

Soğutma Sistemlerinde Borulamada Dikkat Edilecek Hususlar

Mert MİRZA*
Ali GÜNGÖR**

Özet

Bu çalışmada R-22, R-134a ve R-502 soğutucu akışkanlı soğutma sistemlerinin boru hatlarının boyutlandırılmasında dikkat edilmesi gereken önemli noktalar, basınç kayıplarının soğutma kapasitesine olan etkileri açıklanmış ve pratikte kullanışlı olan ölçülendirme yöntemleri tablo ve şekillerle anlatılmıştır. Emme, sıvı ve boşaltma hatlarının nasıl boyutlandırılacağı ayrıca belirtilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Soğutucu akışkan (soğutkan) borulama

BAŞ TARAFI 96. SAYIMIZDA

3.10 Soğutma Sistemlerinde Yağlama

3.10.1 Yağ Dolaşımı

Tüm kompresörler normal çalışma sırasında bir miktar yağlama yağı kaybederler. Yağ, kompresörü kaçınlmaz bir şekilde basma gazıyla terk ettiğinden, halokarbon soğutucu akışkanları kullanan sistemler bu yağı ayrıldığı miktarda geri döndürmelidir.

Kompresörü ya da yağ ayırıcısını terk eden yağ, yağlaştırucuya ulaşır ve sıvı soğutucu akışkan içinde erir, bu sayede yağ, buharlaştırıcıya sıvı hattından kolayca ulaşır. Buharlaştırıcıda, soğutucu akışkan buharlaşır ve sıvı faz, yağca zengin bir hal alır. So

ğutucu akışkanın yağ içindeki konsantrasyonu buharlaştırıcı sıcaklığına ve soğutucu akışkan tipi ile kullanılan yağa bağlıdır. Yağ/soğutucu akışkan karışımının viskozitesi sistem parametrelerine bağlı olarak belirlenir. Buharlaştırıcıda ayrılan yağ kompresöre yerçekimi ya da dönüş gazının çekim kuvveti ile geri döner. Yağın basınç kaybı üzerindeki etkisi büyüktür, bazı durumlarda basınç kaybındaki artış 10 kat kadar olabilir.

Halokarbon soğutucu akışkan kullanan düşük sıcaklıklı soğutma sistemlerindeki en büyük problemlerden biri yağlama yağının buharlaştırıcıdan kompresöre geri döndürülmesidir. Çok sık kullanılan santrifüj kompresörler ve nadiren kullanılan yağlama yağsız kom

* Makina Mühendisi

** Prof. Dr., Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü .

yağı kompresörden basma hattına taşır. Yağın büyük bir kısmı bir yağ ayırıcısı ile akıntıdan ayrılıp kompresöre geri döndürülebilir. Birleşmiş yağ ayırıcıları, siskeçeleri (mist pads) ya da yönlendirici kanatçıklar kulanan ayırıcılardan çok daha iyi olmakla beraber bunlarda % 100 verimli değildir. Yağın sistem içinde yolunu bulması sağlanmalıdır.

Yağ, halokarbon soğutucu akışkanlarla daha yüksek sıcaklıklarda iyi karışmaktadır. Sıcaklık düştükçe, karışabilirlik azalır ve yağın bir kısmı taşmalı buharlaştırıcıda sıvı seviyesinin üzerinde yağca zengin bir tabaka oluşturur. Eğer sıcaklık çok düşükse yağ, soğutucu akışkan kontrollerine engel olan, akış bölümlerini kapatan ve ısı transfer yüzeylerini kirleten ya pışkan bir kütleye dönüşür. Düzenli çalışan bir sistem için doğru yağ yönetimi anahtar noktadır.

Genelde, doğrudan genleşmeli ve üstten sıvı beslemeli buharlaştırıcılarda taşmalı buharlaştırıcılara göre daha az yağ dönüş problemi olmaktadır çünkü soğutucu akışkan sürekli bir şekilde yağı buharlaştırıcıdan süpürecek yeterli hızlarda akmaktadır. Sıcak gaz defrostu kullanan düşük sıcaklıktaki sistemler de sistem her defrost yaptığında yağı çevrimden dışarı süpürecek şekilde tasarlanabilirler. Bu, yağın buharlaştırıcı yüzeyini kaplaması ve ısı transferini engellemesi olasılığını düşürür.

Taşmalı buharlaştırıcılar sadece kuru soğutucu akışkan buharını sisteme geri döndürdüğünden buharlaştırıcıdaki yağ kirlenmesi artabilir. Köpük ayırma sistemleri gövde içinde yüzen yağca zengin tabakayı bir ısı kaynağı kullanarak yağ ve soğutucu akışkanı ayırıp, yağı kompresöre döndürürler. Taşmalı halo karbon sistemlerin karmaşık yapıda olmalarından ötürü, bazı tasarımcılar bu tip sistemleri kullanmaktan kaçınırlar.

3.10.2 Sistem Kapasitesindeki Azalma

Kompresörlerde otomatik kapasite kontrolü kullanmak dikkatli analiz ve tasarıma ihtiyaç duyar. Kompresör belli bir kapasite aralığındaki sistem yüklemesini karşılayacak şekilde çalıştığından, yüklemesi ve

tam yük kapasitesinin % 25'ine kadar basma yapabilirken, paralel bağlanmış çoklu kompresörler sistem kapasitesinin % 12,5 ya da altına basma yapabilirler. Sistemdeki borulama en düşük yüklerde yağı geri döndürecek şekilde tasarlanmalıdır, aynı zamanda sistem tam kapasitede çalışırken borularda ve donanımda aşırı basınç kaybı oluşmamalıdır.

3.10.3 Yağ Dönüşünü Sağlayan Düşey Emme Hatları

Çok sayıdaki soğutma sisteminde buharlaştırıcı kompresörden daha düşük bir seviyede olduğundan bir düşey emme hattı bulunur. Sistemde dolaşan yağ, gaz yükselticilerinde dönüş gazı ile beraber taşınarak ya da sifon ile pompa gibi yardımcı donanımlarla döndürülür. Yağın taşınması için minimum şartlar kaldırma kuvveti ile ilişkilidir (örneğin sıvı ile buhar arasındaki yoğunluk farkı ve buharın momentum akışı gibi).

Yağın taşınması için birincil şartlar gaz hızı, gaz yoğunluğu ve boru iç çapıdır. Yağ-soğutucu akışkan karışımının yoğunluğu oldukça az öneme sahiptir çünkü çok geniş bir aralıkta neredeyse sabittir. Bunun yanında -40 °C'den daha düşük sıcaklıklarda yağ viskozitesi önemli olabilir. Sıcaklık düştükçe ve gaz daha az yoğun hale geldikçe daha büyük gaz hızlarına ihtiyaç duyulur. Bunun yanında boru çapının artması durumunda da, daha yüksek hızlar gerekebilir. Tablo 16 bu şartları, yağın taşınması için ihtiyaç duyulan minimum soğutma kapasitesine çevirmektedir. Düşey emme hatları minimum sistem kapasitesine göre boyutlandırılmalıdır. Yağ, kompresöre, kompresörün çalışacağı minimum yer değiştirme ve minimum emme sıcaklığına karşılık gelen çalışma şartlarında geri dönmelidir. Emme ya da buharlaştırıcı basınç düzenleyicileri kullanıldığında, emme düşey hatları, düşey hattaki gerçek gaz şartlarına göre boyutlandırılmalıdır.

Kapasite kontrolüne sahip tek bir kompresör için, minimum kapasite, ünitenin çalışabileceği en düşük kapasitedir. Kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörler için minimum kapasite çalışan son kompresörün çalışabileceği en düşük kapasitedir.

3.10.4 Düşey Hattın Boyutlandırılması

Aşağıdaki örnekte minimum kısmi yüklemesi için ihtiyaç duyulan yağ dolaşımını sağlayacak maksimum düşey hat boyutlandırılması Tablo 16 kullanılarak açıklanmaktadır.

ait minimum yüklemesi yağ taşınmasını sağlayacak maksimum boyuttaki düşey hattını belirleyiniz. 5°C emme ve 40 °C yoğunlaşma sıcaklığında 10 K'lık kızdırmanın ve minimum sistem yükünün 30 kW olduğunu kabul ediniz.

Örnek 3.3: % 25, 50, 75 ve 100 kapasite adımlarına sahip 120 kW'lık kompresör kullanan R-22'li sisteme

Çözüm: Tablo 16'dan 54 mm dış çapındaki boru 5°C emme ve 30 °C sıvı sıcaklığında 23.1 kW minimum

Tablo 16. Emme düşey hatlarında yağın sürüklenmesi için kilowatt cinsinden minimum soğutma kapasite si (bakır borulama, ASTM B 88M B Tip, metrik ölçü) [1].

