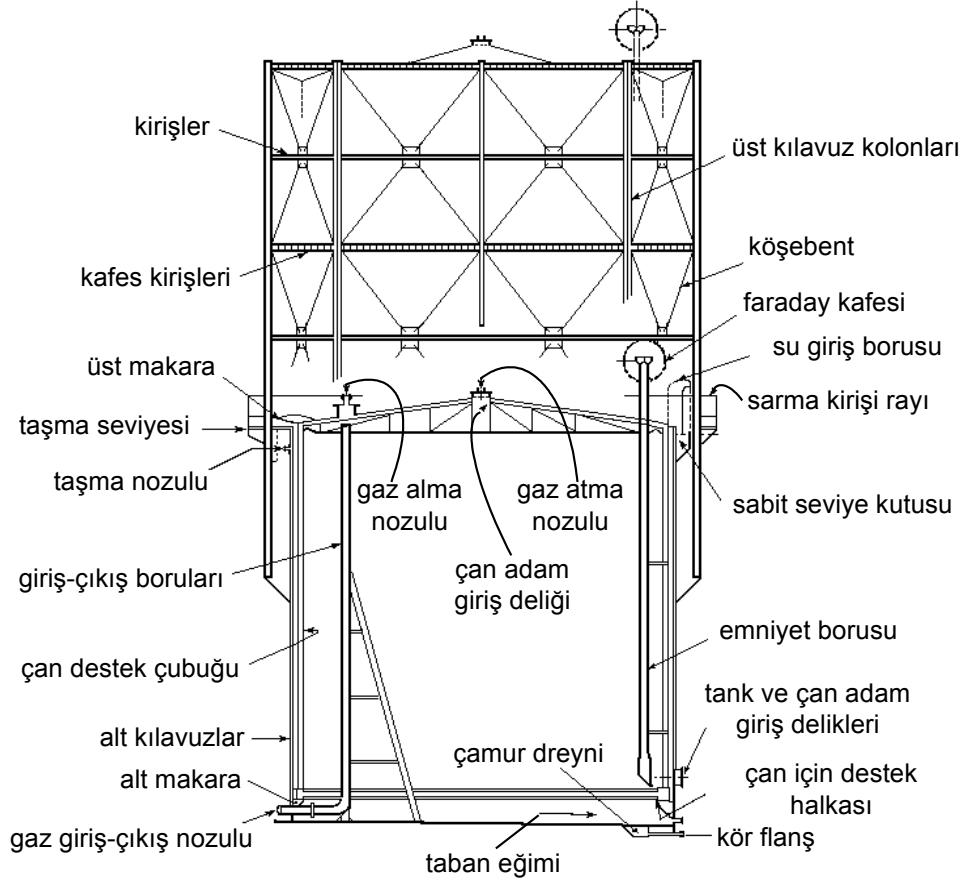
Gazlar bazan, tavan bölümü hareketli gazometreler içinde depolanırlar (Şekil-.76). Gazometre bir silindir içinde, aşağı yukarı hareket eden diğer bir silindiridir. Dik olarak yerleştirilen bu silindirlerden içte ve üzeri tavan ile kapatılmış olanı yukarı-aşağı hareket eder. Tankın içine gaz gönderildikçe üstteki silindir yukarı doğru hareket ederek, gelmekte olan gaza yer (hacim) açar.

İki silindir birbirine sürtünmeyecek şekilde, iç taraflarına yerleştirilmiş ray ve tekerlek üzerinde kayarak hareket eder. Hareket eden üst silindirin dengesi ve ağırlığı önemlidir. Hareket herhangi bir şekilde engellenirse tankta yer açılmayacağından basınç birikmelerine yol açılır, veya gaz dışarı alınırken üst silindir aşağıya inmezse içeride eksi basınç yani vakum oluşur. Tanklar içinde oluşan vakumlar, basınç yükselmeleri kadar önemli ve tehlikelidir.

Silindirler arasından gaz sızıntısı olmaması için iki yüzey arasında sıvı veya katı tipte bir tür izolasyon yapılır. İzolasyonda, üst kısım (çan) birlikte hareket eden ve gazla reaksiyona girmeyen yapay bir kauçukla impregne edilmiş (emdirilmiş)

branda kullanılır. Çan kısmına sabitlenmiş branda, mekanik düzeneklerle tankın alt parçasının iç yüzeyinde kayacak şekildedir.

Gazlar bu şekilde atmosfer basıncının biraz üzerinde ve sabit bir basınç altında depolanmış olurlar.



Şekil-76: Bir gazometrenin şematik görünümü.

Sıvı İçinde Çözme

Bazı gazlar sıvılar içinde çözülmüş olarak depolanabilir. Böyle bir depolama az miktarlarda gaz gerektiğinde, gaz basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu veya biraz üstünde bulunduğu ve ıslak gazın kullanımında bir sakınca olmadığı hallerde uygulanır. Amonyak suda çözülerek, asetilen asetonda çözülerek, hidrojen klorür suda çözülerek depolanabilir. Asetilenin kararlı bir yapıda olmaması böyle bir depolama şekline avantaj sağlar.

