



TECHNISCHE INFORMATION TECHNICAL INFORMATION INFORMATION TECHNIQUE

AT-660-2

Einsatz von Propan (R290) und Propen (R1270) mit BITZER Verdichtern und Druckbehältern Originaldokument Deutsch	2
Use of propane (R290) and propene (R1270) with BITZER compressors and pressure vessels Translation of the original document English.....	17
Utilisation de propane (R290) et de propène (R1270) avec des compresseurs et réservoirs sous pression BITZER Traduction du document original Français.....	32

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Sicherheit	3
2.1	Autorisiertes Fachpersonal	3
2.2	Kennzeichnung Propan-/ Propenverdichter	3
2.3	Restrisiken	3
2.4	Sicherheitshinweise	4
2.4.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	4
3	Anwendungsbereiche und Kältemittelspezifikation	4
4	Eigenschaften von Propan und Propen und daraus resultierende Anlagen- und Auslegungskriterien	5
4.1	Vergleich von R290 und R1270 mit anderen Kältemitteln	5
4.2	Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R290 und R1270	7
4.2.1	Löslichkeit von R290 und R1270 in Öl	7
4.2.2	Reinigungswirkung von R290 und R1270	8
4.2.3	Wassergehalt von R290 und R1270	8
4.3	Thermodynamische Eigenschaften von R290 und R1270	8
4.4	Resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen	9
5	Verdichtertechnik	9
5.1	Technische Ausführung der Verdichter	10
5.2	Öle	10
5.3	Leistungsverhalten	11
5.4	Gewährleistung	11
6	Sicherheitstechnische Anforderungen	12
6.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	12
6.2	Verdichter und Zubehör	13
6.2.1	Weitere BITZER Produkte zur Anwendung mit halogenfreien Kohlenwasserstoffen	14
7	Installation und Wartung	14
7.1	Autorisiertes Fachpersonal	15
7.2	Allgemeine Richtlinien für die Installation und Wartung von Kälteanlagen mit Propan und Propen	15
8	Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW-Anlagen auf R290 oder R1270	16
9	Schriftliche Vereinbarung	16

1 Einleitung

Schwerpunkte dieser Technische Information sind die anwendungstechnisch relevanten Kriterien und Maßnahmen beim Einsatz von BITZER Verdichtern mit Propan (R290) oder Propen (R1270) zum Einbau in gewerblichen und industriellen Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Aufgrund der Brennbarkeit dieser Kohlenwasserstoffen gelten für Planung, Bau und Betrieb solcher Anlagen besondere Sicherheitsvorschriften die eine allgemeine Anwendung einschränken (z. B. Ex-Schutz-Richtlinien, Betriebssicherheitsverordnungen und Einschränkungen der maximalen Kältemittelfüllmenge). Die erforderliche Risikobeurteilung der Anlage muss der Anlagenhersteller anfertigen. Die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für Aufstellung, Betrieb und Wartung der Anlage liegt dagegen in der Verantwortung des Betreibers bzw. Arbeitgebers.



Information

Im Wesentlichen gelten die Inhalte dieser Technischen Information auch für R600a (Isobutan) und R600 (Butan). Bei Einsatz in gewerblichen Anlagen eignet sich R600a vor allem für Hochtemperaturanwendungen (z. B. Hochtemperaturwärmepumpen) mit Verflüssigungstemperaturen bis ca. 110°C. Aufgrund der spezifischen Anforderung ist jedoch eine individuelle Auslegung der Verdichter erforderlich (auf Anfrage).

2 Sicherheit

2.1 Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an Propan- und Propenverdichtern erfordern eine spezifische Einweisung und Sachkunde im Umgang mit Propan und Propen als Kältemittel R290 und R1270 und dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Voraussetzungen für den Bau, Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit Propan und Propen sind eine spezifische Sachkunde und strikte Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften und Richtlinien für brennbare Kältemittel der Sicherheitsgruppe A3. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

2.2 Kennzeichnung Propan-/ Propenverdichter

Die Verdichter und die Anlage müssen an deutlich sichtbarer Stelle mit dem Logo "Achtung Brandgefahr" (ISO7010 W021) markiert sein, siehe Abbildung 1, Seite 3. Dieses Logo muss auch im Falle einer eventuellen Rücklieferung ins Herstellerwerk am Verdichter bleiben. BITZER Verdichter in R290- und R1270-Ausführung (Zusatz P) sind bereits mit dieser Kennzeichnung versehen.



Abb. 1: Gefahrensymbol "Achtung Brandgefahr" (ISO7010 W021)

2.3 Restrisiken

Von den Produkten, dem elektronischen Zubehör und weiteren Bauteilen können unvermeidbare Restrisiken ausgehen. Jede Person, die daran arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen! Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen,
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften und Sicherheitsnormen.

Je nach Land kommen unterschiedliche Normen beim Einbau des Produkts zur Anwendung, beispielsweise: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL-Normen.

2.4 Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind Anweisungen, um Gefährdungen zu vermeiden. Sicherheitshinweise genauestens einhalten!



HINWEIS

Sicherheitshinweis um eine Situation zu vermeiden, die die Beschädigung eines Geräts oder dessen Ausrüstung zur Folge haben könnte.



VORSICHT

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.



WARNUNG

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.



GEFAHR

Sicherheitshinweis um eine unmittelbar gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

2.4.1 Allgemeine Sicherheitshinweise



GEFAHR

Explosionsgefahr und damit Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle! Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in der Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden!
Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden!

- Zündgrenzen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar, siehe auch Sicherheitsdatenblatt des Stoffes):
 - R290 zwischen 1,7 und 10,8 Vol.-%
 - R1270 zwischen 1,8 und 11,2 Vol.-%
 - R600 zwischen 1,4 und 9,5 Vol.-%
 - R600a zwischen 1,5 und 12,5 Vol.-%
- Zündtemperaturen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C

- Maschinenraum entsprechend EN378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.
- Zum Öffnen der Rohrleitungen nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!
- Bauteile, an denen Kältemittel austreten kann (z. B. Niederdruck- oder Hochdruckbegrenzer) nur außerhalb des Schaltschranks installieren!

Wenn sichergestellt wird, dass der Verdichter nicht in einer Ex-Zone betrieben wird, ist eine ATEX- bzw. Ex-Ausführung nicht erforderlich.

Das kann beispielsweise sichergestellt werden durch:

- eine Ventilation, die selbst bei dem größten angenommenen Leck keine explosionsfähige bzw. entflammbare Atmosphäre entstehen lässt.
- ein Abschalten der elektrischen Verbraucher deutlich unter der unteren Explosionsgrenze (UEG bzw. LFL), wofür ein Gassensor notwendig ist. Typischerweise ist der Abschaltwert des Sensors für die Anlage auf höchstens 20% des LFL eingestellt. Dafür bitte nationale Vorschriften und notifizierte Stellen zu Rate ziehen.

3 Anwendungsbereiche und Kältemittelspezifikation

Anwendungsbereiche

- R290 für Tief- und Normalkühlung, Klimaanlageanwendungen und Wärmepumpen
- R1270 für Tief- und Normalkühlung
- R600 und R600a für Wärmepumpen



WARNUNG

Berstgefahr durch gefälschte Kältemittel!
Schwere Verletzungen möglich!
Kältemittel nur von renommierten Herstellern und seriösen Vertriebspartnern beziehen!



GEFAHR

Berstgefahr der Kältemittelflasche durch zu hohen Druck!
Kältemittelflasche nicht überfüllen! Nie mehr als 80% des Flaschenvolumen mit Flüssigkeit füllen (bei 25°C).

Beispielvergleich von HF(C)KW-Kältemitteln zu halogenfreien Kohlenwasserstoffen: nur ca. 40% des Nettogewichts einfüllen (Beispiel: R22 10kg -> R290 4kg).

Kältemittelspezifikation

R290/R1270 in Kältemittelqualität entsprechend DIN 8960:1998 einkaufen oder in Anlehnung daran (siehe Tabelle 1, Seite 5).

- Hohen Feuchtigkeitsanteil vermeiden!
- Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades (< 50 ppm) und reichlich dimensionierten Trockner verwenden.

Diese Angaben haben auch Gültigkeit für Anwendungen mit anderen Kohlenwasserstoffen und Gemischen.

	Anforderungen	Einheit
Kältemittelreinheit ①	$\geq 99,5$	Masse-%
Organische Verunreinigung	$\leq 0,5$	Masse-%
1,3-Butadien ②	≤ 5	ppm (Masse)
Hexan	≤ 50	ppm (Masse)
Benzol ③	≤ 1	ppm (Substanz)
Schwefel	≤ 2	ppm (Masse)
Temperaturgleit der Verdampfung	$\leq 0,5$	K (bei 5-97% Destill.)
Nicht-kondensierbare Gase	$\leq 1,5$	Vol.-% der Dampfphase
Wasser ④	≤ 25	ppm (Masse)
Säuregehalt	$\leq 0,02$	mg KOH/g Neutralisationszahl
Verdampfungsrückstände	≤ 50	ppm (Masse)
Feste Rückstände	keine	Sichtkontrolle

Tab. 1: Anforderungen an Kohlenwasserstoffe gemäß DIN 8960:1998

①: Dieser Inhalt wird in der DIN 8960 nicht ausdrücklich angegeben. Nur die Verunreinigungen sind aufgelistet und beschränkt. Der Hauptinhalt ist der Rest bis 100%.

②: Die Anforderung gilt für jeden einzelnen Stoff aus der Gruppe der mehrfach ungesättigten Kohlenwasserstoffe.

③: Die Anforderung gilt für jeden einzelnen Stoff aus der Gruppe der Aromate.

④: Vorläufiger Grenzwert, wird gegebenenfalls aufgrund von Erfahrungen geändert.

4 Eigenschaften von Propan und Propen und daraus resultierende Anlagen- und Auslegungskriterien

4.1 Vergleich von R290 und R1270 mit anderen Kältemitteln

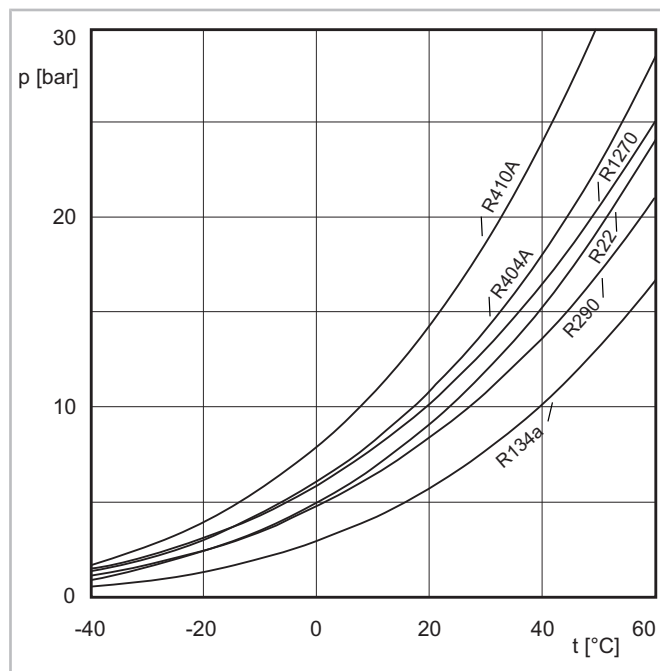


Abb. 2: Dampfdruckkurven von R290 und R1270 im Vergleich zu R22 und HFKW-Kältemitteln

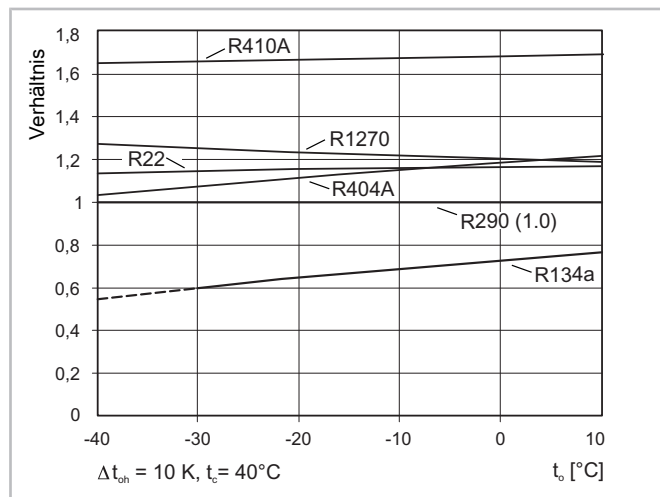


Abb. 3: Volumetrische Kälteleistung verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 bei identischem Sauggasvolumenstrom

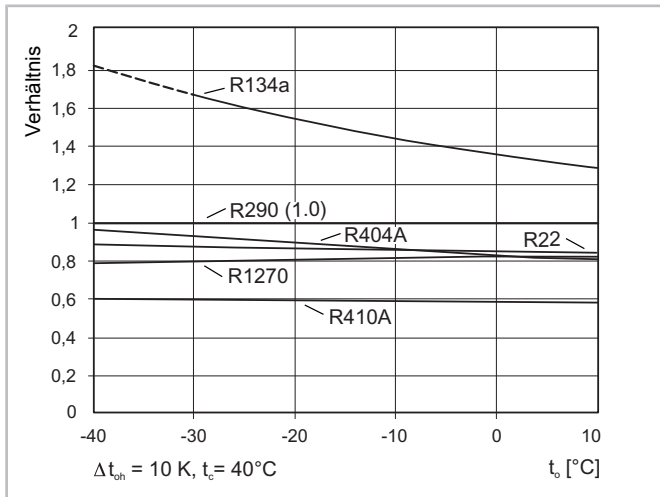


Abb. 4: Sauggasvolumenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 bei identischer Kälteleistung

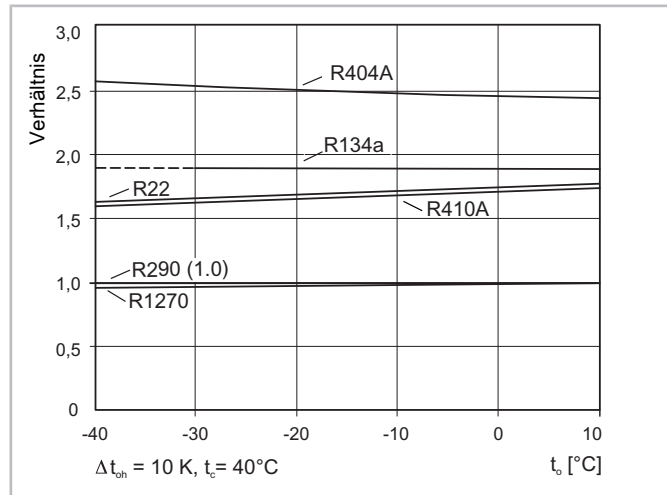


Abb. 5: Massenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 bei identischer Kälteleistung

Symbol			R290	R1270	R600	R600a	R22	R404A	R410A	R134a
M	Molmasse	g/mol	44,1	42,1	58,1	58,1	86,5	97,6	72,6	102
K	Isentropenexponent bei 20°C, 1013 mbar	c_p/c_v	1,13	1,15	1,11	1,09	1,18	1,12	1,17	1,11
t_n	Normal-Siedepunkt	°C	-41,6	-47,6	-0,5	-11,6	-40,8	-46,2	-51,4	-26,1
ρ	Dichte der Flüssigkeit	kg/dm ³ (40°C)	0,47	0,48	0,55	0,53	1,13	0,97	0,98	1,15
p	Dampfdruck -10°C	bar	3,42	4,30	0,70	1,08	3,54	4,34	5,72	2,01
p	Dampfdruck +40°C	bar	13,7	16,5	3,78	5,3	15,3	18,2	24,1	10,2
t_{cr}	Kritische Temperatur	°C	96,8	91,1	152,0	134,7	96,1	72	71,3	101,1
p_{cr}	Kritischer Druck	bar	42,6	45,5	38,0	36,3	49,9	37,3	49	40,7
LFL	Untere Explosionsgrenze	Vol. %	1,7	1,8	1,4	1,5	-	-	-	-
UFL	Obere Explosionsgrenze	Vol. %	10,8	11,2	9,5	12,5	-	-	-	-
AEL	Toxizität	ppm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ODP	Ozonabbaupotenzial		0	0	0	0	0,055	0	0	0
GWP	Treibhauspotential		3	3	4	3	1810	3922	2088	1430

Tab. 2: Eigenschaften von R290 und R1270 im Vergleich zu R22 und HFKW Kältemitteln

Treibhauspotential: gemäß IPCC IV (Zeithorizont 100 Jahre), auch Basis für EU F-Gase Verordnung 517/2014.

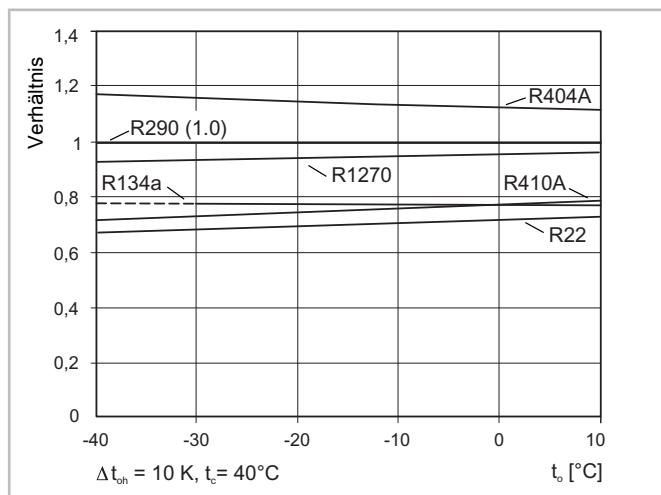


Abb. 6: Flüssigkeitsvolumenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 bei identischer Kälteleistung

4.2 Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R290 und R1270

Übersicht, siehe Tabelle 2, Seite 6.

- Natürlich vorkommende, halogenfreie Kohlenwasserstoffe
 - ohne Ozon-Abbaupotential ODP.
 - mit vernachlässigbarem Treibhauseffekt GWP.
- R290: geruchs- und farblos.
- R1270: petroleumgeruch, farblos.
- Geringe Toxizität (MAK bzw. AEL 1000 ppm).
- Brennbar, bildet mit Luft explosive Gemische, siehe Tabelle 2, Seite 6.
- Unkritisch in Verbindung mit üblichen Metallen und Elastomeren. Mit R600a (Isobutan) sind Einschränkungen bei Elastomeren möglich – erfordert individuelle Prüfung.
Zink und Aluminiumlegierungen mit Magnesiumanteilen über 2% vermeiden, da sonst unerwünschte Reaktionen mit Öl entstehen könnten.

4.2.1 Löslichkeit von R290 und R1270 in Öl

- Die außerordentlich hohe Löslichkeit in allen üblichen Ölen führt zur Minderung der Ölviskosität im Verdichter, vor allem bei niedrigen Öltemperaturen und hohem Saugdruck.

Folgen:

- Starker Ausgasungseffekt in Ölsumpf und Schmierspalt bei Druckabsenkung.
- Schaumbildung und dadurch erhöhter Ölwurf.

- Leistungsminderung und starker Verschleiß an Triebwerksteilen (siehe Kapitel Öle, Seite 10).

