



CO₂ (R744) EVAPORATÖRLERİ VE GAZ SOĞUTUCULARI

CO₂ (R744) EVAPORATORS & GAS COOLERS

CO₂ (R744) LUFTKÜHLER & GASKÜHLER



- CO₂ (R744) EVAPORATÖRLERİ VE GAZ SOĞUTUCULARI • CO₂ (R744) EVAPORATORS & GASCOOLERS • CO₂ (R744) LUFTKÜHLER & GASKÜHLER • AKIŞIKAN ÖZELLİKLERİ
- REFRIGERANT SPECIFICATIONS • TECHNISCHE DATEN • CO₂ ÇEVİRİMLERİ • CO₂ CYCLES • CO₂ ZYKLUS • CO₂ (R744) EVAPORATÖRLERİ • CO₂ (R744) LUFTKÜHLER • TEKNİK BİLGİLER • TECHNICAL SPECIFICATIONS • TECHNISCHE DATEN • FRITCOILS YAZILIMI CO₂ (R744) MODÜLLERİ
- CO₂ (R744) LUFTKÜHLER • TEST LABORATUARI • AR-GE TEST LABORATORY • R & D TESTING LABORATORY • R & D TEST/LABOR
- FRITCOILS SOFTWARE CO₂ (R744) MODULS • CO₂ (R744) DESIGN-MODULE • AR-GE TEST LABORATUARI • AR-GE TEST LABORATORY
- FRITERM

AKIŞKAN ÖZELLİKLERİ

GENEL BİLGİLER

- Çevreci özelliklerinden dolayı soğutucu akışkan olarak CO₂(R744)'e ilgi giderek artmaktadır. Düşük kritik nokta sıcaklığı (31,06 °C) ve ona karşılık gelen yüksek kritik basınç değerinden (73,8 bar) dolayı CO₂ sistemi, geleneksel soğutucu akışkanlara nazaran bir takım ek teknik gereksinimlere ihtiyaç duyar. CO₂'i uygulamada sınırlayıcı bir diğer etken ise -56,6 °C ve buna karşılık gelen 5,2 bar basınçtaki yüksek üçlü noktasıdır.
- CO₂, soğutma endüstrisinin gelişme dönemlerinde yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, kritik nokta civarında veya üzerinde meydana gelen soğutma tesir katsayılarındaki düşüş ve yüksek çalışma basınçları nedeniyle yerini halokarbon soğutucu akışkanlara bırakmıştır. Halokarbon soğutucu akışkanların çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeni ile alternatif, doğal soğutucu akışkan olarak kullanılmaya başlanmıştır. Güncel eşanjör teknolojisi, sistem kontrol elemanları sayesinde CO₂'in verim yönünden transkritik çevrim özellikle Kuzey ülkelerinde ve subkritik kaskad çevrim güney ülkelerde rekabetçi seviyelere ulaşmıştır.
- Son zamanlarda soğuk içecek otomatlarında, süpermarketlerde, soğuk odalarında, gıda üretim ve işleme tesislerinde, endüstriyel dondurma üretim makinalarında, ısı pompalarında ve araç klimalarında CO₂'nin soğutucu akışkan olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

ÇEVRESEL ÖZELLİKLER

- CO₂ Ozon tüketme potansiyeli sıfırdır (ODP=0) ve küresel ısınmaya doğrudan etkisi çok düşük seviyededir (GWP=1) (Tablo 1)
- Akışkanın kendisi (direkt etki) ile birlikte soğutma sistemine enerji temini esnasında oluşan CO₂ emisyonu (indirekt etki) küresel ısınmaya katkıda bulunur. İki etkinin birden toplam Toplam Eşdeğer Isınma Etkisi (TEWI) şeklinde tanımlanır. Bu yüzden yüksek emisyonlu sistemlerde enerji verimliliği aynı seviyede tutulabildiği sürece, CO₂ alternatif bir akışkan olarak kullanılabilir.

GÜVENİLİRLİK

- Zehirlilik:** Derişliği 400 ppm altındaki soğutucu akışkanlar için zehirlilik belirtisi olan A sınıfındadır.
- Yanıcılık:** CO₂ yanıcı olmayan 1. sınıf soğutucu akışkandır. 1. sınıf 21°C'de ve 101 kPa basınçta alevlenme testinde yanmayan soğutkanları gösterir (Tablo 2)
- Solunabilirlik:** CO₂'nin zehirsiz olduğu belirtilmesine rağmen, havadaki konsantrasyonuna bağlı olarak insanlar üzerinde bir takım fiziksel etkileri vardır. Acil Yaşam ve Sağlık Tehlikesi (IDLH) konsantrasyonu olarak tanımlanan havadaki CO₂ oranı hacimce %5 olarak belirtilmiştir.

TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- CO₂ cazip termofiziksel özelliklere ve benzer halokarbon soğutucu akışkanlarına nazaran düşük viskozite, yüksek volumetrik kapasite, yüksek ısıl iletkenlik ve yüksek buhar yoğunluğuna sahiptir. (Tablo 3)

CO₂ MALİYETİ

- CO₂ birim fiyatı diğer geleneksel soğutucu akışkanlara göre çok daha düşüktür.

REFRIGERANT SPECIFICATIONS

GENERAL DESCRIPTION

- Because of its good environmental properties there is renewed and widespread interest in carbon dioxide (CO₂ or R-744) as a refrigerant. Because of its low critical-point temperature (31,06 °C) and high pressure (73,8 bar), CO₂ system presents some unusual technological requirements compared to conventional refrigerants. Another constraint in applying CO₂ is its relatively high triple point at -56,6 °C and coincident pressure of 5,2 bar.
- CO₂ was used in the early stages of the refrigeration industry, but it lost the competition with halocarbon refrigerants because of its high operating pressure and the loss of capacity and coefficient of performance near or above the critical point. Because the negative effect of halocarbon refrigerants on environment, that CO₂ started to used recently. New heat exchanger technology and system components allow CO₂ to reach competitive efficiency levels for transcritical cycle especially in northern countries and for sub-critical cascading cycle in southern countries.
- Recently, CO₂ has been intensely studied for application as the primary refrigerant in transcritical mobile air conditioners, vending machines, supermarkets, cold rooms, food production and process industry, industrial ice cream machineries and heat pumps.