Basınç Altında Depolama

Gazlar basınç altında büyük dramalarda, tanklarda, küçük kaplarda (birkaç litrelik hacimler) veya boru hatlarının içinde depolanabilir, ancak buralarda hep basınç altında bulunur. Basınçla gazların hacmi küçüldüğü gibi, bazı gazların sıvılaştırılması da mümkündür; örneğin, CO₂, LPG, klor, freon gibi.

Basıncılı kaplar ilk sanayileşme günlerinden itibaren ilgilenilen konulardan olduğundan bu hususta çok detaylı standartlar oluşturulmuştur. Buhar kazanları ile ilgili dramlar bu standartların doğmasında ilk çalışma yapılan ekipmanlardır. En yaygın olanları, ASME-American Society of Mechanical Engineers, API-American Petroleum Institute dir.

Boru Hattı İçinde Depolama

Gazların nakli için günümüzde çok uzun mesafelere boru hatları döşenmektedir. Boru hatlarının amacı, gazların taşınması olduğundan depolama fonksiyonları ikinci planda kalır. Boru hatlarının depolama fonksiyonlarını yükseltmek için hattın basıncının yükseltilmesi gerekir. Basınç yükseltilmesi için ise boru spesifikasyonlarının ve imalat şekillerinin buna uygun olması lazımdır; bu noktada konunun ekonomikliği hususu tartışılmaya başlanır.

Bütün bu irdelemelere ve tartışmalara rağmen bu gün uzun mesafelere doğal gaz taşıyan boru hatlarının basınçlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Gaz taşıyan boruların işletme basınçları 1000-1500 psi dir. Boruların kategorileri ise genellikle Sch 60 olarak seçilmekte, çapları, iletilecek gazın miktarına göre yaklaşık 42-60 inc arasında değişmektedir. Yukarıda bahsedilen büyüklüklerde bir boru hattının, mesela Sovyetler Birliği'nden, Batı Avrupa 'ya gaz taşıyan boru hattını sadece doldurmak için ne kadar doğal gaz gerektiği hesaplanabilir.

Düşük Sıcaklıklarda Depolama

Gazların düşük sıcaklıklarda sıvılaştırıldıktan sonra depolanması mümkündür; bu şekilde büyük miktarlardaki gazların depolanması sağlanabilir. Düşük sıcaklıklardaki depolamada, genellikle atmosfer basıncı veya bunun biraz üzerindeki bir basınçta gazın sıcaklığı düşünülerek gaz yoğunlaştırılır ve depolanır. İşletme ve ekonomik şartlara göre, ara basınçlar da tercih edilebilir.

Sıcaklık -150°F altında (yaklaşık -65°C) ise, bu bölgedeki sıcaklıklara "kriyojenik" (Cryogenic) sıcaklıklar denir. Birçok gazın bu bölgeye gelmeden yoğunlaştığı da bilinmektedir. Ancak hafif hidrokarbonlar ve sanayiide inert gaz olarak kullanılan azot ancak kriyojenik sıcaklıklarda yoğunlaşabilirler.

Kriyojenik sıcaklıklara inilmesinde, düşük sıcaklık tekniği uygulanmasına rağmen ilave mekanik ve teknik problemlerle karşılaşılır. Bunların başında ekipman ve bağlı parçalarının genleşmeleri gelir. Tankın iç yüzeyinin çok düşük sıcaklıktaki sıvı sıcaklığında, dış yüzeyinin ise atmosfer sıcaklığında bulunduğu düşünülecek olursa, malzeme seçimindeki problemler anlaşılabilir. Ayrıca düşük sıcaklık, bilindiği gibi malzemenin kırılabilirliğini yükseltir. -75°F kadar normal çelikler -150°F sıcaklığa kadar düşük alaşımli çelikler kullanılabilirse de, daha düşük sıcaklıklarda austenitik paslanmaz çeliklerin kullanılması gerekir.

Diğer bir problem de izolasyonun çok özel malzemeler ile ve değişik tekniklerle yapılması gereğidir.

Soğuk depolamada özel izolasyon yanında, çift cidarlı tanklara da gereksinim vardır. Çift cidarlı bir tank, iki cidar arasında vakum uygulanmasa bile, hareketsiz bir hava tabakası ile dolu olacağından çok iyi bir yalıtkan özellik kazanır. Bütün bu hususlar düşünülürken, daha önce belirtilen ekonomik koşulların karşılaştırılması mutlaka yapılmalıdır.

