

Product Information

CHILLVENTA 2008

- ▶ **Neue Komponenten:**
ESK Hochleistungs-
Ölabscheider BOS

- ▶ **Ölreguliersysteme**
in Kälteanlagen

- ▶ **New components:**
High performance
oil separators BOS

- ▶ **Oil management systems**
in refrigeration units



Hochleistungs-Ölabscheider BOS

Die folgende Abbildung zeigt, dass bei steigenden Verdichtungs- endtemperaturren der Anteil von Ölparkeln im Bereich $< 1 \mu\text{m}$ im Druckgasstrom ansteigt. Diese Partikel kollidieren weniger mit dem dreilagigen Edelstahlgeflecht der Standard Ölabscheider. Das führt zu einer Reduzierung des Abscheidegrades.

In Anlagen der petrochemischen Industrie und der Drucklufttechnik werden daher seit Jahrzehnten Abscheider mit Koaleszenz-Filterelementen eingesetzt. ESK hat in Projekten mit transkritischen CO_2 -Anwendungen und Anlagen zur Umweltsimulation (Extrembedingungen) damit positive Erfahrungen gesammelt. Das führte zu der Entwicklung einer ergänzenden Baureihe von Ölabscheidern.

Koaleszenz

Glasfaser-Mikrofilterelemente separieren hocheffizient Aerosolpartikel aus Gasströmen. Dabei werden die feinen Tröpfchen aus dem Druckgasstrom aufgefangen und formieren sich beim Durchströmen zu größeren Tropfen. Durch Schwerkraft werden die Tropfen nach dem Passieren des Elementes nach unten geleitet und über ein Schwimmersystem zurückgeführt.

High performance oil separators BOS

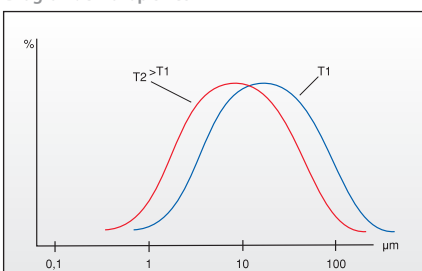
The following illustration shows that the portion of oil particles at $< 1 \mu\text{m}$ in discharge gas flow rises with increasing discharge gas temperature. These aerosol particles collide less with the 3-layered stainless steel strainer elements of standard oil separators, leading to a reduction in separation efficiency.

For decades, separators have therefore been equipped with coalescence elements in plants of the petrochemical as well as the compressed air industry. ESK has gained positive experiences with them in projects using transcritical CO_2 applications and environmental test chambers (extreme conditions). This led to the development of a supplementary product line of oil separators.

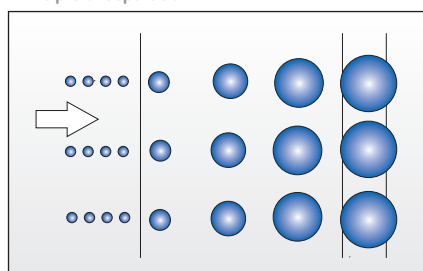
Coalescence

Glass fiber micro filter elements highly efficiently separate aerosol particles from the discharge gas flow. Thereby, the aerosol particles collide with borosilicate fibers and agglomerate into larger drops. The drops are drained by gravity on the outside of the element to the float valve system for oil return.

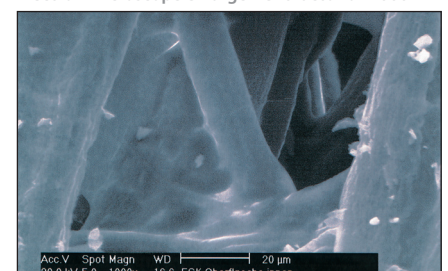
Diagramm: Tropfengrößenverteilung
Diagram: Oil drop sizes



Prinzip der Abscheidung
Principle of separation



Elektronenmikroskop 1000-fache Vergrößerung
Electron microscope enlargement factor of 1000



► Visit our website: www.esk-schultze.de

Achtung:

BOS-Ölabscheider scheiden auch feste Partikel aus dem druckseitigen Öl/Gasstrom ab. Sie sollten aber nicht zur Reinigung einer Kälteanlage verwendet werden.