Sıvı Akış. ADI	Doymuş Sıvı Sıcaklığı, °C	Emme Gazı Sıcaklığı, °C	Nominal Boru Çapı (DN), mm												
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	102	130	
22	-40	-33	0.182	0.224	0.261	0.306	1.817	3.228	5.203	9.977	14.238	26.135	33.963	98.419	
		-23	0.173	0.217	0.252	0.297	1.723	3.037	4.936	9.161	16.371	24.311	31.189	88.617	
		-13	0.168	0.207	0.236	0.280	1.672	2.967	4.791	9.185	15.888	24.080	49.681	86.006	
	-20	-17	0.161	0.201	0.229	1.108	2.867	4.691	8.711	15.748	27.719	41.751	30.171	84.449	
		-7	0.154	0.193	0.221	1.443	2.774	4.594	8.804	14.964	25.887	39.735	80.970	140.107	
		3	0.264	0.485	0.615	1.388	2.636	4.680	7.533	14.487	25.058	37.977	78.353	135.642	
	-5	0	0.389	0.713	1.198	2.041	3.879	6.983	11.112	21.306	36.851	55.856	115.210	199.199	
		10	0.368	0.676	1.136	1.935	3.678	6.326	10.533	20.200	34.940	52.934	109.234	189.136	
		20	0.351	0.630	1.092	1.861	3.537	6.273	10.131	19.123	33.600	50.924	103.063	181.884	
	5	10	0.470	0.887	1.449	2.468	4.897	8.924	14.441	24.771	44.177	67.980	119.887	241.907	
		20	0.440	0.830	1.396	2.311	4.393	7.994	13.587	24.176	41.718	63.746	110.481	225.896	
		30	0.427	0.774	1.301	2.217	4.213	7.476	12.689	23.141	40.077	60.685	103.167	216.671	
134a	-20	-5	0.274	0.302	0.344	1.437	2.732	4.808	7.826	15.006	25.957	39.340	81.161	110.509	
		3	0.243	0.450	0.756	1.287	2.487	4.382	7.610	13.810	23.218	35.235	72.693	123.817	
		15	0.258	0.436	0.732	1.217	2.370	4.206	6.790	13.019	22.519	34.129	70.111	121.898	
	-5	0	0.196	0.541	0.917	1.555	2.955	5.144	8.467	16.714	28.081	47.559	81.801	157.006	
		10	0.273	0.500	0.840	1.431	2.720	4.827	7.792	14.941	25.843	39.168	80.809	139.894	
		20	0.264	0.484	0.811	1.386	2.684	4.614	7.546	14.468	25.076	37.979	78.754	135.471	
	5	10	0.357	0.655	1.100	1.874	3.562	6.321	10.204	19.565	33.843	51.292	105.823	183.297	
		20	0.353	0.615	1.033	1.761	3.387	5.938	9.536	18.380	31.792	48.181	99.112	172.093	
		30	0.317	0.582	0.978	1.667	3.168	5.621	9.073	17.101	30.099	45.617	94.115	162.929	
	10	15	0.383	0.721	1.211	2.063	3.971	6.957	11.232	21.535	37.250	56.456	116.499	201.643	
		25	0.340	0.619	1.141	1.944	3.695	6.555	10.581	20.791	35.694	53.195	109.149	189.991	
		35	0.358	0.657	1.104	1.891	3.576	6.345	10.243	19.640	33.971	51.486	106.234	183.891	
502	-40	-33	0.130	0.148	0.197	0.816	1.704	3.729	6.679	12.184	17.703	18.493	43.187	66.043	
		-24	0.128	0.220	0.383	0.617	1.248	2.514	4.511	8.881	11.858	17.677	17.070	64.190	
		-15	0.121	0.223	0.374	0.636	1.212	2.151	3.472	6.658	11.516	17.453	16.000	62.337	
	-20	-13	0.210	0.385	0.647	1.102	2.095	3.718	6.003	11.510	19.909	30.173	62.253	107.769	
		-3	0.204	0.374	0.628	1.070	2.033	3.607	5.823	11.166	19.314	29.272	60.092	104.549	
		7	0.198	0.360	0.611	1.041	1.978	3.510	5.666	10.865	18.793	28.482	58.763	101.726	
	-5	0	0.288	0.528	0.887	1.510	2.871	5.094	8.224	15.770	27.277	41.343	84.292	147.635	
		10	0.279	0.511	0.859	1.464	2.783	4.937	7.970	15.282	26.494	40.063	82.656	143.071	
		20	0.271	0.496	0.834	1.421	2.701	4.798	7.737	14.833	25.661	38.891	80.239	138.907	
	5	10	0.347	0.637	1.071	1.824	3.487	6.151	9.831	18.041	32.936	49.917	102.986	178.236	
		20	0.336	0.617	1.036	1.765	3.350	5.954	9.643	18.431	31.881	48.318	99.688	173.577	
		30	0.330	0.598	1.007	1.713	3.250	5.777	9.376	17.887	30.917	46.880	96.173	169.419	

Notlar:

1. Kilowatt cinsinden verilen soğutma kapasitesi, tabloda gösterilen doymuş buharlaştırıcı ve 40 °C'deki yoğun turucu sıcaklıklarına bağlıdır. Diğer sıvı hattı sıcaklıkları için, aşağıda verilen tablodaki düzeltme faktörlerini kullanın.

Soğutucu Akışkan	Sıvı Sıcaklığı, °C		
	20	30	50
22	1,17	1,08	0,91
134a	1,20	1,10	0,89
502	1,26	1,12	0,86

2. Bu tablolar R-22 için ISO 32 mineral yağı ve R-502 ile R-134a için ISO 32 ester-bazlı yağ kullanılarak hesaplanmıştır.

kapasiteye sahiptir. Tablo 16'nın altındaki diyagramdan 40 °C emme sıcaklığındaki düzeltme katsayısı yaklaşık 1'dir. Bu yüzden 54 mm dış çapa sahip boru uygundur.

Tablo 16'ya bağlı olarak, daha küçük boyuttaki boru, limit halinde (marjinal) düşey hatlar için kullanılabilir. Düşey hat boyutları yeterli minimum gaz hızlarını sağlayacak boyutlarda düzenlendiğinde, tam kapasite

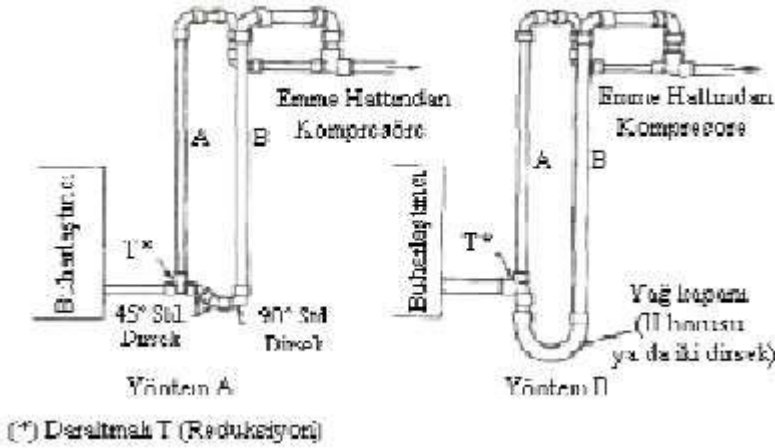
3.10.5 Yağ Döndürücü Düşey Emme Hatları - Çoklu Sistemler

Çoklu sistemlerin emme hatlarındaki yağın hareketi için tek kademeli sistemlerde kullanılan tasarım yaklaşımına aynen ihtiyaç duyulur. Yağın boru cidarında akabilmesi için, gaz akışına ait minimum bir direnç olması gerekmektedir. Direnç sürtünme değişim ölçüsü (gradyen) ile ifade edilebilir; Tablo 17 minimum sürtünme değişim ölçüsü için değerleri göstermektedir. Tab

yağın hızları da düşmektedir, tam kapasite-
teki basınç kaybı önemli şekilde artmaktadır, yatay
hatlar toplam basınç kaybını pratikte limitlerde tuta-
cak şekilde tasarlanmalıdır. Yatay hatlar aynı hizada
ve kompresörle aynı yönde yerleştirildiği sürece, yağ
normal tasarım hızlarında taşınabilir.

Birçok kompresör çoklu kapasite düşürme özelliğine
sahip olduğundan, yağı tüm yükleme şartlarında dü-
şey hatta yukarı taşıyacak gaz hızlarını sağlamak
zordur. Düşey hat, sistemin minimum çalışma kapa-
sitesine göre yağı döndürecek şekilde tasarlanırsa,
hattın bu bölümündeki basınç kaybı tam kapasitede
çalışırken çok büyük olabilir. Doğru tasarlanmış bir
düşey hat tam kapasitede çok büyük bir basınç kay-
bı oluşturuyorsa, çift düşey hat kullanılmalıdır.

Doyma Sıcaklığı, °C	Boru Çapı	
	50 mm ya da daha küçük	50 mm'den daha büyük
-18	80 Pa/m	45 Pa/m
-46	100 Pa/m	57 Pa/m



Şekil 9. Çift düşey hat yapısı [1] [2].

57
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

alanına eşit ya da bir miktar daha büyük olmalıdır.
Bununla beraber toplam kesit alanı, maksimum yük
şartlarında yukarı akışlı bir düşey hatta yağı
döndürecek tek bir hattın kesit alanından daha bü-
yük olmamalıdır.

3. Tüm yöntemlerde gösterildiği gibi, iki düşey hat
arasında kapan yerleştirilir [1]. Kısmi yük altında,

gaz hızı, yağın her iki hatta dönüşüne yeterli olma-
dığı anda, ikinci hat B kapanıncaya kadar kapan ya-
vaş yavaş yağla dolar. Daha sonra yağ yalnızca A
hattında ilerler ve yeniden yatay emme hattına dö-
necek bir hıza ulaşır [2].

Kapanın yağ tutma kapasitesi, hatların en altında bulu-

Tablo 17. Sıcak-gaz düşey hatlarında yağın sürüklenmesi için Kilowatt cinsinden minimum soğutma kapasitesi (bakır borulama, ASTM B 88M B Tip, metrik ölçü) [1].

