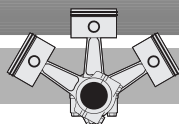


Technische Information Technical Information Information Technique



KT-630-2

HFKW-Kältemittel- gemische (Blends)

R404A, R407A/B, R507

Inhalt

1. Allgemeine Entwicklung
2. Eigenschaften von HFKW-Gemischen
3. Verdichtertechnik
4. Schmierstoff (ESTER-Öl)
5. Einsatzgrenzen
6. Umrüstung von R502-Systemen

HFC-Refrigerant Blends

R404A, R407A/B, R507

Contents

1. General development
2. Characteristics of HFC-Blends
3. Compressors technology
4. Lubricant (ESTER oil)
5. Application Ranges
6. Retrofitting of R502 systems

Mélanges de fluides frigorigènes HFC (Blends)

R404A, R407A/B, R507

Sommaire

1. Evolution générale
2. Propriétés des mélanges HFC
3. Technique des compresseurs
4. Lubrifiant (huile ESTER)
5. Champs d'application
6. Conversion des systèmes R502

1. Allgemeine Entwicklung

Mit den international getroffenen Vereinbarungen zur Substitution von FCKW-Kältemitteln werden die chlorfreien HFKW-Gemische R404A, R407A, R407B und R507 bei Neuanlagen zur wichtigsten Alternative für R502.

Inzwischen liegen bereits umfassende Betriebserfahrungen in Neuanlagen vor, mit denen auch die erforderliche Langzeitstabilität solcher Gemische (einschließlich geeigneter Öle) in realen Kreisläufen nachgewiesen werden konnte.

Obwohl für die Umstellung bestehender R502-Anlagen bereits sog. „Retrofit-Kältemittelgemische“ (mit HFCKW R22 als Hauptkomponente) verfügbar sind, wurden auch schon umfassende Untersuchungen unter Verwendung chlorfreier HFKW-Gemische durchgeführt (siehe Abschnitt 6). In erster Linie sind diese Kältemittel aber für **Neuanlagen** vorgesehen.

1. General development

With the international agreement to replace CFC refrigerants, chlorine free HFC blends R404A, R407A, R407B and R507 will be the main alternatives to R502 for new plants.

In the meantime comprehensive operating experience has already been obtained, from which the long term stability of such blends (including suitable oils) can be proven in real systems.

Although so-called "Retrofit Refrigerants" (with HCFC R22 as main substance) are available for the conversion of existing R502 plants, extensive investigations with chlorine-free HFC blends have also been made (see paragr. 6). But initially these refrigerants are planned for **new plants**.

1. Evolution générale

Suite aux accords internationaux portant sur la substitution des fluides frigorigènes CFC, les mélanges HFC non chlorés R404A, R407A, R407B et R507 deviennent l'alternative la plus importante pour le remplacement du R502 dans les nouvelles installations.

Entre-temps, les résultats d'expériences pratiques sur des nouvelles installations sont déjà disponibles. Ils permettent de prouver également la stabilité à long terme nécessaire de tels mélanges (avec les huiles appropriées) dans des circuits réels.

Bien que des mélanges de fluides frigorigènes dits "Retrofits" (avec le HCFC R22 comme composant principal) soient disponibles pour la conversion d'installations existantes au R502, des premiers essais avec des mélanges HFC exempts de chlore ont déjà eu lieu (voir paragr. 6). Ces fluides frigorigènes sont prévus, en premier lieu, pour des **nouvelles installations**.

2. Eigenschaften von HFKW-Gemischen – resultierende System- und Ausführungsmerkmale

2. Characteristics of HFC-Blends – resulting system and design features

2. Propriétés des mélanges HFC – Caractéristiques qui en résultent pour les systèmes et leur exécution

			R502	R404A	R407A	R407B	R507
Zusammensetzung Composition Composition			R22/R115	R143a/125/134a	R32/125/134a	R32/125/134a	R143a/125
Siedetemperatur Boiling temperature Température d'ébullition		°C	-46	-47	-46	-48	-47
Temperaturgleit Temperature glide Glissement de température		① K	0 (AZ) ③	0.7	6.6	4.4	0 (AZ) ③
Dichte der Flüssigkeit Density of liquid Densité du liquide		(40°C) kg/dm³	1.14	0.96	1.07	1.08	0.97
Dampfdruck Vapour pressure Pression de la vapeur		(-35/40°C) bar	1.61/16.77	1.68/18.2	1.36/17.5	1.57/18.81	1.73/18.8
Kritische Temperatur Critical temperature Température critique		°C	82	73	83	76	71
Verfl.-Temp. bei 26 bar (abs.) Cond. temp. at 26 bar (abs.) Temp. de cond. à 26 bar (abs.)		°C	60	55	56	53	54
Brennbarkeit Flammability Inflammabilité			—	—	—	—	—
Toxizität Toxicity Toxicité		AEL(TLV) ppm	1000	1000	1000	1000	1000
Ozon-Verarmungspotential Ozone depletion potential Potentiel de détérioration de l'ozone		ODP ②	0.23	0	0	0	0
Treibhauspotential Global Warming potential Potentiel d'effet de serre		GWP ②	4300	3750	1920	2560	3800
Kälteleistung Refrigerating capacity Puissance frigorifique		(-35/40°C) %	100	99	78	93	102
C.O.P.		(-35/40°C) %	100	98	96	98	98