ENVIRONMENTAL PROPERTIES

- It has no ozone depletion potential (ODP=0), and negligible direct global warming potential (GWP=1). (Table 1)
- Refrigerant (direct effect) and CO₂ emissions from energy supply to refrigerating systems (indirect effect) both contribute to greenhouse gas emissions expressed by using Total Equivalent Warming Impact (TEWI). Therefore, refrigeration systems with a high degree of emission are preferred application areas for CO₂ as alternative refrigerant, as long as the energy efficiency, defined as Coefficient of Performance (COP), can be kept at the same level].

SAFETY AND RELIABILITY

- Toxicity:** CO₂ is in Class A which signifies refrigerants for which toxicity has not been identified at concentrations less than or equal to 400 ppm.
- Flammability:** CO₂ is non-flammable class 1 refrigerant. Class 1 indicates refrigerants that do not show flame propagation when tested in air at 21°C and 101 kPa (Table 2)
- Inhalation safety:** Although CO₂ is usually regarded as non-toxic there are physiological effects from breathing air with a CO₂-concentration above a few percent. The IDLH (Immediate Danger to Life and Health) concentration a maximum allowable concentration of about 5% by volume seems to be a reasonable limit.

THERMOPHYSICAL PROPERTIES

- CO₂ has a number of attractive thermophysical properties and other characteristics. Compared to counterpart halocarbon refrigerants, it has low viscosity, high volumetric capacity, high thermal conductivity, and high vapor density. (Table 3)

CO₂ COST

Unit price of CO₂ is relatively cheaper than the conventional refrigerants.

TECHNISCHE DATEN

ALLGEMEINE HINWEISE

- Aufgrund der Umweltigenschaften genießt CO₂ (R744) zunehmendes Interesse als Kühlflüssigkeit. Aufgrund der niedrigen Kritikpunkt-Temperatur (31,06°C) und des hohen Drucks (73,8 bar) benötigt CO₂ System Vergleich zu anderen Kühlflüssigkeiten einige technische Zusatzmaterialien. Ein anderer Faktor bei der Anwendung von CO₂ ist dessen relativ hoher Tripelpunkt bei 56,6 °C und der vergleichsweise hohe Druck von 5,2 bar.
- CO₂ wurde in den Entwicklungsphasen der Kälteindustrie weitgehend eingesetzt. Aufgrund des hohen Betriebsdrucks und des Kapazitätsverlustes, verursacht durch die Wärmeabsonderung um oder über den kritischen Punkt, wurde es durch Halocarbon-Kühlflüssigkeiten ersetzt. Bedingt durch den negativen Umwelteinfluss der Halocarbon-Kühlflüssigkeiten werden zunehmend alternative natürliche Kühlflüssigkeiten verwendet. Die neuen Wärmetauschertechnologien und Systemkomponenten erlauben CO₂ aufgrund seiner Leistung eine Wettbewerbsfähigkeit im transkritischen Zyklus, insbesondere in nördlichen Ländern und im subkritischen Kaskadenzyklus in südlichen Ländern.
- In jüngster Zeit ist die Verwendung des CO₂ als Kühlflüssigkeit in Getränkeautomaten, Supermärkten, Kälteräumen, Nahrungsmittelindustrie, industriellen Eismaschinen, Wärmepumpen und Autoklimaanlagen weit verbreitet.

UMWELTEIGENSCHAFTEN

Das Ozonverbrauchspotenzial des CO₂ beträgt Null (ODP=0) und die direkte Beeinflussung der globalen Erwärmung ist auf sehr niedrigem Niveau (GWP=1). (Tabelle 1)

Die Flüssigkeit (direkter Einfluss) und die CO₂-Emission (indirekter Einfluss) aus der Energieversorgung des Kühlsystems leisten der globalen Erwärmung zusammen einen Beitrag. Die Summe dieser Einflüsse wird als Total Equivalent Warming Impact (TEWI) bezeichnet. Aus diesem Grund kann die CO₂ in Hochemissionssystemen als alternative Flüssigkeit verwendet werden, solange die Energieleistung gleich bleibt.

SICHERHEIT

- Toxizität:** CO₂ befindet sich in Klasse A, das Flüssigkeiten mit einer Konzentration von unter 400 ppm kennzeichnet.
- Entflammbarkeit:** CO₂ ist eine nicht-brennbare Kühlflüssigkeit 1. Klasse. Die 1. Klasse gibt Kältemittel wider, die im Brennen bei 21°C und 101 kPa Druck nicht entflammen. (Tabelle 2)
- Inhalierbarkeit:** Obwohl CO₂ als ungiftig bezeichnet wird, hat sie bedingt durch die Konzentration in der Luft einige physische Auswirkungen auf den Menschen. Eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben (Immediate Danger of Life and Health, IDLH) besteht ab einer CO₂-Konzentration von 5% in der Luft.

THERMOPHYSISCHE EIGENSCHAFTEN

- CO₂ besitzt attraktive thermophysische Eigenschaften und im Vergleich zu ähnlichen Halocarbon-Kühlflüssigkeiten eine niedrige Viskosität, hohe volumetrische Kapazität, hohe Wärmeleitung und eine hohe Dampfdichte. (Tabelle 3)

KOSTEN DES CO₂

Der Preis einer Einheit CO₂ liegt weit unter dem von herkömmlichen Kühlflüssigkeiten.

AKIŞKAN ÖZELLİKLERİ / REFRIGERANT SPECIFICATIONS / TECHNISCHE DATEN

Tablo 1 Yaygın Bilinen Soğutucu Akışkanların
Çevresel Özellikleri

Table 1 Environmental Properties of Various
Widely Known Refrigerants

Tabelle 1 Umwelteigenschaften von
weitbekannten Kühlfüssigkeiten

Akışkan Refrigerant Flüssigkeit	ODP	GWP
R11	1	4600
R12	0.82	10600
R 22	0.034	1700
R 134A	0	1300
R 410A	0	1980
R 404A	0	3780
R 407A	0	1650
R 507A	0	3850
CO ₂ (R744)	0	1
NH ₃ (R717)	0	<1

ODP: Ozon Tüketme Potansiyeli / Ozone Depletion Potential / Potenzial des Ozonverbrauchs
(R11=1 kabul edilmiştir / admitted / annahme)