Sıvılaştırılmış gazın depolanması sırasında gaza dışarıdan ısı girmesi kaçınılmazdır; izolasyon ancak giren bu ısı miktarını azaltır. Isı sızması nedeni ile buharlaşan gazın geri kazanılması, soğuk depolamada önemli diğer bir konudur. Buharlaşan gazın atmosfere verilmesi (hava, N_2 , O_2 dışında) kirlilik yaratacağı ve kayıp olacağı için istenmez. Bu nedenle düşük sıcaklık depolamasında, gazları toplayan (kompresör) ve tekrar yoğunlaştıran sistemler gerekir.

8.2. Sıvıların Depolanması

Sıvıların depolanması gazlardan çok daha yaygındır. Depolamanın mümkün olduğunca zeminde yapılması ve büyük avantajlar görülmedikçe yüksek yerlere depo tankı konulması istenmez. Ancak yüksek yerlere (platformlar üzerine, ayaklar üzerine gibi) tank konulmasını gerektiren durumlar da vardır; örneğin tanklardan büyük miktarlarda sıvı çıkışına gereksinim olduğunda, sıvıyı pompalayacak pompanın çalışmasına yardımcı olmak zorunluluğu doğar (örneğin NPEY yetersiz olduğunda, emiş noktasındaki yükseklik artırılarak yeterli NPEY sağlanır), veya pompanın arızası sırasında sıvı akımının devam etmesi istenebilir (yangın suyu depolarında olduğu gibi).

Üstleri Açık Tanklar

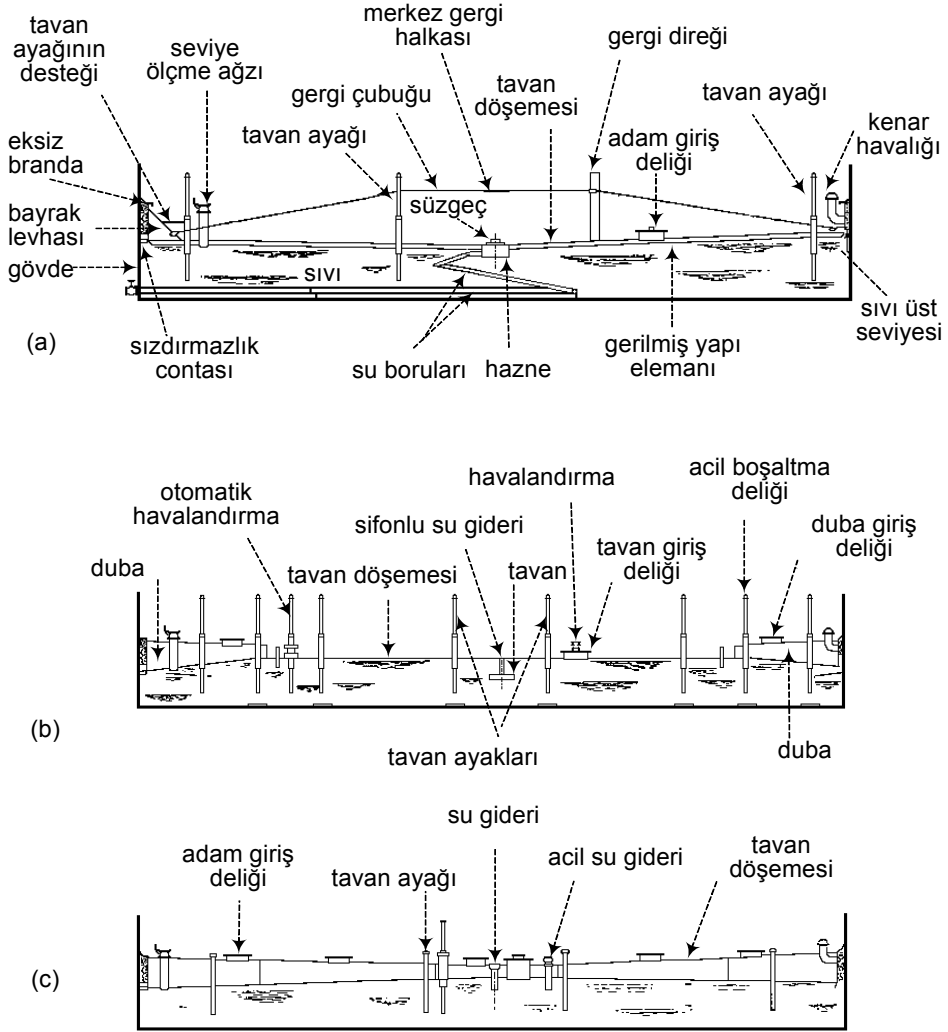
Sıvıların yağmur, kar, hava kirliliği gibi atmosfer şartlarından etkilenmemesi halinde, üstleri açık şekilde depolanması mümkündür. Genellikle arıtmaya tabi tutulacak sıvılar bu şekilde depolanır.