Maßnahmen:

- Öl mit hoher Grundviskosität, hohem Viskositätsindex und guten Schmiereigenschaften verwenden.
- Geringst mögliche Kältemittelfüllung wählen.
- Reichlich dimensionierte Ölheizung verwenden.
- Magnetventil in Flüssigkeitsleitung und ggf. Rückschlagventil in Druckgasleitung einbauen (als zusätzliche Sicherheit gegen Kältemittelverlagerung während des Stillstands).
- Verdichter in temperierter Umgebung aufstellen und bei Bedarf isolieren.
- Bei Gefahr hoher saugseitiger Stillstandsdrücke und langer Abschaltperioden:
 - Automatische oder zumindest einmalige Abpumpschaltung vorsehen!
 - Abschaltdruck nur geringfügig unterhalb des niedrigsten Verdampfungsdrucks im Betrieb einstellen.
 - Vakuumbetrieb dabei unbedingt vermeiden!
- Ausreichend hohe Sauggasüberhitzung gewährleisten. Druckgastemperatur muss bei Hubkolbenverdichtern mindestens 20 K und bei Kompaktschraubenverdichtern mindestens 30 K über Verflüssigungstemperatur im Sommer- und Winterbetrieb liegen. Bei Normal- und Klimakühlung sowie Wärmepumpenanlagen, Wärmeübertrager zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung einsetzen.
- Bei Start und in Betrieb gegen "Nassbetrieb" absichern – Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten verwenden. Bei elektronischen Expansionsventilen, nach Abtauung u. a. einen spezifischen Öffnungsgrad einstellen, ggf. Flüssigkeitsabscheider verwenden.
- Empfehlung bei Anlagen mit vorhersehbar langen Stillstandszeiten (z.B. nur saisonal betriebene Anlagen oder vorbefüllte Anlagen, die mehrere Wochen bis zur Inbetriebnahme auf Lager stehen oder transportiert werden): Zur Vermeidung von Kältemittelverlagerung während der Stillstandszeiten sollten die Absperrventile am Verdichter nach einem einmaligen Pump-Down geschlossen werden.

4.2.2 Reinigungswirkung von R290 und R1270

- Kohlenwasserstoffe sind gute Lösungsmittel für Ablagerungen, Ziehfette und Öle im Rohrnetz.

Folgen:

Starke Schmutzablagerungen im Verdichter und in den Regelgeräten:

Maßnahmen:

- Höchstmaß an Sauberkeit einhalten – Rohrleitungen und Bauteile sorgfältig reinigen.
- Lötten nur unter Schutzgas – getrockneten Stickstoff verwenden.
- Reinheitsanforderungen nach DIN 8964 oder vergleichbaren Standards einhalten.
- Bei weitverzweigten Anlagen, saugseitige Reinigungsfilter einsetzen.

4.2.3 Wassergehalt von R290 und R1270

- R290 und R1270 mit hohem Reinheitsgrad enthalten keine zu Säurebildung neigenden Elemente. Ein hoher Feuchtigkeitsanteil sollte jedoch vermieden werden.

Folgen:

- Gefahr von Kristallbildung in Expansionsorganen.
- Bei hohem Druck und niedriger Temperatur: Entstehung von Gashydraten in der Flüssigkeit, die Engstellen in der Anlage verstopfen können.

Maßnahmen:

- Kältemittel mit wenig Fremdgasen und ohne Zusatzstoffe verwenden.
- Hohe Propan- bzw. Propenqualität ("2.5" oder vergleichbar) mit einer Reinheit von 99,5 % verwenden (siehe Tabelle 1, Seite 5).
- Eintritt von Fremdgasen und Feuchtigkeit vermeiden.
- Reichlich dimensionierten Trockner einbauen – Ausführung und Dimensionierung entsprechend Herstellerangaben.
- Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades (< 50 ppm) verwenden.
- Für Dichtheitsprüfungen und Hochdrucktests vorzugsweise getrockneten Stickstoff verwenden. Bei Prüfung mit getrockneter Luft darf der Verdichter nicht einbezogen werden (Absperrventile geschlossen halten!).
- Zweistufige Vakuumpumpen mit Gasballast (1,5 mbar "stehendes Vakuum") verwenden, damit ei-

ne Kondensation von Wasserdampf vermieden wird. Große Anschlussdimensionen verwenden.

- Verdichterabsperrventile bis zum letzten Evakuiervorgang geschlossen halten!

4.3 Thermodynamische Eigenschaften von R290 und R1270

R290 hat günstige thermodynamische Eigenschaften und einen niedrigen Energiebedarf bei der Verdichtung. Drucklagen und volumetrische Kälteleistung sind den Werten von R22 ähnlich (siehe Abbildung 2, Seite 5 und siehe Abbildung 3, Seite 5), allerdings gibt es größere Abweichungen bei Enthalpie, Dichte, Massenstrom und Isentropenexponent (zulässige Temperaturen). Noch größere Unterschiede bestehen gegenüber R404A/R507A, R134a und R410A.

R1270 hat ebenfalls günstige thermodynamische Eigenschaften und einen niedrigen Energiebedarf bei der Verdichtung. Drucklagen und volumetrische Kälteleistung sind jedoch höher als bei R290 und R22, siehe Abbildung 2, Seite 5 und siehe Abbildung 3, Seite 5.

- Hohe Verdampfungsenthalpie:
Bei -10/40°C etwa 1,7-fach gegenüber R22 und 2,5-fach gegenüber R404A/R507A.
- Niedriger Kältemittel-Massenstrom:
Bei identischer Kälteleistung ca. 55-60% im Vergleich zu R22 und ca. 40% im Vergleich zu R404A/R507A (siehe Abbildung 5, Seite 6).
- Niedrige Dampfdichte (ca. 50% im Vergleich zu R22 bei 20°C und 1013 mbar) und Flüssigkeitsdichte (ca. 40% bei 45°C im Vergleich zu R22), dadurch geringe Druckverluste in Rohrleitungen und Wärmeübertragern.
- Gute Wärmeübertragungswerte, u. a. durch intensives Sieden und gute Öllöslichkeit.
- Äußerst niedrige Druckgas- und Öltemperatur bei R290 (Isentropenexponent R290 = 1,13 / R22 = 1,18).
Niedrigere Druckgas- und Öltemperatur bei R1270 als bei R22 (Isentropenexponent R1270 = 1,15 / R22 = 1,18), jedoch höher als R404A/R507A.
Bei geringer Sauggasüberhitzung und/oder Betrieb mit kleinen Druckverhältnissen besteht die Gefahr hoher Kältemittelanreicherung im Öl!
- Hohe Überhitzungsenthalpie in Relation zur Volumenänderung. Mit zunehmender nutzbarer Überhitzung, steigende volumetrische Kälteleistung!
- Hohe kritische Temperatur (R290: 96,7°C, R1270: 91,1°C), bei R1270 jedoch etwas unterhalb von R22.

4.4 Resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen

- Identische Dimensionen der Flüssigkeitsleitung wie bei R22 (höherer Flüssigkeitsvolumenstrom aber geringerer Druckabfall durch niedrigere Dichte), siehe Abbildung 6, Seite 7.
- Potenzial für minimale Kältemittelfüllung (Masse ca. 40-60% gegenüber fluorierten Kältemitteln) – bedingt durch geringe Flüssigkeitsdichte und die Möglichkeit reduzierter Querschnitte in Wärmeübertragern, Sauggas- und Druckgasleitung.
- Wärmeübertrager (z. B. Verdampfer, Einspritzverteiler, Rohrstranglänge und Rohrgeometrie) und Armaturen an Massen- und Volumenverhältnisse anpassen.
- Bei thermostatischen Expansionsventilen Ausführungen für R290 bzw. R1270 verwenden.
- Für erhöhte Sauggasüberhitzung am Verdichtereintritt, inneren Wärmeübertrager zwischen Flüssigkeits- und Sauggasleitung einbauen.
 - Vorteile in Leistung, Leistungszahl (COP) und reduzierter Kältemittelkonzentration im Öl durch höhere zulässige Temperaturen.
 - Die Druckgastemperatur muss mindestens 20 K bei Hubkolbenverdichtern bzw. 30 K bei Kompaktschraubenverdichtern über der Verflüssigungstemperatur liegen.
- Durch die hohe kritische Temperatur ist R290 für den Einsatz bei höheren Verflüssigungstemperaturen genauso gut geeignet wie R22 – besser als R404A/R507A, R407A/F oder R410A .

verglichen mit	R290		
	AC	MT	LT
R410A	+60%	-	-
R404A	-	+15%	+5%
R134a	-25%	-30%	-
R22	+15%	+15%	+10%

Tab. 3: Beispielvergleich R290: ungefähr benötigte Änderung der Fördervolumenströme in typischen Anwendungen bei identischer Kälteleistung, siehe Abbildung 4, Seite 6

AC: Klimakühlung, MT: Normalkühlung, LT: Tiefkühlung

- Durch die hohe kritische Temperatur ist R1270 für den Einsatz bei höheren Verflüssigungstemperaturen besser geeignet als R404A/R507A, R407A/F oder R410A, jedoch nicht so gut wie R22 oder R290.

Auch die höhere Druckgastemperatur kann hierbei zu Einschränkungen führen.

verglichen mit	R1270		
	AC	MT	LT
R410A	+40%	-	-
R404A	-	-5%	-15%
R134a	-	-	-
R22	<-5%	-5%	-10%

Tab. 4: Beispielvergleich R1270: ungefähr benötigte Änderung der Fördervolumenströme in typischen Anwendungen bei identischer Kälteleistung, siehe Abbildung 4, Seite 6

AC: Klimakühlung, MT: Normalkühlung, LT: Tiefkühlung

5 Verdichtertechnik

BITZER Verdichter für die Kältemittel Propan R290 und Propen R1270 sowie andere Kohlenwasserstoffe, wurden einer Risikobewertung durch eine benannte Stelle unterzogen. Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der EU-Richtlinien 2006/42/EG, 2014/34/EU und 1999/92/EG sowie weiterer Verordnungen zur Produktsicherheit, Betriebssicherheit, Unfallverhütung und den entsprechenden Normen wie z.B. EN378.

Unter Voraussetzung einer Ausführung der Anlage entsprechend den anerkannten Regeln und Normen, des bestimmungsgemäßen Betriebs sowie sachkundiger Instandhaltung und Wartung, wird beim Einsatz der BITZER-Verdichter eine Gefährdung als äußerst gering angenommen.



Information

Für offene Verdichter gelten meistens die Bestimmungen einer Gefährdungszone. Dies bedingt zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen und elektrische Betriebsmittel in spezieller Ex-Ausführung für erhöhte Sicherheit.

5.1 Technische Ausführung der Verdichter

BITZER Verdichter für R290 und R1270 sind speziell für den Betrieb mit Kohlenwasserstoffen konzipiert und unterscheiden sich deshalb in der technischen Ausführung von den Verdichtern für HFKW- und HFCKW-Kältemittel. Dies betrifft die elektrische Ausrüstung, Sicherheitseinrichtungen, die Ölfüllung und das Ölsystem. Zur Unterscheidung gegenüber Verdichtern für fluorierte Kältemittel, erhält die Typenbezeichnung den Zusatz "P", z. B.

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter:
6FEP-50P
- Halbhermetische Kompaktschraubenverdichter:
CSHP8573-140P
- Halbhermetische Schraubenverdichter:
HSNP8571-125P
- Hermetische Scrollverdichter:
GSP80385ZLB4-2

Alle CSHP-Verdichter sind OEM-Produkte für den Einbau in Serienanlagen.

i Information

Für den Betrieb in einer ATEX-Zone bzw. Ex-Zone sind zwingend die Ex-Sonderausführungen der halbhermetischen Hubkolbenverdichter oder Kompaktschraubenverdichter auszuwählen.

Erläuterungen zu Ölen, Zubehör und den sicherheitstechnischen Merkmalen der Verdichter, siehe Kapitel Öle, Seite 10 und siehe Kapitel Verdichter und Zubehör, Seite 13.

5.2 Öle

Aufgrund der besonders hohen Löslichkeit von R290 und R1270 in herkömmlichen Ölen werden die BITZER R290/R1270-Verdichter mit einem speziellen Öl befüllt, das einen hohen Viskositätsindex und besonders gute tribologische Eigenschaften aufweist.

Bei den Hubkolbenverdichtern stehen zwei verschiedene Ölsorten zur Auswahl. Das PAG-Öl wird für kompakte Kreisläufe empfohlen.

Mit Blick auf die Löslichkeit ergeben sich besondere Anforderungen an die Ausführung, Betriebsweise und Steuerung von Verdichter und Anlage. Niedrige oder ungenügende Überhitzung im Betrieb und ungenügende Beheizung des Ölsumpfs während Stillstandsperioden führen zu starker Minderung der Ölviskosität im Verdichter. Die Folge sind Leistungsminderung, starker Verschleiß an Triebwerksteilen, erhöhter Ölwurf und Schaumbildung. Verdichter gegen "Nassbetrieb" absi-

chern und ausreichend hohe Sauggastemperatur gewährleisten – Druckgastemperatur muss mindestens 20 K bei Hubkolbenverdichtern bzw. 30 K bei Kompaktschraubenverdichtern über der Verflüssigungstemperatur liegen!

- Niedrige Öltemperaturen und hohen saugseitigen Stillstandsdruck verhindern, Ölheizung ist zwingend erforderlich, ggf. zusätzlich Abpumpschaltung vorsehen.
- Schnelle Änderungen des Saugdrucks vermeiden – Gefahr von Mischreibung durch starke Ausgasung des Kältemittels aus dem Öl und instabile Sauggasüberhitzung.
- Schnelle Änderungen des Verflüssigungsdrucks vermeiden – Gefahr starker Schaumbildung im Ölabscheider! Bei der Verwendung eines 4-Wege-Umkehrventils, z. B. in Wärmepumpen, ist die Umschaltung des Ventils nur bei nicht in Betrieb befindlichem Verdichter durchzuführen. Eine Umschaltung während des Verdichterbetriebs führt zu starken Druckschwankungen, die sich negativ auf die Schmierfähigkeit des verwendeten Öls auswirken. Alle Betriebszustände auf sicheren Betrieb prüfen!

5.3 Leistungsverhalten

Siehe dazu auch BITZER Software und Einsatzgrenzen in den Prospekten KP-100 (Hubkolbenverdichter) und SP-170 (Kompaktschraubenverdichter) und ESP-130 (Scrollverdichter). Einsatzgrenzen für andere halbhermetische Schraubenverdichter und für R1270 auf Anfrage.

- Die Kälteleistung von R290 ist etwas geringer als von R22.

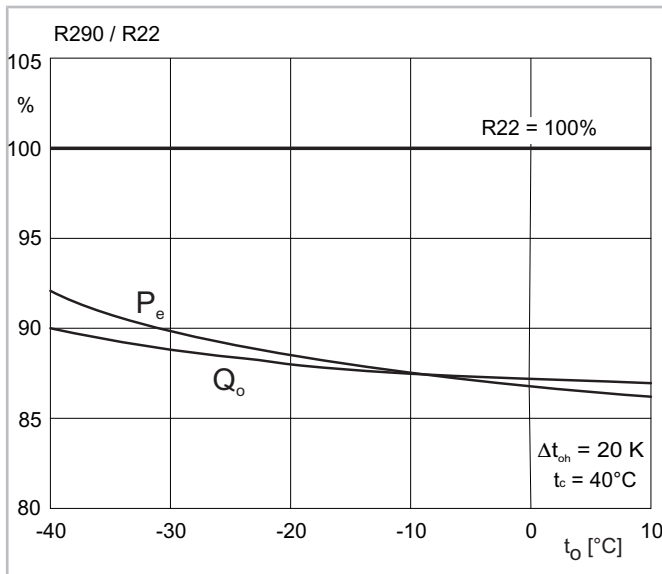


Abb. 7: Leistungsvergleich R290/R22 bei sauggasgekühlten halbhermetischen Hubkolbenverdichtern

- R1270 hat eine höhere Kälteleistung als R22 und liegt auf ähnlichem Niveau wie R404A/R507A.

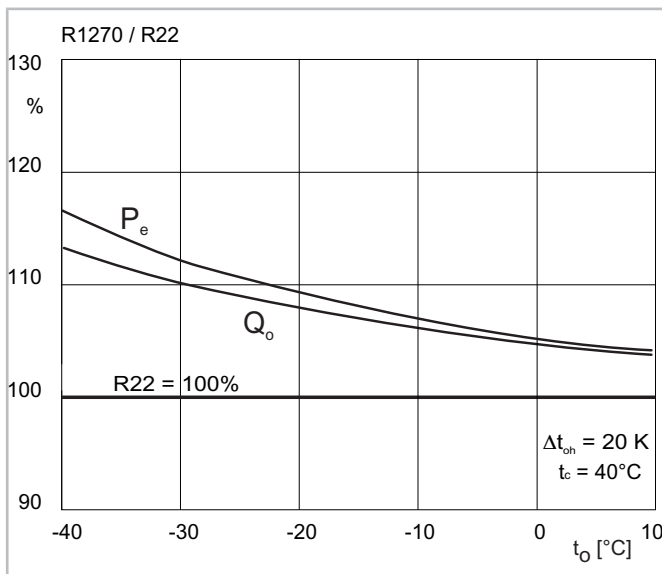


Abb. 8: Leistungsvergleich R1270/R22 bei sauggasgekühlten halbhermetischen Hubkolbenverdichtern

- Hinsichtlich der Leistungszahlen (COP) unterscheiden sich R290 und R1270 nur geringfügig von R22 (siehe Abbildung 7, Seite 11 und siehe Abbildung 8, Seite 11) und sind somit bei Normal- und Klimakühlung günstiger als R404A/R507A.
- Die Sauggasüberhitzung hat bei R290 und R1270 einen größeren Einfluss als bei R22. Beide profitieren in Leistung und Effizienz von nutzbarer Überhitzung. Der Einsatz eines Wärmeübertragers zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung ist deshalb vorteilhaft.
- Mit R1270 kann die höhere Druckgas- und Öltemperatur bei höheren Druckverhältnissen (z. B. Tiefkühlung und hohe Verflüssigungstemperatur) zu Einschränkungen führen.

5.4 Gewährleistung



Information

Die Gewährleistung für R290- und R1270-Verdichter erstreckt sich ausschließlich auf Herstellungsfehler. Sie gilt nicht für Schäden, die durch unsachgemäßen Einsatz oder Missachtung der jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften verursacht werden!

6 Sicherheitstechnische Anforderungen

Die folgenden Informationen beschreiben allgemeine Anforderungen und Empfehlungen. Die dabei aufgeführten EU-Richtlinien und Normen umfassen dabei nur einen Teil der relevanten Dokumente. Sie gelten auch nur für stationäre Anlagen.

i Information

Bei Einsatz von R290 und R1270 in Regionen außerhalb der EU, sind die dort geltenden länderspezifischen Verordnungen zu beachten.

i Information

Für den Betrieb in einer ATEX-Zone bzw. Ex-Zone sind zwingend die Ex-Sonderausführungen der halbhermetischen Hubkolbenverdichter oder Kompaktschraubenverdichter auszuwählen.

6.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Für die Ausführung, den Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsgruppe A3 gelten besondere Sicherheitsbestimmungen. Dazu gehören u. a. spezielle Schutzeinrichtungen gegen Drucküberschreitung und Besonderheiten in Ausführung und Anordnung elektrischer Betriebsmittel. Außerdem sind Maßnahmen zu ergreifen, die im Falle eines Kältemittelaustritts eine gefahrlose Entlüftung gewährleisten, damit kein zündfähiges Gasgemisch entstehen kann. Die Ausführungsbestimmungen sind in Normen festgelegt (z.B. EN378, ISO5149). Mit Blick auf die hohen Anforderungen und die Produkthaftung ist jedoch generell eine Risikobewertung durch eine benannte Stelle bzw. zusammen mit einer benannten Stelle zu empfehlen. Je nach Ausführung und Kältemittelfüllung, kann dabei eine Bewertung entsprechend EU Rahmenrichtlinien 2014/34/EU (ATEX 95) und 1999/92/EG (ATEX 137) erforderlich werden. Für den Betrieb der Anlage und den Schutz von Personen gelten üblicherweise nationale Verordnungen zur Produktsicherheit, Betriebssicherheit und zu Unfallvorschriften. Hierzu sind gesonderte Vereinbarungen zwischen Anlagenbauer und Betreiber zu treffen. Die erforderliche Risikobeurteilung der Anlage muss der Anlagenhersteller anfertigen. Die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für Aufstellung, Betrieb und Wartung der Anlage liegt dagegen in der Verantwortung des Betreibers bzw. Arbeitgebers.