- ① Gesamt-Gleit von Siede- bis Sattedampflinie bei 1 bar abs.
 ② ODP R11 = 1.0 GWP CO₂ = 1.0 (100a)
 ③ AZ = Azeotrop

- ① Total glide from bubble to dew line at 1 bar abs.
 ② ODP R11 = 1.0 GWP CO₂ = 1.0 (100a)
 ③ AZ = Azeotrope

- ① Glissement total de la courbe d'ébullition à celle de vapeur saturée à 1 bar abs.
 ② ODP R11 = 1.0 GWP CO₂ = 1.0 (100a)
 ③ AZ = Azéotrope

Abb. 1 Physikalische/chemische Eigenschaften

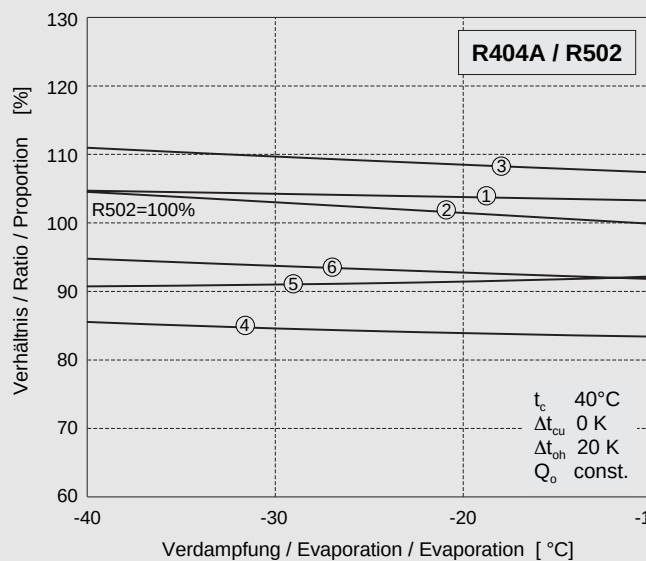
Fig. 1 Physical/chemical properties

Fig. 1 Propriétés physiques et chimiques

- ❑ HFKW-Gemische sind chlorfrei und haben damit kein Ozon-Abbaupotential. Auch das direkte Treibhaus-Potential ist wesentlich niedriger als bei R502. Dies gilt insbesondere für R407A (GWP 1920).
- ❑ HFKW-Gemische haben eine geringe Toxizität. Die bisherigen Untersuchungen in verschiedenen Testprogrammen zeigen sehr günstige Ergebnisse.
- ❑ R404A, R407B und R507 haben ähnliche thermophysikalische Eigenschaften wie R502; Kälteleistung und Leistungszahl sind nahezu identisch. Eine hohe nutzbare Sauggasüberhitzung führt zu deutlichem Anstieg der volumetrischen Kälteleistung und Leistungszahl. R407A zeigt eine stärker abweichende Charakteristik; Massenstrom und Dampfdichte sind

- ❑ HFC blends are chlorine-free and therefore do not have a potential to deplete ozone. The direct greenhouse effect is also considerably lower than with R502. This is particularly valid for R407A (GWP 1920).
- ❑ HFC blends have a very low toxicity. Previous investigations in different test programmes have shown very favourable results.
- ❑ R404A/R507/R407B have similar thermodynamic properties to R502; refrigeration capacity and COP are nearly identical. A higher useable suctiongas superheat leads to a clear rise in the volumetric refrigerant capacity and COP. R407A has a somewhat steeper capacity characteristic; Mass flow and evaporating density are essentially lower and the superheat influence is

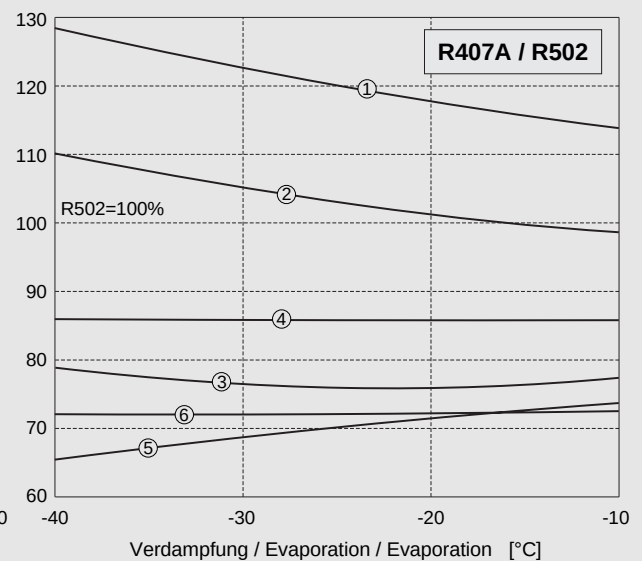
- ❑ Les mélanges HFC sont exempts de chlore et leur potentiel de diminution de la couche d'ozone est nul, par conséquent. Le potentiel d'effet de serre direct est également nettement plus faible que celui du R502. Ceci est vrai en particulier pour R407A (GWP 1920).
- ❑ La toxicité des mélanges HFC est minime. Les contrôles effectués jusqu'à présent au cours de différents programmes d'essais donnent des résultats très probants.
- ❑ R404A/R507/R407B ont des propriétés thermophysiques semblables à celles du R502; puissance frigorifique et coefficient de performance sont pratiquement identiques. Une surchauffe du gaz aspiré élevée productive entraîne une augmentation significative de la puissance frigorifique volumétrique et du coefficient de performance. R407A a une caractéristique de puissance un peu plus différent; le flux massique et