Sabit Tavanlı Tanklar

Sıvılar atmosfer şartlarından etkileniyorsa tavanları örtülü yerlerde depolanmalıdır; böylece sabit tavanlı tanklar ihtiyacı doğmuştur. Sabit tavanlı tanklar tavanın yapısına göre gruplandırılır. Düz tavanlı tanklar küçük çaplı tanklardır. Tankın kapasitesi, dolayısıyla çapı büyüdükçe tavanın şeklinin de değişmesi gerekmektedir. Bu durumlarda tavan çan şeklinde veya koniktir. Konik yapıdaki tavanın altında putreller şeklinde destek çubukları yerleştirilmesi zorunluluğu vardır. Desteklerin şekli ve miktarının hesabı özel bir tekniktir. Ancak bu teknikte konik tavanın üzerine binecek kar yükü ile rüzgar yükü ana faktör olarak dikkate alınır.

Sabit tavanlı tanklarda depolama sırasında tankın nefes almasını sağlayacak çıkışların (vent) bulunması gerekir. Tankın doldurulması sırasında sıvı seviyesi yükselirken, sıvı ile tank tavanı arasında kalan gazın yükselen seviye kadarı boşaltılmalıdır; aksi halde tank içinde basınç oluşur. Aynı şekilde tank içinden sıvı çekilirken vakum oluşmaması için, boşalan hacmin doldurulması gerekir; bu işlem tanka hava girmesine izin verilerek yapılmalıdır. Bunun için genellikle tankların ventlerinde azot bağlantıları bulunur; tank içinde basınç düştüğünde tanka azot girer. Ancak hidrokarbonların depolanması durumunda tank içine hava girmesi güvenlik yönünden sakıncalı bulunabilir. Ayrıca hava içindeki oksijenin depolanan sıvı ile sıvının cinsine göre bazı hallerde reaksiyona girmesi de mümkündür. De-

polanan sıvının buhar basıncına ve depolama sıcaklığı ile atmosfer sıcaklığına bağlı olarak bir miktar sıvının sürekli olarak buharlaşması da söz konusu olabilir. Böyle durumlarda bir miktar sıvı buharın, tankın tavanındaki ventten çıkarak atmosfere gitmesi kaçınılmazdır.



Şekil-77: Yüzer tavanlı tankların şematik görünüşleri; (a) tek döşemeli, (b) halka dubalı, (c) çift döşemeli yüzer tavanlar.

Verilen bilgiler, tank ventlerinin sadece atmosfere açılan borular olmadıklarını göstermektedir. Ventlerin ihtiyaca göre vakum kırıcılar, basınç ayarlayıcılar, inert gaz bağlantıları ve en önemlisi alev tutucular içermeleri gerekir.