Soğ. hızı	Başlangıç Sıc., °C	Bitiş Sıc., °C	Minimum Boru Çapı (D), mm											
			12	15	18	22	25	35	40	54	67	79	108	130
22	20	60	0.583	0.082	0.735	2.016	3.619	2.940	16.094	30.839	43.377	80.307	116.904	268.988

		70	0,519	1,006	1,691	2,681	5,177	9,717	15,687	24,078	32,027	38,851	44,282	48,320
		80	0,535	0,962	1,670	2,811	5,383	9,180	13,505	19,316	25,761	31,935	37,826	42,340
30		70	0,596	1,092	1,836	3,121	5,945	10,547	17,029	22,649	28,474	33,591	38,039	41,702
		80	0,620	1,067	1,785	3,040	5,779	10,254	16,554	21,740	27,001	31,788	36,171	39,730
		90	0,655	1,035	1,740	2,964	5,635	9,993	16,140	20,943	25,538	29,731	33,573	
40		80	0,618	1,132	1,908	3,212	6,163	10,934	17,673	23,817	30,316	36,732	42,069	46,222
		90	0,601	1,103	1,853	3,157	6,001	10,617	17,189	23,059	29,009	34,105	38,963	42,603
		100	0,581	1,071	1,800	3,067	5,830	10,313	16,698	22,013	27,382	32,096	36,173	39,571
50		90	0,630	1,156	1,943	3,310	6,291	11,162	18,020	24,552	31,766	38,590	44,882	49,523
		100	0,614	1,121	1,894	3,209	6,100	10,823	17,473	23,503	29,951	35,831	41,209	45,302
		110	0,595	1,087	1,834	3,175	5,941	10,540	17,036	22,677	28,435	33,517	38,467	42,493
134a	70	60	0,480	0,980	1,445	2,463	4,601	8,305	13,408	18,709	24,489	29,736	34,050	37,418
		70	0,481	0,980	1,445	2,463	4,601	8,305	13,408	18,709	24,489	29,736	34,050	37,418
		80	0,481	0,790	1,377	2,361	4,396	7,676	12,311	16,605	21,840	26,761	31,070	34,670
30		70	0,193	0,901	1,519	2,587	4,918	9,726	14,087	17,011	19,722	22,032	24,009	25,716
		80	0,185	0,819	1,426	2,430	4,260	8,196	13,232	15,371	17,883	20,312	22,376	24,060
		90	0,152	0,829	1,393	2,374	4,313	8,007	12,926	14,783	16,870	18,974	20,832	22,366
40		80	0,510	0,990	1,563	2,667	5,061	9,779	14,406	17,794	20,175	22,063	23,638	24,947
		90	0,477	0,874	1,469	2,502	4,756	8,439	13,624	16,122	18,184	20,490	22,425	24,058
		100	0,465	0,827	1,417	2,430	4,637	8,277	13,291	15,466	17,048	18,779	20,235	21,544
50		90	0,510	0,906	1,573	2,679	5,093	9,807	14,589	17,973	20,385	22,332	23,996	25,418
		100	0,179	0,878	1,476	2,511	4,779	8,180	13,490	16,218	18,902	21,199	23,172	24,772
		110	0,167	0,857	1,441	2,454	4,665	8,078	13,364	16,024	18,322	20,179	21,859	23,192
502	20	60	0,485	0,931	1,397	2,380	4,524	8,027	12,959	17,848	22,980	28,141	32,436	35,866
		70	0,440	0,807	1,357	2,311	4,193	7,795	12,585	17,110	21,717	26,177	30,509	33,918
		80	0,429	0,780	1,324	2,255	4,206	7,605	12,370	16,542	20,720	24,715	28,329	31,427
30		70	0,159	0,811	1,424	2,409	4,580	8,125	13,216	15,152	16,506	18,097	19,501	20,501
		80	0,146	0,816	1,375	2,343	4,454	7,902	12,787	14,461	15,911	17,126	18,207	19,056
		90	0,135	0,799	1,311	2,285	4,383	7,706	12,411	13,851	15,160	16,251	17,107	17,750
40		80	0,451	0,827	1,389	2,367	4,489	7,933	12,888	14,711	16,143	17,290	18,150	18,774
		90	0,439	0,804	1,352	2,303	4,378	7,767	12,540	14,044	15,189	16,001	16,644	17,127
		100	0,427	0,783	1,316	2,241	4,260	7,559	12,203	13,399	14,472	15,140	15,654	16,026
50		90	0,432	0,791	1,330	2,266	4,307	7,641	12,336	13,652	14,502	15,006	15,427	15,763
		100	0,418	0,767	1,289	2,196	4,171	7,406	11,956	12,923	13,651	14,100	14,496	14,857
		110	0,406	0,745	1,253	2,134	4,056	7,197	11,639	12,279	12,856	13,404	13,846	14,202

Notlar:

1. Kilowatt cinsinden verilen soğutma kapasitesi, -5°C 'deki doymuş buharlaştırıcı ve tabloda gösterilen yoğunlaştırıcı sıcaklıklarına bağlıdır. Diğer sıvı hattı sıcaklıkları için, aşağıda verilen tablodaki düzeltme faktörlerini kullanın.

Soğutucu Akışkan	Doymuş Emme Sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$						
	- 50	- 40	- 30	- 20	0	5	10
22	0,87	0,90	0,93	0,96	---	1,02	---
134a	---	---	---	---	1,02	1,04	1,06
502	0,77	0,83	0,88	0,93	---	1,04	---

2. Bu tablolar R-22 için ISO 32 mineral yağı ve R-502 ile R-134a için ISO 32 ester-bazlı yağ kullanılarak hesaplanmıştır.

nan sabit bağlantılı bağlantı elemanlarıyla bir minimum seviyede sınırlanmıştır. Bu yapılmadığı zaman, kapalı sistemde, kısmi çalışma şartlarında kompresör karterinde yağ seviyesini düşüren yeterli miktarda yağ toplama işlemi gerçekleşir. Şekil 9'da düşey hatlar A ve B üst kısımda ters bir dönüşle yatay emiş hattına geçiş yapmaktadır. Bu, kısmi çalışma şartlarında boş olabilen düşey hatlara yağ akışını önler. Aynı amaç, ana hattı düşey hatlardan daha büyük çapta seçmek şartıyla, düşey hatları ana boruya yatay olarak bağlayarak da sağlanabilir.

Sık bir şekilde düşük sıcaklık sistemlerinde çok küçük basınç kayıplarını karşılayabilen çift düşey hatlar gereklidir. Bu tür düşey hatları kullanan herhangi bir sistemde yağ yavaş yavaş döndüren bir yöntem olan emiş kabını (accumulator) bulunmalıdır.

daha büyük hale gelir. Bu durum çift düşey hatları gerektirir.

Emiş hattının geri kalan parçaları buharlaştırıcılar ve kompresörler arasında kabul edilebilir bir basınç kaybına izin verecek şekilde boyutlandırılır çünkü yağ yatay hatlarda oldukça düşük gaz hızlarıyla taşınmaktadır. Kompresöre giden bu hatlara bir miktar eğim vermek, iyi bir uygulamadır.

3.10.7 Çalışmayan Buharlaştırıcılarda Yağ Birikiminin Önlenmesi

Emme hatları, yağın çalışan bir buharlaştırıcıdan çalışmayan bir buharlaştırıcıya akmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Şekil 10 A, kompresörün yukarıda olduğu farklı seviyelerdeki çoklu buharlaştırıcıları göstermektedir. Her emme hattı yağın aktif olmayan bu

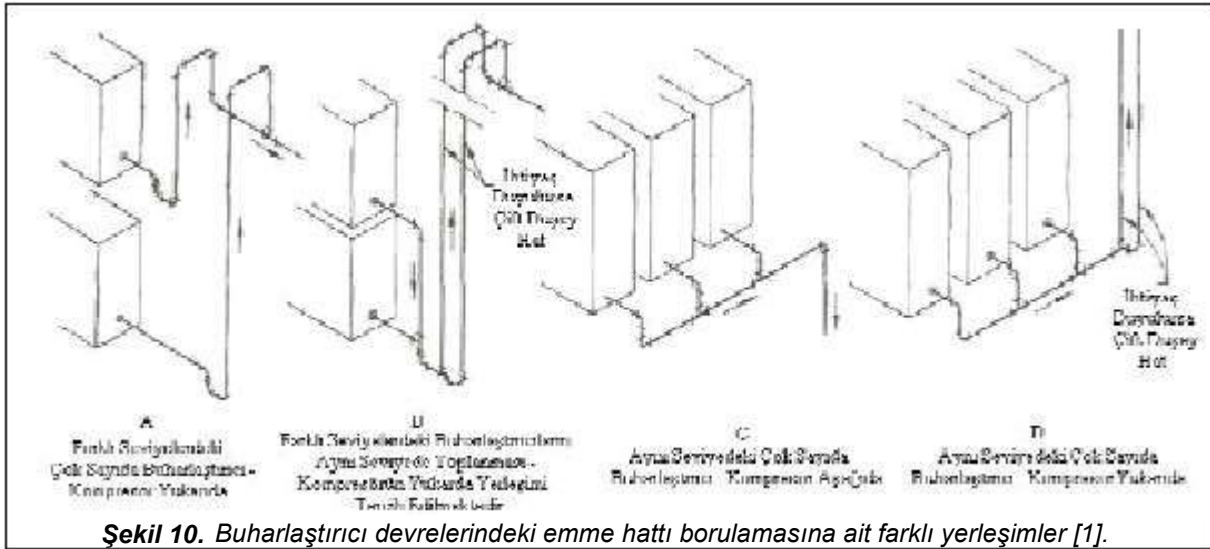
Konfor amaçlı havalandırma cihazları gibi daha yüksek emiş sıcaklıklarında çalışan sistemler için, minimum yükte yağ döndürebilecek tek bir düşey hat kullanılabilir. Tekli kompresörler kapasite kontrolü ile beraber kullanıldığında minimum kapasite genellikle maksimum yer değiştirmenin % 25 ya da % 33'ü olacaktır. Bu düşük oranla beraber, minimum yükte yağın dönüşünü sağlamak için tasarlanan tekli düşey hatlarda tam kapasitede basınç kaybı nadiren önemlidir.