- ① p/p_0 Druckverhältnis
- ② V_0 Sauggas-Volumenstrom
- ③ $\dot{V}_{cu}$ Flüssigkeits-Volumenstrom
- ④ $\dot{V}_1$ Druckgas-Volumenstrom
- ⑤ ρ_0 Sauggas-Dichte
- ⑥ $\dot{m}$ Massenstrom

Daten jeweils bezogen auf identische Kälteleistung

Abb. 2 Vergleich thermophysikalischer Parameter



- ① p/p_0 Pressure ratio
- ② V_0 Suction gas volumetric flow
- ③ $\dot{V}_{cu}$ Liquid volumetric flow
- ④ $\dot{V}_1$ Discharge gas volumetric flow
- ⑤ ρ_0 Suction vapour density
- ⑥ $\dot{m}$ Mass flow

Data based on identical refrigerating capacity

Fig. 2 Comparison of thermophysical parameters

- ① p/p_0 Ratio de pression
- ② V_0 Flux volumétrique du gaz d'aspiration
- ③ $\dot{V}_{cu}$ Flux volumétrique du liquide
- ④ $\dot{V}_1$ Flux volumétrique du gaz HP
- ⑤ ρ_0 Densité du gaz d'aspiration
- ⑥ $\dot{m}$ Flux de masse

Données se référant à une puissance frigorifique identique

Fig. 2 Comparaison de paramètres thermophysiques

wesentlich niedriger und der Überhitzungseinfluß ist geringer. Zudem ergeben sich bei Verdampfungstemperaturen unterhalb etwa -25°C gewisse Abweichungen in der Kälteleistung (siehe Abb. 1 und 2).

- R404A, R407A und R407B sind sog. „zeotrope“ Gemische. Im Gegensatz zu „Azeotropen“ (R502, R507), die sich beim Siede- und Verflüssigungsvorgang wie Einstoffkältemittel verhalten, erfolgt die Phasenänderung bei zeotropen Fluiden „gleitend“ über ein gewisses Temperaturband. In der Praxis bedeutet dieses Verhalten einen geringfügigen Temperaturanstieg bereits in der Verdampfungsphase und eine Temperaturabnahme bei der Verflüssigung. Eine weitere Eigenschaft zeotroper Kältemittel ist die potentielle Konzentrationsverschiebung bei Leckagen, die sich aber bei Gemischen mit geringem Temperaturgleit (R404A) als weitgehend unkritisch erwiesen hat. Das Verhalten von Stoffen mit höherem Temperaturgleit (R407A/B) wird derzeit eingehend untersucht. Ausführliche Beschreibung siehe „Kältemittel-Report“.

lower. At evaporating temperatures below approx. -25°C certain deviations can be noted within the refrigeration capacity (see figures 1 and 2).

- R404A, R407A and R407B are so-called "zeotropic" blends. As opposed to "azeotropic blends" (R502, R507), which behave as single substance refrigerants with regard to evaporation and condensing processes, the phase change with zeotropic fluids occurs in a "gliding" form over a certain range of temperature. This means in practice a small increase in temperature in the evaporation phase and a reduction during condensing. A further characteristic of zeotropic refrigerants is the potential shift of concentration in case of leakages, which has however proven to be uncritical to a large extent in case of blends with a low temperature glide (R404A). The reaction of substances with a higher temperature glide (R407A/B) is being thoroughly checked at the moment. For detailed description see "Refrigerant Report".

la densité de vapeur sont considérablement plus bas et l'influence de la surchauffe est peu importante. En plus, pour des températures d'évaporation inférieures à -25°C environ, on constate certaines différences de la puissance frigorifique (voir fig. 1 et 2).

- R404A, R407A et R407B sont des mélanges dits "zéotropes". A l'opposé des "azéo-tropes" (R502, R507) qui se comportent comme des fluides frigorigènes à un composant unique lors de l'évaporation et de la condensation, le changement de phase des fluides zéotropes s'effectue "par glissement" sur une certaine plage de température. En pratique, ce comportement amène une faible hausse de température, déjà durant la phase d'évaporation, et une baisse de température lors de la condensation. Une autre caractéristique des fluides frigorigènes zéotropes est la modification potentielle des concentrations en cas de fuite; celle-ci s'est pourtant relevée peu critique pour les mélanges avec un glissement de température faible (R404A). Le comportement des substances avec un glissement de température plus élevé (R407A/B) est analysé de très près actuellement. Descriptif détaillé, voir "rapport sur les fluides frigorigènes".

