

Jak správně provést retrofit

Když se to dělá správně, potom všechno funguje
2014



Výzva poslední doby-náhrada chladiv R404A



Jako náhrada za R404a jsou preferována chladiva
R407A a R407F



Problém teploty chladiva na
výtlaku kompresoru



Problém teplotního skluzu

Porovnání chladiv R404A / 407A /407F

Vliv na chladicí výkon			
	R404a	R407A	R407F
LBP -35/40°C	--	-4%	+6%
MBP - 10/40°C	--	+3%	+11%
HBP +5/40°C	--	+7%	+15%

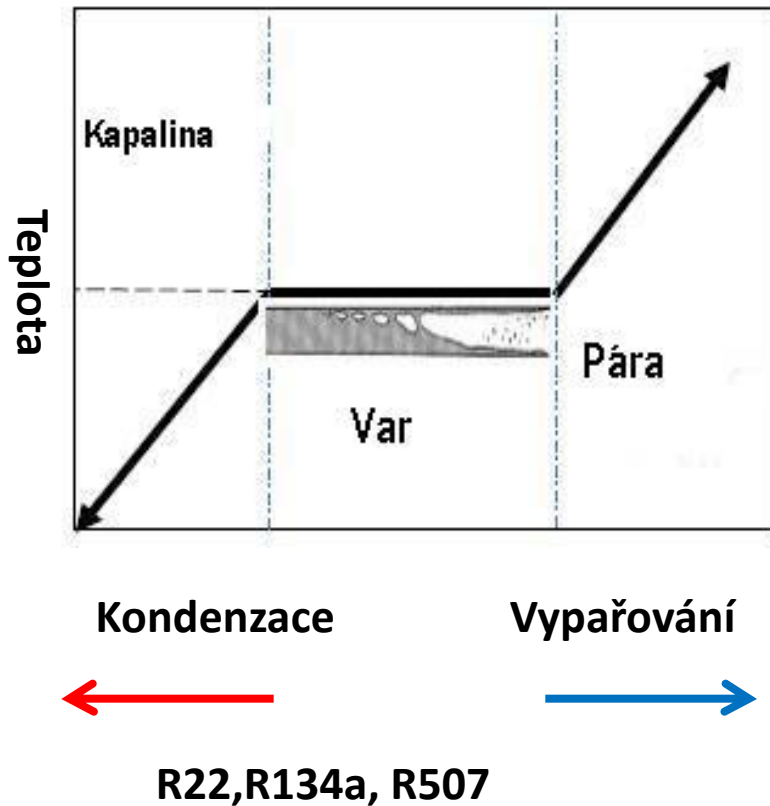
Vliv na výtlačnou teplotu par			
	R404a	R407A	R407F
LBP -35/40°C	102°C	120°C	128°C
MBP - 10/40°C	78°C	88°C	93°C
HBP +5/40°C	68°C	75°C	78°C

Problémy při retrofitu R404a/407F

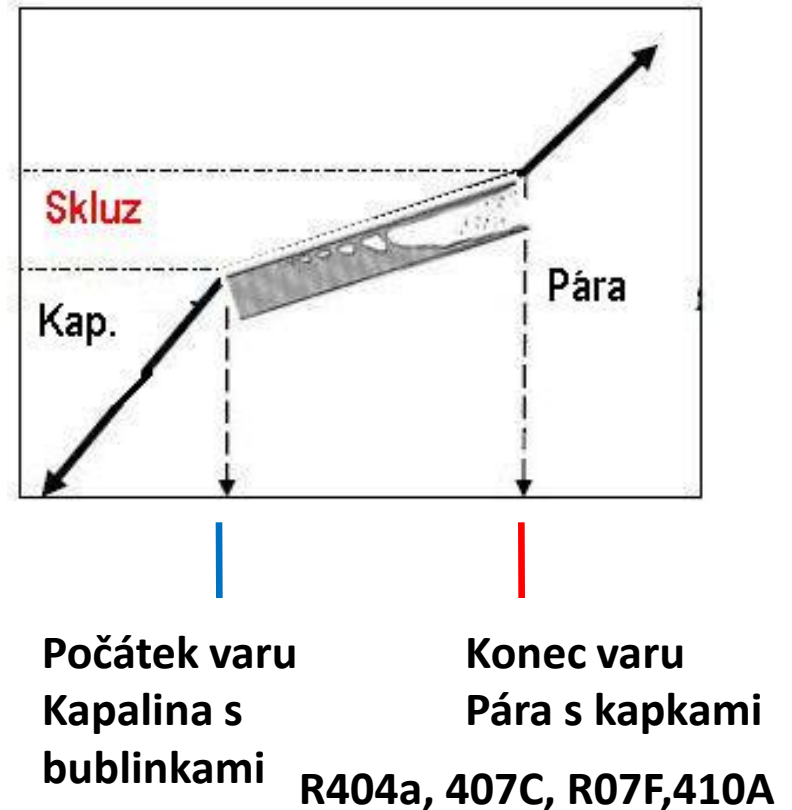
- ▶ Rozdílný chladicí výkon(objemová chladivost)**
- ▶ Vyšší teplota par na výtlačku**
- ▶ Větší teplotní skluz R407F (= problém)**