Çoklu kompresörler kullanıldığında, bir ya da birkaç kompresör diğer bir kompresör çalışmaya devam ederken kapatılabilir ve maksimum minimum oranı

harlaştırıcı serpantinlerine geri dönmemesi için ortak emme hattına daha yüksek bir noktadan bir döngüyle bağlanır.

Şekil 10 B, kompresörün yukarıda olduğu çoklu buharlaştırıcıların aynı seviyede birbirine bağlandığı durumu göstermektedir. Yağ en düşük seviyedeki buharlaştırıcıya geri dönemez çünkü ortak emme hattı, düşey emme hattına bağlanmadan önce en düşük seviyedeki buharlaştırıcının çıkış noktasından daha düşük bir seviyededir.

Şekil 10 C, kompresörün aşağıda olduğu aynı seviyedeki buharlaştırıcıları göstermektedir. Her buhar



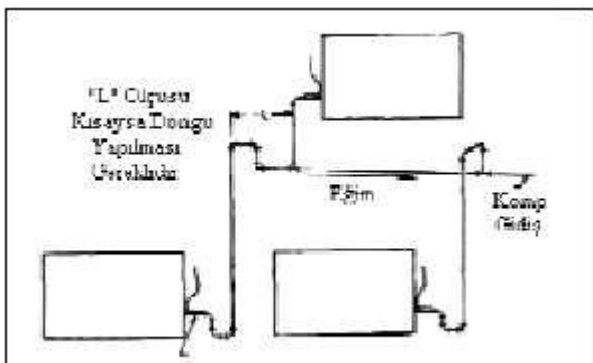
Şekil 10. Buharlaştırıcı devrelerindeki emme hattı borulamasına ait farklı yerleşimler [1].

laştırıcıdan gelen emme hattı, daha düşük seviyede bağlantılar dikkatli bir biçimde seçilmelidir.

bulunan ortak emme hattına bağlanmaktadır, böylece sıcak-gaz vurutusunun, kompresör titreşimlerinin yağ çalışmayan bir buharlaştırıcıya geri dönemez.

Kompresörün yukarıda olduğu durum için alternatif bir yerleşim Şekil 10 D'de görülmektedir.

Şekil 11 ortak emiş hattının altında ve üstünde bulunan buharlaştırıcılar için genel boru tesisatını göstermektedir. Bütün yatay hatlar aynı seviyede ya da yağ dönüşünü sağlayacak şekilde eğimli olmalıdır.



ya da her ikisinin yarattığı aşırı gürültü ve titreşimin önüne geçilmelidir.

4.1 Normal Yüklerde Yağın Düşey Hatlarda Yukarı Taşınması

Küçük bir miktar basınç kaybı istense de, normalin üzerinde boyutlandırılmış sıcak-gaz hatlarının kullanımı gaz hızlarını, soğutucu akışkanın yağ taşıyamayacağı bir noktaya düşürebilir. Bu nedenle, kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörler kullanıldığında, sıcak-gaz düşey hatları yağ mümkün olan tüm kapasitelerde taşınmalıdır.

4.2 Düşey Hatlarda Yağın Taşınması İçin Minimum Gaz Hızları

Düşey sıcak-gaz hatlarında yağın taşınması için minimum kapasiteler Tablo 17'de gösterilmiştir. Çoklu kompresör uygulamalarında, olabilecek en düşük sistem kapasitesi hesaplanmalıdır ve düşey hat boru

Şekil 11. Buharlaştırıcıların ana hattın altında ve üstünde yer aldığı durumlara ait boru tesisatı [1].

Buharlaştırıcı emiş çıkışından sonra emme hatlarında gösterilen kapanlar, çok sayıdaki ısıl genleşme vanası üreticileri tarafından ısıl genleşme vanalarının düzensiz çalışmasını önlemek için önerilmektedir. Genleşme vanası hissedicileri buharlaştırıcılar ve bu kapanlar arasına yerleştirilmektedir. Kapanlar sıvı akışını sağlayacak şekilde çalışırlar ve kompresörün çalışmadığı çevrimlerde genleşme vanası hissedicisinin altında sıvı birikmesini önlemede yardımcı olurlar. Bunlar sadece buharlaştırıcı çıkışında emme hattıyla karşılaşılacak düz ya da düşey hatlar için uygundur.

4. BOŞALTMA (SICAK-GAZ) HATLARI

Sıcak-gaz hatlarının tasarımında:

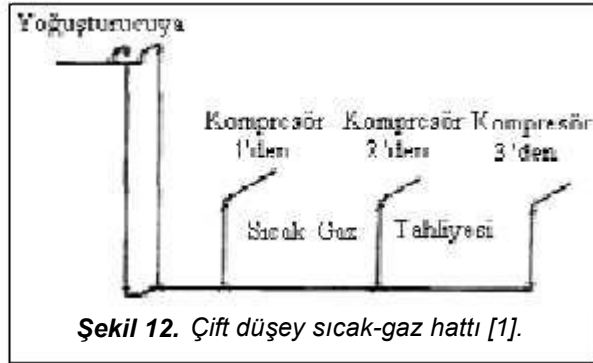
- Kısmi çalışma şartlarında yağın birikmesinden kaçınılmalıdır.
- Yoğunlaşan soğutucu akışkan ve yağın kompresörün üst kısmına dönmesi engellenmelidir.
- Ortak hattan çoklu kompresörlere geçiş kısmındaki

sistem kapasitesi hesaplanırken ve düşey hatte yağın başarıyla taşınması için tabloda verilen minimum kapasiteyi sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörlerin bazı uygulamalarında, yağı minimum yükte taşıyacak şekilde boyutlandırılan düşey sıcak-gaz hattında maksimum kapasitede aşırı bir basınç kaybı oluşur. Bu problem ortaya çıktığında, yağ ayırıcısına sahip tek ya da çift düşey hatlar kullanılabilir.

4.3 Çift Düşey Boşaltma Hatları

Çift sıcak-gaz düşey hattı, emme hattındaki gibi aynı şekilde kullanılabilir. Şekil 12 sıcak-gaz hattına uygulanmış çift düşey hattın prensibini göstermektedir. Çalışma şekli ve boyutlandırma tekniği çift emme



Şekil 12. Çift düşey sıcak-gaz hattı [1].

düşey hatlarında anlatılmıştır.

4.4 Tek Düşey Hat ve Yağ Ayırıcısı

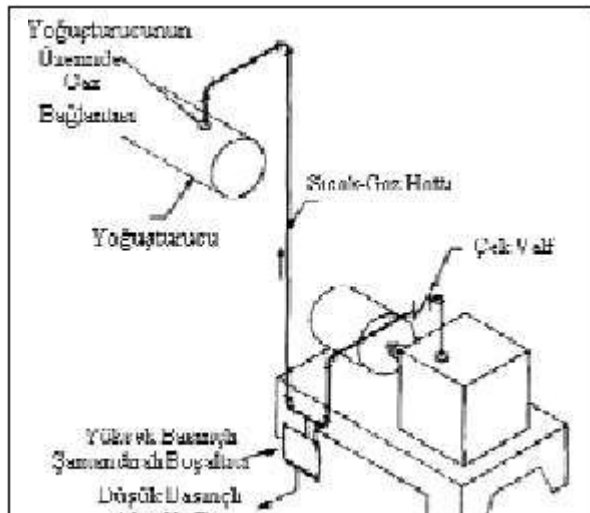
Bir alternatif olarak, düşey hattın hemen önce basma hattına yerleştirilmiş olan yağ ayırıcısı, düşey hattın boyutlandırılması sırasında küçük bir basınç kaybına izin vermektedir. Düşey hattın aşağıya doğru kaçan yağ, yağ ayırıcısında toplanmaktadır. Büyük çoklu kompresörler ile ayırıcının kapasitesi, basma hattı ile ana basma hattı arasına yerleştirilen her kompresör için ayrı üniteler kullanılmasını gerektirir. Yatay hatlar yağın sistemde ve kompresöre dönüşü sırasındaki yolculuğunu kolaylaştırmak için gazın akış yönü ile aynı seviyede ya da aşağı doğru eğimli olmalıdır.