GEFAHR

Explosionsgefahr und damit Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle! Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in der Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden!

Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden!

- Zündgrenzen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar, siehe auch Sicherheitsdatenblatt des Stoffes):
 - R290 zwischen 1,7 und 10,8 Vol.-%
 - R1270 zwischen 1,8 und 11,2 Vol.-%
 - R600 zwischen 1,4 und 9,5 Vol.-%
 - R600a zwischen 1,5 und 12,5 Vol.-%
- Zündtemperaturen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C
- Maschinenraum entsprechend EN378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.
- Zum Öffnen der Rohrleitungen nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!
- Bauteile, an denen Kältemittel austreten kann (z. B. Niederdruck- oder Hochdruckbegrenzer) nur außerhalb des Schaltschranks installieren!

Wenn sichergestellt wird, dass der Verdichter nicht in einer Ex-Zone betrieben wird, ist eine ATEX- bzw. Ex-Ausführung nicht erforderlich.

Das kann beispielsweise sichergestellt werden durch:

- eine Ventilation, die selbst bei dem größten angenommenen Leck keine explosionsfähige bzw. entflammbare Atmosphäre entstehen lässt.
- ein Abschalten der elektrischen Verbraucher deutlich unter der unteren Explosionsgrenze (UEG bzw. LFL), wofür ein Gassensor notwendig ist. Typischerweise ist der Abschaltwert des Sensors für die Anlage auf höchstens 20% des LFL eingestellt. Dafür bitte nationale Vorschriften und notifizierte Stellen zu Rate ziehen.

6.2 Verdichter und Zubehör

Dieses Kapitel beschreibt die vom Verdichter beim Einsatz von Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 ausgehenden zusätzlichen Restrisiken und gibt Erläuterungen dazu. Diese Informationen dienen dem Anlagenhersteller für die von ihm auszuführende Risikobewertung der Anlage. Diese Informationen können in keiner Weise die Risikobewertung für die Anlage ersetzen.

Bei der Ausführung, der Wartung und dem Betrieb von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsgruppe A3 gelten besondere Sicherheitsbestimmungen.

Die Verdichter für R290 und R1270 mit dem angebaute Zubehör sind bei Installation entsprechend der Betriebsanleitung im Normalbetrieb ohne Fehlfunktion frei von Zündquellen, die die brennbaren Kältemittel entzünden können. Sie gelten als technisch dicht. Die Verdichter und ggf. der Zusatzventilator dürfen in der Grundausführung nicht in zündfähiger Atmosphäre betrieben werden. Für den Betrieb in einer Ex-Zone sind die Ex-Sonderausführungen mit entsprechender Elektrik und Abnahme nötig.

Die getrennt mitgelieferten Bauteile, wie Zusatzventilator und Verdichterschutzgerät, sind nicht frei von Zündquellen. Sie dürfen nicht in zündfähiger Atmosphäre betrieben werden.

Die nachfolgende Beschreibung umfasst nur Komponenten, die von den Sicherheitsbestimmungen betroffen sind. Ansonsten gelten die oben erwähnten Vorschriften.



HINWEIS

Schutzart des elektrischen Anschlusskastens und elektrischen Zubehörs unbedingt gewährleisten!

Kabeldurchführungen mit höchster Sorgfalt und nur mit den dafür geeigneten Dichtelementen ausführen!

• Elektrischer Anschlusskasten

Der Anschlusskasten hat mindestens die Schutzart IP54. Das Schutzgerät darf nicht im Anschlusskasten des Verdichters installiert werden.

• Verdichterschutzgeräte

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter: SE-B*
- Schraubenverdichter: SE-E* oder SE-i1
- Scrollverdichter: SE-E4, SE-G4 oder SE-B*

Das Schutzgerät wird jeweils als Beipack geliefert und muss im Schaltschrank oder einem getrennten Klemmkasten installiert werden.

Prinzipschaltbilder für den Anschluss der Verdichterschutzgeräte finden sich in der Technischen Information AT-300 (HTML).



HINWEIS

Schutzgerät entsprechend Prinzipschaltbild anschließen.

Gefahr von Induktion! Nur abgeschirmte Kabel für die Verbindungsleitungen (PTC-Messkreis) zwischen Klemmen 1/2 (SE-B* und SE-E*) und 3/4 (Stromdurchführungsplatte) verwenden. Druckgastemperaturfühler in Reihe zu Klemmen 3/4 einbinden.

Beim Einbau der Schutzgeräte für Schrauben- und Scrollverdichter in den Schaltschrank beachten:



HINWEIS

Gefahr von Verdichterausfall!

Verdichter nur in der vorgeschriebenen Drehrichtung betreiben!

- Kabel an den Anschlussbolzen des Motors in folgender Reihenfolge anschließen:
 - schwarzes Kabel auf 1 bei Schraubenverdichtern, bzw. L1 bei Scrollverdichtern
 - braunes Kabel auf 2 bei Schraubenverdichtern, bzw. L2 bei Scrollverdichtern
 - blaues Kabel auf 3 bei Schraubenverdichtern, bzw. L3 bei Scrollverdichtern
 - Mit Drehfeld-Messgerät kontrollieren!
- In die Verbindungskabel des Schutzgeräts, die zu den Motorbolzen 1/2/3 bei Schraubenverdichtern, bzw. L1/L2/L3 bei Scrollverdichtern führen, müssen zusätzliche Sicherungen (500 mA) eingebaut werden.
- Induktionsgefahr! Für die Verbindung zu Motor- und Öltemperatur-PTC dürfen nur abgeschirmte oder verdrehte Kabel benutzt werden.
- Klemmen T1-T2 bei Schraubenverdichtern, bzw. M1-M2 bei Scrollverdichtern an Verdichter und 1-2 am SE-B* und SE-E* sowie 1-8 am SE-C1 dürfen nicht mit Steuer- oder Betriebsspannung in Berührung kommen.

- **Einsatz von externen Frequenzumrichtern (FU), z. B. BITZER VARIPACK Frequenzumrichter zur Drehzahlregelung**

FU in den Schaltschrank einbauen. Abgeschirmte Kabel zwischen FU und Verdichter sowie metallische Kabelverschraubungen verwenden.

BITZER VARIPACK Frequenzumrichter nicht in zündfähiger Atmosphäre einsetzen!

- **Anlaufentlastung / Leistungsregelung / Ölheizung / Zusatzlüfter für halbhermetische Hubkolbenverdichter**

Sind als optionales Zubehör lieferbar. Sie haben mindestens die Schutzart IP54 (Ausnahme: Bei Zusatzlüfter für 2KESP .. 2CESP: Schutzart IP44).

- **Öldifferenzdruckschalter / Ölniveauüberwachung**

Elektronische Ölniveauüberwachung OLC-K1 (Verdichter Serien CE3 / CE4S), elektronischer Öldifferenzdruckschalter Delta-PII (Verdichter Serien BE5 / BE6 / CE8) sowie opto-elektronische Ölniveauüberwachung OLC-D1-S (Kompaktschraubenverdichter CSH/CSW) und OLC-D1-D (Ölabscheider für Schraubenverdichter) sind als optionales Zubehör lieferbar. Sie sind in Schutzart IP54 oder höher ausgeführt.

- **Druckentlastungsventil**

Hubkolben- und Schraubenverdichter für R290 und R1270 sind standardmäßig mit einem internen gegendruckabhängigen Druckentlastungsventil ausgerüstet.

- **Sicherheitseinrichtungen zur Druckbegrenzung**

- Sicherheitsdruckbegrenzer zum Schutz gegen zu hohen Druck müssen entsprechend den Anforderungen der Sicherheitsbestimmung (z.B. EN 378-2) ausgeführt und eingesetzt werden.
- Ein Druckwächter zur Absicherung gegen zu niedrigen Druck ist ebenfalls zu empfehlen. Die Einstellung sollte so erfolgen, dass ein Betrieb im Vakuum sicher vermieden wird. Im Falle einer Leckage könnte Luft eingesaugt werden und zu einer zündfähigen Mischung mit dem Kältemittel führen. Die Risikobeurteilung der Verdichter umfasst nur den Betrieb oberhalb des Umgebungsdruckes.

- **Kennzeichnung**

Beschreibung, siehe Kapitel Kennzeichnung Propan-/ Propenverdichter, Seite 3.

6.2.1 Weitere BITZER Produkte zur Anwendung mit halogenfreien Kohlenwasserstoffen

Die folgenden BITZER Produkte zur Anwendung mit halogenfreien Kohlenwasserstoffen sind zum Einbau in Kälteanlagen entsprechend der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und der EU-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU vorgesehen.

- Wassergekühlte Verflüssiger (siehe Prospekt DP-200).
- Flüssigkeitssammler (siehe Prospekt DP-300).
- Ölabscheider (siehe Prospekt DP-500).

7 Installation und Wartung

In der nachfolgenden Aufstellung werden einige der wesentlichen Richtlinien zusammengefasst. Weitere Informationen siehe Kapitel Eigenschaften von Propan und Propen und daraus resultierende Anlagen- und Auslegungskriterien, Seite 5 und siehe Kapitel Verdichtertechnik, Seite 9. Darüber hinaus sind die jeweils gültigen Ausführungs- und Sicherheitsbestimmungen für Kälteanlagen zu berücksichtigen.

Diese Informationen können zur Gefährdungsbeurteilung beitragen, sie aber nicht ersetzen. Die Gefährdungsbeurteilung liegt in der Verantwortung des Betreibers bzw. Arbeitgebers.



GEFAHR

Explosionsgefahr und damit Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle! Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in der Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden!
Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden!

- Zündgrenzen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar, siehe auch Sicherheitsdatenblatt des Stoffes):
 - R290 zwischen 1,7 und 10,8 Vol.-%
 - R1270 zwischen 1,8 und 11,2 Vol.-%
 - R600 zwischen 1,4 und 9,5 Vol.-%
 - R600a zwischen 1,5 und 12,5 Vol.-%
- Zündtemperaturen in Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C

- Maschinenraum entsprechend EN378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.
- Zum Öffnen der Rohrleitungen nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!
- Bauteile, an denen Kältemittel austreten kann (z. B. Niederdruck- oder Hochdruckbegrenzer) nur außerhalb des Schaltschranks installieren!

Wenn sichergestellt wird, dass der Verdichter nicht in einer Ex-Zone betrieben wird, ist eine ATEX- bzw. Ex-Ausführung nicht erforderlich.

Das kann beispielsweise sichergestellt werden durch:

- eine Ventilation, die selbst bei dem größten angenommenen Leck keine explosionsfähige bzw. entflammbare Atmosphäre entstehen lässt.
- ein Abschalten der elektrischen Verbraucher deutlich unter der unteren Explosionsgrenze (UEG bzw. LFL), wofür ein Gassensor notwendig ist. Typischerweise ist der Abschaltwert des Sensors für die Anlage auf höchstens 20% des LFL eingestellt. Dafür bitte nationale Vorschriften und notifizierte Stellen zu Rate ziehen.

7.1 Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an Propan- und Propenverdichtern erfordern eine spezifische Einweisung und Sachkunde im Umgang mit Propan und Propen als Kältemittel R290 und R1270 und dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Voraussetzungen für den Bau, Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit Propan und Propen sind eine spezifische Sachkunde und strikte Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften und Richtlinien für brennbare Kältemittel der Sicherheitsgruppe A3. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

7.2 Allgemeine Richtlinien für die Installation und Wartung von Kälteanlagen mit Propan und Propen

- Für Rohrverbindungen, Löt- und Schweißverbindungen bevorzugen (dauerhaft geschlossen nach EN378-1).
- Auf Kapillarrohre verzichten, metallische Rohrverbindungen oder geeignete, flexible Kältemittelleitungen verwenden. Hinweis: flexible Kältemittelleitungen müssen beispielsweise nach deutschen Vorschriften (BGR 500) alle 6 Monate auf Dichtheit geprüft werden.
- Löten nur unter Schutzgas. Getrockneten Stickstoff verwenden. R290 und R1270 nicht als Schutzgas verwenden!
- Speziell für R290 und R1270 ausgelegte Wärmeübertrager, Expansionsventile, sonstige Regelgeräte sowie Druckbegrenzer und Sicherheitsdruckbegrenzer verwenden.
- Bei Installationen im Innenbereich, vor dem Einfüllen von Kältemittel, Raumlüftung einschalten.
- Bedingt durch die geringe Flüssigkeitsdichte ist die maximal mögliche Kältemittelfüllung (bezogen auf das Gewicht) wesentlich geringer als bei R22 oder R404A.
Maximale Füllmenge pro 1 dm³ Volumen (20°C Flüssigkeitstemperatur, 90% Behälterinhalt):
– R22 -> 1,09 kg // R404A -> 0,96 kg
– R290 -> 0,45 kg // R1270 -> 0,46 kg
- Sofort nach Inbetriebnahme, Rohrleitungen auf abnorme Schwingungen überprüfen (Bruchgefahr). Bei Bedarf zusätzliche Sicherungsmaßnahmen ergreifen.
- Bei Einsatz saugseitiger ReinigungsfILTER, Filtereinsätze nach ca. 100 Betriebsstunden wechseln. Hinweise zur Entsorgung, siehe folgender Abschnitt.

Wartungsarbeiten



HINWEIS

Gefahr von Funkenbildung durch unbeabsichtigte Schaltvorgänge oder Überhitzung der Ölheizung bei Ölwechsel.

Vor Eingriffen in den Kältekreislauf, Stromversorgung am Hauptschalter unterbrechen!
Besondere Vorschriften für Lagerung und Transport von brennbaren Gasen beachten.
Bei Wartungsarbeiten im Innenbereich generell Raumlüftung einschalten!

HINWEIS

Gefahr von Funkenbildung, bei Entladung elektrostatischer Aufladung!

Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung von nichtmetallischen Bauteilen, Werkzeugen, Hilfsmitteln sowie Kleidung treffen! Z.B.: Geeignete, antistatische Kleidung tragen, funkenfreie Werkzeuge verwenden. Ggf. zusätzliche Erdung leitfähiger Teile vornehmen.

- Eine regelmäßige Prüfung der Sicherheitsgeräte (mindestens einmal pro Jahr) ist vorgeschrieben.
- Bei Reparatur kann R290 und R1270 abgesaugt und wieder verwendet werden, sofern kein Fremdgas in der Anlage ist oder eine anderweitige Kontamination vorliegt. Vor Neubefüllung der Anlage, mit getrocknetem Stickstoff spülen, neuen Filtertrockner einbauen und evakuieren.
- Das Umfüllen oder Ableiten (Abfackeln) von R290/ R1270 nur unter den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen ausführen. Lufteintritt in den Kreislauf vermeiden!
- Gebrauchte Trockner oder Blockfiltereinsätze enthalten Restmengen an brennbarem R290 bzw. R1270. Mit Stickstoff spülen und geeignete Entsorgung gewährleisten.

HINWEIS

Brandgefahr!

Das Gebrauchtöl enthält relativ viel gelöstes Kältemittel.

Gebrauchtöl sicher verpacken. Umweltgerecht entsorgen.

Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Propan, R290 oder Propen, R1270 und niedrig-fluorierte brennbare Kältemittel, beispielsweise R1234yf lösen sich bei Raumtemperatur gut im Kältemaschinenöl. Das betrifft ebenso Kältemittelgemische, die diese Substanzen enthalten.

Gebrauchtöl aus solchen Anlagen kann auch bei Atmosphärendruck noch relativ hohe Anteile gelöster brennbarer Gase enthalten. Diese Anteile gasen aus.

Bei Lagerung und Transport beachten:

- ▶ Gebrauchtöl in druckfeste Behälter einfüllen.
- ▶ Behälter mit Stickstoff als Schutzgas befüllen und verschließen.
- ▶ Behälter kennzeichnen, z. B. mit dem Warnzeichen "feuergefährlicher Stoff" W021 aus ISO7010.

Bei Verdichteraustausch:

- ▶ Verdichter komplett geschlossen halten (Absperrentile schließen!).
- ▶ Kältemittel absaugen.
- ▶ Verdichter mit Schutzgas (getrockneter Stickstoff) füllen (0,2 .. 0,5 bar Überdruck).
- ▶ Sicherstellen, dass das Logo "Achtung Brandgefahr" (ISO7010 W021), siehe Kapitel Kennzeichnung Propan-/ Propenverdichter, Seite 3 gut sichtbar am Verdichter angebracht/zu sehen ist.

8 Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW-Anlagen auf R290 oder R1270

Aus rein kältetechnischer Sicht ist eine Umstellung von R22- oder R404A/R507A-Anlagen möglich, sofern die Auslegung der Hauptkomponenten (Verdichter, Verdampfer, Verflüssiger, Flüssigkeitssammler) eine solche Maßnahme zulässt – siehe Kapitel Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R290 und R1270, Seite 7 und siehe Kapitel Verdichtertechnik, Seite 9. Mit Blick auf die spezifischen Eigenschaften von R290 und R1270 werden jedoch Änderungen bei Armaturen und ein Austausch des Öls erforderlich. Allerdings erscheint eine Umstellung aufgrund der notwendigen Schutzmaßnahmen nur in Ausnahmefällen praktisch möglich. Sie beschränkt sich auf Anlagen, die mit vertretbarem Aufwand den entsprechenden Sicherheitsvorschriften für Kältemittel der Gruppe A3 angepasst werden können.

9 Schriftliche Vereinbarung

Mit Blick auf die besonderen Bedingungen beim Einsatz von brennbaren Kältemitteln wird zwischen dem Hersteller der Anlage und BITZER eine schriftliche Vereinbarung gemacht, in der die jeweiligen Verantwortlichkeiten aufgeführt sind.

Table of contents

1	Introduction	18
2	Safety	18
2.1	Authorized staff.....	18
2.2	Marking of the propane/propene compressors	18
2.3	Residual risks	18
2.4	Safety references.....	19
2.4.1	General safety references	19
3	Application ranges and refrigerant specification	19
4	Properties of propane and propene and the resulting system and design criteria	20
4.1	Comparison of R290 and R1270 with other refrigerants	20
4.2	General chemical and physical properties of R290 and R1270.....	22
4.2.1	Solubility of R290 and R1270 in oil	22
4.2.2	Cleaning effect of R290 and R1270	23
4.2.3	Water content of R290 and R1270.....	23
4.3	Thermodynamic properties of R290 and R1270	23
4.4	Resulting selection criteria or measures	24
5	Compressor technology	25
5.1	Technical design of the compressors	25
5.2	Oils.....	25
5.3	Performance characteristics	26
5.4	Warranty	26
6	Technical safety requirements	26
6.1	General safety references	27
6.2	Compressor and accessories	27
6.2.1	Further BITZER products for application with halogen-free hydrocarbons	29
7	Installation and Maintenance	29
7.1	Authorized staff.....	30
7.2	General guidelines for the installation and maintenance of refrigeration systems with propane and propene.....	30
8	Conversion of existing (H)CFC and HFC systems to R290 or R1270	31
9	Written agreement	31

1 Introduction

The priorities of this Technical Information are the relevant criteria and measures in terms of application technology when using BITZER compressors with propane (R290) or propene (R1270) for installation in commercial and industrial refrigeration, air-conditioning and heat pump systems according to the Machinery Directive 2006/42/EC.

Due to the flammability of these hydrocarbons, planning, construction and operation of such systems are subject to special safety regulations limiting their general use (e. g. Ex protection directives, operational safety regulations and limits on the maximum charge of refrigerant). The required risk assessment of the system must be prepared by the system manufacturer. However, the hazard assessment for installation, operation and maintenance of the system is the responsibility of the end user respectively employer.

i Information

In its essential aspects, the contents of this Technical Information also apply to R600a (isobutane). When used in commercial systems, R600a is suitable in particular for high-temperature applications (e.g. high-temperature heat pumps) at condensing temperatures of up to approx. 110°C. However, due to specific requirements, a customized selection of the compressors is required (upon request).