Resultierende Auslegungskriterien:

- ☐ Bevorzugter Einsatz bei Normal- und Tiefkühlung.
- ☐ Bei R404A, R407B und R507 identische Verdichtergröße wie bei R502, für R407A unterhalb Verdampfungstemperatur t_0 -25°C evtl. größeres Hubvolumen erforderlich.
- ☐ Auslegung von Rohrnetz, Regelorganen, Verdampfer und Verflüssiger für R404A, R407B und R507 erfolgt ähnlich wie bei R502 – Wärmeaustauscher zwischen Flüssigkeits- und Saugleitung ist zu empfehlen (höhere Kälteleistung und Leistungszahl). Bei R407A (teilweise auch R407B) sind spezifische Anpassungen nötig – u.a. wegen des ausgeprägten Temperatursgleits und der Unterschiede in den thermophysikalischen Eigenschaften (Abb. 2). Dies betrifft hauptsächlich Verdampfer, Verflüssiger und Expansionsventil.

Resulting design criteria:

- ☐ Use preferred with medium and low temperature cooling.
- ☐ With R404A, R407B and R507 identical compressor sizes as for R502, for R407A below evaporation temp. t_0 -25°C larger displacements may be required.
- ☐ Design of pipework, control devices, evaporator and condenser for R404A, R407B and R507 are similar to R502 (heat exchanger between liquid and suction line is recommended – higher refrigerating capacity and COP). With R407A/B (and partly also R407B) specific adjustments are necessary due to the significant temperature glide and the difference in the thermophysical characteristics, amongst other things (see Fig.2). This affects mainly the evaporator, condenser and expansion valve.

Critères de conception résultants:

- ☐ Emploi préférentiel en réfrigération normale et en congélation.
- ☐ Pour R404A, R407B et R507, taille des compresseurs identique à celle pour R502. Pour R407A, un plus grand volume engendré est éventuellement nécessaire en-dessous de température évaporation t_0 -25°C.
- ☐ Détermination des tuyauteries, des organes de régulation, des évaporateurs et des condenseurs pour R404A, R407B et R507 presque identique à celle avec R502 – il est recommandable d'utiliser un échangeur thermique entre la conduite de liquide et la conduite d'aspiration (puissance frigorifique et coefficient de performance plus élevés). Avec R407A (aussi R407B en partie), des aménagements spécifiques sont nécessaires, le cas échéant – entre autre à cause du glissement de température plus prononcé et les différences dans les caractéristiques thermophysiques (voir Fig. 2). Ceci est surtout valable pour les évaporateurs, les condenseurs et le détendeur thermostatique.

Weitere Richtlinien und Empfehlungen:

- ☐ Bei zeotropen Gemischen muß die Anlage immer mit Flüssigkeit befüllt werden. Bei gasförmiger Entnahme aus dem Füllzylinder können Konzentrationsverschiebungen entstehen.

Further instructions and recommendations:

- ☐ For zeotropic blends the plant always has to be charged with liquid refrigerant. When vapour is taken from the charging cylinder concentration shifts in concentration may occur.

Autres lignes de conduite et recommandations:

- ☐ Le remplissage d'une installation avec un mélange zéotrope doit toujours se faire en phase liquide. En cas de prélèvement de la bonbonne en phase gazeuse, des modifications de concentration peuvent se produire.

! Sicherheitshinweis!

Nachdem alle Gemische mindestens eine brennbare Komponente enthalten, führt ein erhöhter Luftanteil unter Überdruck zu einer kritischen Verschiebung der Zündgrenze. Es sind deshalb geeignete Maßnahmen zu treffen, um Luft-eintritt ins System zu vermeiden. Außerdem sind Drucktests mit einem Luft-/Kältemittelgemisch nicht erlaubt – als Inertgas sollte getrockneter Stickstoff verwendet werden.

! Safety Note!

Since all blends contain at least one flammable component, therefore suitable measures should be taken to avoid entry of air into the system. A critical displacement of the ignition point can occur under high pressure when a high proportion of air is present. Besides this, pressure tests with an air/refrigerant mix is not allowed. An inert gas should be used like dry nitrogen

! Indication de sécurité!

Du fait que tous les mélanges contiennent au moins un composant inflammable, une proportion d'air élevée peut provoquer, en cas de surpression, un déplacement critique de la limite d'inflammabilité. Alors il faut prendre des mesures appropriées afin d'éviter l'entrée d'air dans le circuit. En plus, des essais de pression avec un mélange d'air/ fluide frigorigène sont interdits, comme gaz inerte on devrait utiliser du nitrogène déshydraté.

- ☐ Der Einsatz von Gemischen mit ausgeprägtem Temperatursgleit ist in Anlagen mit überflutetem Verdampfer nicht zu empfehlen. Es sind starke Konzentrationsverschiebungen bzw. Schichtungen im Verdampfer zu erwarten.

- ☐ The use of blends with a significant temperature glide is not recommended for plants with flooded evaporators. A large concentration shift and layer formation is to be expected in this type of evaporator.

- ☐ L'emploi de mélanges avec un glissement de température prononcé n'est pas à recommander pour des installations avec évaporateur noyé. Il faut s'attendre à de fortes modifications des concentrations resp. à une formation de couches.