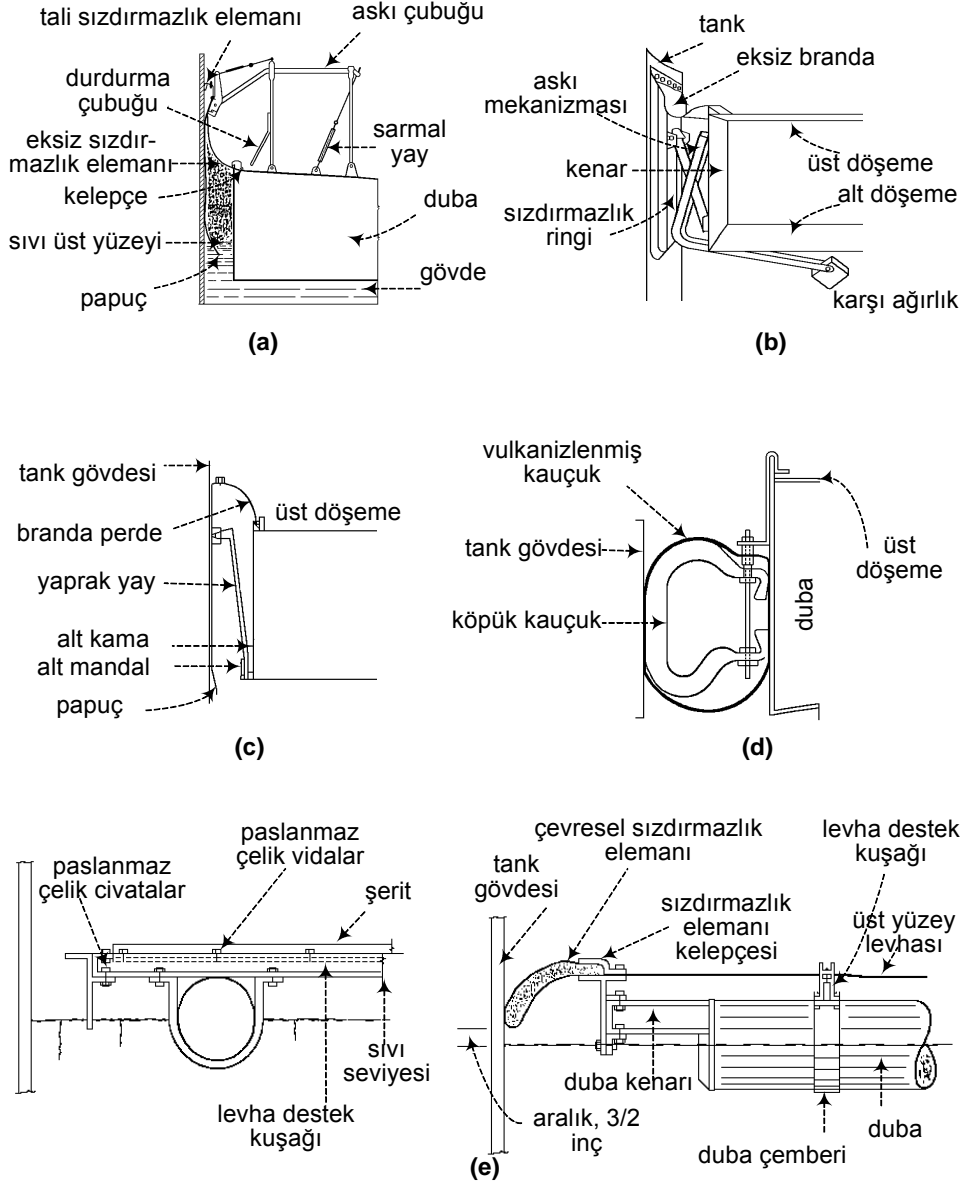
Yüzer Tavanlı Tanklar

Ventlerden çıkan gaz miktarı kayıp veya atmosfer kirliliği açısından önemli oluyorsa, bu durumda sıvı seviyesi üzerine oturan ve sıvı seviyesi ile birlikte hareket eden yüzer tavanlı tanklar kullanılır (Şekil-.77). Yüzer tavanlı tanklar gaz depolanmasında kullanılan gazometreler ile büyük benzerlik gösterir.

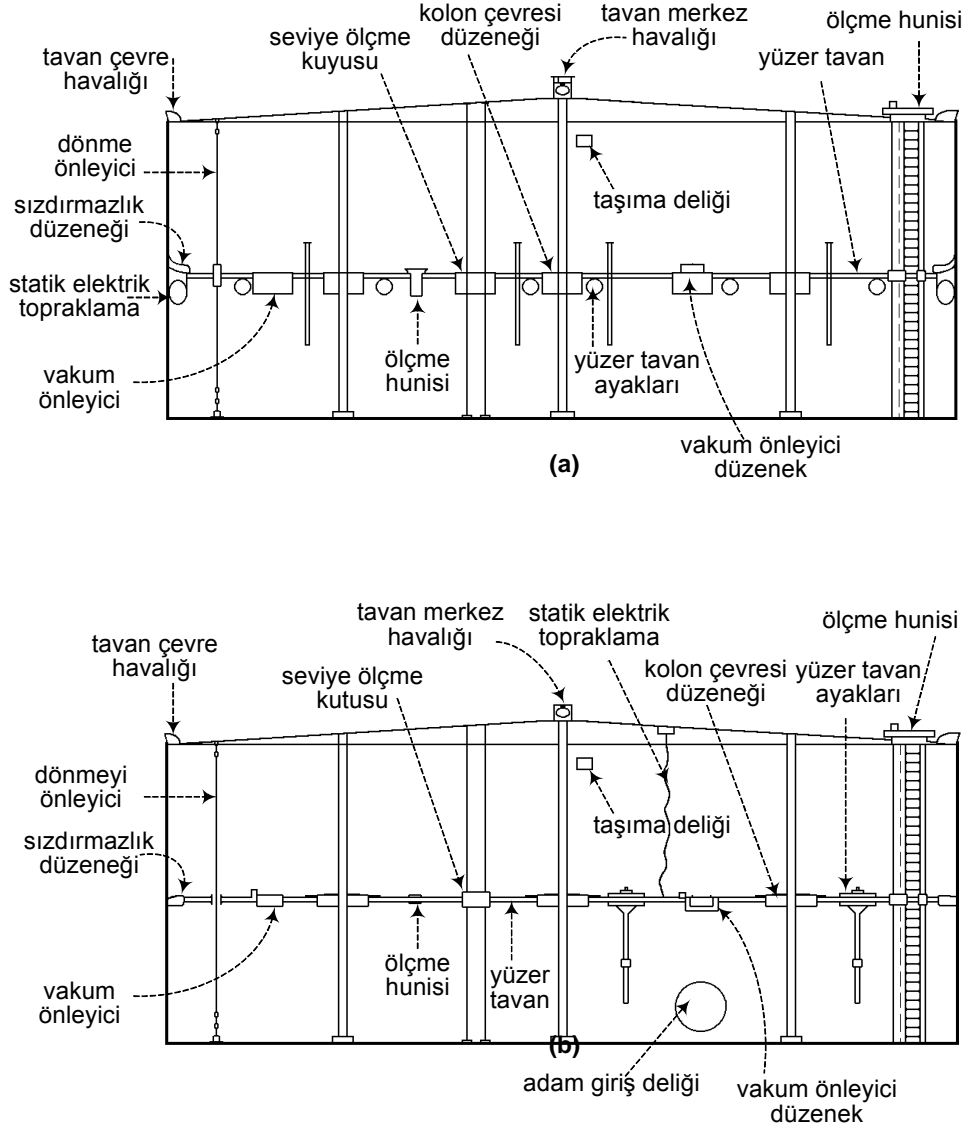
Yüzer tavanlı tanklarda gövde ve taban, aynı konik tavanlı tanklarda olduğu gibidir, sadece tavan farklıdır. Tavan, depolanan sıvının üzerinde yüzecek şekilde yapılmıştır. Üç tür yüzer tavan tipi bulunmaktadır: (a) tek döşemeli (tava tipi), (b) halka dubalı, (c) çift döşemeli.