4.5 Sıvı ve Yağın Kompresörün Üst Kısmına Akmasını Engelleyecek Boru Tesisatı

Bir yoğuşturucu kompresörün üstüne yerleştirildiğinde, sıcak-gaz hattı özellikle sıcak-gaz düşey hattı uzun ise, yoğuşturucu seviyesine ulaşmadan önce kompresöre yakın tutulmalıdır. Bu, soğutucu akışkanın çevrimin olmadığı durumda hatta yoğunlaşması ve kompresörün üst kısmına akması olasılığını minimuma indirir. Ayrıca boru cidarını aşan yağ, kompresör

çek valf kompresörün sıcak gaz hattına monte edilmelidir. Çek valf çevrim duruyorken soğutucu akışkanın yoğuşturucu ya da toplayıcıda (receiver) kaynağı kompresörün üst kısmında yoğunlaşmasının önüne geçer.

Bu çek valf, kompresörün çalışması durduğunda yer çekimi ile kapanacak olan pistonlu tip olmalıdır. Yay baskılı kontrol kullanılması durumunda özellikle düşük hızdaki pistonlu kompresörler titreşime maruz



Şekil 13. Çift düşey sıcak-gaz hattı [1].

rün üst kısmına geri dönmeyecektir.

Şekil 13'de gösterilen sıcak gaz hattına ait döngü re zervuar gibi çalışır ve hat kapalıyken yoğunlaşan sıvı tutar, buna ilave olarak sıvının ve yağın yerçekimi ile kompresörün üst kısmına dönmesini engeller. Küçük, yüksek basınçlı bir şamandıralı boşaltıcı (float drainer), toplayıcı ya da düşük basınçlı toplayıcı gibi düşük seviyedeki elemanlara, yoğunlaşan önemli bir miktar soğutucu akışkanın akıtmak için kapanın altına monte edilmelidir. Bu şamandıra, kapanda aşırı derecede sıvı birikmesini ve kompresör yeniden çalıştırıldığında oluşabilecek sıvı çekici etkisini engeller.

Çoklu kompresör uygulamaları için her basma hattında çalışan kompresörlerdeki gazın, çalışmayan kompresörlerin üst kısmında yoğunlaşmasının önüne geçmek için bir çek valf olmalıdır.

Tek kompresör uygulamaları için, yoğunlaştırıcı ve toplayıcı çevre sıcaklığının kompresörün sıcaklığından yüksek olduğu her durum için, sıkıca kapanan bir

ALICI YA DA
Toplayıcıya Üstüye
Kapanmalıdır

Şekil 13. Sıcak-gaz döngüsü [1].

kalabilirler.

Su-soğutmalı yağ soğutucular ile beraber üretilmiş kompresörlerde, su selenoid ve su ayar vanası su hattına monte edilmelidir, böylece ayar vanası çalışma sırasında ihtiyaç duyulan soğutmaya sağlar ve selenoid çevrim duruyorken soğutucu akışkanın yerel yoğunlaşmasını engellemek için akışı durdurur.

4.6 Sıcak-Gaz (Defrost) Hattı Susturucuları

Susturucular sıcak-gaz hatlarına gazdan meydana gelen vuruntuları sönmölemek ve titreşimle gürültüyü azaltmak için kullanılabilirler. Susturucular, sıcak-gaz hattı kompresörden ayrıldıktan hemen sonra akışın yatay ya da aşağı doğru olduğu bir bölüme takılabilir.

Susturucudaki gaz hızı sıcak-gaz hatlarındaki hızlara oranla önemli bir şekilde düşük olduğu için, susturucu bir yağ kapağı gibi davranabilir. Susturucu, yağın

61
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

içinden geçmesine olanak verecek ve birikmesini engelleyecek şekilde monte edilmelidir.

5. DEFROST GAZ BESLEME KOLONU

Bir ya da daha fazla buharlaştırıcıya besleme defrost gazı sağlayacak soğutma hattının boyutlandırılması tam bilimsel temele dayandırılmamaktadır. Besleme defrost gaz hattını boyutlandırmak için gerekli parametreler izin verilen basınç kaybı ve defrost sırasındaki soğutucu akışkan akış oranı ile ilgilidir.

Mühendisler, etkin bir soğutucu akışkan akış oranı için hattı ihtiyaçlara göre boyutlandırırken buharlaştırıcı yükünü iki kat olarak değerlendiriyorlardı. Basınç kaybı defrost çevrimi sırasında hız kadar önemli bir kıstas değildi ve çok sayıda mühendis hattın boyutunu belirlerken hızı bir kıstas olarak kullanmışlardır. Etkili yoğunlaşma sıcaklığı ve gazın ortalama sıcaklığı ele alınmalıdır. Doymuş şartlarda kullanılan hız koruyucu bir hat ölçüsü verecektir.

R-22 ile küçük boru demetlerinde yapılan bazı kontrollü testler göstermiştir ki defrost akış oranı yoğunlaşma sıcaklığı yükseldikçe artış gösterme eğilimindedir. Akış oranı, normal buharlaştırıcı akış oranının iki ya da üç kat üzerinde bir mertebededir ki bu da mühendisler tarafından pratikte iki kat olarak tahmin edilen değeri desteklemektedir [1].

Tablo 18 (R-22, R-134a ve R-502) defrost gaz besleme kolununun, 21 °C doymuş yoğunlaşma sıcaklığında hıza bağlı olarak seçilebilmesine rehberlik etmektedir. İlk boyutlandırmanın buharlaştırıcı akış oranının iki misline bağlı olması önerilmektedir ve 5 ile 10 m/s arasındaki hızlar defrost gaz besleme kolununun boyutlandırılması sırasında kullanılmaktadır.

Gaz defrost hatları yoğunlaşan her sıvının sürekli olarak akmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Tablo 18. Defrost hatları için soğutucu akışkan akış kapasiteleri [1]

Nominal Hız Çapı, mm	R-22 Kütleli Debi, kg/s			R-134a Kütleli Debi, kg/s			R-502 Kütleli Debi, kg/s		
	5 m/s	10 m/s	15 m/s	5 m/s	10 m/s	15 m/s	5 m/s	10 m/s	15 m/s
12	0.012	0.024	0.035	0.016	0.032	0.049	0.024	0.049	0.072
15	0.019	0.038	0.057	0.026	0.053	0.079	0.040	0.079	0.119
18	0.024	0.058	0.087	0.040	0.080	0.119	0.056	0.120	0.180
22	0.044	0.088	0.133	0.061	0.122	0.183	0.092	0.184	0.276
28	0.074	0.148	0.222	0.102	0.204	0.305	0.154	0.307	0.461
35	0.120	0.240	0.360	0.160	0.320	0.480	0.240	0.480	0.720

40	0.176	0.366	0.516	0.546	0.676	0.716	0.566	0.716	1.076	
54	0.290	0.580	0.870	0.490	0.800	1.190	0.600	1.200	1.800	
67	0.450	0.890	1.340	0.620	1.230	1.850	0.930	1.860	2.790	
79	0.620	1.250	1.870	0.860	1.770	2.580	1.300	2.590	3.890	
100	1.100	2.200	3.300	1.530	3.070	4.600	2.310	4.630	6.940	
130	1.730	3.460	5.190	2.380	4.760	7.140	3.590	7.180	10.800	
156	2.500	5.000	7.500	3.450	6.900	10.350	5.200	10.400	15.600	
Çelik										
mm	WCH									
16	30	0.018	0.035	0.053	0.024	0.049	0.073	0.037	0.074	0.110
15	30	0.028	0.056	0.084	0.029	0.078	0.116	0.059	0.120	0.180
30	30	0.049	0.099	0.148	0.068	0.136	0.204	0.103	0.216	0.316
25	30	0.080	0.160	0.240	0.110	0.220	0.330	0.166	0.330	0.500
32	40	0.139	0.278	0.417	0.191	0.382	0.570	0.290	0.580	0.860
40	40	0.190	0.380	0.570	0.260	0.520	0.780	0.390	0.780	1.180
50	40	0.310	0.620	0.930	0.430	0.860	1.290	0.650	1.290	1.940
65	40	0.440	0.880	1.330	0.610	1.220	1.830	0.920	1.840	2.760
89	40	0.680	1.370	2.050	0.940	1.890	2.830	1.420	2.840	4.270
100	40	1.180	2.360	3.540	1.620	3.250	4.870	2.430	4.900	7.250
125	40	1.850	3.700	5.550	2.550	5.100	7.650	3.830	7.660	11.360
150	40	2.680	5.360	8.030	3.690	7.370	11.100	5.560	11.100	16.700
200	40	4.670	9.350	13.950	6.380	12.800	19.100	9.630	19.300	28.900
250	40	7.300	14.600	21.900	10.100	20.100	30.200	15.200	30.500	45.500
300	40	10.500	20.900	31.400	14.400	28.900	43.300	21.800	43.500	65.300

Not: Soğutucu akışkana ait akış verileri 21 °C doymuş yoğunlaşma sıcaklığına göre hazırlanmıştır.