2 Safety

2.1 Authorized staff

Any work performed on propane and propene compressors requires specific training and competence in handling propane and propene as refrigerants R290 and R1270 and shall only be performed by staff who have been trained and instructed accordingly. The prerequisites for the construction, operation and maintenance of refrigeration systems with propane and propene include specific competence and strict observation of the current safety regulations and directives for flammable refrigerants of A3 safety group. The local regulations and directives with respect to the qualification and competence of the staff shall apply.

2.2 Marking of the propane/propene compressors

The compressors and the system must be marked with the logo "Attention! Risk of Fire" (ISO7010 / ISO3864) in a clearly visible location, see figure 1, page 18. This logo must also remain on the compressor if it is returned to the manufacturer. BITZER compressors in R290 and R1270 designs (added P) are already provided with this marking.



Fig. 1: Hazard symbol "Attention Risk of Fire" (ISO7010 W021)

2.3 Residual risks

The products, electronic accessories and further system components may present unavoidable residual risks. Therefore, any person working on it must carefully read this document! The following are mandatory:

- relevant safety regulations and standards
- generally accepted safety rules
- EU directives
- national regulations and safety standards

Depending on the country, different standards are applied when installing the product, for example: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

2.4 Safety references

Safety references are instructions intended to prevent hazards. They must be stringently observed!



NOTICE

Safety reference to avoid situations which may result in damage to a device or its equipment.



CAUTION

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which may result in minor or moderate injury.



WARNING

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which could result in death or serious injury.



DANGER

Safety reference to avoid an imminently hazardous situation which may result in death or serious injury.

2.4.1 General safety references



DANGER

Risk of explosion and thus danger of death in the event of refrigerant outlet and in the presence of an ignition source!

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air!

Avoid open fire and ignition sources in the machinery room and in the hazardous zone!

- Observe the flammability limits in air (at 20°C and 1013 mbar, see also safety data sheet of the substance):
 - R290 between 2.1 and 9.5% by volume
 - R1270 between 2.4 and 10.4% by volume
 - R600 between 1.4 and 9.5% by volume
 - R600a between 1.5 and 12.5% by volume
- Observe ignition temperatures in air (at 20°C and 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C

- Ventilate the machinery room according to EN378 or install an extraction device.
- To open the pipes, use only pipe cutters; do not use an open flame!
- Do not install components from which refrigerant may leak (e.g. low and high pressure cut-out) inside the switch cabinet!

If it is guaranteed that the compressor will not be operated in an Ex zone, an ATEX or Ex design is not required.

This can be guaranteed, for example, by:

- Ventilation that prevents an explosive or flammable atmosphere even if the greatest possible leak is assumed.
- Shutting off the electric consumers clearly below the lower explosive limit (LEL or LFL), which will require a gas sensor. Typically, the shut-off value of the sensor for the system is set to a maximum of 20% of the LFL. For information on this, please consult national regulations and notified bodies.

3 Application ranges and refrigerant specification

Application ranges

- R290 for low-temperature and medium-temperature applications, air conditioning applications and heat pumps
- R1270 for low-temperature and medium-temperature applications
- R600 and R600a for heat pumps



WARNING

Risk of bursting due to counterfeit refrigerants! Serious injuries are possible!

Purchase refrigerants only from reputable manufacturers and reliable distributors!



DANGER

Risk of bursting of the refrigerant bottle due to excessive pressure!

Do not overcharge the refrigerant bottle! Never charge more than 80% of the bottle volume with liquid (at 25°C).

Example comparison of H(C)FC refrigerants and halogen-free hydrocarbons: only charge approx. 40% of the net weight (example: R22 10 kg -> R290 4 kg).

Refrigerant specification

Purchase R290/R1270 in refrigerant grade according to DIN 8960:1998 or equivalent (see table 1, page 20).

- Avoid high moisture content!
- Use moisture indicators with defined indication of the degree of drying (< 50 ppm) and a generously sized drier.

This data is also valid for applications with other hydrocarbons and mixtures.

	Requirements	Unit
Refrigerant purity ①	≥ 99.5	% by mass
Organic impurities	≤ 0.5	% by mass
1,3-Butadiene ②	≤ 5	ppm (mass)
Hexane	≤ 50	ppm (mass)
Benzene ③	≤ 1	ppm (substance)
Sulphur	≤ 2	ppm (mass)
Temperature glide of evaporation	≤ 0.5	K (at 5-97% of distill.)
Non-condensable gases	≤ 1.5	% by volume of the vapour phase
Water ④	≤ 25	ppm (mass)
Acid content	≤ 0.02	mg KOH/g total acid number
Evaporation residues	≤ 50	ppm (mass)
Solid residues	None	Visual inspection

Tab. 1: Requirements for hydrocarbons according to DIN 8960:1998

①: This content is not expressly stated in DIN 8960. Only the impurities are listed and limited. The main content is the remainder to make 100%.

②: The requirement applies to each single substance from the group of polyunsaturated hydrocarbons.

③: The requirement applies to each single substance from the group of aromatics.

④: Preliminary limit, may be subject to change due to experience.

4 Properties of propane and propene and the resulting system and design criteria

4.1 Comparison of R290 and R1270 with other refrigerants

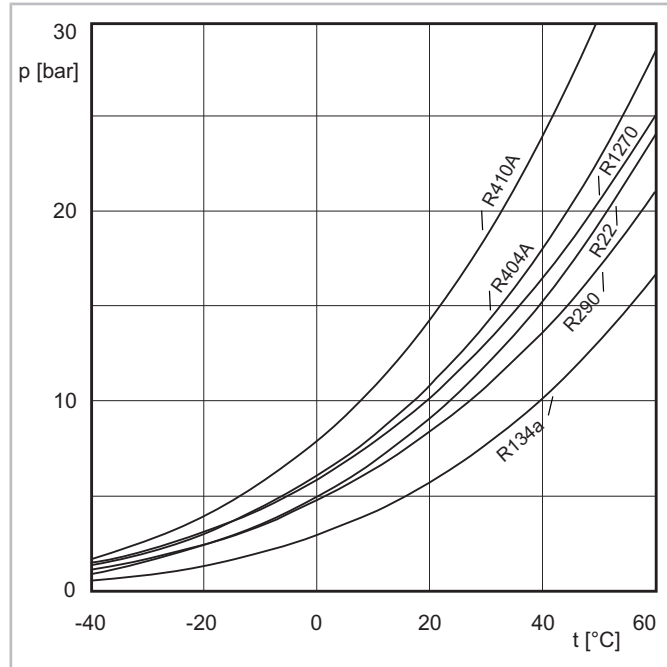


Fig. 2: Vapour pressure curves of R290 and R1270 compared with R22 and HFC refrigerants

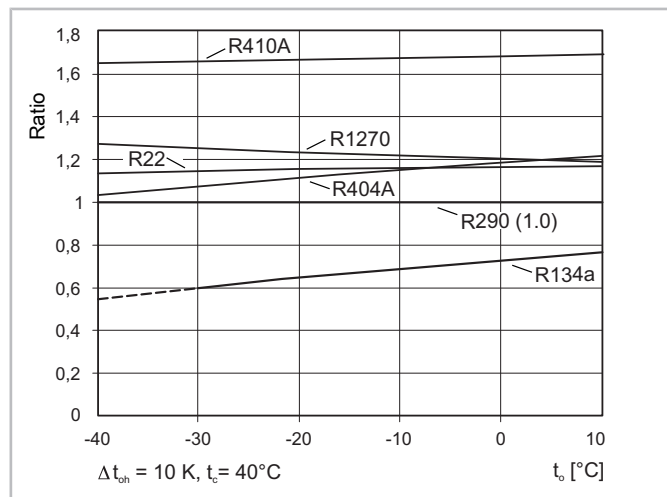


Fig. 3: Volumetric refrigerating capacity of various refrigerants compared with R290 at identical suction gas volume flows

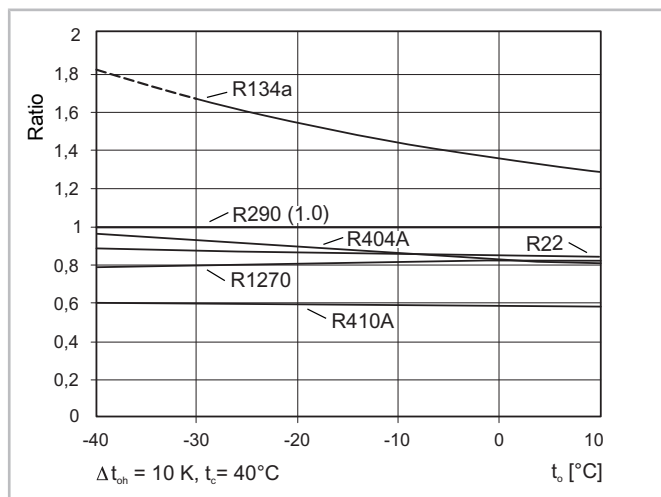


Fig. 4: Suction gas volume flow of various refrigerants compared with R290 at identical refrigerating capacities

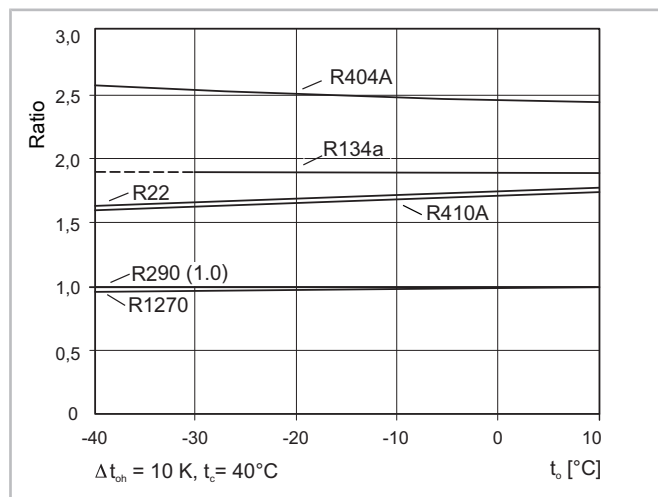


Fig. 5: Mass flow of various refrigerants compared with R290 at identical refrigerating capacities

Symbol			R290	R1270	R600	R600a	R22	R404A	R410A	R134a
M	Molecular mass	g/mol	44.1	42.1	58.1	58.1	86.5	97.6	72.6	102
K	Isentropic exponent at 20°C, 1013 mbar	c_p/c_v	1.13	1.15	1.11	1.09	1.18	1.12	1.17	1.11
t_n	Normal boiling point	°C	-41.6	-47.6	-0.5	-11.6	-40.8	-46.2	-51.4	-26.1
ρ	Density of the liquid	kg/dm ³ (40°C)	0.47	0.48	0.55	0.53	1.13	0.97	0.98	1.15
p	Vapour pressure -10°C	bar	3.42	4.30	0.70	1.08	3.54	4.34	5.72	2.01
p	Vapour pressure +40°C	bar	13.7	16.5	3.78	5.3	15.3	18.2	24.1	10.2
t_{cr}	Critical temperature	°C	96.8	91.1	152.0	134.7	96.1	72	71.3	101.1
p_{cr}	Critical pressure	bar	42.6	45.5	38.0	36.3	49.9	37.3	49	40.7
LFL	Lower flammability limit	% by volume	1.7	1.8	1.4	1.5	-	-	-	-
UFL	Upper flammability limit	% by volume	10.8	11.2	9.5	12.5	-	-	-	-
AEL	Toxicity	ppm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ODP	Ozone depletion potential		0	0	0	0	0.055	0	0	0
GWP	Global warming potential		3	3	4	3	1810	3922	2088	1430

Tab. 2: Properties of R290 and R1270 compared with R22 and HFC refrigerants

Global warming potential: according to IPCC IV (time horizon 100 years), also basis for the EU F-Gas Regulation 517/2014.

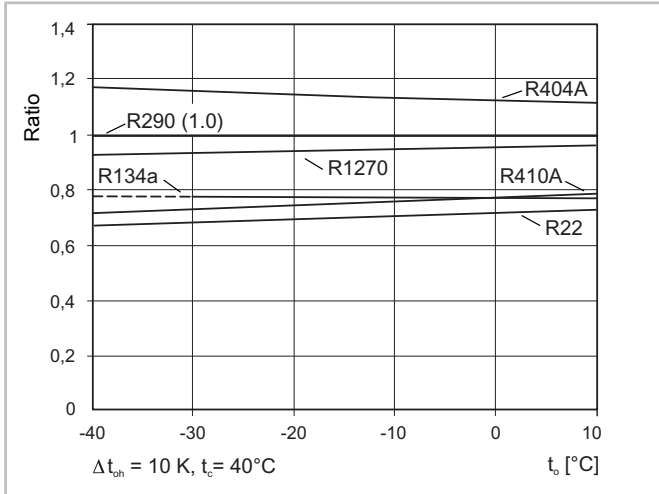


Fig. 6: Liquid volume flow of various refrigerants compared with R290 at identical refrigerating capacities

4.2 General chemical and physical properties of R290 and R1270

Overview, see table 2, page 21.

- Naturally occurring halogen-free hydrocarbons
 - without ozone depletion potential ODP.
 - with negligible global warming potential GWP.
- R290: odour- and colourless.
- R1270: odour of petroleum, colourless.
- Low toxicity (MAC or AEL 1000 ppm).
- Flammable, forms explosive mixtures with air, see table 2, page 21.
- Uncritical in connection with conventional metals and elastomers. For R600a (isobutane), elastomers may have restrictions – individual testing required. Avoid zinc and aluminium alloys containing more than 2% of magnesium, since otherwise undesirable reactions with oil might occur.

4.2.1 Solubility of R290 and R1270 in oil

- The extremely high solubility in all common oils results in a reduction of the oil viscosity in the compressor, in particular at low oil temperatures and high suction pressure.

Consequences:

- Strong gas discharge effect in the oil sump and lubrication gaps upon reduction in pressure.
- Foaming, resulting in increased oil carry over.
- Reduced performance and heavy wear on drive gear parts (see chapter Oils, page 25).

Measures:

- Use oil with high basic viscosity, high viscosity index and good lubricating properties.
- Select the minimum possible refrigerant charge.
- Use a generously sized oil heater.
- Install a solenoid valve in liquid line and, if necessary, a check valve in discharge gas line (as additional safety against refrigerant migration during standstill).
- Install compressor in temperature-controlled environment and insulate it if necessary.
- When there is a risk of high shut-off pressures on the suction side and long cut-out periods:

Provide an automatic or at least a one-off pump down system!

Set cut-out pressure only slightly lower than the lowest evaporation pressure during operation. In doing so, avoid vacuum operation under all circumstances!

- Ensure sufficiently high suction gas superheat. The discharge gas temperature for reciprocating compressors must be at least 20 K and that for compact screw compressors at least 30 K above the condensing temperature in summer and winter operation. For medium-temperature and low-temperature applications and heat pump systems, use the heat exchanger between the suction gas and liquid lines.
- Secure system against "wet operation" during start-up and operation – use expansion devices with stable control behaviour. With electronic expansion valves, set a specific degree of opening after defrosting and the like, if necessary, use a suction accumulator.
- Recommendation for systems with foreseeable long shut-off periods (e.g. only seasonally operated systems or precharged systems that are stored or transported for several weeks before commissioning): To prevent refrigerant migration during the shut-off periods, the shut-off valves on the compressor should be closed after a single pump-down.

4.2.2 Cleaning effect of R290 and R1270

- Hydrocarbons are good solvents for deposits, drawing greases and oils in the pipework.

Consequences:

Heavy deposits of dirt in the compressor and in the control devices:

Measures:

- Maintain a high level of cleanliness – carefully clean pipelines and components.
- Perform soldering work only under a protective charge – use dried nitrogen.
- Observe purity requirements according to DIN 8964 or comparable standards.
- For widely branched systems, use suction side cleaning filters.

4.2.3 Water content of R290 and R1270

- R290 and R1270 of a high degree of purity do not contain any elements that tend to form acids. However, a high moisture content should be avoided.

Consequences:

- Risk of crystal formation in expansion devices.
- At high pressure and low temperature: Formation of gas hydrates in the liquid that may clog up narrow passages in the system.

Measures:

- Use a refrigerant containing only little non condensable gases and no additives.
- Use a high propane or propene grade ("2.5" or comparable) having a purity of 99.5 % (see table 1, page 20).
- Avoid entry of non condensable gases and moisture.
- Install a generously sized drier – design and dimensions according to manufacturer's specifications.
- Use moisture indicators with defined display of the degree of drying (< 50 ppm).
- For tightness tests and high-pressure tests, use preferably dried nitrogen. When testing with dried air, the compressor must not be included (keep shut-off valves closed!).
- Use two-stage vacuum pumps with gas ballast (1.5 mbar "standing vacuum") to avoid condensation of water vapour. Use large connection dimensions.

- Keep compressor shut-off valves closed until the last evacuation process!

4.3 Thermodynamic properties of R290 and R1270

R290 has favourable thermodynamic properties and a low energy requirement during compression. The pressure levels and volumetric refrigerating capacity are similar to values of R22 (see figure 2, page 20 und see figure 3, page 20), but there are larger deviations for enthalpy, density, mass flow and isentropic exponent (allowable temperatures). There are even larger differences with respect to R404A/R507A, R134a and R410A.

R1270 also has favourable thermodynamic properties and a low energy requirement during compression. However, the pressure levels and volumetric refrigerating capacity are higher than for R290 and R22, see figure 2, page 20 und see figure 3, page 20.

- High enthalpy of evaporation:
At -10/40°C about 1.7 times R22 and 2.5 times R404A/R507A.
- Low refrigerant mass flow:
At identical refrigerating capacities approx. 55-60% compared with R22 and approx. 40% compared with R404A/R507A (see figure 5, page 21).
- Low vapour density (approx. 50% compared with R22 at 20°C and 1013 mbar) and liquid density (approx. 40% at 45°C compared with R22), resulting in low pressure losses in pipelines and heat exchangers.
- Good heat transfer values, among other things, due to intense boiling and good oil solubility.
- Extremely low discharge gas and oil temperatures for R290 (isentropic exponent $R290 = 1.13 / R22 = 1.18$).
Lower discharge gas and oil temperatures of R1270 than R22 (isentropic exponent $R1270 = 1.15 / R22 = 1.18$), but higher than R404A/R507A.
At low suction gas superheat and/or operation at small pressure ratios, there is a risk of increased refrigerant solution in the oil.
- High superheat enthalpy, relative to the change in volume. With increasing useful superheat, increasing volumetric refrigerating capacity
- High critical temperature (R290: 96.7°C, R1270: 91.1°C), but for R1270 slightly below R22.