GWP: Küresel Isınma Potansiyeli / Global Warming Potential / Potenzial der globalen Erwärmung
(CO₂=1 kabul edilmiştir / admitted / annahme)

Kaynak / Reference / Referenz: Thermophysical Properties R744, International Institute of Refrigeration, 2003

Tablo 2 Yaygın Bilinen Soğutucu Akışkanların Sınıflandırılması

Table 2 Classification of Various Widely Known Refrigerants

Tabelle 2 Klassifikation der weitbekannten Kühlfüssigkeiten

Akışkan Refrigerant Flüssigkeit	Soğutucu Akışkan Sınıfı Refrigerant Classification Kühlerflüssigkeitsklasse	Zehirlilik [a] Toxicity Toxizität	Yanıcılık [b] Flammability Brennbarkeit
R11	CFC	A	1
R12	CFC	A	1
R 22	HCFC	A	1
R 134A	HFC	A	1
R 410A	HFC	A	1
R 404A	HFC	A	1
R 407C	HFC	A	1
R 507A	HFC	A	1
CO ₂ (R744)	Doğal Akışkan / Natural Refrigerant / Natürliche Flüssigkeit	A	1
NH ₃ (R717)	Doğal Akışkan / Natural Refrigerant / Natürliche Flüssigkeit	B	2

[a] * A sınıfı, Derişiklik ≤ 400 ppm / Class A, Concentrations ≤ 400 ppm / Klasse A, Konzentration ≤ 400 ppm

* B sınıfı, Derişiklik > 400 ppm / Class B, Concentrations > 400 ppm / Klasse B, Konzentration > 400 ppm

[b] * Sınıf 1; 21°C'de ve 101 kPa basınçta alevlenme testinde yanmaya soğutkanları gösterir / Class 1 indicates refrigerants that do not show flame propagation when tested in air at 21°C and 101 kPa / Klasse 1; zeigt Kübler, die im Brenntest bei 21°C und 101 kPa nicht entflammt sind.

* Sınıf 2; 21°C'de, 101 kPa basınçta 0.10 kg/m³ yoğunlukta düşük yanıcılık gösteren ve 19 kJ/kg'den düşük yanma ısısı üreten soğutkanları ifade eder / Class 2 indicates refrigerants having a lower flammability limit of more than 0.10 kg/m³ at 21°C and 101 kPa und eine hohe von 19 kJ/kg. / Klasse 2; beschreibt Kübler, die bei 21°C, 101 kPa (Druck) und einer Dichte von 0.10 kg/m³ niedrige Entflammbarkeit aufweisen und eine niedrigere Brenntemperatur als 19 k/J/kg hervorrufen

Kaynak / Reference / Referenz: Classification of Refrigerants, International Institute of Refrigeration, 2001

Tablo 3 Yaygın Bilinen Soğutucu Akışkanların Termofizikal Özellikleri

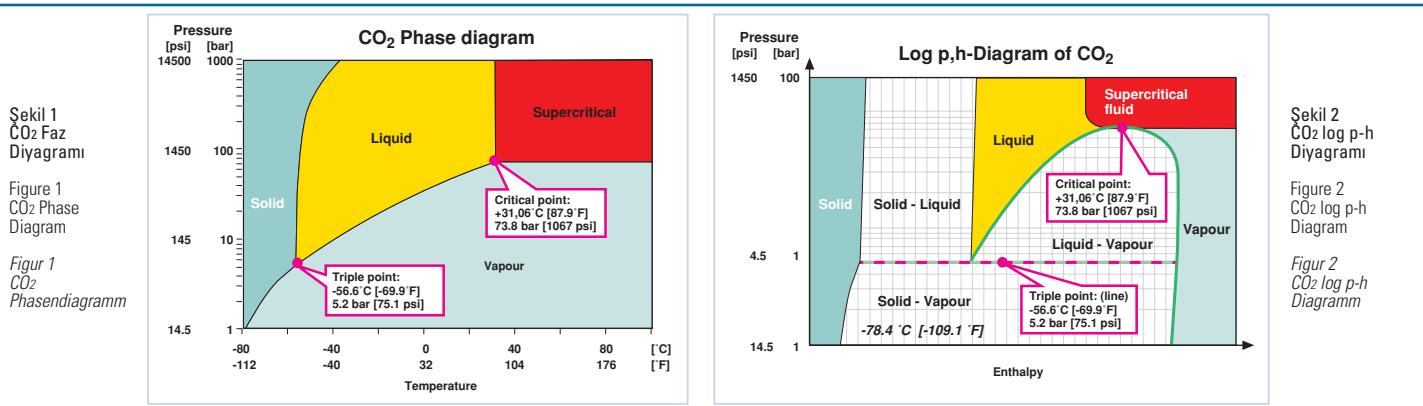
Table 3 Thermophysical Properties of Various Widely Used Refrigerants / Tabelle 3 Thermophysische Eigenschaften der weitbekannten Kühlfüssigkeiten

	Tkritik Tcrit (°C)	Pkritik Pcrit (bar)	Sıvı Faz Yoğunluğu [c] Liquid Phase Density Liquide Phasendichte (kg/m ³)	Gaz Faz Yoğunluğu [d] Gas Phase Density Gas Phasendichte (kg/m ³)	Isıl Kapasite [c] Spesific Heat Capacity Wärmekapazität (kJ/kg)	Volumetrik Kapasite [c] Volumetric Capacity Volumetrische Kapazität (kJ/m ³)	Isı İletim Katsayısı [c] Thermal Conductivity Thermischer Koeffizient (W/m.K)	Dinamik Viskozite [c] Dynamic Viscosity, Dynamische Viskosität (mPa.s)
R 22	96.2	49.9	1285.7	20.41	1.16	4205.28	0.09	0.22
R 134A	101.1	40.6	1298.9	13.9	1.3	2773.75	0.09	0.27
R 410A	72.13	49.3	1175	28.82	1.5	6566.35	0.1	0.16
R 404A	72	37.3	1154.8	29.91	1.3	4953.99	0.07	0.18
R 407C	86.74	46.2	1240.8	18.86	1.4	3973.24	0.01	0.21
R 507A	70.6	37.05	1161.1	30.98	1.37	5055.32	0.072	0.18
CO ₂ (R744)	31	73.7	934.26	94.148	2.5	22089.00	0.11	0.101
NH ₃ (R717)	132.3	113.3	640.28	3.31	4.41	4192.51	0.56	0.172

[c] -1,1°C'deki doymuş sıvı / For saturated liquid at -1,1°C/ bei -1,1°C saturierte Liquidität

[d] -1,1°C'deki doymuş buhar / For saturated vapor at -1,1°C / bei -1,1°C saturierter Dampf

Kaynak / Reference / Referenz: Lemmon et al. NIST, 2007.