Çok karlı ve yağışlı bölgelerde iç yüzer tavanlar kullanılır. Bunlarda yüzer tavanın üstünde konik bir tavan bulunur. Böylece yüzer tavan üzerine binecek kar yükü, konik tavana taşınarak yüzer kısmın rahat çalışmasını sağlar. Yüzer tavanlı tanklarda sıvı seviyesi üzerindeki buhar hacmi sabit kaldığı veya sıfırlandığı için dolurma ve soluma kayıpları çok azalır. Bu tanklarda hareketli tavan ile sabit cidar arasındaki sızdırmazlık normal olarak, pabuç veya sürtme plakası adı verilen bir parça ile sağlanır. Pabuç, tankın cidarına ağırlıklar veya yaylar yoluyla sıkıca bastırılır. Pabuç ile tavan arasındaki sızdırmazlığın temininde esnek bir membrandan yararlanır. Şekil-.78'de, Yüzer tavan için çeşitli sızdırmazlık düzenleri görülmektedir.

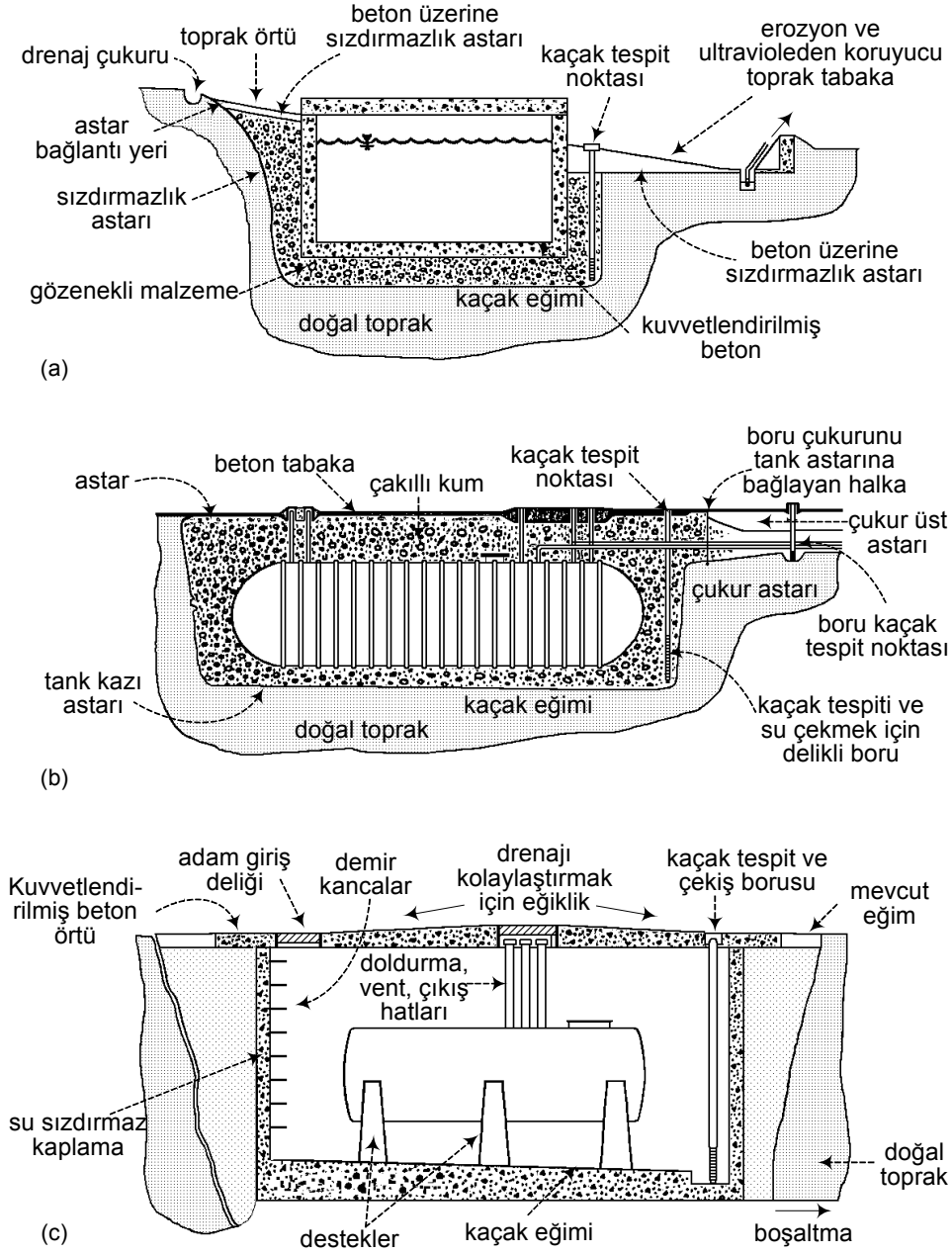
Yüzer tavanın, gazometrelerde olduğu gibi çok iyi merkezlenmesi ve hiç bir takıntı olmadan sıvının üzerinde hareket etmesi gerekir. Tankın çapı büyüdükçe tavanın şeklinin korunması için, kendi üzerinde desteklemelere ihtiyaç doğar. Şekil-.79'da görülen gergi çubukları ve diğer destek profilleri bu amaçla kullanılır. Ayrıca tavan üzerinde toplanacak yağmur sularının çok iyi bir şekilde akıtılmasını sağlayacak gider (drain) sisteminin kurulmuş olması gerekir. Kar yağışları ve bunun getireceği ilave yüklerin de çok iyi hesaplanmalıdır.