Fachmännisches Lötten des Rohrsystems unter Schutzgas und der Einsatz von Filtertrocknern sind die korrekten Methoden. Zum Beispiel liegen bei einer Verbundanlage nur wenige Lötstellen zwischen dem Verdichter-Druckabsperrenteil und dem Ölabscheider. Bei einer Supermarkt-Installation können sich aber hunderte von Lötstellen nach dem Ölabscheider befinden. Durch eine unsachgemäße Lötung des Rohrleitungssystems werden Verunreinigungen (Zunder) die gesamte Anlage einschließlich Verdichter passieren, bevor eine Absonderung im Ölabscheider erfolgt. Das schadet allen Komponenten und reduziert die Abscheideleistung des Ölabscheiders.

Bei einem Druckabfall >1 bar ist das Koaleszenz-Element auszutauschen.

Für Anwendungsfälle, bei denen ein hoher Abscheidegrad gefordert wird, z. B. Anlagen mit einem überfluteten Verdampfer, sind bevorzugt ESK BOS-Ölabscheider einzusetzen. Das Abscheiderprogramm besteht zunächst aus einer geflanschten Serie, bei denen das Abscheiderelement austauschbar ist.

Please note:

BOS components also separate solid particles from the discharge gas/oil. However, BOS should NOT be used for cleaning refrigeration installations.

Here, the proper handling is to solder the pipe system under protective gas and to install filter driers. In a compressor pack e.g., there are only a few soldering points between the compressor discharge shut off valve and the BOS oil separator. In a standard supermarket installation, however, it is possible to find hundreds of soldering points after the oil separator. By improper soldering, the pollutions (scale) will have passed the entire system (including the compressor) before a separation will occur in the oil separator. This will harm all components and will reduce the separating characteristics of the oil separator.

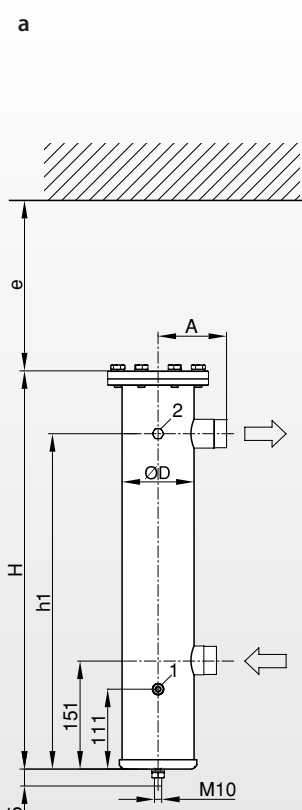
The coalescence element has to be changed at a pressure drop > 1 bar.

For applications that require a high degree of separation (e.g. systems with flooded evaporators), ESK BOS oil separators are recommended. At first, the separator program consists of a flanged series where the separator element is changeable.

Technische Daten										Technical Data					
Ölabscheider Typ Oil Separator Type	Abb. Fig.	Lötanschluss Innen Solder Conn. O. D.	Inhalt Volume	V _H (m ³ /h) max. zul. Verdichter Hubvolumen, theo. bei 40 °C Verflüssigungstemperatur * V _H (m ³ /h) max. admissible Comp.Displacement, theo. at 40 °C Condensing temperature *					Abmessungen Dimensions				Service-abstand Service-space	DRL PED	Ersatz-patrone Replacement-element
		Ø DL mm Ø DL inch	l (dm ³)	Verdampfungstemp. / Evaporating temp. °C 10 0 -10 -20 -30					Ø D mm	H mm	h1 mm	A mm	e mm	Kat./Modul Cat./Module	Typ Type
BOS-22F	a	22 7/8"	3,1	35	40	45	50	65	100	453	366	95	150	I / A	FK-22
BOS-35/28F	a	28 1-1/8"	3,8	60	70	75	85	100	100	553	466	117	250	I / A	FK-35
BOS-35F	a	38 1-3/8"	3,8	90	100	115	130	160	100	553	466	95	250	I / A	FK-35
BOS-54/42F	b	42 1-5/8"	12,5	160	175	190	220	260	159	860	744	152	310	II / A1	FK-54
BOS-54F	b	54 2-1/8"	12,5	210	250	280	320	360	159	860	744	125	310	II / A1	FK-54