4.4 Resulting selection criteria or measures

- Identical dimensions of the liquid line such as for R22 (higher liquid volume flow, but lower pressure drop due to lower density), see figure 6, page 22.
- Potential for minimum refrigerant charge (mass approx. 40-60% compared with fluorinated refrigerants) – due to lower liquid density and the option of reduced cross-sections in heat exchangers, suction gas and discharge gas lines.
- Adjust heat exchangers (e.g. evaporators, injection distributors, pipe length and pipe geometry) and fittings to the mass and volume ratios.
- For thermostatic expansion valves, use designs for R290 or R1270.
- For increased suction gas superheat at the compressor inlet, install an internal heat exchanger between the liquid line and the suction gas line.
 - Advantages in terms of performance, coefficient of performance (COP) and reduced refrigerant concentration in the oil are achieved due to higher allowable temperatures.
 - For reciprocating compressors, the discharge gas temperature must be at least 20 K and for compact screw compressors 30 K above the condensing temperature.
- Due to the high critical temperature, R290 is equally suitable for use at higher condensing temperatures as R22 – better than R404A/R507A, R407A/F or R410A.

compared with	R290		
	AC	MT	LT
R410A	+60%	-	-
R404A	-	+15%	+5%
R134a	-25%	-30%	-
R22	+15%	+15%	+10%

Tab. 3: Exemplary comparison R290: approximately required change of the displacements in typical applications at identical refrigerating capacities, see figure 4, page 21

AC: Air-conditioning application MT: Medium-temperature application LT: Low-temperature application

- Due to the high critical temperature, R1270 is more suitable for use at higher condensing temperatures than R404A/R507A, R407A/F or R410A, but not as suitable as R22 or R290. The higher discharge gas temperature may also lead to restrictions in this case.

compared with	R1270		
	AC	MT	LT
R410A	+40%	-	-
R404A	-	-5%	-15%
R134a	-	-	-
R22	<-5%	-5%	-10%

Tab. 4: Exemplary comparison R1270: approximately required change of the displacements in typical applications at identical refrigerating capacities, see figure 4, page 21

AC: Air-conditioning application MT: Medium-temperature application LT: Low-temperature application

5 Compressor technology

BITZER compressors for the refrigerants propane R290, propene R1270 and other hydrocarbons were subjected to a risk assessment by a notified body. The assessment took place on the basis of EU Directives 2006/42/EC, 2014/34/EU and 1999/92/EC and other regulations for product safety, operating reliability, accident prevention and the relevant standards such as EN378.

Provided that the system has been designed in accordance with recognized rules and standards, operated as intended, and maintained and serviced by qualified personnel, the risk associated with the use of BITZER compressors is assumed to be extremely low.

i Information

Open drive compressors are in most cases subject to the regulations for hazardous zones. This requires additional safety measures and electrical operating equipment in special Ex design for increased safety.

5.1 Technical design of the compressors

BITZER compressors for R290 and R1270 have been designed especially for operation with hydrocarbons, which is why they differ in their technical design from the compressors for HFC and HCFC refrigerants. This applies to the electrical equipment, the safety devices, the oil charge and the oil system. To distinguish them from compressors for fluorinated refrigerants, a "P" is added to the model designation.

- Semi-hermetic reciprocating compressors:
6FEP-50P
- Semi-hermetic compact screw compressors:
CSHP8573-140P
- Semi-hermetic screw compressors:
HSNP8571-125P
- Hermetic scroll compressors:
GSP80385ZLB4-2

All CSHP compressors are OEM products for installation in series systems.

i Information

For operation in an ATEX zone or Ex zone, it is imperative to select special Ex designs of the semi-hermetic reciprocating compressors or compact screw compressors.

For explanations on oils, accessories and safety features of the compressors, see see chapter Oils, page 25 and see chapter Compressor and accessories, page 27.

5.2 Oils

Owing to the particularly high solubility of R290 and R1270 in conventional oils, the BITZER compressors for R290/R1270 are charged with a special oil that has a high viscosity index and particularly good tribological properties.

For the reciprocating compressors, there are two different oil types to choose from. The PAG oil is recommended for compact circuits.

With regard to solubility, there are special requirements for the design, operating mode and control of the compressor and system. Low or insufficient superheat in operation and insufficient heating of the oil sump during standstill periods lead to a substantial reduction of the oil viscosity in the compressor. This results in reduced performance, heavy wear on drive gear parts, increased oil carry over and foaming. Secure compressor against "wet operation" and guarantee a sufficiently high suction gas temperature – for reciprocating compressors, the discharge gas temperature must be at least 20 K and for compact screw compressors 30 K above the condensing temperature!

- Low oil temperatures and a high suction-side standstill pressure must be avoided and an oil heater is absolutely required and, if necessary, an additional pump down system must be provided.
- Avoid quick changes in suction pressure – risk of inadequate lubrication due to strong outgassing of the refrigerant from the oil and unstable suction gas superheat.
- Avoid quick changes in condensing pressure – risk of considerable foaming in the oil separator! When using a 4-way reversing valve, for example in heat pumps, the valve must only be switched when the compressor is not in operation. Switching it during compressor operation leads to strong pressure fluctuations, which have a negative effect on the lubricity of the oil used. Check all operating conditions to ensure that they are safe!

5.3 Performance characteristics

See also BITZER software and application limits in brochures KP-100 (reciprocating compressors) and SP-170 (compact screw compressors) and ESP-130 (scroll compressors). Application limits for other semi-hermetic screw compressors and for R1270 upon request.

- The refrigerating capacity of R290 is somewhat lower than that of R22.

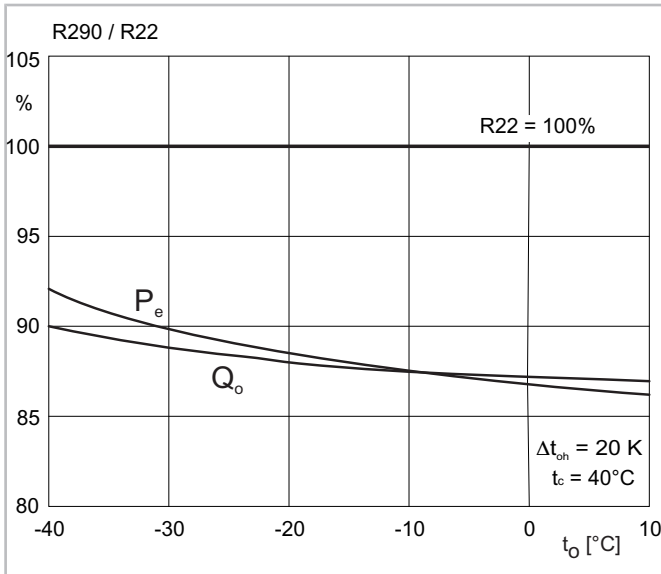


Fig. 7: Performance comparison R290/R22 for suction gas cooled semi-hermetic reciprocating compressors

- R1270 has a higher refrigerating capacity than R22 and is at a similar level to R404A/R507A.

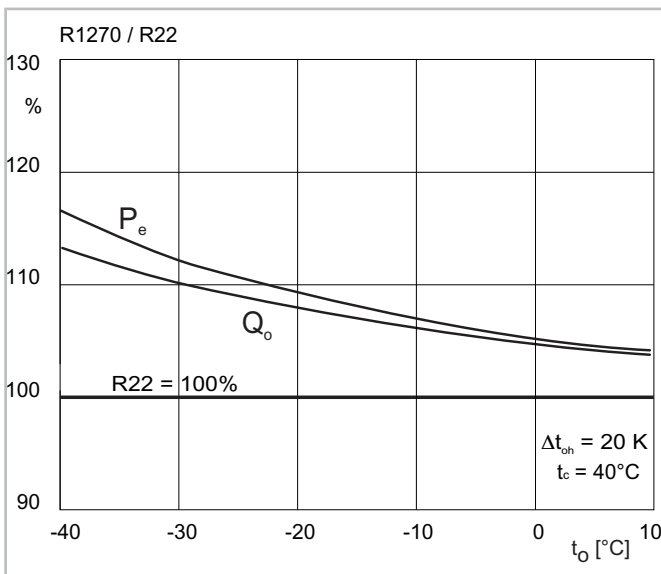


Fig. 8: Performance comparison R1270/R22 for suction gas cooled semi-hermetic reciprocating compressors

- In terms of their coefficients of performance (COP), R290 and R1270 differ only slightly from R22 (see figure 7, page 26 and see figure 8, page 26) and are thus better suited than R404A/R507A for medium-temperature and air-conditioning applications.
- Suction gas superheat has a greater effect in R290 and R1270 than in R22. Both benefit from the useful superheat in terms of performance and efficiency. This is why the use of a heat exchanger between the suction gas and liquid lines is advantageous.
- With R1270, the higher discharge gas and oil temperatures can give rise to restrictions at higher pressure ratios (e.g. low-temperature application and high condensing temperature).

5.4 Warranty

Information
The warranty for R290 and R1270 compressors is limited exclusively to manufacturing failures. It does not cover damage caused by improper use or non-observance of the applicable safety regulations!

6 Technical safety requirements

The following information describes general requirements and recommendations. The listed EU directives and standards include only part of the relevant documents. They are also only applicable to stationary systems.

Information
When using R290 and R1270 in regions outside the EU, the country-specific regulations applicable there must be observed.

Information
For operation in an ATEX zone or Ex zone, it is imperative to select special Ex designs of the semi-hermetic reciprocating compressors or compact screw compressors.

6.1 General safety references

The design, operation and maintenance of refrigeration systems operated with flammable refrigerants of A3 safety group are subject to particular safety regulations. They include, among others, special safety devices against exceeding the pressure and particularities in the design and arrangement of the electrical operating equipment. Moreover, measures must be taken that guarantee risk-free ventilation in the event of a refrigerant leak, to prevent the formation of an ignitable gas mixture. The specifications are established in standards (e.g. EN378, ISO5149). However, in view of the high requirements and product liability, a risk assessment by a notified body or jointly with a notified body is in general recommended. Depending on the design and the refrigerant charge, an assessment according to EU Framework Directives 2014/34/EU (ATEX 95) and 1999/92/EC (ATEX 137) may be necessary. The operation of the system and personal protection are usually subject to national regulations on product safety, operating reliability and accident prevention. To this end, separate agreements between the contractor and the end user must be made. The required risk assessment of the system must be prepared by the system manufacturer. However, the hazard assessment for installation, operation and maintenance of the system is the responsibility of the end user.



DANGER

Risk of explosion and thus danger of death in the event of refrigerant outlet and in the presence of an ignition source!

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air!

Avoid open fire and ignition sources in the machinery room and in the hazardous zone!

- Observe the flammability limits in air (at 20°C and 1013 mbar, see also safety data sheet of the substance):
 - R290 between 2.1 and 9.5% by volume
 - R1270 between 2.4 and 10.4% by volume
 - R600 between 1.4 and 9.5% by volume
 - R600a between 1.5 and 12.5% by volume
- Observe ignition temperatures in air (at 20°C and 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C

- Ventilate the machinery room according to EN378 or install an extraction device.
- To open the pipes, use only pipe cutters; do not use an open flame!
- Do not install components from which refrigerant may leak (e.g. low and high pressure cut-out) inside the switch cabinet!

If it is guaranteed that the compressor will not be operated in an Ex zone, an ATEX or Ex design is not required.

This can be guaranteed, for example, by:

- Ventilation that prevents an explosive or flammable atmosphere even if the greatest possible leak is assumed.
- Shutting off the electric consumers clearly below the lower explosive limit (LEL or LFL), which will require a gas sensor. Typically, the shut-off value of the sensor for the system is set to a maximum of 20% of the LFL. For information on this, please consult national regulations and notified bodies.

6.2 Compressor and accessories

This chapter describes the additional residual risks posed by the condensing compressor when using A3 safety group refrigerants and provides explanations. This information helps the system manufacturer carry out the required risk assessment of the system. The information alone can in no way replace the risk assessment for the system.

Design, maintenance and operation of refrigeration systems using flammable refrigerants of the safety group A3 are subject to particular safety regulations.

When installed according to the Operating Instructions, the compressors for R290 and R1270, including the fitted accessories, are, in normal operation without malfunction, free of ignition sources that may ignite the flammable refrigerants. They are considered technically tight. In their basic version, the compressors and, if applicable, the additional fan must not be operated in an ignitable atmosphere. Operation in an Ex zone requires special Ex designs that include a suitable electrical system and approval.

The separately supplied components, such as additional fan and compressor protection device, are not free of ignition sources. They must not be operated in an ignitable atmosphere.

The following description includes only components affected by the safety regulations. Otherwise, the above-mentioned regulations shall apply.

NOTICE

It is imperative to guarantee the enclosure class of the electrical terminal box and electrical accessories!

Execute the cable bushings with maximum care using only the sealing elements suitable for this purpose!

• Electrical terminal box

The terminal box has at least the enclosure class IP54. The protection device must not be installed in the terminal box of the compressor.

• Compressor protection devices

- Semi-hermetic reciprocating compressors: SE-B*
- Screw compressors: SE-E* or SE-i1
- Scroll compressors: SE-E4, SE-G4 or SE-B*

The protection device is delivered in each case as a separately packaged item and must be installed in the switch cabinet or a separate terminal box.

Schematic wiring diagrams for the connection of the compressor protection devices can be found in the Technical Information AT-300 (HTML).

NOTICE

Connect the protection device as specified in the schematic wiring diagram.

Danger of induction! Use only shielded cables for the connecting lines (PTC control circuit) between terminals 1/2 (SE-B* and SE-E*) and 3/4 (terminal plate). Connect the discharge gas temperature sensor in series with terminals 3/4.

When installing the protection devices for screw compressors and scroll compressors in the switch cabinet, observe the following:

NOTICE

Risk of compressor failure!

Operate the compressor only in the intended rotation direction!

- Connect cables to the motor connecting pins in the following order:
 - black cable to 1 for screw compressors or L1 for scroll compressors
 - brown cable to 2 for screw compressors or L2 for scroll compressors
 - blue cable to 3 for screw compressors or L3 for scroll compressors

- Check with a rotating field measuring device!

- Additional fuses (500 mA) must be installed in the connecting cables of the protection device leading to the motor pins 1/2/3 for screw compressors or L1/L2/L3 for scroll compressors.
- Danger of induction! Only shielded or twisted cables must be used for the connection to the motor and oil PTC.
- Terminals T1-T2 with screw compressors or M1-M2 with scroll compressors on compressor and 1-2 on SE-B* and SE-E* as well as 1-8 on SE-C1 must not come into contact with control or operating voltage.
- **Use of external frequency inverters (FI), for example, BITZER VARIPACK frequency inverter for speed control**

Install the FI in the switch cabinet. Use shielded cables between FI and compressor and metallic screwed cable glands.

Do not use BITZER VARIPACK frequency inverters in an ignitable atmosphere!

- **Start unloading / Capacity control / Oil heater / Additional fan for semi-hermetic reciprocating compressors**

Available as optional accessories. They have at least enclosure class IP54 (exception: with additional fan for 2KESP .. 2CESP: enclosure class IP44).

- **Differential oil pressure switch / Oil level monitoring**

Electronic oil level monitoring OLC-K1 (compressor series CE3 / CE4S), electronic differential oil pressure switch Delta P-II (compressor series BE5 / BE6 / CE8) and optoelectronic oil level monitoring OLC-D1-S (compact screw compressor CSH/CSW) and OLC-D1-D (oil separator for screw compressors) are available as optional accessories. They are designed in enclosure class IP54 or higher.

- **Pressure relief valve**

Reciprocating and screw compressors for R290 and R1270 are equipped as standard with an internal back-pressure-dependent pressure relief valve.

- **Safety devices for limiting the pressure**
 - Safety pressure cut-outs for protection against excessive pressure must be designed and used in accordance with the requirements of the safety regulations (e.g. EN 378- 2).
 - A pressure limiter to protect against too low pressure is also recommended. It should be set such that vacuum operation is reliably prevented. In the event of leakage, air could be sucked in and lead to an ignitable mixture with the refrigerant. The risk assessment of the compressors only includes operation above ambient pressure.
- **Marking**
Description, see chapter Marking of the propane/propene compressors, page 18.

6.2.1 Further BITZER products for application with halogen-free hydrocarbons

The following BITZER products for application with halogen-free hydrocarbons are designed for installation in refrigeration systems according to EU Machinery Directive 2006/42/EC and EU Pressure Equipment Directive 2014/68/EU.

- Water-cooled condensers (see brochure DP-200).
- Liquid receivers (see brochure DP-300).
- Oil separators (see brochure DP-500).

7 Installation and Maintenance

The following list summarizes a few of the most important guidelines. Further information see chapter Properties of propane and propene and the resulting system and design criteria, page 20 and see chapter Compressor technology, page 25. In addition to that, the specifications and safety regulations for refrigeration systems must be observed.

This information may contribute to the hazard assessment, but cannot replace it. The hazard assessment is the responsibility of the end user respectively employer.



DANGER

Risk of explosion and thus danger of death in the event of refrigerant outlet and in the presence of an ignition source!

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air!

Avoid open fire and ignition sources in the machinery room and in the hazardous zone!

- Observe the flammability limits in air (at 20°C and 1013 mbar, see also safety data sheet of the substance):
 - R290 between 2.1 and 9.5% by volume
 - R1270 between 2.4 and 10.4% by volume
 - R600 between 1.4 and 9.5% by volume
 - R600a between 1.5 and 12.5% by volume
- Observe ignition temperatures in air (at 20°C and 1013 mbar):
 - R290: 470°C
 - R1270: 455°C
 - R600: 365°C
 - R600a: 460°C
- Ventilate the machinery room according to EN378 or install an extraction device.
- To open the pipes, use only pipe cutters; do not use an open flame!
- Do not install components from which refrigerant may leak (e.g. low and high pressure cut-out) inside the switch cabinet!

If it is guaranteed that the compressor will not be operated in an Ex zone, an ATEX or Ex design is not required.

This can be guaranteed, for example, by:

- Ventilation that prevents an explosive or flammable atmosphere even if the greatest possible leak is assumed.
- Shutting off the electric consumers clearly below the lower explosive limit (LEL or LFL), which will require a gas sensor. Typically, the shut-off value of the sensor for the system is set to a maximum of 20% of the LFL. For information on this, please consult national regulations and notified bodies.

7.1 Authorized staff

Any work performed on propane and propene compressors requires specific training and competence in handling propane and propene as refrigerants R290 and R1270 and shall only be performed by staff who have been trained and instructed accordingly. The prerequisites for the construction, operation and maintenance of refrigeration systems with propane and propene include specific competence and strict observation of the current safety regulations and directives for flammable refrigerants of A3 safety group. The local regulations and directives with respect to the qualification and competence of the staff shall apply.

7.2 General guidelines for the installation and maintenance of refrigeration systems with propane and propene

- For pipe joints, soldered and welded connections (permanently sealed to EN378-1) are preferred.
- Do not use capillary tubes, use metallic pipe joints or suitable, flexible refrigerant lines. Note: Flexible refrigerant lines must be checked for tightness, for example, according to German regulations (BGR 500), every 6 months.
- Perform soldering work only under a protective charge. Use dried nitrogen. Do not use R290 and R1270 as protective charge!
- Use heat exchangers, expansion valves, other control devices, pressure cut-outs and safety pressure cut-outs especially designed for R290 and R1270.
- For indoor installations, switch on room ventilation prior to charging refrigerant.
- Due to their low liquid density, the maximum possible refrigerant charge (relative to the weight) is much lower than with R22 or R404A.

Max. charged amount per 1 dm³ of volume (liquid temperature 20°C, vessel volume 90%):

- R22 -> 1.09 kg // R404A -> 0.96 kg
- R290 -> 0.45 kg // R1270 -> 0.46 kg

- Immediately after commissioning, check pipelines for abnormal vibrations (danger of rupture). If required, take additional safety measures.
- When using suction side cleaning filters, change filter cartridges after approx. 100 operating hours. For disposal information, see the following section.

Maintenance work



NOTICE

Danger of spark formation due to unintended switching operations or overheating of the oil heater during oil change.

Prior to interventions in the refrigerant circuit, interrupt the power supply on the main switch!

Observe special regulations for storage and transport of flammable gases.

When performing maintenance work indoors, always switch on room ventilation!



NOTICE

Danger of spark formation, when discharging electrostatic charges!

Take measures against electrostatic charging of non-metallic components, tools, auxiliaries and clothing! For example: Wear suitable antistatic clothing, use spark-free tools. If necessary, perform additional earthing of conducting parts.

- A regular inspection of the safety devices (at least once a year) is prescribed.
- In case of repair, R290 and R1270 can be extracted and reused if the system does not contain non condensable gas and no other contamination is present. Before recharging the system, flush with dried nitrogen, install a new filter drier and evacuate
- Transferring or draining (flaring) R290/R1270 may only be performed while observing the required safety precautions. Avoid air penetration into the circuit!
- Used driers or block filter cartridges contain residual amounts of flammable R290 or R1270. Flush with nitrogen and guarantee suitable disposal.