6. TOPLAYICILAR (RECEIVERS)

Soğutucu akışkan toplayıcıları sistemde dolaşan fazla soğutucu akışkanı depolayan tanklardır. Toplayıcı aşağıdaki işlevleri gerçekleştirir:

1. Sistemin farklı bir bölümü bakıma alındığında ya da sistem uzun bir süre kapatılacağı zaman, depolama kapasitesi sağlar. Bazı su-soğutmalı yoğunlaştırıcı sistemlerinde, toplam soğutucu akışkan şarjı yoğunlaştırıcunun depolama kapasitesini aşmazsa yoğunlaştırıcı ayrıca toplayıcı gibi davranır.
2. Taşmalı-tip (flooding-type) yoğunlaşma basınç kontrolü kullanan hava-soğutmalı yoğunlaştırıcılar da meydana gelen aşırı soğutucu akışkan şarjını karşılar.
3. Çalışma yükünün buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı da farklı yüklemelerde değiştiği sistem üzerinde, uygun etkinlikte yoğunlaşma yüzeyi sağlamak için düşük tarafta dalgalı yük sağlar ve sıvının yoğunlaştırıcıya akmasını sağlar. Buharlaştırıcı ısı genleşme vanası, elle kontrol edilen genleşme vanası ya da düşük basınçlı şamandıra ile beslendiğinde, buharlaştırıcı içine çalışma şarjı önemli bir şekilde yüklemeye bağlıdır. Düşük ısı yüklerinde, buharlaştırıcıdaki kaynama çok şiddetli olmadığı sürece daha büyük bir şarjı ihtiyaç duyar. Yük arttığında, buharlaştırıcıdaki çalışma şarjı düşer ve toplayıcı fazla soğutucu akışkanı depolar.
4. Çok devreli buharlaştırıcı bulunan sistemlerde kapalı devredeki bütün şarjı muhafaza eder, kullanılan devrelerdeki pompalamayı durdurur ve azaltır.

Havalandırma deliği kullanılmadığı durumda, yoğunlaştırıcı ve toplayıcı arasındaki boru hattı (kondensat hattı) sıvının bir yönde ve gazın da karşı yönde akacağı şekilde boyutlandırılır. 0,5 m/s sıvı hızı için kondensat hattını boyutlandırmak bu akışı sağlamak için genelde uygundur. Borulama esnasında 20 mm/m eğim verilmeli ve doğal sıvı kapanları ortadan kaldırılmalıdır. Şekil 14'de bu tip bir yapı görülmektedir.

Yoğunlaştırıcı ve toplayıcı arasındaki boru hattına ayrı bir havalandırma (dengeleyici) hattı ilavesiyle yoğunlaştırıcı ve toplayıcı basınçlarının eşitlenmesine olanak sağlanır. Dışarıdan yapılan bu havalandırma hattı çek valf kullanılarak ya da kullanılmayarak tasarlanabilir (Şekil 16 ve 17). Borulama konfigürasyonunun bilinmediği durumlarda yoğunlaştırıcıya doğru akış yönünde bir çek valf kullanılmalıdır. Çek valf minimum açılma basıncına uygun şekilde seçilmelidir (yaklaşık 3,5 kPa). Yoğunlaşma suyu (kondensat) düşme yüksekliği (drop leg) tespit edilirken çek valf önündeki ve yoğunlaştırıcıdaki soğutucu akışkanın basınç kaybını karşılamasına dikkat edilmelidir. Bu sayede çoklu yoğunlaştırıcı uygulamalarında bir ya da daha fazla yoğunlaştırıcı çalışmıyorken, çalışan yoğunlaştırıcıya sıvı akışı engellenmiş olur. Kondensat hattı 0,75 m/s hızı aşmayacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

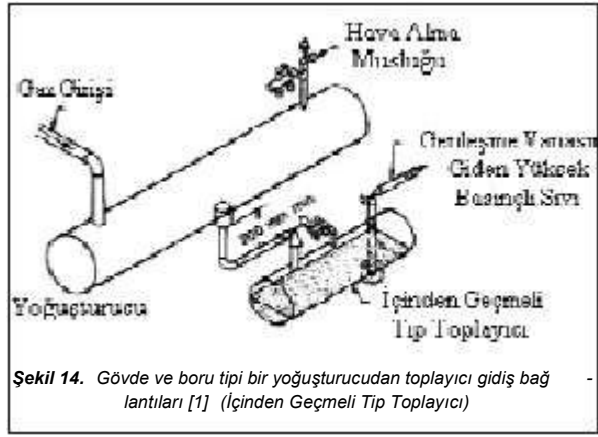
Toplayıcı sıcaklığı yoğunlaşma sıcaklığından daha yüksek ise havalandırma hattı akışı toplayıcıdan yoğunlaştırıcıya doğrudur. Toplayıcı etrafındaki hava sıcaklığı yoğunlaşma sıcaklığının altında ise akış yoğunlaştırıcıdan toplayıcıya doğru gerçekleşir. Akış

lan yükte çalışan bir veya daha çok devreye sıvı sağlanmasını keser.

6.1 İçinden Geçmeli (Through) Tip Toplayıcı İçin Bağlantılar

Bu tip bir toplayıcı kullanıldığı zaman, sıvı her zaman yoğuşturucudan toplayıcıya doğru akmalıdır. Toplayıcıdaki basınç, yoğuşturucu çıkışındaki basınçtan daha düşük olmalıdır. Toplayıcı ve onunla bağlantılı borular, yoğuşturucudan toplayıcıya bu iki donanım arasındaki basınç eşitleninceye kadar serbest akış sağlar böylece toplayıcı yoğuşturucuya göre daha yüksek bir basınç oluşturamaz.

debisi sıcaklık farkına bağlı olduğu gibi toplayıcı yüzey alanına da bağlıdır. Havalandırma hattının boyu



Şekil 14. Gövde ve boru tipi bir yoğuşturucudan toplayıcı gidiş bağlantıları [1] (İçinden Geçmeli Tip Toplayıcı)

63
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

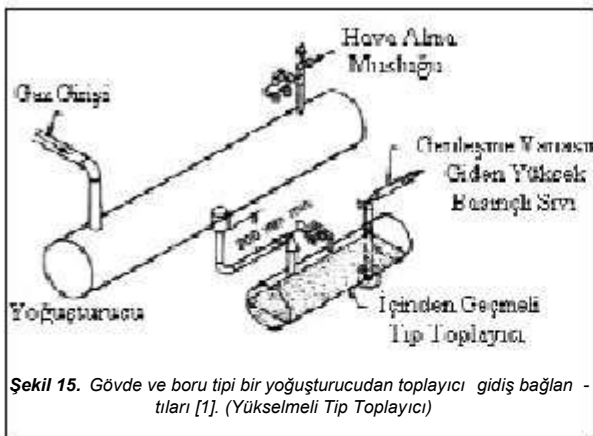
tu bu akış debisine göre hesaplanabilir.

6.2 Yükselmeli (Surge) Tip Toplayıcı İçin Bağlantılar

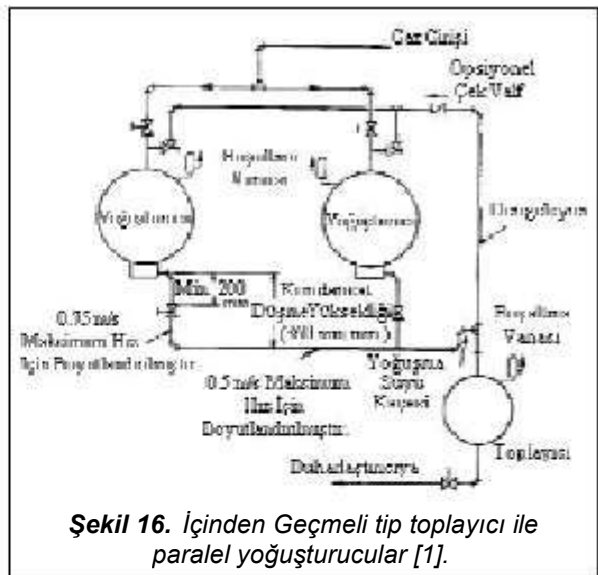
Bu tip toplayıcının amacı, sıvının toplayıcıda soğutucu akışkana maruz kalmadan genişleme vanasından akmasıdır, böylece soğutucu akışkan aşırı soğumuş durumda kalmaya devam edebilir. Toplayıcı hacmi, sistemden uzaklaştırılacak sıvı için uygundur. Bu tip toplayıcıya ait bağlantılar Şekil 15'de görülmektedir. h yüksekliği, toplayıcı ortam sıcaklığı ve yoğuşma sıcaklığı arasındaki maksimum sıcaklık farkında, en azından yoğuşturucu, sıvı hattı ve havalandırma hattında oluşan basınç kaybına uygun sıvı basıncında olmalıdır. Tahmin edilen en büyük ısı atımında, yoğuşturucu basınç kaybı üreticiden elde edilmelidir. Böylece h için minimum değer hesaplanabilir ve mevcut yüksekliğin bu tip toplayıcı kullanımına

yebilmek için yeteri kadar uzun olmalıdır. Sıvı çıkışlarında akıntı olmaması için düşme yüksekliği hesaplanan değerden 150 ile 300 mm daha uzun olmalıdır. Yoğuşma suyu düşme yüksekliği 0,75 m/s hıza göre boyutlandırılmalıdır. Ana kondens hattı ise 0,5 m/s hızına göre boyutlandırılmalıdır.

Şekil 17 yükselmeli tip toplayıcı ile birlikte paralel yoğuşturucuların boru yerleşimini göstermektedir. Sistem düşük kapasitede çalışırken devrelerdeki akış yolu simetrik olmayabilir. Küçük basınç farklılıkları anormal olmayacaktır fakat sıvı hattı birleşme yeri yoğuşturucunun altından 600 ile 900 mm aşağı



Şekil 15. Gövde ve boru tipi bir yoğuşturucudan toplayıcı gidiş bağlantıları [1]. (Yükselmeli Tip Toplayıcı)

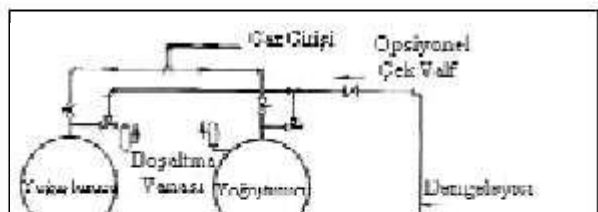


Şekil 16. İçinden Geçmeli tip toplayıcı ile paralel yoğuşturucular [1].

izin verip, vermemesi durumuna göre karar alınır.