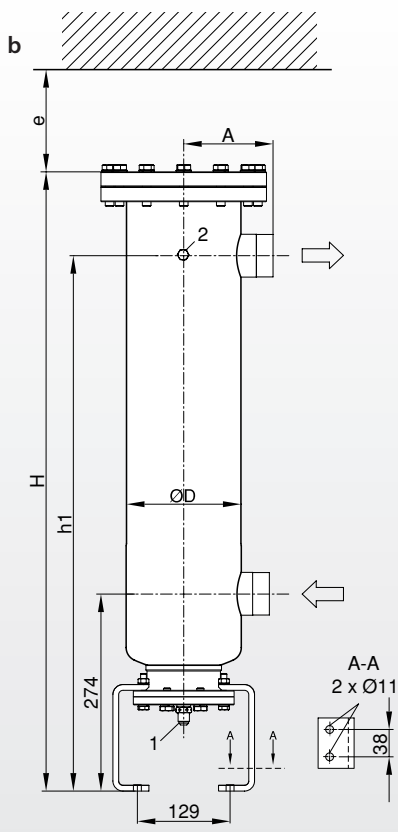
*Vorläufige Daten / Tentative data

Maßzeichnungen
Dimensional drawing



1) Ölrückführung 10 x 1 Bördel / Oil Return 3/8" Flare
2) Schrader Ventil / Schrader valve

BOS-Ölabscheider: P_s = 31 bar
BOS oil separators: P_s = 31 bar



Warum ist der Einsatz von Ölreguliersystemen in Verdichter-Verbundanlagen wichtiger denn je?

1

Seit mehr als 30 Jahren haben sich Verdichter-Verbundanlagen in der Kältetechnik aufgrund folgender Eigenschaften etabliert:

- Große Leistungsbereiche können mit wenigen Verdichter-Baugrößen bedient werden
- Ideale Leistungsregelung, durch das Abschalten von Verdichtern bei hoher Leistungszahl
- Ausreichende Kühlleistung bei Ausfall eines Verdichters
- Unkomplizierte Anlaufstrombegrenzung.

Der Verbundanlagenbau kann aufgrund allgemeiner Empfehlungen unterschiedlich ausgeführt werden. Kostengünstige Ausführungen basieren auf idealisierten Annahmen. In realer Anwendung, wie zum Beispiel im Bereich der Supermarktkühlanlagen mit einem komplexen und langen Rohrleitungsnetz, großen Kältemittelfüllmengen und häufigem Teillastbetrieb, liegen Bedingungen vor, die sich erheblich vom Ideal unterscheiden können.

Beim Einsatz eines saugseitigen Verteilers anstelle eines Ölreguliersystems spart man pro Verbundsatz 600 bis 800 € an Investitionskosten. Während der Inbetriebnahme oder im Servicefall werden zu geringe oder unterschiedliche Ölstände in den Verdichtern, bedingt durch Verdichter-Fertigungstoleranzen und Laufzeitdifferenzen, durch wiederholendes Auffüllen von Öl ausgeglichen. Nach Sättigung der Anlage mit Öl ist ein nicht effizienter Betrieb bei variierenden Betriebsbedingungen ermöglicht.

Einleitung

Introduction

Why is the installation of an oil control system in compressor packs more important than ever?

For more than 30 years, compressor parallel systems have been established in the refrigeration technology because of the following features:

- Vast capacity ranges can be covered by few compressor models
- Optimal capacity control and capability for high energy efficiency
- Back-up capacity in the event of one compressor failing
- Comparatively easy starting characteristics

The construction of multiple compressor racks can be executed variably due to general recommendations. Low cost solutions are based on idealized assumptions. In real applications, such as in the supermarket area with a complex and long distance piping network, large refrigerant charges and frequent part-load conditions are conditions which considerably differ from the ideal.