NOTICE

Fire hazard!

The used oil contains a relatively large amount of dissolved refrigerant.

Pack used oil safely. Dispose of in an environmentally friendly manner.

Hydrocarbons, for example propane, R290 or propene, R1270 and low-fluorinated flammable refrigerants, for example R1234yf, dissolve very well in refrigeration compressor oil at room temperature. This also applies to blends containing these substances.

Used oil from such systems may still contain relatively high percentages of dissolved flammable gases even at atmospheric pressure. These components gas out.

Observe during storage and transport:

- ▶ Fill used oil into pressure resistant vessels.
- ▶ Fill vessels with nitrogen as a protective gas and close them.
- ▶ Mark them, e. g. with the warning sign "flammable substance" W021 from ISO7010.

In case of compressor replacement:

- ▶ Keep compressor completely sealed (close shut-off valves!).
- ▶ Extract the refrigerant.
- ▶ Charge the compressor with a protective charge (dried nitrogen) (excess pressure of 0.2 .. 0.5 bar).
- ▶ Make sure that the logo "Attention Risk of Fire" (ISO7010 W021), see chapter Marking of the propane/propene compressors, page 18 is attached to the compressor readily visible.

8 Conversion of existing (H)CFC and HFC systems to R290 or R1270

From a purely refrigeration point of view, a conversion of R22 or R404A/R507A systems is possible, provided the design of the main components (compressor, evaporator, condenser, receiver) allows such a measure, see chapter General chemical and physical properties of R290 and R1270, page 22 und see chapter Compressor technology, page 25. However, given the specific properties of R290 and R1270, a change in line components and a replacement of the oil are required. Nevertheless, a conversion appears to be feasible only in exceptional cases due to the required protective measures. It is limited to systems that can be adapted to the relevant safety regulations for group A3 refrigerants at a reasonable expense.

9 Written agreement

With a view to the particular conditions when using flammable refrigerants, a written agreement will be concluded between the manufacturer of the system and BITZER in which the particular responsibilities are defined.

Sommaire

1	Introduction	33
2	Sécurité	33
2.1	Personnel spécialisé autorisé	33
2.2	Marquage compresseur de propane/propène	33
2.3	Risques résiduels	33
2.4	Indications de sécurité	34
2.4.1	Indications de sécurité générales	34
3	Champs d'application et spécification du fluide frigorigène	35
4	Caractéristiques de propane et propène et critères en résultant pour la conception de l'installation...	36
4.1	Comparaison de R290 et R1270 avec d'autre fluides frigorigènes	36
4.2	Caractéristiques chimiques et physiques générales de R290 et R1270	37
4.2.1	Solubilité de R290 et R1270 dans l'huile.....	38
4.2.2	Fonction de nettoyage de R290 et R1270.....	38
4.2.3	Teneur en eau de R290 et R1270.....	38
4.3	Caractéristiques thermodynamiques de R290 et R1270	39
4.4	Critères de sélection ou mesures résultants.....	39
5	Technique des compresseurs	40
5.1	Conception technique des compresseurs.....	40
5.2	Huiles	41
5.3	Comportement de puissance.....	41
5.4	Garantie	42
6	Exigences relatives à la sécurité	42
6.1	Indications de sécurité générales	42
6.2	Compresseurs et accessoires	43
6.2.1	Autres produits BITZER pour l'application avec des hydrocarbures sans halogènes	45
7	Installation et maintenance	45
7.1	Personnel spécialisé autorisé	45
7.2	Directives générales pour l'installation et la maintenance d'installations frigorifiques avec propane et propène.....	46
8	Adaptation d'installations existantes de (H)CFC et HFC à R290 ou R1270	47
9	Accord par écrit	47

1 Introduction

Les aspects principaux de la présente Information Technique sont les critères et mesures importants par rapport à l'application lors de l'emploi de compresseurs BITZER avec du propane (R290) ou propène (R1270) pour le montage dans des installations frigorifiques, de conditionnement d'air et de pompe à chaleur conformément à la Directive UE machines 2006/42/CE.

Dû à l'inflammabilité de ces hydrocarbures, des prescriptions de sécurité spéciales s'appliquent à la planification, la construction et l'exploitation de telles installations, restreignant une application générale (p. ex. directives de protection contre les explosions, réglementations relatives à la sécurité de fonctionnement et limitation de la charge de fluide frigorigène maximale). Le constructeur doit réaliser l'évaluation nécessaire des risques de l'installation. L'évaluation des risques pour le milieu de travail relative à l'installation, l'opération et la maintenance de l'installation doit être réalisée par l'utilisateur final et l'employeur.



Information

Pour l'essentiel, les informations dans la présente Information Technique s'appliquent également à R600a (isobutane). En cas d'emploi dans des installations commerciales, R600a est surtout approprié à des applications haute température (p. ex. pompes à chaleur haute température) avec des températures de condensation jusqu'à env. 110°C. Dû aux exigences spécifiques, le compresseur doit être sélectionné individuellement (sur demande).

2 Sécurité

2.1 Personnel spécialisé autorisé

Tous les travaux à réaliser sur les compresseurs de propane ou propène nécessitent une instruction spécifique et des compétences dans la manipulation du propane et du propène comme fluides frigorigènes R290 et R1270 ; seul un personnel spécialisé ayant reçu une formation adéquate est autorisé à réaliser lesdits travaux. Les conditions préalables à la construction, l'utilisation et la maintenance des installations frigorifiques avec du propane et du propène sont des compétences spécifiques et le strict respect des prescriptions de sécurité et directives applicables aux fluides frigorigènes inflammables de la classe de sécurité A3. Les qualifications et compétences du personnel spécialisé sont décrites dans les réglementations et directives nationales.

2.2 Marquage compresseur de propane/propène

Les compresseurs et l'installation doivent porter le pictogramme « Danger matières inflammables » (ISO7010 W021) à un endroit bien visible, voir figure 1, page 33. Ce pictogramme doit rester sur le compresseur, même en cas d'un éventuel retour à l'usine du constructeur. Les compresseurs BITZER des versions R290 et R1270 (lettre ajoutée P) sont déjà munis de ce pictogramme.



Fig. 1: Symbole de danger « Danger matières inflammables » (ISO7010 W021)

2.3 Risques résiduels

Des risques résiduels inévitables sont susceptibles d'être causés par les produits, les accessoires électroniques et d'autres composants de l'installation. C'est pourquoi toute personne qui travaille sur cela est tenue de lire attentivement ce document ! Doivent absolument être prises en compte :

- les normes et prescriptions de sécurité applicables
- les règles de sécurité généralement admises
- les directives européennes
- les réglementations et normes de sécurité nationales

Selon le pays, différentes normes sont appliquées lors de l'installation du produit, par exemple: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, normes UL.

2.4 Indications de sécurité

Des indications de sécurité sont des instructions pour éviter de vous mettre en danger. Respecter avec soins les indications de sécurité !



AVIS

Indication de sécurité pour éviter une situation qui peut endommager un dispositif ou son équipement.



ATTENTION

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut provoquer des lésions mineures ou modérées.



AVERTISSEMENT

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner la mort ou des blessures graves.



DANGER

Indication de sécurité pour éviter une situation immédiatement dangereuse qui peut provoquer la mort ou des blessures graves.

2.4.1 Indications de sécurité générales



DANGER

Risque d'explosion et, par conséquent, danger de mort en cas de sortie du fluide frigorigène à proximité d'une source d'inflammation !

Le fluide frigorigène peut s'enflammer et, en fonction de la concentration dans l'air, former également une atmosphère explosive !

Éviter toute flamme nue ou source d'inflammation dans la salle des machines ou la zone de danger !

- Tenir compte des limites d'inflammabilité à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar, se reporter également à la fiche de données de sécurité de la substance respective) :
 - R290 entre 2,1 et 9,5% en volume
 - R1270 entre 2,4 et 10,4% en volume
 - R600 entre 1,4 et 9,5% en volume
 - R600a entre 1,5 et 12,5% en volume

- Tenir compte des températures d'inflammation à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar) :
 - R290 : 470°C
 - R1270 : 455°C
 - R600 : 365°C
 - R600a : 460°C
- Ventiler la salle des machines conformément à la norme EN378 ou installer un dispositif d'aspiration.
- Pour ouvrir les conduites, n'utiliser que des coupe-tubes, jamais de flamme nue !
- N'installer les composants desquels le fluide frigorigène est susceptible de fuir (par ex. pressostat pour protection de basse ou haute pression) qu'à l'extérieur de l'armoire électrique !

S'il est garanti que le compresseur ne fonctionne pas dans une zone Ex, il n'est pas nécessaire d'utiliser une version ATEX ou Ex.

Cela peut être garanti, par exemple, par :

- une ventilation qui évite la formation d'une atmosphère explosible ou inflammable même en cas de fuite maximale.
- la coupure des consommateurs électriques bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ; à cet effet, un capteur de gaz est nécessaire. La valeur de mise hors circuit de la sonde pour l'installation est normalement réglée sur max. 20% de la LIE. Veuillez consulter à ce sujet les réglementations nationales et les organismes notifiés.

3 Champs d'application et spécification du fluide frigorigène

Champs d'application

- R290 pour la réfrigération à basses températures et à moyenne température, la climatisation et les pompes à chaleurs
- R1270 pour la réfrigération à basses températures et à moyenne température
- R600 et R600a pour les pompes à chaleur



AVERTISSEMENT

Risque d'éclatement par l'utilisation de fluides frigorigènes contrefaits !
Risque de blessures graves !
N'utiliser que les fluides frigorigènes vendus par des constructeurs renommés et des partenaires commerciaux sérieux !



DANGER

Risque d'éclatement de la bouteille de fluide frigorigène dû à une trop grande pression !
Ne pas trop remplir la bouteille de fluide frigorigène ! Ne jamais remplir plus de 80% de la bouteille de liquide (à 25°C).

Exemple de comparaison entre les fluides frigorigènes HFC/HCFC et les hydrocarbures non halogénés : ne remplir qu'environ 40% du poids net (exemple : R22 10 kg -> R290 4 kg).

Spécification du fluide frigorigène

Acheter R290/R1270 d'une qualité de fluide frigorigène conforme à ou basée sur DIN 8960:1998 (voir tableau 1, page 35).

- Éviter un taux d'humidité élevé !
- Utiliser des indicateurs d'humidité avec indication définie du degré de séchage (< 50 ppm) et un déshydrateur largement dimensionné.

Ces indications s'appliquent également aux applications avec d'autres hydrocarbures et mélanges.

	Exigences	Unité
Pureté du fluide frigorigène ①	≥ 99,5	% en masse
Impuretés organiques	≤ 0,5	% en masse
1,3-butadiène ②	≤ 5	ppm (masse)
Hexane	≤ 50	ppm (masse)
Benzène ③	≤ 1	ppm (substance)
Soufre	≤ 2	ppm (masse)
Glissement de température de l'évaporation	≤ 0,5	K (avec distill. de 5-97%)
Gaz non condensables	≤ 1,5	% en volume de la phase vapeur
Eau ④	≤ 25	ppm (masse)
Teneur en acide	≤ 0,02	mg KOH/g index de neutralisation
Résidu de l'évaporation	≤ 50	ppm (masse)
Résidus solides	Aucune	Contrôle visuel

Tab. 1: Exigences relatives aux hydrocarbures selon DIN 8960:1998

① : La pureté n'est pas spécifiée explicitement dans la norme DIN 8960. Seules les impuretés sont listées et limitées. Le contenu principal est le reste jusqu'à 100%.

② : L'exigence s'applique à chaque substance du groupe des hydrocarbures polyinsaturés.

③ : L'exigence s'applique à chaque substance du groupe des composés aromatiques.

④ : Valeur limite provisoire, sera éventuellement modifiée en fonction de l'expérience.

4 Caractéristiques de propane et propène et critères en résultant pour la conception de l'installation.

4.1 Comparaison de R290 et R1270 avec d'autres fluides frigorigènes

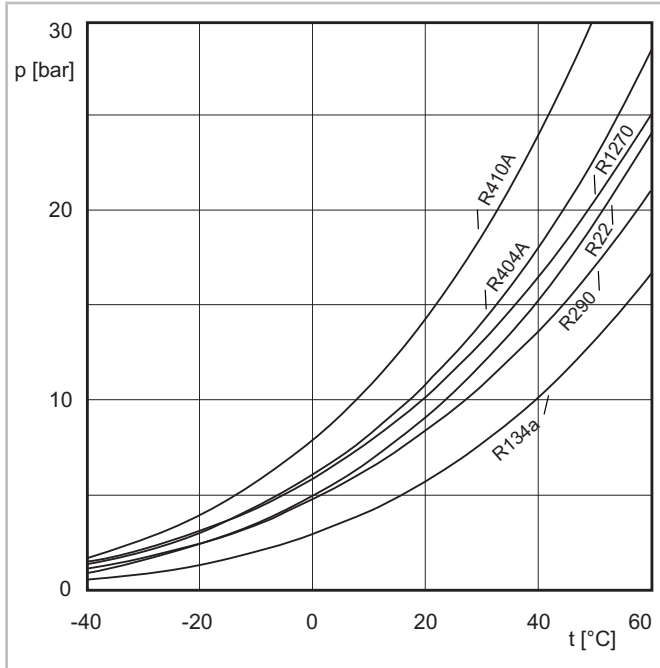


Fig. 2: Courbes de pression de vapeur de R290 et R1270 par rapport à R22 et aux fluides frigorigènes HFC

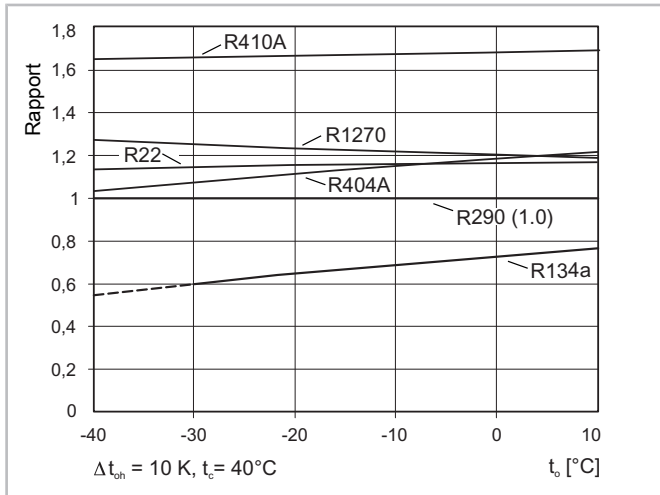


Fig. 3: Puissance frigorifique volumétrique de différents fluides frigorigènes par rapport à R290 avec un débit de gaz d'aspiration identique

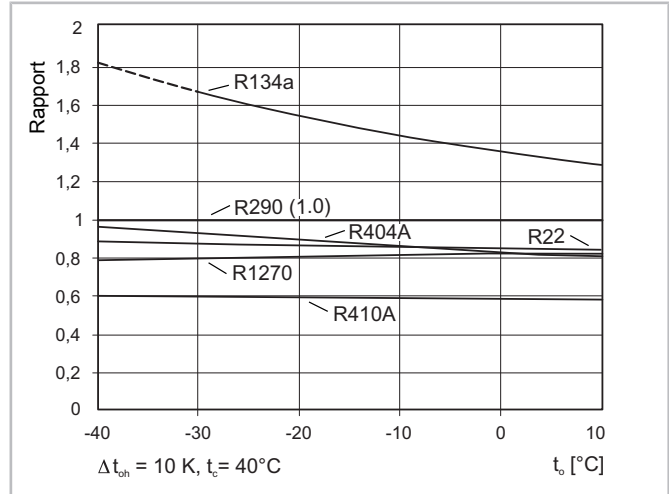


Fig. 4: Débit de gaz d'aspiration de différents fluides frigorigènes par rapport à R290 avec une puissance frigorifique identique

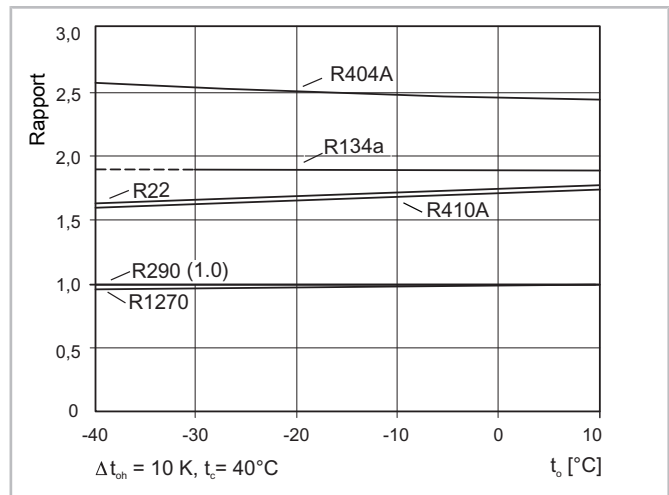


Fig. 5: Débit massique de différents fluides frigorigènes par rapport à R290 avec une puissance frigorifique identique

Symbole			R290	R1270	R600	R600a	R22	R404A	R410A	R134a
M	Masse molaire	g/mol	44,1	42,1	58,1	58,1	86,5	97,6	72,6	102
K	Exposant isentropique à 20°C, 1013 mbar	c_p/c_v	1,13	1,15	1,11	1,09	1,18	1,12	1,17	1,11
t_n	Point d'ébullition normal	°C	-41,6	-47,6	-0,5	-11,6	-40,8	-46,2	-51,4	-26,1
ρ	Densité du liquide	kg/dm ³ (40°C)	0,47	0,48	0,55	0,53	1,13	0,97	0,98	1,15
p	Pression de vapeur -10°C	bar	3,42	4,30	0,70	1,08	3,54	4,34	5,72	2,01
p	Pression de vapeur +40°C	bar	13,7	16,5	3,78	5,3	15,3	18,2	24,1	10,2
t_{cr}	Température critique	°C	96,8	91,1	152,0	134,7	96,1	72	71,3	101,1
p_{cr}	Pression critique	bar	42,6	45,5	38,0	36,3	49,9	37,3	49	40,7
LIE	Limite inférieure d'explosivité	% en volume	1,7	1,8	1,4	1,5	-	-	-	-
LSE	Limite supérieure d'explosivité	% en volume	10,8	11,2	9,5	12,5	-	-	-	-
AEL	Toxicité	ppm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ODP	Potentiel de destruction de l'ozone		0	0	0	0	0,055	0	0	0
PRG	Potentiel de réchauffement global		3	3	4	3	1810	3922	2088	1430

Tab. 2: Caractéristiques de R290 et R1270 par rapport à R22 et aux fluides frigorigènes HFC

Potentiel de réchauffement global : selon IPCC IV (horizon temporel de 100 années), également à la base du Règlement UE relatif aux gaz à effet de serre fluorés 517/2014.