Var azeotropních a zeotropních kapalin

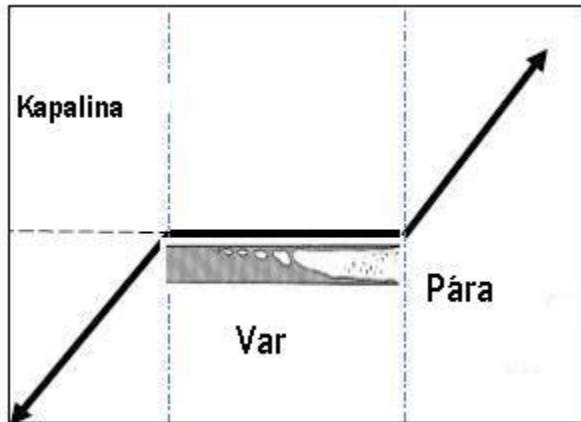
Jednosložková chladiva
azeotropní směsi



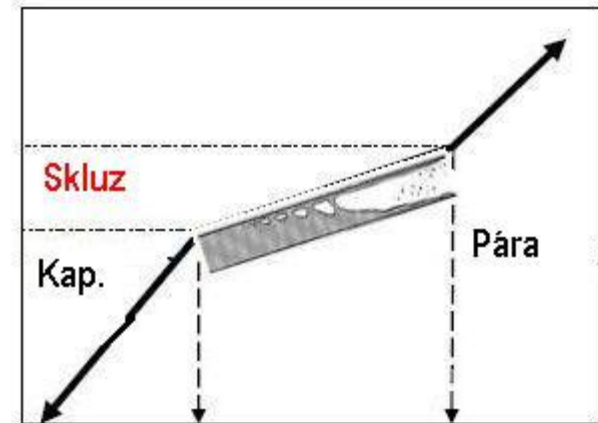
Zeotropní chladiva - směsi



Rozdíly azeotropní a zeotropní



Azeotropní směsi řada R5xx
jednosložková chladiva mají
konstantní teplotu vypařování
při konstantním tlaku



Zeotropní chladiva- směsi řada
R4xx nastává vypařování v
intervalu počátku varu (nasyčená
kapalina) s konce varu (nasyčená
pára), konstantní tlak, rozdílná
teplota.

Malý skluz má např. R404A, R410A,
velký skluz má např. R407C, R407F.