Systems with a suction header instead of an oil control system save, on the average, approx. € 600 – 800 per pack on investment. During commissioning of the system or when servicing, too low oil levels in the compressor crankcases are compensated by repeatedly charging additional oil. The different oil levels are a result of compressor tolerances as well as various operating conditions. After a system saturation with oil, a non-efficient operation is possible at various conditions.

2

Eine hinreichende Schmierung der Verdichter mit einem Kältemaschinenöl ist zwingend erforderlich, um Schädigungen oder Zerstörungen durch erhöhten Verschleiß der Maschinen zu vermeiden. Dabei ist es nicht zu verhindern, dass eine geringe Menge Öl, etwa 1 bis 3 Prozent des Kältemittel-Massenstroms, über den Verdichter in den Kältemittelkreislauf gelangt.

Schon geringe Mengen Öl im Kältemittelmassenstrom können die Ursache für einen Anstieg des Kondensationsdruckes (p_c) im Verflüssiger sein [1]. Eine Verschlechterung des Wärmeübergangs durch Öl im Verdampfer führt zu tieferen Verdampfungstemperaturen, was einen geringeren Druck auf der Saugseite (Verdampfungsdruck p_0) des Kältekreislaufs bedeutet. Das erhöhte Verhältnis von p_c / p_0 führt zu einer Reduzierung des Verdichter-Liefergrades, was bei geringerer Kälteleistung verlängerte Laufzeiten der Kältemittelverdichter zur Folge hat [2].

Einflüsse von Kältemaschinenöl im Kältekreislauf

Influence of oil in the refrigeration cycle

An adequate lubrication of the compressor with an refrigerating oil is obligatory to avoid damages by wear of bearings, pistons, connecting rods and crankshaft. Thereby, refrigerators unavoidably have an oil carry over rate of approx. 1–3 % of refrigeration mass flow.

Small amounts of oil can already be the reason for an increase of the condensing pressure (p_c). A deterioration of the heat transfer in the evaporator caused by oil will lead to lower evaporating pressure (p_0).

The rise of the pressure ratio p_c/p_0 has a negative impact on the volumetric efficiency. The system operation time increases in respect of the compressor capacity reduction.

3

Das Energieverhältnis COP (Coefficient of Performance) ist das Verhältnis der verfügbaren Kälteleistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung. Es stellt eine wesentliche Kennzahl von Kälteanlagen dar. Kann der COP einer Kälteanlage erhöht werden, sinkt der Anteil der indirekten CO₂-Emission.

Gegenwärtige Untersuchungen haben die Verbesserung der Energieeffektivität von Kälteanlagen zum Ziel. Nach Ausführungen von Prof. Kruse [3] werden in Deutschland 14 Prozent des Elektroenergiebedarfs eines Jahres zur Erzeugung von Kälte aufgewendet. Das entspricht einem Verbrauch von 77.000 GWh. Somit wird deutlich, dass ein großes TEWI-Sparpotential bei der Kälteerzeugung liegt.

Betrachtungen zur Energieeffizienz

Consideration of energy efficiency

The energy ration COP (Coefficient of Performance) is the ration of the refrigeration capacity and the electrical power input. It represents an essential indicator of refrigeration installations. If the COP can be increased, the share of the indirect CO₂ emission diminishes.

Present investigations aim at improving the energy efficiency of refrigeration installations. According to Professor Kruse [3], 14 % of Germany's electrical power demand is spent on refrigeration. This corresponds to a consumption of 77,000 Gwh. It becomes apparent that there is a great TEWI-saving potential in refrigeration.

4

Anwendung von Ölreguliersystemen

Application of oil control systems

Durch den Einsatz eines Ölreguliersystems, bestehend aus Ölabscheider, Ölsammler und Ölspiegelregulator werden eine Reihe von positiven Eigenschaften hinsichtlich Zuverlässigkeit und Energieeinsparung erreicht.

Durch den Einsatz eines Ölabscheiders kann das in den Kältemittel-Massenstrom gelangte Öl fast vollständig abgetrennt werden. Dadurch steigt der COP der Anlage. Weiterhin wird eine geringere Verdichterlaufzeit erreicht, was den Energieverbrauch der Anlage und die indirekte CO₂-Emission reduziert.