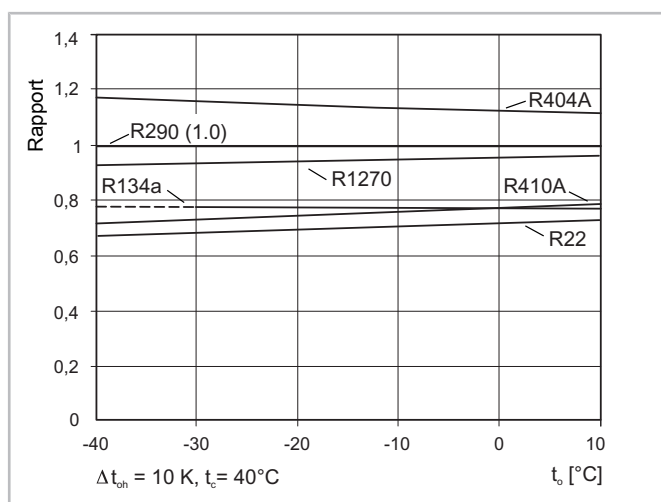


Fig. 6: Débit de liquide de différents fluides frigorigènes par rapport à R290 avec une puissance frigorifique identique

4.2 Caractéristiques chimiques et physiques générales de R290 et R1270

Vue d'ensemble, voir tableau 2, page 37

- Hydrocarbures sans halogènes d'origine naturelle
 - Sans potentiel de destruction de l'ozone (ODP).
 - Avec effet de serre PRG négligeable.
- R290 : inodore et incolore.
- R1270 : odeur de pétrole, incolore.
- Toxicité faible (VLEP ou AEL, 1000 ppm).
- Inflammable, forme des mélanges explosifs avec l'air, voir tableau 2, page 37.
- Non critique en combinaison avec les métaux et élastomères courants. Des restrictions par rapport aux élastomères sont possibles avec R600a (isobutane) - faut être vérifié individuellement. Éviter d'utiliser du zinc et des alliages d'aluminium avec une teneur en magnésium supérieure à 2%, car sinon, il y a risque de réactions indésirables avec l'huile.

4.2.1 Solubilité de R290 et R1270 dans l'huile

- La solubilité exceptionnellement élevée dans toutes les huiles courantes entraîne une réduction de la viscosité de l'huile dans le compresseur, notamment en cas de températures d'huile basses et de pression d'aspiration élevée.

Résultats :

- Fort effet de dégazage dans le réservoir de carter et les rainures de lubrification en cas de réduction de la pression.
- Formation de mousse et, par conséquent, augmentation de l'éjection d'huile.
- Réduction de la puissance et forte usure au niveau des pièces du mécanisme d'entraînement (voir chapitre Huiles, page 41).

Mesures à prendre :

- Utiliser une huile présentant une viscosité de base élevée, un indice de viscosité élevé et de bonnes caractéristiques lubrifiantes.
- Choisir la charge de fluide frigorigène la plus faible possible.
- Utiliser un réchauffeur d'huile largement dimensionné.
- Monter une vanne magnétique dans la conduite de liquide et, le cas échéant, un clapet de non-retour dans la conduite du gaz de refoulement (en tant que protection supplémentaire contre le déplacement de fluide frigorigène pendant la période d'arrêt).
- Installer le compresseur dans un environnement à température contrôlée et l'isoler si nécessaire.
- En cas de risque de pressions d'arrêt élevées côté aspiration et de périodes prolongées de mise hors circuit :

Prévoir une commande par pump down automatique ou au moins unique !

Régler la pression de coupure sur une valeur légèrement inférieure à la pression d'évaporation minimale.

Éviter absolument le fonctionnement sous vide !

- Assurer une surchauffe du gaz d'aspiration suffisante. Dans les modes été et hiver, la température du gaz de refoulement doit être supérieure à la température de condensation d'au moins 20°K pour les compresseurs à piston, et d'au moins 30°K pour les compresseurs à vis compact. Pour la réfrigération à moyenne température, la climatisation et les installations de pompes à chaleur,

utiliser un échangeur de chaleur entre la conduite du gaz d'aspiration et la conduite de liquide.

- Au démarrage et en fonctionnement, protéger les compresseurs contre le « fonctionnement en noyé » – utiliser des organes de détente avec un comportement de régulation stable. En cas d'utilisation de détendeurs électroniques, après le dégivrage, entre autres, régler un degré d'ouverture spécifique ; le cas échéant, utiliser un séparateur de liquide à l'aspiration.
- Recommandation pour les installations dont les périodes d'arrêt sont longues et prévisibles (par ex. installations fonctionnant uniquement de manière saisonnière ou installations préremplies qui sont stockées ou transportées pendant plusieurs semaines avant leur mise en service) : Pour éviter le déplacement de fluide frigorigène pendant les périodes d'arrêt, les vannes d'arrêt du compresseur doivent être fermées après un seul « pump down ».

4.2.2 Fonction de nettoyage de R290 et R1270

- Les hydrocarbures sont de bons solvants pour les dépôts, les graisses d'étirage et les huiles dans la tuyauterie.

Conséquences :

Forts dépôts de salissures dans le compresseur et les dispositifs de régulation :

Mesures à prendre :

- Maintenir un maximum de propreté – nettoyer soigneusement les conduites et les composants.
- Brasage uniquement sous gaz protecteur – utiliser de l'azote déshydraté.
- Respecter les exigences de propreté selon DIN 8964 ou d'autres normes comparables.
- Pour les installations avec de nombreuses ramifications, utiliser des filtres de nettoyage à l'aspiration.

4.2.3 Teneur en eau de R290 et R1270

- R290 et R1270 d'un degré de pureté élevé ne contiennent pas d'éléments ayant la tendance à former des acides. Pourtant, un taux d'humidité élevé devrait être évité.

Résultats :

- Risque de cristallisation dans les organes de détente.

- En cas de haute pression et de température basse : Formation de hydrates de gaz dans le liquide pouvant boucher les passages étroits dans l'installation.

Mesures :

- Utiliser un fluide frigorigène avec peu de gaz étrangers et sans additifs.
- Utiliser du propane ou propène (« 2.5 » ou comparable) de haute qualité avec une pureté de 99,5% (voir tableau 1, page 35).
- Éviter la pénétration de gaz étrangers et d'humidité.
- Monter un déshydrateur largement dimensionné – version et dimensionnement selon les spécifications du constructeur.
- Utiliser des indicateurs d'humidité avec affichage du degré de sécheresse (< 50 ppm).
- Pour des essais d'étanchéité et des tests à haute pression, utiliser de préférence de l'azote déshydraté. Lors des essais à l'air déshydraté, le compresseur doit être exclu (maintenir les vannes d'arrêt fermées !).
- Utiliser des pompes à vide bi-étagées avec lest d'air (1,5 mbar « vide stable ») pour éviter la condensation de vapeur d'eau. Utiliser des dimensions de raccordement larges.
- Maintenir les vannes d'arrêt du compresseur fermées jusqu'à la dernière opération de mise sous vide.

4.3 Caractéristiques thermodynamiques de R290 et R1270

R290 présente des caractéristiques thermodynamiques favorables et une consommation d'énergie basse lors de la compression. Les niveaux de pression et la puissance frigorifique volumétrique sont similaires aux valeurs de R22 (voir figure 2, page 36 et voir figure 3, page 36), mais il y a des écarts plus importants en ce qui concerne l'enthalpie, la densité, le flux massique et l'indice adiabatique (températures admissibles). Il y a des différences encore plus grandes par rapport à R404A/R507A, R134a et R410A.

R1270 présente également des caractéristiques thermodynamiques favorables et une consommation d'énergie basse lors de la compression. Mais les niveaux de pression et la puissance frigorifique volumétrique sont plus élevés comparés à R290 et R22, voir figure 2, page 36 et voir figure 3, page 36.

- Enthalpie d'évaporation élevée :
À -10/40°C environ 1,7 fois comparée à R22 et 2,5 fois comparée à R404A/R507A.
- Flux massique de fluide frigorigène faible :
En cas de puissance frigorifique identique, environ 55-60% comparé à R22 et environ 40% comparé à R404A/R507A (voir figure 5, page 36).
- Densité de vapeur basse (env. 50% comparée à R22 à 20°C et 1013 mbar) et densité de liquide (env. 40% à 45°C comparée à R22), par conséquence faibles pertes de pression dans les conduites et dans les échangeurs de chaleur.
- Bonnes valeurs d'échange thermique, par exemple grâce à l'ébullition intense et une bonne solubilité dans l'huile.
- Température extrêmement basse du gaz de refoulement et de l'huile pour R290 (indice adiabatique R290 = 1,13 / R22 = 1,18).

R1270 se caractérise par une température de gaz de refoulement et d'huile inférieure à R22 (indice adiabatique R1270 = 1,15 / R22 = 1,18), mais supérieure à R404A/R507A.

En cas de surchauffe faible du gaz d'aspiration et/ou un fonctionnement avec de faibles rapports des pressions, il y a risque d'enrichissement de fluide frigorigène dans l'huile !

- Haute enthalpie de surchauffe par rapport au changement de volume. Plus le surchauffe utilisable augmente, plus la puissance frigorifique volumétrique augmente !
- Température critique élevée (R290 : 96,7°C, R1270 : 91,1°C), mais, pour R1270, elle est un peu inférieure à R22.

4.4 Critères de sélection ou mesures résultants

- Dimensionnement de la conduite de liquide identique à celui pour R22 (flux volumétrique de liquide plus élevée, mais perte de pression plus faible due à une densité plus basse), voir figure 6, page 37.
- Potentiel pour une charge de fluide frigorigène minimale (masse env. 40-60% comparée aux fluides frigorigènes fluorés) – dû à une densité de liquide basse et à la possibilité d'avoir des sections plus petites dans les échangeurs de chaleur et dans les conduites du gaz d'aspiration et du gaz de refoulement.
- Adapter les échangeurs de chaleur (par ex. les évaporateurs et distributeurs d'injection, la longueur et la géométrie de la tuyauterie) et la robinetterie aux rapports de masse et de volume.

- En sélectionnant les détendeurs thermostatiques, utiliser les versions pour R290 ou R1270.
- Pour une surchauffe du gaz d'aspiration élevée au niveau de l'entrée du compresseur, installer un échangeur de chaleur intérieur entre la conduite de liquide et la conduite du gaz d'aspiration.
 - Avantages concernant la performance, le coefficient de performance (COP) et la concentration du fluide frigorigène réduite dans l'huile grâce aux températures admissibles plus élevées.
 - Pour les compresseurs à piston, la température du gaz de refoulement doit être supérieure à la température de condensation d'au moins 20°K, et pour les compresseurs à vis compact, elle doit être supérieure d'au moins 30°K.
- En raison de sa température critique élevée, le R290 convient aussi bien que le R22 pour une utilisation à des températures de condensation élevées – mieux que les R404A/R507A, R407A/F ou R410A.

Comparé à	R290		
	AC	MT	LT
R410A	+60%	-	-
R404A	-	+15%	+5%
R134a	-25%	-30%	-
R22	+15%	+15%	+10%

Tab. 3: Comparaison exemplaire R290 : modification nécessaire approximative des débits de refoulement dans des applications typiques avec une puissance frigorifique identique, voir figure 4, page 36

AC : climatisation, MT : réfrigération à moyenne température, LT : réfrigération à basses températures

- En raison de sa température critique élevée, le R1270 convient mieux aux températures de condensation élevées que le R404A/R507A, le R407A/F ou le R410A, mais pas autant que le R22 ou le R290. La température du gaz de refoulement élevée peut également entraîner des restrictions.

Comparé à	R1270		
	AC	MT	LT
R410A	+40%	-	-
R404A	-	-5%	-15%
R134a	-	-	-
R22	<-5%	-5%	-10%

Tab. 4: Comparaison exemplaire R1270 : modification nécessaire approximative des débits de refoulement dans des applications typiques avec la puissance frigorifique identique, voir figure 4, page 36

AC : climatisation, MT : réfrigération à moyenne température, LT : réfrigération à basses températures

5 Technique des compresseurs

Les compresseurs BITZER pour les fluides frigorigènes propane R290 et propène R1270 ainsi que d'autres hydrocarbures ont fait l'objet d'une évaluation des risques par un organisme notifié. L'évaluation était basée sur les directives UE 2006/42/CE, 2014/34/UE et 1999/92/CE ainsi que sur d'autres réglementations relatives à la sécurité des produits, à la sécurité de fonctionnement, à la prévention des accidents et sur les normes correspondantes telles que EN378.

À condition que l'installation soit conçue selon les règles et normes reconnues et en supposant le fonctionnement prévu ainsi qu'un entretien et une maintenance professionnels, le risque est considéré comme extrêmement faible lors de l'utilisation des compresseurs BITZER.

i Information

Pour la plupart des compresseurs ouverts, les réglementations d'une zone dangereuse s'appliquent principalement. Cela exige des mesures de sécurité supplémentaires et un équipement électrique en version Ex spéciale pour une sécurité élevée.

5.1 Conception technique des compresseurs

Les compresseurs BITZER pour R290 et R1270 sont conçus spécialement pour fonctionner avec des hydrocarbures et se distinguent donc dans leur conception technique des compresseurs pour les fluides frigorigènes HFC et HCFC. Les différences concernent l'équipement électrique, les dispositifs de sécurité, la charge d'huile et le système d'huile. La lettre « P » qui a été ajoutée à la désignation des types permet de les distinguer des compresseurs pour fluides frigorigènes fluorés tels que

- Compresseurs à piston hermétiques accessibles : 6FEP-50P
- Compresseurs à vis compacts hermétiques accessibles : CSHP8573-140P
- Compresseurs à vis hermétiques accessibles : HSNP8571-125P
- Compresseurs à scroll hermétiques : GSP80385ZLB4-2

Tous les compresseurs CSHP sont des produits OEM destinés à être installés dans des systèmes en série.



Information

Pour l'utilisation dans une zone ATEX ou Ex, il faut absolument sélectionner les versions Ex spéciales des compresseurs à piston hermétiques accessibles ou des compresseurs à vis compacts.

Pour des explications relatives aux huiles, accessoires et caractéristiques de sécurité des compresseurs, voir chapitre Huiles, page 41 et voir chapitre Compresseurs et accessoires, page 43.

5.2 Huiles

Dû à la solubilité particulièrement élevée de R290 et R1270 dans les huiles conventionnelles, les compresseurs pour R290/R1270 BITZER sont remplis d'une huile spéciale présentant un indice de viscosité élevé et des caractéristiques tribologiques particulièrement bonnes.

Pour les compresseurs à piston, deux différents types d'huile sont disponibles au choix. L'huile PAG est recommandée pour les circuits compacts.

En vue de la solubilité, il y a des exigences spéciales concernant la conception, le mode de fonctionnement et la commande du compresseur et de l'installation. Une surchauffe faible ou insuffisante lors du fonctionnement et un chauffage insuffisant du réservoir de carter pendant la période d'arrêt entraînent une forte réduction de la viscosité de l'huile dans le compresseur. Le résultat est une réduction de la puissance, une forte usure des pièces du mécanisme d'entraînement, une augmentation de l'éjection d'huile et la formation de mousse. Protéger les compresseurs contre le « fonctionnement en noyé » et assurer une température suffisamment élevée du gaz d'aspiration – la température du gaz de refoulement doit être supérieure d'au moins 20 K à la température de condensation pour les compresseurs à piston et d'au moins 30°K pour les compresseurs à vis compacts !

- Éviter les basses températures d'huile et une pression d'arrêt élevée côté aspiration ; un réchauffeur d'huile est indispensable ; si nécessaire, prévoir en plus une commande par pump down.
- Éviter les changements rapides de la pression d'aspiration – risque de frottement mixte dû au fort dégazage du fluide frigorigène de l'huile et à la surchauffe instable du gaz d'aspiration.
- Éviter les changements rapides de la pression de condensation – risque d'une forte formation de mousse dans le séparateur d'huile ! Si une vanne d'inversion à 4 voies est utilisée, par ex. dans les pompes à chaleur, la vanne ne doit être commutée que si le compresseur n'est pas en fonctionnement. Une commutation pendant le fonctionnement du compresseur entraîne des fortes variations de pression ayant un effet négatif sur le pouvoir lubrifiant de l'huile utilisée. Vérifier la sécurité dans toutes les conditions de fonctionnement.

5.3 Comportement de puissance

Voir aussi BITZER Software et les limites d'application figurant dans les prospectus KP-100 (compresseur à piston), SP-170 (compresseur à vis compact) et ESP-130 (compresseur à scroll). Les limites d'application pour d'autres compresseurs à vis hermétiques accessibles et pour le R1270 sont disponibles sur demande.

- La puissance frigorifique du R290 est légèrement inférieure à celle du R22.

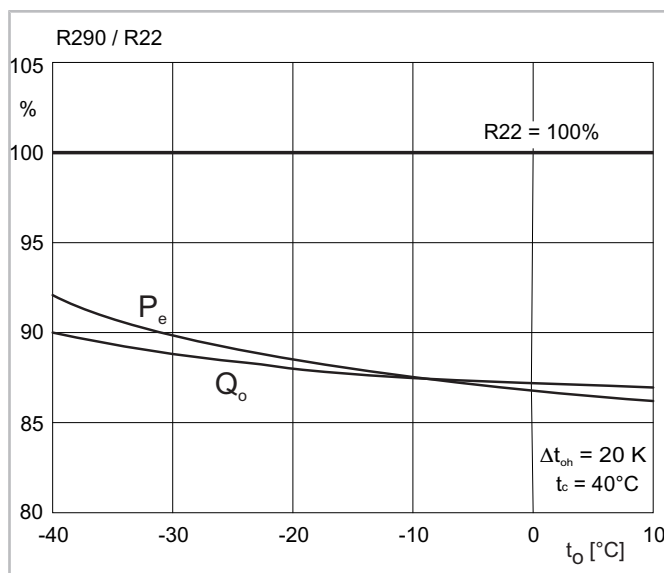


Fig. 7: Comparaison des performances R290/R22 pour compresseurs à piston hermétiques accessibles refroidis par gaz d'aspiration

- Le R1270 présente une puissance frigorifique plus élevée par rapport au R22 et se trouve à un niveau similaire que le R404A/R507A.

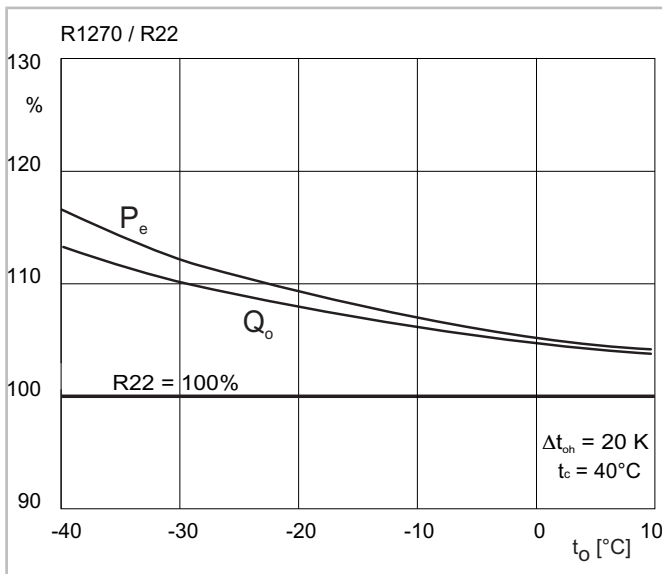


Fig. 8: Comparaison des performances R1270/R22 pour compresseurs à piston hermétiques accessibles refroidis par gaz d'aspiration

- En ce qui concerne les coefficients de performance (COP), les R290 et R1270 ne diffèrent que peu du R22 (voir figure 7, page 41 et voir figure 8, page 42) et sont donc plus appropriés que les R404A/R507A pour la réfrigération à moyenne température et la climatisation,.
- La surchauffe du gaz d'aspiration a un impact plus important avec le R290 et le R1270, qu'avec le R22. En ce qui concerne la puissance et l'efficacité, les deux profitent de la surchauffe utilisable. Pour cette raison, l'emploi d'un échangeur de chaleur entre la conduite du gaz d'aspiration et la conduite de liquide est recommandé.
- Avec le R1270, la température élevée du gaz de refoulement et de l'huile peut entraîner des restrictions si le rapport des pressions est élevé (p. ex. réfrigération à basses températures et une température de condensation élevée)

5.4 Garantie



Information

La garantie pour les compresseurs de R290 et R1270 ne s'étend qu'aux erreurs de fabrication. Elle ne couvre pas les dégâts causés par l'emploi inapproprié ou le non-respect des prescriptions de sécurité en vigueur à cet égard !

6 Exigences relatives à la sécurité

Les informations suivantes sont des exigences et recommandations générales. Les directives UE et normes indiquées ne représentent qu'une partie des documents pertinents. Elles ne s'appliquent qu'aux installations stationnaires.