Kaynak / Reference / Referenz: Food Retail CO₂ Refrigeration Systems, Danfoss, 2009

CO₂ ÇEVİRİMLERİ

TRANSKRİTİK CO₂ ÇEVİRİMİ

- CO₂ soğutma endüstrisinde kullanılan diğer akışkanlara nazaran düşük kritik nokta (31,06°C, 73,8 bar) sahiptir. Klasik buhar sıkıştırma çevrimlerde olduğu gibi akışkanın yoğunlaşarak atmosfere ısı atması mümkün değildir. CO₂'nin bu tarz çevrimlerde kullanılmaması, kondensasyon sıcaklığının kritik noktanın altında olduğu durumlardır. Kritik sıcaklık üzeri bölgede çevreye ısı atımı gaz fazındaki CO₂'nin yoğunlaşmamasızın, sıcaklığının düşmesiyle gerçekleşir. Bu şekilde gerçekleşen çevrimlere "transkritik çevrim" denir.

CO₂ CYCLES

TRANSCRITICAL CO₂ CYCLE

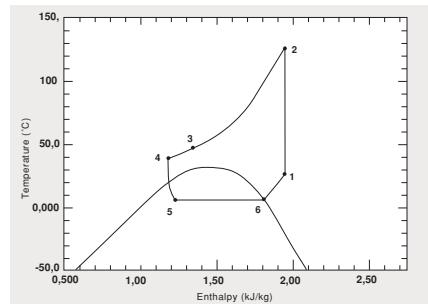
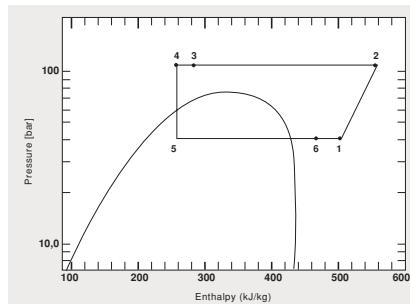
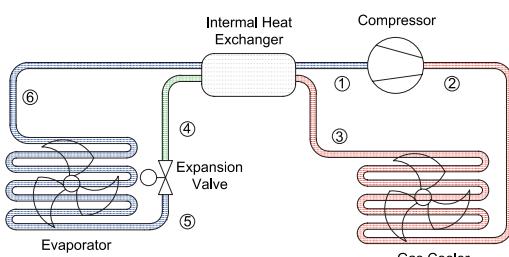
- Compared with other refrigerants commonly used in the refrigeration industry CO₂ has very low critical temperature: 31,06 °C (73,8 bar), so that heat discharge into the ambient atmosphere above this temperature is impossible through condensation as is the case in the usual vapor-compression cycle; CO₂ can only be used in this cycle when the heat discharge temperature is lower than the critical temperature. For heat rejection at supercritical pressure, the refrigerant can only be cooled in a gaseous state, without being condensed. This cycle is known as the "transcritical" cycle.

CO₂ ZYKLUS

TRANSKRITISCHER CO₂-ZYKLUS

- CO₂ besitzt im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten der Kälteindustrie einen niedrigen kritischen Punkt (31,06 °C, 73,8 bar). Eine Kondensation der Flüssigkeit und Wärmeabgabe in die Atmosphäre wie bei klassischen verdichteten Dampfzyklen ist nicht möglich. Eine Verwendung des CO₂ in solchen Zyklen kann in Fällen, wo die Kondensationswärme unter dem kritischen Punkt liegt, erfolgen. Im superkritischen Bereich wird die Wärmeabgabe an die Umwelt durch Temperatursturz - ohne eine Kondensation des CO₂ im Gaszustand realisiert. Dieser Zyklus wird "transkritischer Zyklus" genannt.

TEK KADEMELİ BASIT TRANSKRİTİK ÇEVİRİMİ / SIMPLE ONE STAGE TRANSCRITICAL CYCLE / EINES EINFACHEN, EINSTUFIGEN, TRANSKRITISCHEN ZYKLUS



1-2 Kompresörde izentropik sıkıştırma / Isentropic compression in Compressor / Isentropische Verdichtung im Kompressor

2-3 Gaz Soğutucusunda sabit basınçta ısı atımı / Isobaric heat removal in Gas Cooler / Wärmeabgabe bei stabilem Druck im Gaskühler

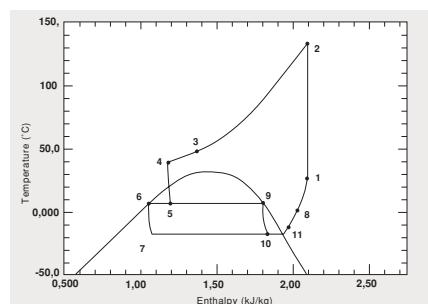
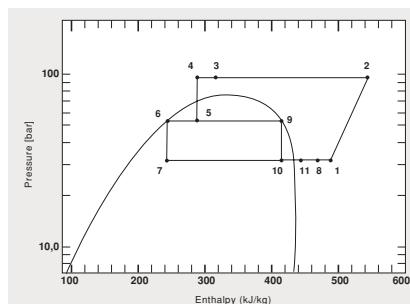
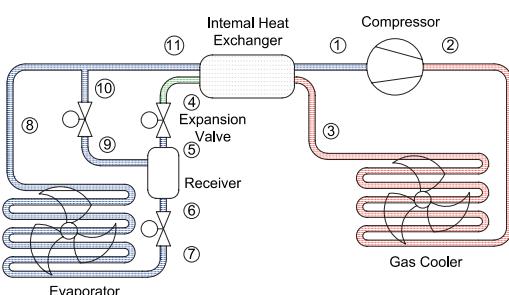
3-4 İç Isı Değiştiricide soğuma / Cooling in Internal Heat Exchanger / Kühlung im internen Wärmetauscher