- ❑ HFKW-Gemische haben eine geringe Löslichkeit gegenüber Mineralölen und -fetten (u. a. Zieh fett) in Rohrleitungen und Komponenten. Damit besteht eine erhöhte Gefahr durch Verstopfung (Kapillaren, Filter, Regelgeräte) sowie Minderung des Wärmeübergangs in Verdampfern und Verflüssigern.

Erforderliche Maßnahmen:

- Höchstmaß an Sauberkeit (sorgfältig gereinigte Rohrleitungen und Komponenten; Lötten unter Schutzgas).
- Reinheitsanforderungen nach DIN 8964 oder vergleichbaren Standards.
- Saugseitige Reinigungsfilter im Falle weitverzweigter Systeme und bei Verwendung von Stahlrohren.

- ❑ HFKW-Gemische sind unkritisch in Verbindung mit üblichen Metallwerkstoffen. Vermieden werden sollten Zink sowie Magnesiumanteile über 2% in Legierungen.

- ❑ HFKW-Gemische bewirken eine hohe Diffusionsrate und starke Quellneigung bei Elastomeren.

Erforderliche Maßnahmen:

- Einsatz geeigneter Dichtungswerkstoffe
- Schlauchleitungen in Sonderausführung (mit Nylon-Kern)

- ❑ HFKW-Gemische erfordern – wegen des fehlenden Chlorgehalts – spezielle Leckdetektoren mit hoher Ansprechempfindlichkeit. Geeignete Geräte sind über den Fachhandel erhältlich.

- ❑ HFKW-Gemische sind in herkömmlichen Kältemaschinenölen (Mineralöl, Alkylbenzol) nicht löslich, ein gesicherter Ölumlau ist deshalb in Kreisläufen üblicher Auslegung nicht gewährleistet. In enger Zusammenarbeit von Verdichter-, Kältemittel- und Ölindustrie wurden spezielle ESTER-Öle entwickelt, die genügende Löslichkeit bei guten Schmiereigenschaften aufweisen (siehe auch Abschnitt 3 „Verdichtertechnik“).

- ❑ Trotz der allgemein günstigen Eigenschaften dieser Öle ist die Wasseraufnahmefähigkeit höher als bei bisher üblichen Schmierstoffen (Abb. 4).

Erforderliche Maßnahmen:

- Einbau reichlich dimensionierter Spezialtrockner für HFKW

- ❑ HFC Blends have a low solvent effect upon mineral oils and greases (including drawing lubricants) in pipes and components. As a result an increased risk of blockages exists (capillary tubes, filters, regulating devices) and of a reduction in the heat transfer in evaporators and condensers.

Necessary measures:

- Highest degree of cleanliness (careful cleaning of pipes and components, soldering only with protective gas).
- Degree of cleanliness according to DIN 8964 or corresponding standard.
- Suction side clean up filter in case of extensively branched systems and for the application of steel pipes.

- ❑ HFC Blends are non-problematic in combination with most metals which are commonly used. The use of zinc should be avoided as well as alloys with a proportion of magnesium of more than 2%.

- ❑ HFC Blends give rise to a high rate of diffusion and strong swelling with elastomere.

Necessary measures:

- Use suitable gasket materials
- Hoses of special design (with nylon core)

- ❑ HFC Blends require special leak detectors, due to the missing chlorine proportion; suitable devices are available from specialized sources.

- ❑ HFC Blends are not soluble in former refrigeration oils (mineral oil, alkyl benzene), a reliable oil circulation is therefore not guaranteed in systems of normal design. Special ESTER oils have been developed by close co-operation between the compressor, refrigerant and oil industries, which provide sufficient solubility with good lubrication characteristics (see also section 3 "Compressors technology").

- ❑ Apart from the generally favourable characteristics of these oils they do however absorb more moisture than the normal lubricants previously used (Fig. 4).

Necessary measures:

- Install generously dimensioned special driers for HFCs (molecular sieves with specially adjusted

- ❑ Les mélanges HFC sont peu solubles avec les huiles et les graisses minérales (entre autre graisse d'étréage) dans les tuyauteries et les composants. Il en résulte un risque accru d'engorgement (capillaires, filtres, appareils de régulation) ainsi qu'une baisse du transfert de chaleur dans les évaporateurs et les condenseurs.

Mesures à prendre:

- Un maximum de propreté (tuyauteries et composants nettoyés avec le plus grand soin: brasage sous gaz inerte).
- Exigences de propreté selon DIN 8964 ou standards équivalents.
- Filtres de nettoyage côté aspiration en cas de système fortement ramifié et en cas d'emploi de tubes en acier.

- ❑ Les mélanges HFC ne posent pas de problèmes au contact des métaux d'usage courant. L'emploi de zinc, ainsi que d'alliages contenant plus de 2% de magnésium, est à éviter.

- ❑ Les mélanges HFC ont un taux de diffusion élevé en présence d'élastomères et engendrent une tendance accrue au gonflement chez ces derniers.

Mesures à prendre:

- Emploi de matériaux appropriés pour les joints
- Conduites en tuyaux souples spécialement conçues (avec une âme en nylon).

- ❑ Les mélanges HFC nécessitent, en raison de l'absence de chlore, des détecteurs de fuites spéciaux très sensibles. Les appareils appropriés sont disponibles chez les distributeurs spécialisés.