Information

En cas d'utilisation de R290 et R1270 en dehors de l'Union européenne, les réglementations locales doivent être respectées.



Information

Pour l'utilisation dans une zone ATEX ou Ex, il faut absolument sélectionner les versions Ex spéciales des compresseurs à piston hermétiques accessibles ou des compresseurs à vis compacts.

6.1 Indications de sécurité générales

Des règles de sécurité particulières s'appliquent à la conception, l'utilisation et la maintenance d'installations frigorifiques avec des fluides frigorigènes inflammables de la classe de sécurité A3. Cela comprend, entre autres, des dispositifs de protection spéciaux contre les surpressions et des caractéristiques spéciales dans la conception et la disposition des équipements électriques. Il faut également prendre des mesures pour assurer une purge sans danger en cas de fuite de fluide frigorigène, afin d'éviter la formation d'un mélange gazeux inflammable. Les dispositions relatives à la conception sont définies par des normes (par ex. EN378, ISO5149). En raison des exigences élevées et de la responsabilité du constructeur, il est généralement recommandé de faire réaliser une évaluation des risques pour le produit par un organisme notifié ou en coopération avec un organisme notifié. En fonction de la conception et de la charge de fluide frigorigène, une évaluation selon les directives cadre européennes 2014/34/UE (ATEX 95) et 1999/92/CE (ATEX 137) peut être nécessaire. Le fonctionnement de l'installation et la protection des personnes sont généralement réglementés par des dispositions nationales relatives à la sécurité des produits, à la sécurité de fonctionnement et à la prévention des accidents. Le constructeur de l'installation et l'utilisateur final doivent conclure des accords spécifiques à ce sujet. Le constructeur doit réaliser l'évaluation nécessaire des risques de l'installation. L'évaluation des risques pour le milieu de travail relative au montage, à l'utilisation et à la maintenance de l'installation doit être réalisée par l'utilisateur final.



DANGER

Risque d'explosion et, par conséquent, danger de mort en cas de sortie du fluide frigorigène à proximité d'une source d'inflammation !

Le fluide frigorigène peut s'enflammer et, en fonction de la concentration dans l'air, former également une atmosphère explosive !

Éviter toute flamme nue ou source d'inflammation dans la salle des machines ou la zone de danger !

- Tenir compte des limites d'inflammabilité à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar, se reporter également à la fiche de données de sécurité de la substance respective) :
 - R290 entre 2,1 et 9,5% en volume
 - R1270 entre 2,4 et 10,4% en volume
 - R600 entre 1,4 et 9,5% en volume
 - R600a entre 1,5 et 12,5% en volume
- Tenir compte des températures d'inflammation à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar) :
 - R290 : 470°C
 - R1270 : 455°C
 - R600 : 365°C
 - R600a : 460°C
- Ventiler la salle des machines conformément à la norme EN378 ou installer un dispositif d'aspiration.
- Pour ouvrir les conduites, n'utiliser que des coupe-tubes, jamais de flamme nue !
- N'installer les composants desquels le fluide frigorigène est susceptible de fuir (par ex. pressostat pour protection de basse ou haute pression) qu'à l'extérieur de l'armoire électrique !

S'il est garanti que le compresseur ne fonctionne pas dans une zone Ex, il n'est pas nécessaire d'utiliser une version ATEX ou Ex.

Cela peut être garanti, par exemple, par :

- une ventilation qui évite la formation d'une atmosphère explosible ou inflammable même en cas de fuite maximale.
- la coupure des consommateurs électriques bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ; à cet effet, un capteur de gaz est nécessaire. La valeur de mise hors circuit de la sonde pour l'installation est normalement réglée sur max. 20% de la LIE. Veuillez consulter à ce sujet les réglementations nationales et les organismes notifiés.

6.2 Compresseurs et accessoires

Ce chapitre décrit et explique les risques résiduels liés au compresseur lors de l'utilisation de fluides frigorigènes de la classe de sécurité A3. Le constructeur de l'installation utilise ces informations pour l'évaluation des risques qu'il doit effectuer. Ces informations ne peuvent en aucun cas remplacer ladite évaluation.

Des règles de sécurité particulières s'appliquent à la conception, à la maintenance et à l'utilisation d'installations frigorifiques utilisant des fluides frigorigènes inflammables de la classe de sécurité A3.

Si les compresseurs pour R290 et R1270 avec les accessoires montés sont installés conformément aux instructions de service, utilisés en opération normale et exempts de dysfonctionnements, ils sont dépourvus de sources d'inflammation susceptibles d'enflammer les fluides frigorigènes inflammables. Ils sont considérés comme techniquement étanches. Dans la version de base, les compresseurs et le ventilateur additionnel ne doivent pas être utilisés dans une atmosphère inflammable. Pour l'utilisation dans une zone Ex, des versions Ex spéciales avec un système électrique approprié et une approbation correspondante sont nécessaires.

Les composants livrés séparément, par ex. le ventilateur additionnel et le dispositif de protection du compresseur, peuvent présenter des sources d'inflammation. Il ne doivent pas être utilisés dans une atmosphère inflammable.

La description suivante ne s'applique qu'aux composants concernés par les règles de sécurité. Sinon, les réglementations mentionnées ci-dessus s'appliquent.



AVIS

Assurer absolument la classe de protection de la boîte de raccordement électrique et des accessoires électriques !

Réaliser les passe-câbles avec beaucoup de soin et en utilisant des éléments d'étanchéité appropriés !

• Boîte de raccordement électrique

La boîte de raccordement est classé, au moins, en degré de protection IP54. Ne pas installer le dispositif de protection dans la boîte de raccordement du compresseur.

• Dispositifs de protection du compresseur

- Compresseurs à piston hermétiques accessibles : SE-B*
- Compresseurs à vis : SE-E* ou SE-i1

- Compresseur à scroll : SE-E4, SE-G4 ou SE-B*

Le dispositif de protection est joint à la livraison et doit être installé dans l'armoire électrique ou dans un boîtier de raccordement.

Vous trouverez les schémas de principe pour le raccordement des dispositifs de protection du compresseur dans l'information technique AT-300 (HTML).

AVIS

Raccorder le dispositif de protection selon le schéma de principe.
 Risque d'induction ! N'utiliser que des câbles blindés pour les conduites de liaison (boucle de mesure CTP) entre les bornes 1/2 (SE-B* et SE-E*) et 3/4 (plaque à bornes). Connecter la sonde de température du gaz de refoulement en série avec les bornes 3/4.

À prendre en compte lors de l'installation des dispositifs de protection pour compresseurs à vis et à scroll dans l'armoire électrique :

AVIS

Risque de défaillance de compresseur !
 N'utiliser le compresseur que dans le sens de rotation prescrit !

- Raccorder les câbles aux goujons du moteur dans l'ordre suivant :
 - câble noir au goujon 1 pour compresseurs à vis, ou L1 pour compresseurs à scroll
 - câble brun au goujon 2 pour compresseurs à vis, ou L2 pour compresseurs à scroll
 - câble bleu au goujon 3 pour compresseurs à vis, ou L3 pour compresseurs à scroll
 - Effectuer un contrôle à l'aide d'un contrôleur de champ tournant !
- Il est nécessaire d'installer des fusibles supplémentaires (500 mA) dans les câbles de liaison du dispositif de protection qui mènent aux goujons 1/2/3 des compresseurs à vis ou aux goujons L1/L2/L3 des compresseurs à scroll.
- Risque d'induction ! N'utiliser que des câbles blindés ou torsadés pour le raccordement aux sondes surveillant la température du moteur et de l'huile (CTP).
- Les bornes T1-T2 sur les compresseurs à vis, les bornes M1-M2 sur les compresseurs à scroll et les bornes 1-2 sur le SE-B* et SE-E* ainsi que les bornes 1-8 sur le SE-C1 ne doivent pas entrer en contact avec la tension de commande ou de service.

• Utilisation de convertisseurs de fréquences (CF) externes, par ex. convertisseur de fréquences BITZER VARIPACK pour la régulation de vitesse

Installer le CF dans l'armoire électrique. Utiliser des câbles blindés entre le CF et le compresseur ainsi que des passe-câbles à vis métalliques.

Ne pas utiliser le convertisseur de fréquences BITZER VARIPACK dans une atmosphère inflammable !

• Démarrage à vide / régulation de puissance / réchauffeur d'huile / ventilateur supplémentaire pour compresseurs à piston hermétiques accessibles

Les dispositifs énumérés ci-dessus sont disponibles comme accessoires optionnels. Ils sont classés, au moins, en degré de protection IP54 (exception : avec un ventilateur supplémentaire pour 2KESP .. 2CESP : degré de protection IP44).

• Pressostat différentiel d'huile / contrôle de niveau d'huile

Le contrôle de niveau d'huile électronique OLC-K1 (séries de compresseurs CE3 / CE4S), le pressostat différentiel d'huile électronique Delta-PII (séries de compresseurs BE5 / BE6 / CE8) ainsi que le contrôle de niveau d'huile opto-électronique OLC-D1-S (compresseurs à vis compacts CSH/CSW) et OLC-D1-D (séparateur d'huile pour compresseurs à vis) sont disponibles comme accessoires optionnels. Ils sont classés en degré de protection IP54 ou supérieur.

• Soupape de décharge

Les compresseurs à piston et à vis pour R290 et R1270 sont équipés par défaut d'une soupape de décharge interne dépendante de la contre-pression.

• Dispositifs de sécurité de limitation de la pression

- Les pressostats de sécurité pour la protection contre une pression trop élevée doivent être conçus et utilisés conformément aux exigences des règles de sécurité (par ex. EN 378-2).
- Il est également recommandé d'utiliser un limiteur de pression pour la protection contre une pression trop basse. Le réglage doit être réalisé de manière à ce qu'un fonctionnement sous vide soit évité de manière sûre. En cas de fuite, il y a un risque d'aspiration de l'air et de génération d'un mélange inflammable avec le fluide frigorigène. L'évaluation des risques des compresseurs comprend uniquement le fonctionnement à des pressions supérieures à la pression ambiante.

- **Marquage**

Description, voir chapitre Marquage compresseur de propane/propène, page 33.

6.2.1 Autres produits BITZER pour l'application avec des hydrocarbures sans halogènes

Les produits BITZER suivants pour l'application avec des hydrocarbures sans halogènes sont prévus pour un montage dans des installations frigorifiques conformément à la Directive UE Machines 2006/42/CE et la Directive UE Équipements sous Pression 2014/68/UE.

- Condenseurs refroidis par eau (voir prospectus DP-200).
- Réservoir de liquide (voir prospectus DP-300).
- Séparateur d'huile (voir prospectus DP-500).

7 Installation et maintenance

Dans la liste suivante, quelques-unes des directives les plus importantes sont résumées. Autres informations voir chapitre Caractéristiques de propane et propène et critères en résultant pour la conception de l'installation., page 36 et voir chapitre Technique des compresseurs, page 40. En outre, respecter les dispositions de fabrication et de sécurité en vigueur pour les installations frigorifiques.

Ces informations peuvent contribuer à l'évaluation des risques pour le milieu de travail, mais elles ne peuvent pas la remplacer. L'utilisateur final est responsable pour l'évaluation des risques pour le milieu de travail.



DANGER

Risque d'explosion et, par conséquent, danger de mort en cas de sortie du fluide frigorigène à proximité d'une source d'inflammation !

Le fluide frigorigène peut s'enflammer et, en fonction de la concentration dans l'air, former également une atmosphère explosive !

Éviter toute flamme nue ou source d'inflammation dans la salle des machines ou la zone de danger !

- Tenir compte des limites d'inflammabilité à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar, se reporter également à la fiche de données de sécurité de la substance respective) :
 - R290 entre 2,1 et 9,5% en volume
 - R1270 entre 2,4 et 10,4% en volume
 - R600 entre 1,4 et 9,5% en volume

- R600a entre 1,5 et 12,5% en volume

- Tenir compte des températures d'inflammation à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar) :

- R290 : 470°C
- R1270 : 455°C
- R600 : 365°C
- R600a : 460°C

- Ventiler la salle des machines conformément à la norme EN378 ou installer un dispositif d'aspiration.
- Pour ouvrir les conduites, n'utiliser que des coupe-tubes, jamais de flamme nue !
- N'installer les composants desquels le fluide frigorigène est susceptible de fuir (par ex. pressostat pour protection de basse ou haute pression) qu'à l'extérieur de l'armoire électrique !

S'il est garanti que le compresseur ne fonctionne pas dans une zone Ex, il n'est pas nécessaire d'utiliser une version ATEX ou Ex.

Cela peut être garanti, par exemple, par :

- une ventilation qui évite la formation d'une atmosphère explosible ou inflammable même en cas de fuite maximale.
- la coupure des consommateurs électriques bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ; à cet effet, un capteur de gaz est nécessaire. La valeur de mise hors circuit de la sonde pour l'installation est normalement réglée sur max. 20% de la LIE. Veuillez consulter à ce sujet les réglementations nationales et les organismes notifiés.

7.1 Personnel spécialisé autorisé

Tous les travaux à réaliser sur les compresseurs de propane ou propène nécessitent une instruction spécifique et des compétences dans la manipulation du propane et du propène comme fluides frigorigènes R290 et R1270 ; seul un personnel spécialisé ayant reçu une formation adéquate est autorisé à réaliser lesdits travaux. Les conditions préalables à la construction, l'utilisation et la maintenance des installations frigorifiques avec du propane et du propène sont des compétences spécifiques et le strict respect des prescriptions de sécurité et directives applicables aux fluides frigorigènes inflammables de la classe de sécurité A3. Les qualifications et compétences du personnel spécialisé sont décrites dans les réglementations et directives nationales.

7.2 Directives générales pour l'installation et la maintenance d'installations frigorifiques avec propane et propène

- Utiliser de préférence les jonctions brasées et soudées pour les raccords de tube (fermés en permanence selon EN378-1).
- Renoncer aux tubes capillaires, utiliser des raccords de tube métalliques ou des conduites frigorifiques flexibles. Note : selon les prescriptions allemandes (BGR 500), par exemple, il faut contrôler l'étanchéité des conduites frigorifiques flexibles tous les 6 mois.
- Utiliser un gaz de protection pour le brasage. Utiliser de l'azote déshydraté. Ne pas utiliser de R290 et R1270 comme gaz de protection !
- Utiliser des échangeurs de chaleur, des détendeurs, d'autres dispositifs de régulation ainsi que des pressostats pour protection et des pressostats de sécurité conçus spécialement pour R290 et R1270.
- En cas d'installation à l'intérieur, mettre en circuit la ventilation de la salle avant de remplir le fluide frigorigène.
- En raison de la densité faible du liquide, la charge de fluide frigorigène maximale possible (par rapport au poids) est considérablement inférieure par rapport à R22 ou R404A.

La charge maximale par volume de 1 dm³ (température du liquide 20°C, niveau de remplissage 90%) :

- R22 -> 1,09 kg // R404A -> 0,96 kg
- R290 -> 0,45 kg // R1270 -> 0,46 kg

- Directement après la mise en service, contrôler si les conduites présentent des vibrations anormales (risque de rupture). Le cas échéant, prendre des mesures de protection supplémentaires.
- En cas d'utilisation de filtres de nettoyage côté aspiration, remplacer les cartouches filtrantes après env. 100 heures de fonctionnement. Pour les informations relatives au traitement des déchets, voir le chapitre suivant.

Travaux de maintenance



AVIS

Risque de formation d'étincelles causé par des opérations de commutation intempestives ou la surchauffe du réchauffeur d'huile lors du remplacement de l'huile.

Avant d'intervenir dans le circuit frigorifique, couper l'alimentation en courant au niveau de l'interrupteur principal !

Respecter les prescriptions spéciales relatives au stockage et au transport de gaz inflammables.

Toujours mettre en circuit la ventilation de la salle lors de travaux de maintenance à l'intérieur !



AVIS

Risque de formation d'étincelles, lors d'une décharge électrostatique.

Prendre des mesure contre le chargement électrostatique de composants non métalliques, outils, équipements auxiliaires et vêtements ! Par exemple : Porter des vêtements appropriés anti-statiques, utiliser des outils sans risque de formation d'étincelles. Le cas échéant, réaliser une mise à la terre supplémentaire des pièces conductrices.

- Un essai régulier des dispositifs de sécurité (au moins une fois par an) est prescrit.
- En cas de réparation, R290 et R1270 peuvent être aspirés et réutilisés pourvu qu'il n'y ait pas de gaz étranger dans l'installation ou d'autres contaminations. Avant de remplir l'installation de nouveau, la purger avec de l'azote déshydraté, monter un nouveau filtre déshydrateur et la mettre sous vide.
- N'effectuer le transvasement ou l'évacuation (brûlage) de R290/R1270 que lorsque les mesures de sécurités nécessaires ont été prises. Éviter la pénétration d'air dans le circuit !
- Les déshydrateurs et les cartouches filtrantes du filtre en bloc utilisés contiennent des résidus inflammables de R290 ou R1270. Purger avec de l'azote et assurer une évacuation appropriée.



AVIS

Risque d'incendie !

L'huile usée contient une quantité relativement importante de fluide frigorigène dissous.

Emballer l'huile usée en toute sécurité. Éliminer de manière écologique.

Les hydrocarbures, par exemple le propane, le R290 ou le propène, le R1270 et les fluides frigorigènes in-

flammables à faible teneur en fluor, par exemple le R1234yf, se dissolvent très bien dans huile pour machines frigorifiques à température ambiante. Cela concerne également les mélanges de fluides frigorigènes contenant ces substances.

L'huile usée provenant de ces installations peut encore contenir des proportions relativement élevées de gaz inflammables dissous, même à la pression atmosphérique. Ces composants se dégazent.

Observer pour le stockage et le transport :

- ▶ Remplir l'huile usée dans des récipients résistant à la pression.
- ▶ Remplir les récipients avec de l'azote comme gaz protecteur et les fermer.
- ▶ Marquer les réservoirs, par exemple avec le signe d'avertissement "substance inflammable" W021 de la norme ISO7010.

En cas de remplacement du compresseur :

- ▶ Maintenir le compresseur complètement fermé (fermer les vannes d'arrêt !).
- ▶ Aspirer le fluide frigorigène.
- ▶ Remplir le compresseur de gaz de protection (azote déshydraté) (0,2 ..0,5 bar de surpression).
- ▶ S'assurer que le pictogramme « Danger matières inflammables » (ISO70101 W021) voir chapitre Marquage compresseur de propane/propène, page 33 est bien visible sur le compresseur.

8 Adaptation d'installations existantes de (H)CFC et HFC à R290 ou R1270

D'un point de vue technique, une adaptation des installations R404A/R507A est possible pourvu que la sélection des composants principaux (compresseur, évaporateur, condenseur, réservoir de liquide) permette une telle mesure - voir chapitre Caractéristiques chimiques et physiques générales de R290 et R1270, page 37 et voir chapitre Technique des compresseurs, page 40. En raison des caractéristiques spécifiques de R290 et R1270, des modifications au niveau de la robinetterie et un remplacement de l'huile sont nécessaires. Toutefois, une adaptation n'est possible dans la pratique que dans certains cas exceptionnels en raison des mesures de sécurité nécessaires. Elle n'est possible que pour les installations qui, avec des efforts raisonnables, peuvent être adaptées aux prescriptions de sécurité respectives pour les fluides frigorigènes du groupe A3.

9 Accord par écrit

En vue des conditions spéciales liés à l'utilisation de fluides frigorigènes inflammables, un accord écrit doit être conclu entre le constructeur de l'installation et BITZER indiquant les responsabilités correspondantes.

80007402 // 06.2023

Änderungen vorbehalten
Subject to change
Toutes modifications réservées

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Peter-Schaufler-Platz 1 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 7031 932-0 // Fax +49 7031 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de