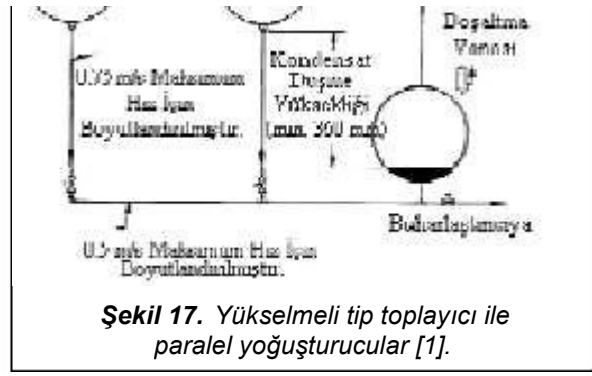
6.3 Çoklu Yoğuşturucular

İki ya da daha fazla yoğuşturucu seri ya da paralel olarak soğutma sistemlerinde kullanılabilir. Yoğuşturucular seri olarak bağlanırsa her birinin basınç kaybı ilave edilmelidir. Yoğuşturucular daha sık bir şekilde



paralel olarak yerleştirilmektedir. Paralel devredeki basınç kaybı, paralel devreler içerisinde herhangi bir ünitenin içi sıvıyla doluyken bir diğerinden gaz geçiyor olsa bile her bir ünite için aynıdır.

Şekil 16 yükselmeli tip toplayıcı ile birlikte paralel yerleştirilmiş yoğuşturucuları göstermektedir. Yoğuşma suyu düşme yüksekliği tüm çalışma şartlarında yoğuşturucular arasındaki basınç kaybını dengele



Şekil 17. Yükselmeli tip toplayıcı ile paralel yoğuşturucular [1].

da olmalıdır.

7. ÇOKLU KOMPRESÖRLERDE BORULAMA

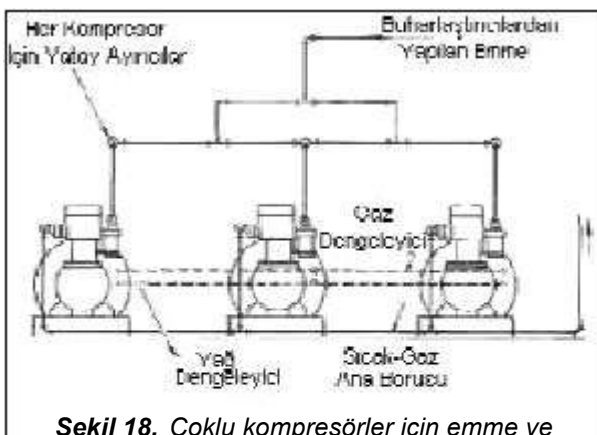
Paralel çalışan çoklu kompresörlerde uygun çalışmayı sağlamak için borulamaya özen gösterilmelidir.

7.1 Emme Hattı Borulaması

Bütün kompresörler aynı emme basıncında çalıştıklarından, eşit miktarda yağ dönüşü için emme boruları uygun tasarlanmalıdır. Bütün emme hatları, ortak emme hattıyla birleştirilerek her bir kompresöre yağ dönüşünü eşit olarak sağlayabilmelidir. Kompresörün boyut ve tipine bağlı olmak üzere, aşağıda belirtilen yöntemlerden bir veya birkaçı borulama tasarımında kullanılarak yağ dönüşü sağlanabilir.

1. Her bir kompresöre emme gazı ile yağ dönüşünü.
2. Yağ içeren bir emme kapağı (accumulator) ve kontrollü olarak kompresöre dönüş sağlanması.
3. Basma hattı ayırıcısında yağın kapanması ve kompresöre kontrollü olarak döndürülmesi.

Emme ana hattı, emme gazının her bir kompresöre eşit olarak dağılımını sağlar. Tasarlanan ana hat emme gazı ve yağ karışımını serbestçe geçirebilmeli veya yağ için bir emme kapağı bulundurulmalıdır. Bu ana hat kompresör emme girişinin üst seviyelerinde gerçekleştirilmelidir ve böylelikle yağ kompresör içine



Şekil 18. Çoklu kompresörler için emme ve basma hattı borulaması [1].

yerçekimi etkisi ile akabilir.

Şekil 18, piramit tip bir emme ana hattını göstermektedir ve her üç kompresör emme girişlerinin her birinde basınç ve akış dengelemesi en iyi hale getirilecek şekilde paralel olarak borulanmıştır. Bu tip tasarım iki veya daha fazla kompresörün paralel bağlandığı uygulamalarda önerilmektedir.

Emme kapanları paralel kompresör, taşmalı buharlaştırıcı, çift emme düşey hattı, uzun emme hatları, çoklu genişleme vanaları, sıcak gaz defrostu, ters çevrim çalışması ve emme basınç düzenleyicileri mevcutken kullanılabilir.

Şekil 19 çoklu kompresör uygulamalarında emme kapağı, yağ toplayıcı ve boşaltma hattı yağ ayırıcısının birlikte kullanımını göstermektedir. Yağ toplayıcısı ayrıca kompresörlere yağı sağlayan bir depodur ve sistem yükü ile yağın sistem içine değişen miktarlarda gönderilmesini sağlar. Sistemde bulunan ısıtıcı daldırılabilir tip olarak uygulanır.

7.2 Basma Hattı Borulaması

Şekil 16'da basma hattı düzenlenmesi gösterilmektedir. Gerçekleştirilen borulama soğutucu akışkan sıvısının ve yağın çalışmayan kompresör kafası içine dönüşüne engel olacak şekilde düzenlenmelidir. Basma hattında soğutucu akışkanının ve yağın kompresöre dönüşüne engel olmak için bir çek valf de (Şekil 17) kullanılabilir [1].

8. SOĞUTUCU AKIŞKAN BORULAMA DONANIMLARI VE FARKLI SİSTEM ELEMANLARI İÇİN BORULAMA

Sıvı hattı, emme hattı ve boşaltma hattı için farklı soğutucu akışkan borulama donanımları bulunmaktadır. Bunlardan "sıvı emme değiştiricileri", "sıvı göstergeleri", "pislik tutucular", "soğutucu kurutucuları", "filtre kurutucuları", "manyetik (selenoid) vanaları", "soğutucu yükleme bağlantıları" ve "genleşme vana

sıcak-gaz hattı [1].

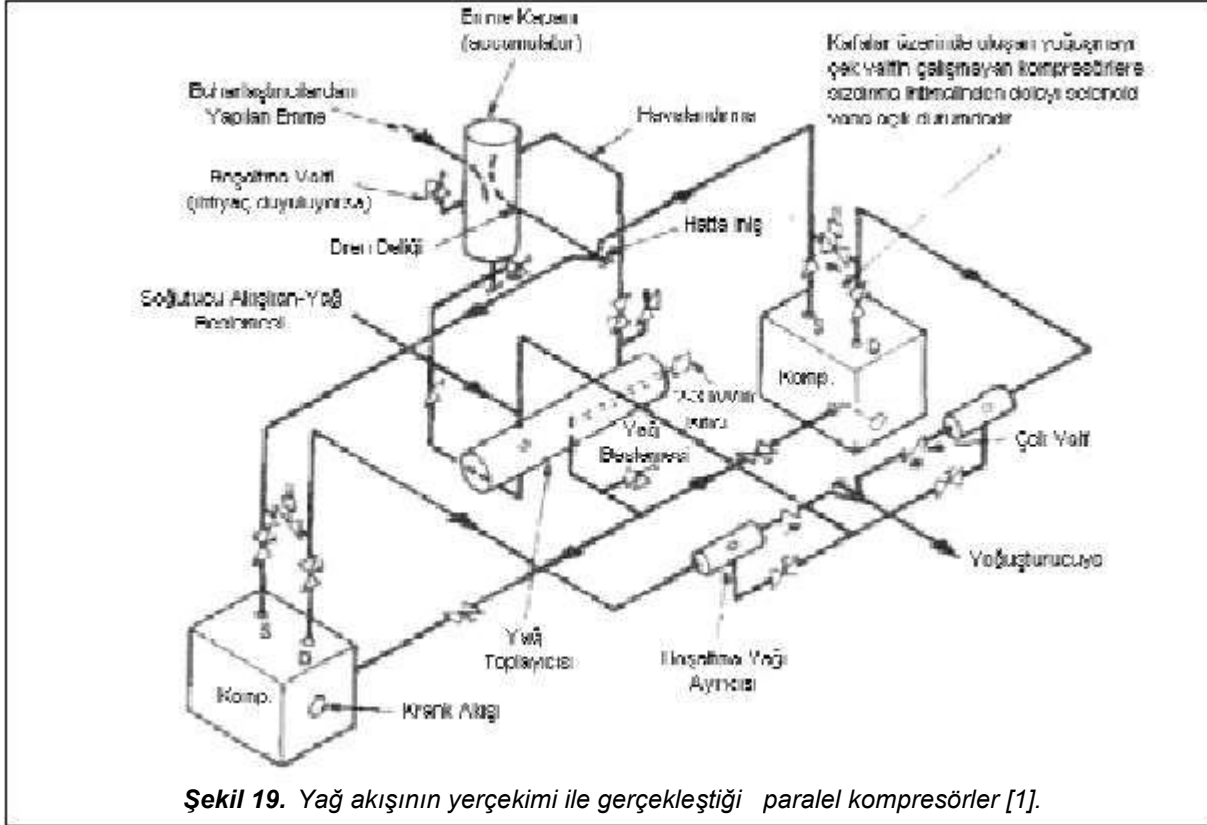
Not: Gaz dengeleyici hattı, kompresörlerin çalışan ya da çalışmayan şeklinde farklı kombinasyonları için bütün kompresörlerde aynı karter basıncı sağlayabilecek kadar büyük olmalıdır. (herhangi bir basınç farklılığı yağ seviyesinde değişim olarak kendini gösterir.)

ları" sıvı hatlarında, "karşı basınç vanaları" emme hatlarında ve "yağ ayırıcıları", "susturucular" ve "geri tepme vanası (check valve)" boşaltma hatlarında kullanılmaktadır.