Şekil-78: Yüzer tavanda uygulanan sızdırmazlık düzenekleri; (a) helikal, yaylı, (b) karşı ağırlıklı, (c) İnce yaprak yaylı, (d) esnek boru, sistemleri. (e) Dubalı yüzer iç tavanın sızdırmazlık düzeneği.



Şekil-79: Değişik yüzer tavan tipleri; (a) sandviç yapı, (b) tava tipi.



Şekil-80: Yer altı depolama tank çeşitleri; (a) kuvvetlendirilmiş beton tank, (b) cam elyafli tank, (c) demir (veya metal) tankın, şematik görünümü.

Yer Altı Depolama

Yer üstü depolamanın getirdiği mali yükler ve gerekli yüksek teknoloji, bazı ihtiyaçlar için başka olanakların araştırılması zorunluluğunu doğurmuştur. Yer altında yapılacak depolama büyük teknolojiler ve yatırımlar gerektirmediği için yer altı şartları, depolanacak madde uygunsa bazı hallerde cazip olmaktadır.

Öncelikle yer altının jeolojik yapısının depolamaya uygun olması gerekir. İlk şart depolama hacminin sızdırmaz bir bölge içinde yaratılmasıdır. Sızdırmazlık hem depolanacak maddenin kaybedilmemesi, hem de madde zararlı ise çevre kirliliği yaratılmaması yönünden önemlidir.

Depolama için yer altında ilk akla gelen hacim ve yerler eski maden ocakları, taş ocakları veya mağaralar olmaktadır. Bu hacimlerde, ilavelerle sızdırmazlığı sağlayacak önlemlerin alınması da mümkündür. Bunun yanında örneğin tuz galerilerine su verilerek tuzun çözülmesi ve yeterli bir hacim elde edilmesi de yapılan uygulamalar arasındadır; böylece iyi bir sızdırmazlık da elde edilebilir.

Yer altının gözenekli ve poroz yapısından da yararlanılarak depolama olanakları yaratılması sağlanabilmektedir.

Yeraltı imkanlarından, öncelikle petrol ve ürünleri ile doğal gazın büyük miktarlardaki depolamasında yararlanılmaktadır. A.B.D.'nin Güney Batı Bölgesinde büyük boyutlarda yeraltı depolama uygulanmaktadır. Sovyetler Birliği de yeraltı depolamasına geniş çapta girmiştir. Bilindiği gibi Cezayir'den yurdumuza getirilecek tabii gazın depolanması için yeraltı jeolojik imkanları çok ciddi boyutlarda incelenerek olanak yaratılması üzerinde çalışılmaktadır.

Bunun yanında yeraltı depolama imkanlarının, atıkların ortadan kaldırılması için uzun zamanlardan beri kullanıldığı bilinmektedir. Ancak her iki yöndeki yararlanma (ürün depolama ve atıkların kaldırılması) sırasında en ufak ve uzak bir ihtimalle olsa bile, çevre kirliliği yaratmayacağından emin olunması gerekmektedir.

Şekil-80'de yeraltı depolama tanklarına bazı örnekler verilmiştir.