4-5 Genleşme Valfinde sabit entalpide genileşme / Isenthalpic expansion in Expansion Valve / Expansion im Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

5-6 Transkritik Evaporatörde sabit basınçta buharlaşma / Isobaric evaporation in Transcritical Evaporator / Verdampfung im transkritischen Evaporator bei stabilem Druck

6-1 İç Isı Değiştiricide aşırı kızdırma / Super heating in Internal Heat Exchanger / Hoyerhitzung im internen Wärmetauscher

TEK KADEMELİ SIVI / GAZ AYIRICILI TRANSKRİTİK ÇEVİRİM / ONE STAGE WITH GAS BYPASS TRANSCRITICAL CYCLE / EINES EINSTUFIGEN GAS BYPASS TRANSKRITISCHEN ZYKLUS



1-2 Kompresörde izentropik sıkıştırma / Isentropic compression in Compressor / Isentropische Verdichtung im Kompressor

2-3 Gaz Soğutucusunda çevreye izobarik ısı atımı / Isobaric heat removal in Gas Cooler / Isobaric Wärmeabgabe an die Umwelt im Gaskühler

3-4 İç Isı Değiştiricisinde soğuma / Cooling in Internal Heat Exchanger / Kühlung im internen Wärmetauscher

4-5 Genleşme Valfinde sabit entalpide genileşme / Isenthalpic expansion in Expansion Valve / Expansion im Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

5- Sıvı Buhar Ayracında sıvı ve gaz fazının ayrılması / Separation of phases in Receiver / Separation der Phasen im Reagenz

6-7 Genleşme Valfinde sıvının sabit entalpide genleşmesi / Isenthalpic expansion of liquid in Expansion Valve / Expansion der Flüssigkeit im Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

7-8 Transkritik Evaporatörde sabit basınçta buharlaşma / Isobaric evaporation in Transcritical Evaporator / Verdampfung im transkritischen Evaporator bei stabilem Druck

9-10 Genleşme Valfinde sabit entalpide genileşme / Isenthalpic expansion of flash gas in Expansion Valve / Expansion im Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

11-1 İç Isı Değiştiricisinde Aşırı Kızdırma / Super heating in Internal Heat Exchanger / Hoyerhitzung im internen Wärmetauscher

Kaynaklar / References / Referenzen:

Thermophysical Properties R744, International Institute of Refrigeration, 2003,

Air condition and refrigeration Journal, Oct-Dec 2002

Food Retail CO₂ Refrigeration Systems, Danfoss, 2009,

J. Sarkar et al. / International Journal of Refrigeration 27 (2004) 830–838

CO₂ ÇEVİRİMLERİ

SUBKRİTİK CO₂ ÇEVİRİMİ

- Subkritik çevrim hepimizin bildiği klasik soğutma çevirimidir. Bütün sıcaklıklar ve basınçlar kritik noktanın altında, üçlü noktanın üzerindedir.
- Tek kademeli CO₂ subkritik çevrim oldukça basit bir sistemdir. Fakat kısıtlı sıcaklık aralığı ve yüksek basınçtan dolayı bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bundan dolayı Kaskad sistemler tasarlanmıştır.
- Kaskad sistemlerde uygulamaya bağlı olarak farklı akışkanlar (NH₃, R404A, R134A vb.) kullanılabilir. Bir kaskad sisteme her akışkan için farklı bir çevrim söz konusudur.

CO₂ CYCLES

SUBCRITICAL CO₂ CYCLE

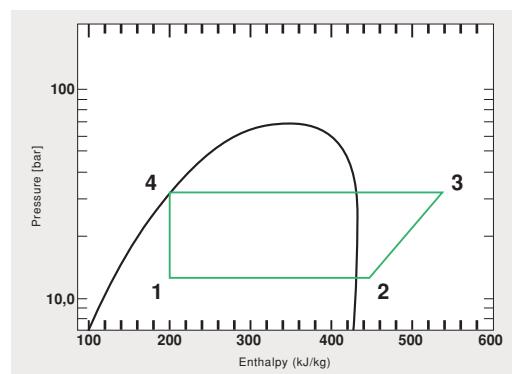
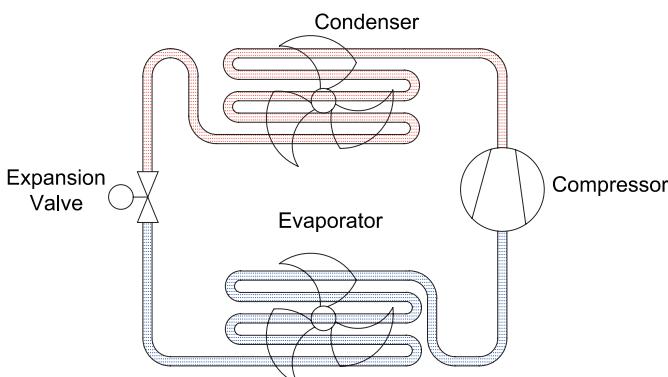
- The classic refrigeration cycle, we are all familiar with, is subcritical i.e. the entire range of temperatures and pressures are below the critical point and above the triple point.
- A single stage subcritical CO₂ system is simple but it also has some disadvantages because of its limited temperature range and high pressure. So a cascade system can be designed.
- In a cascade refrigeration system there can be more than one refrigerant depending on the application or requirement of the plant. In such a cascade system, each refrigerant circuit is separate.

CO₂ ZYKLUS

SUBKRITISCHER CO₂-ZYKLUS

- Der subkritische Zyklus ist der uns allen bekannte klassische Kühlzyklus. Alle Temperatur- und Druckwerte befinden sich unterhalb des kritischen Punktes und über dem Tripelpunkt.
- Der einstufige subkritische CO₂-Zyklus ist ein äußerst einfaches System, hat jedoch einige Nachteile aufgrund der beschränkten Temperaturintervalle und des hohen Drucks. Deshalb wurden Kaskadensysteme entwickelt.
- Bei den Kaskadensystemen können je nach Anwendung ein oder mehrere Flüssigkeiten verwendet werden. In einem Kaskadensystem gibt es für jede Flüssigkeit einen separaten Zyklus.