Taşmalı sıvı soğutucular, soğutucu akışkan besle

65
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,



Şekil 19. Yağ akışının yerçekimi ile gerçekleştiği paralel kompresörler [1].

me cihazları, direkt genişlemeli sıvı soğutucular (chillerler), direkt genişlemeli hava serpantinleri (buharlaştırıcılar) ve taşmalı buharlaştırıcılar gibi değişik sistem bileşenleri de özel bağlantı ve tasarımlar gerektirmektedir.

Bu donanımlar ve borulamaları hakkında daha ayrıntılı bilgiler kaynak [1] ve [2]'de bulunabilir.

9. BORU MALZEMELERİ

Boru malzemesi olarak, halokarbon türü soğutucu akışkanlı sistemlerde bakır en çok kullanılan malzemedir. Bunun yanında, siyah demir, çelik, pirinç gibi malzemeler de gerek halokarbon türü gerekse amonyak dışındaki diğer soğutucu akışkanlar için uygun olmaktadır. Bakır ve bakır alaşımları (pirinç, bronz, vs.) amonyak ile kullanılmamaktadır. Magnezyum alaşımları ise halokarbon soğutucu akışkanlar ile kullanılmamalıdır. Bakır borular, bilhassa 4" çap değerleri ne kadar (amonyak hariç) hafif ve korozyona dayanıklı olmasının yanında montajının daha kolay olması bakımından tercih edilmektedir. Soğutma sistemlerin

halen soğutma uygulamalarında geçerli olan Amerikan ölçü sistemi birimlerine göre ve dış çaplar esas alınarak gösterilmektedir. Küçük çaplı bakır borular (1/4" ile 3/4") çoğunlukla tavlanmış, yumuşak borudur ve piyasada kangal halinde bulunur. Daha büyük çaplı bakır borular ise tavsız ve düz boylar halindedir. Tablo 19'da Tip-K ve Tip-L bakır boruların fiziksel ölçüleri ve özellikleri belirtilmektedir. Çapı 4" den daha büyük olan borularda, her tür soğutucu akışkan için genellikle çelik çekme boru kullanılmaktadır. Fazla miktarda boru kullanımını gerektiren uygulamalarda, ekonomik olması bakımından 50 mm ve daha büyük çaplı boruların da çelik çekme olması tercih edilebilir [7].

Bakır Borulamada Taşıyıcılar

Bakır borulamada, çaplara uygun taşıyıcılar ve taşıyıcılar arasında önerilen taşıyıcı destekleri arasındaki uzaklıklar aşağıda verilmiştir.

Bakır borulamada ayrıca uzama ile kısalma yönünden ve su çekici oluşumu yönünden de öngörülen ta

Tablo 19. Bakır boru ölçüleri (TİP – K) [7].

Bakır Boru Ölçüleri (TİP-K)								
Dış Em.	Dış Çap	İç Çap	Et Kalınlığı	1 m Ağırlığı (kg)	1 m Dış Yüzeyi (m ²)	İç Kesit Alanı (m ²)	1 m Boru İç Hacmi (lt)	İşletme Man.Bas. (bar)
1/4"	6,35	4,85	0,75	0,120	0,02	0,185	0,02	63,7432
3/8"	9,65	7,85	0,90	0,216	0,03	0,47	0,05	63,7432
1/2"	12,7	10,2	1,25	0,400	0,04	0,82	0,08	63,7432
5/8"	16,0	13,5	1,25	0,513	0,05	1,41	0,14	53,9365
3/4"	19,0	16,5	1,25	0,623	0,06	2,15	0,22	49,0332
7/8"	22,3	19,0	1,65	0,955	0,07	2,81	0,28	49,0332
1-1/8"	28,7	25,4	1,65	1,250	0,09	5,02	0,50	39,2266
1-3/8"	35,0	31,7	1,65	1,550	0,11	7,87	0,79	34,3232
1-5/8"	41,4	37,7	1,83	2,026	0,13	11,1	1,11	29,4199
2-1/8"	54,2	50,0	2,10	3,07	0,17	19,4	1,94	24,5166
2-5/8"	66,8	62,0	2,40	4,37	0,21	30,1	3,01	24,5166
3-1/8"	79,5	74,0	2,77	5,96	0,25	42,8	4,28	24,5166
3-5/8"	92,2	86,1	3,05	7,63	0,29	58,1	5,81	21,5746
4-1/8"	104,9	98,1	3,40	9,70	0,33	75,5	7,55	21,5746
Bakır Boru Ölçüleri (TİP-L)								
1/4"	6,35	4,95	0,70	0,112	0,02	0,192	0,02	58,8399
3/8"	9,65	8,05	0,80	0,174	0,03	0,508	0,051	53,9365
1/2"	12,7	10,9	0,90	0,295	0,04	0,933	0,093	49,0332
5/8"	16,0	14,0	1,02	0,424	0,05	1,539	0,154	44,1299
3/4"	19,0	16,9	1,07	0,539	0,06	2,246	0,225	39,2266
7/8"	22,3	20,0	1,14	0,677	0,07	3,146	0,315	34,3232
1-1/8"	28,7	26,2	1,27	0,974	0,09	5,400	0,540	29,4199
1-3/8"	35,0	32,2	1,40	1,315	0,11	8,155	0,816	29,4199
1-5/8"	41,4	38,3	1,52	1,700	0,13	11,537	1,154	24,5166
2-1/8"	54,1	50,5	1,78	2,607	0,17	20,058	2,006	19,6132
2-5/8"	66,8	62,7	2,03	3,689	0,21	30,92	3,092	19,6132
3-1/8"	79,5	74,9	2,28	4,949	0,25	44,1	4,410	19,6132
3-5/8"	92,2	87,1	2,54	6,386	0,29	59,67	5,967	17,6519

Nominal Çap (OD)	Taşıyıcı Destekleri Arası En Çok Uzaklık (m)
5/8	1,524
7/8	1,82881
1/8	2,13361
3/8	2,43841
5/8	2,74322
1/8	3,048
	-----1-----
25/8	3,3528
31/8	3,6576
35/8	3,9624
41/8	4,2672

-1- CSA B52 Koduna göre taşıyıcı destekleri arası en çok uzaklık

SONUÇ

Soğutma sistemlerinde boru tasarımında önceki bö

lülmlerde anlatıldığı gibi, bileşenlerde olması isteni -
 len bazı özellikler arasında karşılaştırmalar yapmak -
 ve çelişen özellikler arasında en uygun çözümü belir -
 lemek için pratik bilgiler gereklidir. Bir soğutma siste -
 minin: en çok kapasite, en az maliyet, uygun yağ dö -
 nüşümü, en az güç tüketimi, en az soğutucu akışkan -
 şarjı, düşük gürültü oluşturması, uygun sıvı soğutu -
 cu akışkan kontrolü, yağlama problemi olmadan tüm -
 yüklerde sistemin mükemmel esnek, uyumlu ve ve -
 rimli bir şekilde çalışması arzulanır. Buradaki talep -
 lerin hepsini birden karşılamak, örneğin en çok kapa -
 site-en az maliyet gibi, olanaksızdır. Burada tasarım -
 cıya düşen görev nasıl bir uzlaşmanın kabul edilebi -
 lir olduğuna karar verebilmek açısından, sistemin her -
 hangi bir yerindeki boru tasarımının sistem perfor -
 mansını nasıl etkilediğini çok iyi anlayabilecek ölçüde -
 uzmanlaşmasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE Refrigeration Handbook (SI), Chapter 2 System Practices For Halocarbon Refrigerants, 1998
- [2] Carrier Hava Koşullandırma Sistem Tasarımı Cilt 1, 2004
- [3] Genceli, O.F. Soğutma Tesisatı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın No: MMO/2003/ 295-3
- [4] Denison, G. "Refrigerant Piping Handbook", Du Pont, 2001
- [5] Yıldırım, E. "Soğutma Sistemlerinde Borulama", Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi, 2003
- [6] Çengel, Y. "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik", 1999
- [7] Özkol, N. "Uygulamalı Soğutma Tekniği, Güncellenmiş Beşinci Baskı", 1999
- [8] Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayın No: 9, İstanbul, 2001