Tabulky chladiv – směsí

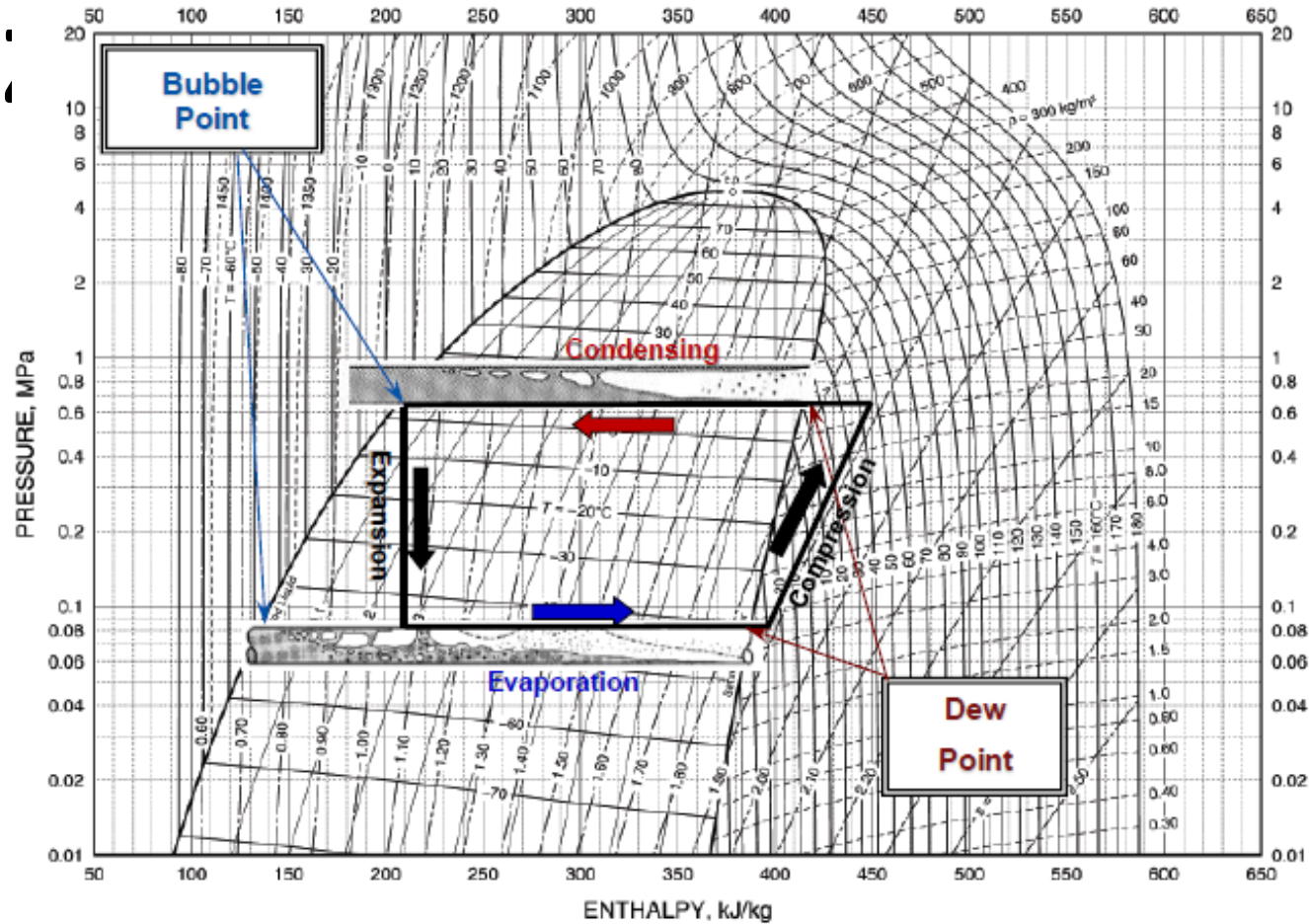


Pro každé chladivo řady R4xx existují tabulky s hodnotami DEW a Bubble

Pressure (bar)	Bubble (Liq) Temp (°C)	Dew (Vap) Temp (°C)
2.4	-26.8	-20.7
3.8	-14.9	-9.1
5.1	-6.1	-0.4
6.5	1.2	6.7
7.9	7.3	12.6
12.0	21.9	26.8
13.4	25.9	30.7
14.8	29.6	34.3
16.2	33.1	37.7

Skluz pro tlak 16 bar pro R407F
 $\text{skluz} = 37,7^{\circ}\text{C} - 33,1^{\circ}\text{C} = 4,6^{\circ}\text{C}$