CO₂ SUBKRİTİK ÇEVİRİM / CO₂ SUBCRITICAL CYCLE / EINES SUBKRITISCHEN CO₂-ZYKLUS



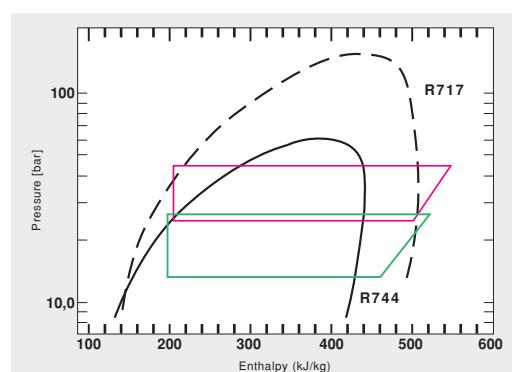
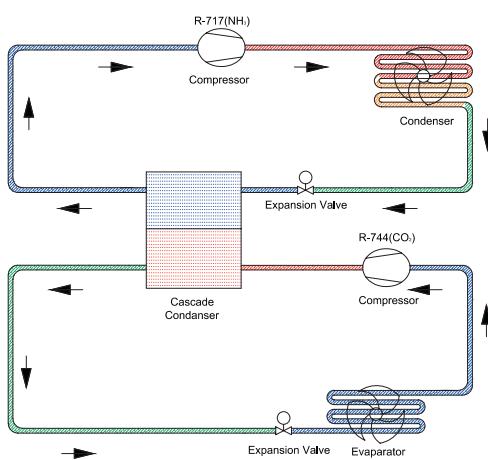
1-2 Evaporatörde sabit basınçta buharlaşma / Isobaric evaporation in Evaporator / Verdampfung im Evaporator bei stabilem Druck

2-3 Kompresörde izentropik sıkıştırma / Isentropic compression in Compressor / Isentropische Verdichtung im Kompressor

3-4 Kondenserde CO₂'nın sabit basınçta yoğunlaşması / Isobaric condensation of CO₂ in Condenser / Isobare Kondensation des CO₂ im Kondensor

4-1 Genleşme Valfinde sabit entalpide genleşme / Isenthalpic expansion in Expansion Valve / Expansion im Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

CO₂ SUBKRİTİK KASKAD ÇEVİRİMİ / CO₂ SUBCRITICAL CASCAD CYCLE / EINES SUBKRITISCHEN CO₂-KASKADENZYKLUS



1-2 CO₂ Kompresöründe izentropik sıkıştırma / Isentropic compression in CO₂ Compressor / Isentropische Verdichtung im CO₂-Kompressor

2-3 Kaskad Kondenserde CO₂'nın sabit basınçta yoğunlaşması / Isobaric condensation of CO₂ in Cascad Condenser / Isobare Kondensation des CO₂ im Kaskadenkondensor

3-4 Genleşme Valfinde sıvı CO₂'nin genleşmesi / Isenthalpic expansion of liquid CO₂ in Expansion Valve / Expansion des flüssigen CO₂ im Expansionsventil

4-1 Subkritik Evaporatörde sabit basınçta buharlaşma / Isobaric evaporation in Subcritic Evaporator / Verdampfung im subkritischen Evaporator bei stabilem Druck

5-6 NH₃ Kompresöründe izentropik sıkıştırma / Isentropic compression in NH₃ Compressor / Isentropische Kompression im NH₃-Kompressor

6-7 NH₃ Kondenserinde sabit basınçta yoğunlaşma / Isobaric condensation in NH₃ Condenser / Isobare Kondensation im NH₃-Kondensor bei stabilem Druck

7-8 NH₃ Genleşme Valfinde sabit entalpide genişleme / Isenthalpic expansion in NH₃ Expansion Valve / Expansion im NH₃-Expansionsventil bei stabiler Enthalpie

8-5 Kaskad Kondenserde sabit basınçta NH₃'ün buharlaşması / Isobaric evaporation in of NH₃ in Cascad Condenser / Verdampfung des NH₃ im Kaskadenkondensor bei stabilem Druck

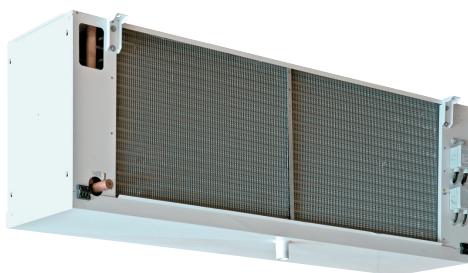
Kaynaklar / References / Referenzen:

Thermophysical Properties R744, International Institute of Refrigeration, 2003,

Air condition and refrigeration Journal, Oct-Dec 2002

Food Retail CO₂ Refrigeration Systems, Danfoss, 2009,

J. Sarkar et al. / International Journal of Refrigeration 27 (2004) 830–838

CO₂ (R744) EVAPORATÖRLERİ • CO₂ (R744) EVAPORATORS • CO₂ (R744) LUFTKÜHLER

ÖZELLİKLER ve UYGULAMA

- CO₂ (R744) Evaporatörler subkritik ve transkritik çalışma aralığına haiz, ticari ve endüstriyel soğutma uygulamaları için tasarlanmış soğutucular olup, geniş bir kapasite aralığına hitap edecek biçimde imal edilmektedirler.
- Robust ve tamamı galvanizli saç üzeri elektrostatik toz boyalı (RAL 9016) kasetleme, düzgün, kalıcı, korozyona dayanıklı, dekoratif yapı oluşturur. Gıda uygulamalarına uygundur.
- Bakır veya özel alaşımı bakır borular kullanılmaktadır.
- Maksimum çalışma basıncı 60 bardır.
- Standart olarak EBM, ZIEHL - ABEGG veya muadili yüksek verimli aksiyal tipte fanlar kullanılır.

FEATURES and APPLICATION

- CO₂ Evaporators are specially designed for cold room and frozen storage room applications which are working with subcritic and transcritic cycles.
- Robust and all-round powder coated (RAL 9016) galvanized steel casing parts, provide decorative, high corrosion resistance and smooth surface finish. Proper for food processing applications.
- Copper or special alloy of copper tubes
- Maximum working pressure 60 bar.
- On unit coolers highly efficient EBM, ZIEHL-ABEGG or equivalent brand fans are used.