Das Ölsammelgefäß erfüllt wichtige Funktionen hinsichtlich der Verbesserung der Eigenschaften des Kältemaschinenöls vor der „Wiederverwendung“. Über ein Druckdifferenzventil wird ein Druck mit $\Delta p=1,5$ bar über Saugdruck eingestellt. Durch den Druckabfall von Kondensationsdruck zum Sammlerdruck entmischt sich im Öl gelöstes Kältemittel und entweicht zur Saugseite. Weiterhin kann das heiße abgeschiedene Öl im Sammler abkühlen. Die Entmischung und die Abkühlung wirken sich positiv auf Schmiereigenschaften des Öls aus. In Verbindung mit den Ölspiegelregulatoren wird die Versorgung mit Öl und die optimale Regelung des Ölstandes auf Mitte Schauglas der Verdichter gesichert.

Durch den Einsatz von Ölreguliersystemen können somit Werte geschützt und zusätzliche Kosten vermieden werden.

By installing an oil control system, consisting of an oil separator, oil reservoir, oil level regulators, strainers and pressure valve, a number of positive features are achieved regarding reliability and energy savings.

The oil separator reduces the amount of oil flowing through the system almost completely. That improves the COP of the system, reduces compressor operating time and saves energy. The indirect CO₂ emissions are reduced.

The oil reservoir fulfills important functions with respect to quality of the oil before the reintroduction into the compressor. By the application of a pressure valve a pressure of 1,5 bar above suction pressure is maintained in the oil reservoir. Due to the pressure drop from condensing pressure to reservoir pressure, refrigerant trapped within the oil will escape into the suction line. Furthermore the oil will cool down in the reservoir. The reduction of the refrigerant concentration and the cool down improve the lubrication qualities of the oil. In connection with the oil level regulators, the supply with oil as well as an optimal control of the oil level in the compressor crankcase at center sight glass level is achieved.

Compressors are one of the most cost-intensive components in an industrial refrigeration system. A failed compressor is associated with considerable costs arising from replacements or servicing of existing plants. By applying an OCS, compressor lubrication failures can be mostly avoided.

5

Kostenrechnung an einem Supermarkt-Beispiel

Calculation of costs of a supermarket installation

	Supermarkt Normalkühlung Supermarket medium temperature	Supermarkt Tiefkühlung Supermarket low temperature
Verdichter Anzahl Number of compressors	4	4
Kältemittel Refrigerant	R404A	R404A
Betriebsbedingungen Operating conditons	to = -10°C tc = 40°C	to = -35°C tc = 40°C
Leistungsdaten / Verdichter Capacity data / compressor	Q _o = 27 kW Pel = 11 kW	Q _o = 8 kW Pel = 6 kW
Laufzeit / Jahr Operation time / year	6000 h	6000 h
Stromverbrauch / Jahr Energyconsumtion / year	6000 h x 44 kW = 264.000 kWh	6000 h x 24 kW = 144.000 kWh
Energiekosten / Jahr Energy cost / year	K = 264.000 kWh x 0,16 EUR/kWh K = 42.240 EUR	K = 144.000 kWh x 0,16 EUR/kWh K = 23.040 EUR

Steigt der Energiebedarf durch das „Verölen“ der Anlagen nur um zwei Prozent, haben sich die Ölreguliersysteme bereits nach einem Jahr amortisiert.

If the energy demand increases only by 2 % due to a higher oil saturation of a system, the OCS has already amortized itself after 1 year.

Quellenangaben

References

[1] Lebreton, Jean-Marc; Vuillame, Louis
„Oil Concentration Measurement in Saturated Refrigerant Flowing Inside a Refrigeration Machine“
In: J. Applied Thermodynamics, Vol.4, (No.1),

[2] „Anhaltende Einsparungen bei Kälteanlagen“
SPEKTRUM der Gebäudetechnik 4/2001

[3] Prof. Kruse, H., „TEWI-Betrachtungen“
Deutsche Kälte- und Klimatagung 2003, Bonn