- ❑ Les mélanges HFC ne sont pas solubles dans les huiles traditionnelles des machines frigorifiques (huile minérale, benzène d'alkyle), aussi une circulation d'huile correcte n'est plus garantie dans les circuits de conception habituelle. Une étroite collaboration entre les fabricants de compresseurs, de fluides frigorigènes et d'huiles a permis la mise au point d'huiles ESTER spéciales qui présentent une solubilité suffisante tout en conservant de bonnes propriétés de lubrification (voir également paragraphe 3 "Technique des compresseurs").

- ❑ Malgré les propriétés globalement favorables des ces huiles, leur pouvoir hygroscopique est plus élevé que chez les lubrifiants utilisés jusqu'à présent (Fig. 4).

Mesures à prendre:

- Mise en place de déshydrateurs spéciaux pour HFC largement dimen-

(Molekular-Sieve mit speziell angepaßter Porengröße). Hinweis: Für R32-haltige Kältemittel (R407A, R407B) gelten besondere Anforderungen an die Trockenmittel (Abstimmung mit dem Hersteller).

- Einbau von Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades bei HFKW-Gemischen (<100 ppm).
- Für Dichtheitsprüfungen und Hochdrucktests nur getrockneten Stickstoff verwenden.
- Einsatz von zweistufigen Vakuumpumpen mit Gasballast (1,5 mbar „stehendes Vakuum“); große Anschlußdimensionen.
- Schließen der Verdichterabsperrentile bis zum letzten Evakuierungsvorgang.
- Nachfüllen von Öl nur mit originalverschraubten Öldosen (kleine Gebinde).
- Höchste Sorgfalt bei Eingriffen in den Kältekreislauf. Bei eventuellem Lufteintritt (Feuchtigkeit) wird Evakuieren und Trocknerwechsel (ggf. auch Ölwechsel) erforderlich.

pore size).

Note: For refrigerants containing R32 (R407A, R407B) special requirements are needed for the drier (consultation with the manufacturers)

- Install a moisture indicator which provides a defined indication of the state of dryness HFC-Blends (<100 ppm).
- Only use dehydrated nitrogen for leak tests and high pressure tests
- Use of two-stage vacuum pumps with gas balast (1.5 mbar "standing vacuum"); large connection size.
- Close the compressors shut off valves until the final evacuation.
- Only add oil from originally sealed containers (small cans).
- Pay utmost attention at each break into the refrigeration circuit. In case of incoming air (moisture) an evacuation and change of drier (as well as an oil change, if necessary) will be required.

sionnés (taims moléculaire avec une taille des pores spécialement ajustée). Annotation: Pour les fluides frigorigènes contenant du R32 (R407A, R407B) les dessiccateurs doivent observer des exigences spéciales (en accord avec le producteur).

- Mise en place d'indicateurs d'humidité avec indication définie du degré de dessiccation des mélanges HFC (<100 ppm).
- N'utiliser que de l'azote sec pour les contrôles d'étanchéité et les essais de haute pression.
- Utilisation de pompes à vide à deux étages avec ballast à gaz (1,5 mbar de "vide permanent"); grandes sections de raccordement.
- Garder les vannes d'arrêt du compresseur fermées jusqu'à la dernière opération de la mise à vide.
- Ne faire l'appoint qu'avec de l'huile issue de récipients fermés d'origine (petits bidons).
- Intervenir sur le circuit frigorifique avec un maximum de soin. En cas d'entrée d'air (humidité), la mise à vide et le remplacement de déshydrateur (éventuellement une vidange d'huile) sont nécessaires.

3. Verdichtertechnik

Nach mehrjähriger Entwicklung in enger Zusammenarbeit mit der Öl-industrie kann BITZER die gesamte Baureihe der **.2-Generation** – einschließlich des geeigneten Öls – für HFKW-Gemische anbieten. Inzwischen liegen zahlreiche positive Erfahrungen beim Einsatz in verschiedenartigen Kälteanlagen vor.

3. Compressors technology

After many years of research in close co-operation with the oil industry, BITZER can offer the complete range of the **.2-Generation** including the suitable oil, for use with HFC mixtures. Positive experience is available from applications with different refrigeration plants of various designs.

3. Technique des compresseurs

Après plusieurs années de recherche et en collaboration étroite avec les fabricants d'huiles, BITZER peut proposer la gamme complète des compresseurs de la **génération .2** pour les mélanges HFC (y compris l'huile appropriée). Entretemps de nombreux résultats positifs d'expériences effectuées sur diverses installations frigorifiques sont disponibles.

4. Schmierstoff (ESTER-Öl)

Wie bereits erwähnt, sind herkömmliche Öle in der Regel nicht für HFKW-Gemische geeignet. BITZER-Verdichter werden für diese Kältemittel (Angabe bei Bestellung) mit dem geeigneten ESTER-Öl befüllt; für Ölwechsel oder zusätzliche Füllmengen sind verschiedene Gebindegrößen verfügbar.

4. Lubricant (ESTER oil)

As already mentioned, previously used oils are not usually suitable for HFC Blends. BITZER compressors are charged with a suitable ESTER oil (state this refrigerant when ordering), for oil changes or additional quantities cans of oil of various sizes are available.