EIGENSCHAFTEN UND ANWENDUNG

- CO₂ (R 744)-Evaporatoren werden als Raumkühler mit subkritischen und transkritischen Betriebsintervallen zur Anwendung von Handels- und Industriekühllanlagen Kapazität hergestellt.
- Ein robustes und aus gänzlich mit elektrostatisch pulverbeschichtetem (RAL 9016) Aluminiumblech bestehendes Gebäude stellt ein dekorativer, langlebiger Bau mit hohem Korrosionswiderstand dar. Geeignet für Anwendungen der Lebensmittelverarbeitung.
- Kupferrohre oder Rohre einer speziellen Kupferlegierung
- Maximale Betriebsdruck 60 bar.
- Bei Raumkühlern werden standardmäßig Lüfter der Marken EBM, ZIEHL - ABEGG oder gleichwertige Axiallüfter verwendet.

CO₂ (R744) GAZ SOĞUTUCULARI • CO₂ (R744) GAS COOLERS • CO₂ (R744) GASKÜHLER

ÖZELLİKLER ve UYGULAMA

- CO₂ (R744) kondenserler tüm ticari ve endüstriyel soğutma-klima uygulamalarında kullanılmak üzere, dış ortam koşullarında montaj ve çalışmaya uygun olacak şekilde,
- Fanlar tek sıralı 1'den 4'e kadar; çift sıralı 2'den 12'ye kadar olmak üzere yerleştirilmiştir.
- Kasetleme malzemesi olarak mükemmel bir UV ve korozyon koruması sağlayan epoksi polyester esaslı elektrostatik toz boyası kaplı galvanizli çelik kullanılır. Standart renk RAL 7044 uygulanır.
- Özel alaşımı bakır borular kullanılmaktadır.
- Maksimum çalışma basıncı 120 bardır.
- Standart olarak EBM, ZIEHL - ABEGG veya muadili yüksek verimli aksiyal tipte fanlar kullanılır.

FEATURES and APPLICATION

- CO₂ (R744) condensers, including 4 different noise levels of are designed for outdoor installation of all applications in refrigeration and air conditioning.
- The fans arranged in single rows from 1 to 4 and in double rows from 2 to 12.
- Polyester based electrostatically powder painted galvanized steel, which provides excellent UV and corrosion protection, is used for casing. (Standard RAL 7044)
- Special alloy of copper tubes
- Maximum working pressure 120 bar.
- On unit coolers highly efficient EBM, ZIEHL-ABEGG or equivalent brand fans are used.

EIGENSCHAFTEN UND ANWENDUNG

- Die Verflüssiger der CO₂ (R744) werden bei allen industriellen Kälte- und Klimaanwendungen eingesetzt. Sie sind geeignet für den Einsatz im Freien. Sie werden mit:
 - Die Ventilatoren sind einreiwig von 1 bis 4 und doppelreiwig von 2 bis 12 angeordnet.
 - Sie sind verkleidet mit verzinktem Stahlblech. Dieses ist mit einer Pulverbeschichtung auf Polyesterbasis (RAL 7044) versehen. UV- und korrosionsbeständig.
 - Speziellen Kupferlegierung
 - Maximale Betriebsdruck 120 bar.
 - Bei Raumkühlern werden standardmäßig Lüfter der Marken EBM, ZIEHL - ABEGG oder gleichwertige Axiallüfter verwendet.

AR-GE TEST LABORATUARI

Friterm CO₂ (R744) Evaporatörleri ve Gaz Soğutucuları, uluslararası standartlar referans alınarak tasarlanan "Ortamla Dengeli Tip Kalorimetrik Test Laboratuvarında" yapılan araştırma ve ürün geliştirme çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir.

R&D TESTING LABORATORY

Friterm CO₂ (R744) evaporators and gas coolers are developed under reference of international standards, as a result of researches and product development works at an "average balanced type calorimetric test laboratory".

R&D TESTLABOR

Die Friterm CO₂ (R744) Evaporatoren und Gaskühler wurden mit der Referenz der internationalen Normen durch Forschungen und Produktentwicklungsarbeiten, die in einem "kalorimetrischen Testlabor vom durchschnittlich ausgeglichenen Typ" durchgeführt sind, entwickelt. BOR.


FRTCOILS YAZILIMI CO₂ (R744) MODÜLLERİ
FRTCOILS SOFTWARE CO₂ (R744) MODULS • CO₂ (R744) DESIGN-MODULE
FRTCOILS YAZILIMI

Tüm Friterm CO₂ (R744) evaporatör ve gaz soğutucuları özel tasarılmış ve Ar-Ge laboratuari sonuçları ile doğrulanmış yazılım ile hesap edilir. Bu tasarım programı sayesinde farklı çalışma şartları için CO₂ (R744) evaporatör ve gaz soğutucu tasarımını yapmakta ve performansları öngörebilmektedir.

FRTCOILS SOFTWARE

All of the Friterm CO₂ (R744) evaporators and gas coolers are designed with specially developed software which is validated with R&D test laboratory. Thanks to Friterm's Computer Aided Engineering that by special coil software (FRTCOILS), CO₂ (R744) evaporators and gas coolers can be designed for different working conditions.

FRTCOILS SOFTWARE

Alle Friterm CO₂ (R744) Evaporatoren und Gaskühler sind mit einer speziell entwickelten Software gestaltet, die vom F+E Testlabor bestätigt ist. Dank Friterms rechner gestützter Entwicklung, können Gestaltungen von CO₂ (R744) Evaporatoren und Gaskühlern gemacht und deren Leistungen geschätzt werden.

FRITERM'S CO2 (R744) DESIGN SOFTWARE

The software interface shows input parameters for Air Side (Atmospheric Pressure: 101325 Pa, Air Flow: 4718.10 m³/h, Inlet Temp: 9.96 °C, Humidity: 49.23 %) and Tube Side (Fluid Name: CO2, Refrigerant Pw: 1.02 kg/s, Evaporation Temp: 0.5 °C, Condensing Temp: 5 °C, Super Heating Temp: 1 °C, Sub Cooling Temp: 1 °C). The 'Coil Side' section displays a schematic diagram of a coil with dimensions: D1 (12.7), Dout (12.7), L (4000), Lx (1660), Lxh (1758), H (125), HR (85), Td (145), TR (145), C1 (0), C2 (0), C3 (0), C4 (0). The 'DX COIL' section provides 'COIL TECHNICAL SPECIFICATIONS' including Capacity (18.95 kW), Air Side (Atmospheric Pressure: 101325 Pa, Air Flow: 8000 m³/h, Inlet Temp: 10.36 °C, In/Out Rel. Humidity: 50/79.5 %, In/Out Specific Humidity: 3.8 / 3.8 g/kg, Wet Bulb Temp: 5.54 °C, Air Side Pressure Drop: 53.52 Pa), and Tube Side (Fluid Name: CO2, Fluid Rate: 403.78 kg/h, Evaporation Temp: 0 °C, Condensing Temp: 5 °C, Super Heating Temp: 1 °C, Sub Cooling Temp: 1 °C, Endalpia In/Out: 270.6 / 439.6 kJ/kg, Tube Side Press. Drop: 0.27 bar).