8.3. Basınçlı Kaplar

Akışkanların depolanmasında ve özellikle proseslerin ilerleyişi içinde akışkanların prosese sokulması için basınçlı kaplardan geçirilmesi gerekmektedir. Basınçlı kap (pressure vessel) iç veya dış basıncı 1.05 kg / cm^2 (15 psi) den büyük olan kaplardır. Dış basınç, içerde oluşturulan akışkan basıncından ileri gelebilir.

Basınçlı kaplar değişik geometrik şekillerde olabilirler; silindirik, küresel veya tam küre olanları vardır. Silindirik kapların kafa şekilleri de çeşitlidir; düz, konik, yarı elipsoid ve yarı küre şeklinde kafalar bulunur. Silindirik kaplar düşey veya yatay olabilirler ve çeşitli şekillerde desteklenebilirler. Küresel kapların destekleri kısmen veya tamamen zemine oturur.

Küre kaplar normal olarak çelik kolonlarla desteklenirler. Kolonlar ya doğrudan küreye, ya da küre eteğine bağlanır. Çekimli kapların bir kılıfı veya dış kabuğu vardır ve kabın kendi cidarı ile kılıf arasında belli bir aralık bulunur.

Basınçlı kaplar çok değişik yöntemlerle yapılır.

Günümüzde basınçlı kapların çoğunluğu kaynakla yapılmaktadır. Kaynak tekniğinin gelişmediği dönemlerde en yaygın yapım yöntemi perçinlemeydi. Levhaların perçinle bağlanacak uçları ya üst üste bindirilir, veya yan yana getirilerek üzerine bir ek şeridi konur ve perçinlenirdi. Ekin sızdırmazlığını sağlamak için gerek levha uçlarına ve gerekse perçin kafalarına özel dolgu malzemeleri sürülürdü. Yüksek sıcaklıklarda bu malzemeler sızdırmazlığı sağlamada yetersiz kaldıklarından, aynı zamanda ince bir sıra kaynak da çekilirdi. Günümüzde artık bu yöntem pek seyrek kullanılıyorsa da, eski tesislerde böyle yapılmış kaplara hala rastlanabilmektedir.

Yüksek basınçlarda çalışan kalın cidarlı silindirik kaplarda gövdede boyuna dikiş olmaması istenir. Bu tür kaplara bir örnek olarak içinde hidrojenle reaksiyonunun bulunduğu hidrokraking reaktörleri gösterilebilir; dikişsiz bir silindirik gövde, sıcak çekilmiş (dikişsiz) bileziklerin birbirine çevresel kaynaklarla eklenmesiyle elde edilir.

Bir başka yapım yöntemi çok katlı yöntem olarak bilinir. Bu yöntemde silindirik gövde, iç içe geçmiş kısmen ince cidarlı silindirelerden oluşur. Yüksek basınçla karşılaşan kalın cidarlı reaktörler ve dramlar bazan bu yöntemle yapılırlar.

Karbonlu çelik, basınçlı kapların yapımında en çok kullanılan malzemedir. Ancak özel amaçlar için başka malzemeler de kullanılır. Bunların başlıcaları ostenitik veya ferritik alaşımlar, nikel ve alüminyumdur. Korozyonun veya erozyonun, karbonlu çeliğin direncini aşacağı tahmin ediliyorsa veya karbonlu çeliğin ürünü kirletmesi olasılığı varsa, bu durumda bir çözüm, kabın bu koşullara dayanıklı diğer metallerle veya metal dışı malzemelerle kaplanmasıdır.

Bir kabı korozyona dirençli bir malzeme ile kaplamak, doğal olarak o kabın tümüyle aynı malzemedan yapılmasından daha ucuzdur. Fakat sıcaklık ve basınç yük-

sekse, kabın tümünü yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı alaşım çeliklerinden imal etmek, hem zorunlu ve hem de ekonomik olabilir.

Basınçlı kaplarda çoğunlukla iç aksesuar bulunmaz, ancak bazılarında perde, tepsi, ızgara, siklon, boru kangalı, püskürtme nozulu, tel süzgeç ve soğutma sıvısı borusu gibi aksesuarlar vardır. Büyük küremsi tankların içinde takviye kuşakları ve gergi çubukları bulunabilir. Vakum kaplarının çoğunda içte ve dışta takviye bilezikleri vardır.

Proseste kullanılan basınçlı kaplar arasında kimyasal reaksiyonların yer aldığı ısı ve katalitik reaktörler; bu reaksiyonlarda oluşan çeşitli bileşenlerin birbirinden ayrıştırıldığı ayırıcılar; gazların, kimyasal maddelerin veya katalistin üründen ayrıldığı seperatörler; sıvı akışını düzenleyen dramlar; kimyasal reaksiyon üniteleri; çökeltme dramları; kullanılmış kataliste veya kimyasal maddeye orijinal özelliklerinin tekrar kazandırıldığı rejeneratörler sayılabilir. Bunlardan başka ısı değiştiriciler ve yoğunlaştırucular gibi çok bilinen bazı basınçlı kaplar da vardır.