4. Lubrifiant (huile ESTER)

Comme déjà mentionné, les huiles traditionnelles ne sont généralement pas appropriées pour les mélanges HFC. Pour ce type de fluide frigorigène, les compresseurs BITZER sont remplis avec l'huile ESTER appropriée (à préciser lors de la commande); pour la vidange ou pour l'appoint d'huile, des bidons de tailles différentes sont disponibles.

! Von BITZER nicht zugelassene Öle (u.a. sog. Polyglykole "PAG") dürfen nicht verwendet werden.

! Oils which have not been approved by BITZER (including so called poly-glycol oils "PAG") must not be used.

! Les huiles qui n'ont pas reçu l'agrément de BITZER (entre autre les huiles dites polyglycols "PAG") ne doivent pas être utilisées.

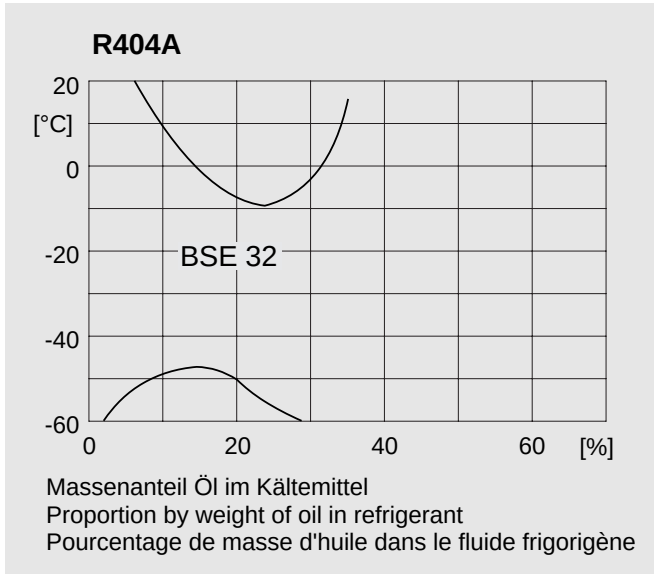


Abb. 3 Löslichkeitsgrenze
Fig. 3 Solubility limits
Fig. 3 Limite de solubilité

HFKW-Gemische und ESTER-Öle sind – ähnlich wie R502 und Mineralöl – nicht im gesamten Anwendungsbereich uneingeschränkt mischbar (siehe Löslichkeits-Diagramm Abb. 3). Für den praktischen Einsatzfall ergeben sich daraus keine wesentlichen Konsequenzen.

Auf folgende Kriterien sollte jedoch besonders geachtet werden:

- ☐ geeignete Maßnahmen gegen "Kaltstarts" (z.B. Ölsumpfheizung, evtl. Abpumpschaltung).
- ☐ Exakte Rohrnetzberechnung; insbesondere für Steigleitungen.
- ☐ Bei weitverzweigten Systemen evtl. auch Ölabscheider.
- ☐ Hinweis an Verdampfer- und Verflüssiger-Hersteller auf HFKW-Gemische und ESTER-Öl.

Weitere Erläuterungen zu ESTER-Öl siehe Technische Information KT-510.

5. Einsatzgrenzen

Einsatzgrenzen für Hubkolbenverdichter siehe Prospekt KP-110.

HFC Blends and ESTER oil – similarly to R502 and mineral oil – do not mix without limits over the whole application range (see solubility diagram Fig. 3). For practical applications no important consequences result from this.

The following criteria should however be closely observed:

- ☐ suitable measures against "cold starts" (e.g. crankcase heater, possible pump down cycle).
- ☐ exact pipeline calculation: especially for rising lines.
- ☐ for extensively branched systems possibly an oil separator.
- ☐ inform evaporator and condenser manufacturers of use of HFC Blends and ESTER oil.

For further explications concerning ESTER oil see technical information KT-510.

5. Application Ranges

For application ranges for reciprocating compressors, see KP-110 brochure.

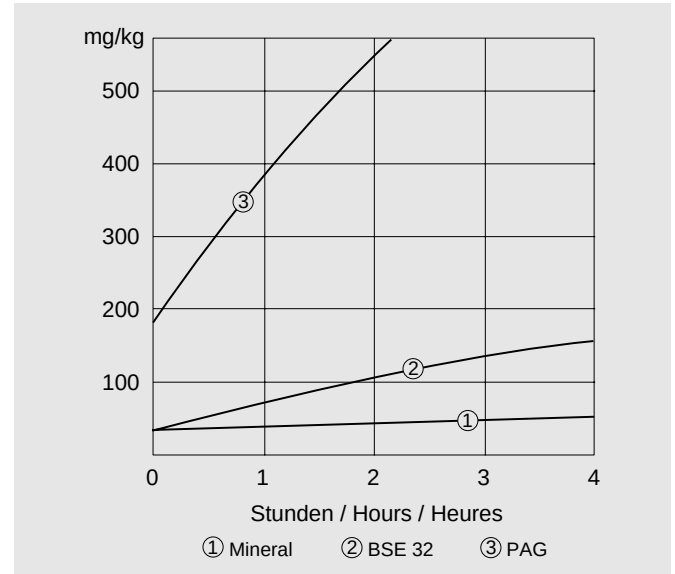


Abb. 4 Feuchtigkeitsaufnahme
Fig. 4 Moisture absorption
Fig. 4 Absorption d'humidité

Les mélanges HFC et les huiles ESTER – tout comme le R502 et les huiles minérales – ne sont pas miscibles sans restriction sur l'ensemble du champ d'application (voir courbes de solubilité, fig.3). Dans les cas pratiques d'utilisation il n'en résultent pas de conséquences essentielles.