FRITERM'S CO2 (R744) DESIGN SOFTWARE

The software interface shows input parameters for Air Side (Atmospheric Pressure: 101325 Pa, Air Flow: 25800 m³/h, Inlet Temp: 30 °C, In/Out Rel. Humidity: 40 / 35.54 %, In/Out Specific Humidity: 10.6 / 10.6 g/kg, Wet Bulb Temp: 20.06 °C, Air Side Pressure Drop: 71.09 Pa) and Tube Side (Fluid Name: CO2, Fluid Pressure: 1000 kPa, Fluid Rate: 737.24 kg/h, In/Out Temp: 30 °C, Fluid Speed: 1.53 m/s, Tube Side Press. Drop: 0.28 bar). The 'Gas Cooler' section displays a schematic diagram of a coil with dimensions: D1 (21.3), Dout (21.3), L (3000), Lx (800), Lxh (3120), H (1068.8), HR (1118.8), Td (172), TR (180), C1 (—), C2 (—), C3 (—), C4 (—). The 'COIL TECHNICAL SPECIFICATIONS' section includes Capacity (46.51 kW), Air Side (Atmospheric Pressure: 101325 Pa, Air Flow: 25800 m³/h, Inlet Temp: 30 °C, In/Out Rel. Humidity: 40 / 35.54 %, In/Out Specific Humidity: 10.6 / 10.6 g/kg, Wet Bulb Temp: 20.06 °C, Air Side Pressure Drop: 71.09 Pa), and Tube Side (Fluid Name: CO2, Fluid Pressure: 1000 kPa, Fluid Rate: 737.24 kg/h, In/Out Temp: 30 °C, Fluid Speed: 1.53 m/s, Tube Side Press. Drop: 0.28 bar).

FRITERM A.Ş. 1979 yılında İstanbul'da kurulmuştur. Ticari soğutma, endüstriyel soğutma ve klima sektöründe projelendirme, imalat, taahhüt ve satış işleri yaparak tecrübe ve bilgi birikimi oluşturmuştur.

Süreç içinde geniş yelpazede faaliyet alanını daraltmış ve kanatlı borulu ısı eşanjörlerinde uzmanlaşarak Hava Soğutmalı Kondenserler, Soğuk Oda Evaporatörleri, Kuru Soğutucular, Sulu/Buharlı Hava Isıtıcı ve Soğutucular, Yağ Soğutucuları ile İsi Geri Kazanım Bataryalarının üretimine odaklanmıştır.

FRITERM A.Ş. İstanbul Tuzla'da 17.600 m² kapalı alana sahip iki üretim tesisi ve 260 yetkin personeli, modern makina ve donanımı ile sektörün hizmetindedir.



FRITERM A.Ş. faaliyet alanındaki liderliğini ISO 9001:2008 Kalite Güvene Sistemi TÜV-NORD'dan sertifikalandıracak sürdürmenin gururunu

tüm müşterileri ile paylaşmaktadır.

FRITERM tarafından geliştirilen batarya seçim yazılımı FRCOILS V.2, Sulu Hava Isıtma ve Soğutma Bataryaları için EUROVENT sertifikalıdır ve performans onaylıdır.



ID NO:
03.04.065-315-316-317
10.09.503

Tüm FRITERM ürünleri ilgili Avrupa yeni yaklaşım direktiflerine uygun olarak üretilmektedir. Ürünlerin CE işaretlemesi onaylı kuruluş TÜV Product Service - Stuttgart tarafından denetlenmiştir.

Ayrıca, Rusya Federasyonu ve BDT (Bağımsız Devletler Topluluğu) ülkelerine yapılan ihracatlarda zorunlu olan GOST belgelendirilmesi tüm FRITERM ürünleri için tamamlanmıştır.



FRITERM A.Ş. mutlak müşteri memnuniyetini esas almaktır, Araştırma - Geliştirme ve özgün tasarımına önem vererek ürünlerinde fark yaratmaktadır.

FRITERM A.Ş. kalite politikasını "Topluma ve çevreye duyarlı, müşteri memnuniyetini en üst düzeye taşıyan, kaliteli, ekonomik ürün ve hizmeti zamanında sunan, yenilikçi, sürekli iyileştirmeler ile sistemini geliştiren Dünya lideri takımlardan biri olmaktır" olarak ortaya koymuştur.

Not: Katalogdaki değerlerin müşteriye haber vermeden değiştirilme hakkı tarafımızdan saklı tutulmaktadır.

FRITERM A.Ş. was founded in 1979. In the first years, the company has worked as contractor for the applications of various industrial cooling, commercial cooling and air-conditioning projects.

In the meantime, FRITERM has specialized on finned type heat exchangers and focused on the production of Air Cooled Condensers, Air Coolers, Dry Coolers, Water/Steam Air Heaters and Coolers, Oil Coolers and Heat Recovery Coils.

FRITERM is working for the AC and Refrigeration markets with its two production plants having 17.600 m² closed area in Tuzla - İstanbul with 260 qualified and experienced staff and modern machinery park.

As being one of the leading manufacturers of finned type exchangers, FRITERM meets the quality requirements of international markets.

Quality management system of FRITERM has been certified by TÜV-NORD with ISO 9001:2008 Certification.



ID NO:
03.04.065-315-316-317
10.09.503

FRCOILS V.2, the coil selection software developed by FRITERM, is certified by EUROVENT for Air Heating and Cooling Coils Using Water.



As well, all FRITERM products are according to relevant European new approach directives and have CE marking which the corresponding tests have been carried out by TÜV Product Service - Stuttgart.