Cependant, il conviendra de veiller particulièrement sur les critères suivants:

- ☐ Mesures appropriées pour éviter "les démarrages à froid" (ex: chauffage carter, éventuellement déclenchement par pump down).
- ☐ Détermination exacte de la tuyauterie, en particulier les colonnes montantes.
- ☐ Pour les systèmes fortement ramifiés prévoir, éventuellement, des séparateurs d'huile.
- ☐ Informer les fabricants d'évaporateurs et de condenseurs de l'emploi de mélanges HFC et d'huile ESTER.

Plus d'explications sur d'huile Ester, voir information technique KT-510.

5. Champs d'application

Champs d'application pour les compresseurs à pistons voir prospectus KP-110.

6. Umrüstung von R502-Systemen

Für eine eventuell notwendige Umrüstung bestehender R502-Systeme stehen eine Anzahl sog. "Retrofit-Blends" zur Verfügung, die R22 als Hauptkomponente enthalten und deshalb auch mit herkömmlichen teil- oder vollsynthetischen Schmierstoffen betrieben werden können. Damit ist der Aufwand in vertretbarem Rahmen, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß diese Stoffe nur als Übergangskältemittel akzeptiert werden.

Ermuntert durch positive Erfahrungen bei der Umrüstung bestehender R12-Anlagen auf R134a, wird zunehmend auch die Umrüstung von R502-Systemen auf **chlorfreie** HFKW-Gemische propagiert. Als Methode wird hierfür ebenfalls ein mehrfacher Ölwechsel mit geeignetem Esteröl vorgeschlagen, um den Restgehalt an ursprünglich eingefülltem Schmierstoff – vor der Kältemittelumstellung – auf unkritische Werte zu reduzieren.

Wegen den üblicherweise sehr niedrigen Verdampfungstemperaturen von R502-Systemen sind die Anforderungen an den Restölgehalt allerdings enger gesteckt als bei einer Umrüstung von R12 auf R134a. Eine Verschlechterung der Löslichkeit des Esteröls durch hohe Zusätze an Mineralöl oder Alkylbenzol wird daher noch eher zu Minderung des Wärmeübergangs und Ölverschleppung führen.

Weitere Erläuterungen zu Umrüstmethode siehe Technische Information KT-650-1.

6. Retrofitting of R502 systems

In case a retrofitting of existing R502 systems becomes necessary, a number of so called "Retrofit-Blends" with R22 as their main component are available and therefore can be operated with conventional synthetic or semi-synthetic lubricants. The actions required are relatively straight forward, but it must be considered that these substances will only be accepted as transitional refrigerants.

Encouraged by positive experience with retrofitting of existing R12 plants to R134a, more and more companies are promoting the retrofitting of R502 systems to **chlorine-free** HFC blends. Repeated oil flushes with suitable (approved) Ester oils are recommended in order to reduce the remaining content of the original lubricant to desired levels – before retrofitting of the refrigerant is carried out.

Because of the usually very low evaporating temperatures of R502 systems, the remaining oil content is more critical than in the case of the retrofitting from R12 to R134a. A decrease in solubility of the ester oil through high addition of mineral oil or alkyl-benzene will lead to a reduction of heat transfer or oil migration.

For further explications concerning retrofitting measures see Technical Information KT-650-1.

6. Conversion des systèmes R502

Pour une conversion éventuellement nécessaire de systèmes existants au R502, un certain nombre de mélanges dits "Retrofits" sont disponibles. Le composant principal de ces mélanges étant le R22, l'emploi de lubrifiants partiellement ou entièrement synthétiques est possible. Pour cette raison, les investissements se situent dans un cadre raisonnable, mais il faut tenir compte aussi du fait que ces produits ne sont acceptés que transitoirement comme fluides frigorigènes.

Encouragés par les résultats positifs obtenus par la conversion au R134a d'installations existantes au R12, de plus en plus voix se sont levées pour propager la conversion aux mélanges HFC **exempts de chlore** de systèmes R502. La méthode d'exécution préconisée suppose également plusieurs vidanges d'huile successives, avec une huile ESTER appropriée, pour réduire la contenance résiduelle du lubrifiant conventionnel à des valeurs non critiques, avant le changement de fluide frigorigène.

En raison des températures d'évaporation habituellement très basses sur les systèmes R502, le résidu d'huile admissible est cependant plus faible que pour la conversion de R12 en R134a. Une diminution de la solubilité de l'huile ESTER par addition de proportions élevées d'huile minérale ou de benzène d'alkyle, va réduire, encore plus tôt, le transfert de chaleur et l'entraînement de l'huile.

Plus d'explications sur les méthodes de conversion, voir Information technique KT-650-1.