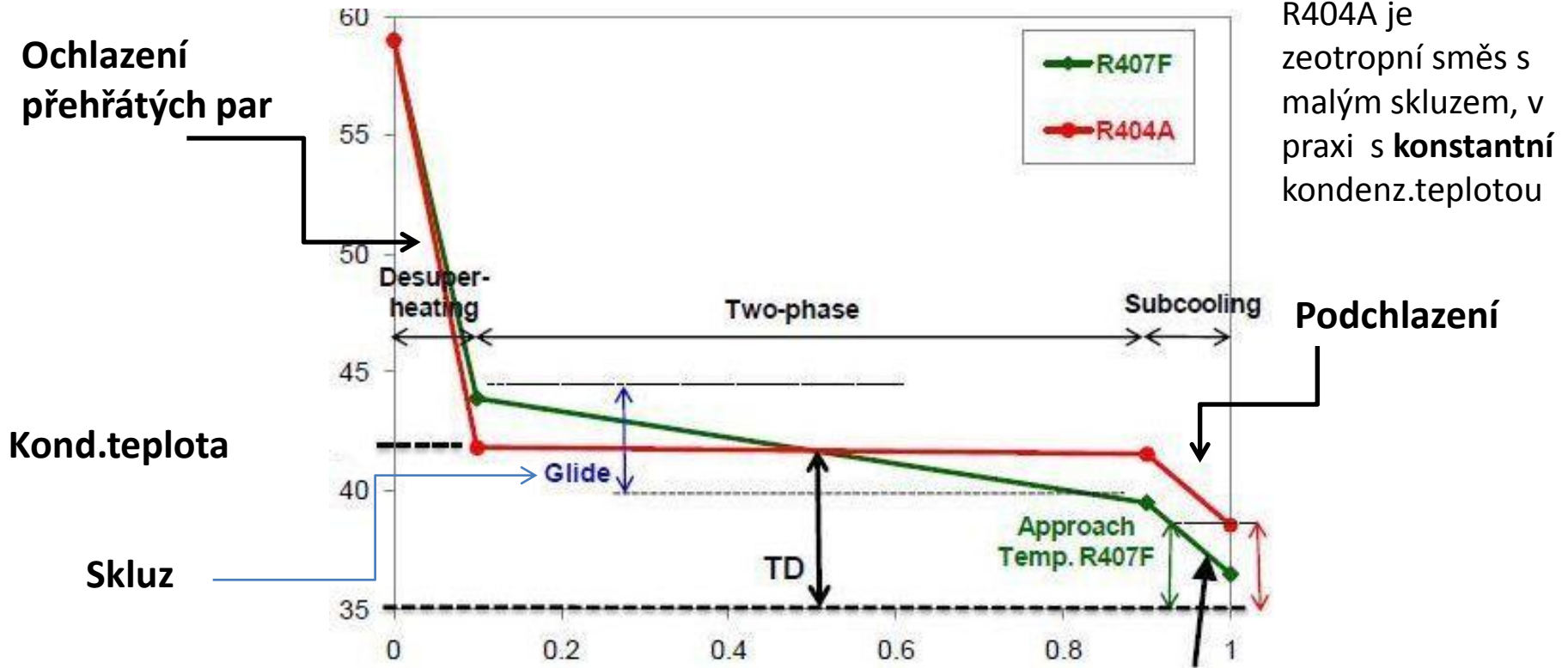
gram



Kapalina s bublinkami -Bubble

Pára s kapičkami = var-Dew

Chladicí okruh- kondenzátor



R404A je zeotropní směs s malým skluzem, v praxi s **konstantní** kondenz.teplotou

Chladiva s velkým skluzem začínají kondenzovat při vyšší teplotě a kondenzace končí při nižší teplotě než chladiva s malým skluzem –R404a = problém

Kontrola kondenzační teploty R404a- R407F

	R22	AZ-20 (410A)		404A		Performax LT (407F)	
Temp.	Pressure	Bubble Pressure	Dew Pressure	Bubble Pressure	Dew Pressure	Bubble Pressure	Dew Pressure
(°C)	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
35	1355	2145	2139	1620	1605	1699	1507
40	1534	2426	2419	1829	1815	1921	1719
45	1729	2734	2726	2059	2044	2165	1953

Teplota okolí = +30°C
 TD = 10K
 Kond. teplota = +40°C

R 407F při +40°C
 Nasycená kapalina
 (Bubble)=1921kPa
 Sytá pára (Dew)=1719
 kPa
 Průměrná hodnota
 (1921+1719)/2 = 1820
 kPa

Tato hodnota
 odpovídá
 R404a
 (1829 +1815)/2= 1822
 kPa

Pamatovat: Používejte průměrnou hodnotu tlaku
 Pokud použijete hodnoty DEW, teplota výměníku bude
 nižší o 10°C >> vyšší výkon ventilátoru.
 Pokud použijete hodnotu Bubble, teplota výměníku
 bude
 Vyšší o 10°C >> výrazně stoupne výtlačný tlak.

Chladicí okruh- výparník



	R404A	R407F	
Pressure	Dew Temp	Bubble Temp	Dew Temp
(bar)	(°C)	(°C)	(°C)
1.77	-33.2	-33.9	-27.7
1.84	-32.3	-33.0	-26.9
1.91	-31.4	-32.2	-26.0
1.98	-30.5	-31.3	-25.2
2.05	-29.7	-30.5	-24.4

Teplota vstupu do výparníku závisí na podchlazení

Stejně jako u kondenzátoru můžeme použít průměr.

$$(-33^{\circ}\text{C}) \times 0,5 + (-26,9^{\circ}\text{C}) \times 0,5 = -29,9^{\circ}\text{C}$$

Lépe je použít pravidlo 40% Bubble + 60% Dew.

$$(-33^{\circ}\text{C}) \times 0,4 + (-26,9^{\circ}\text{C}) \times 0,6 = -29,3^{\circ}\text{C} \text{ (úspora energie)}$$

Nastavení sacího tlaku

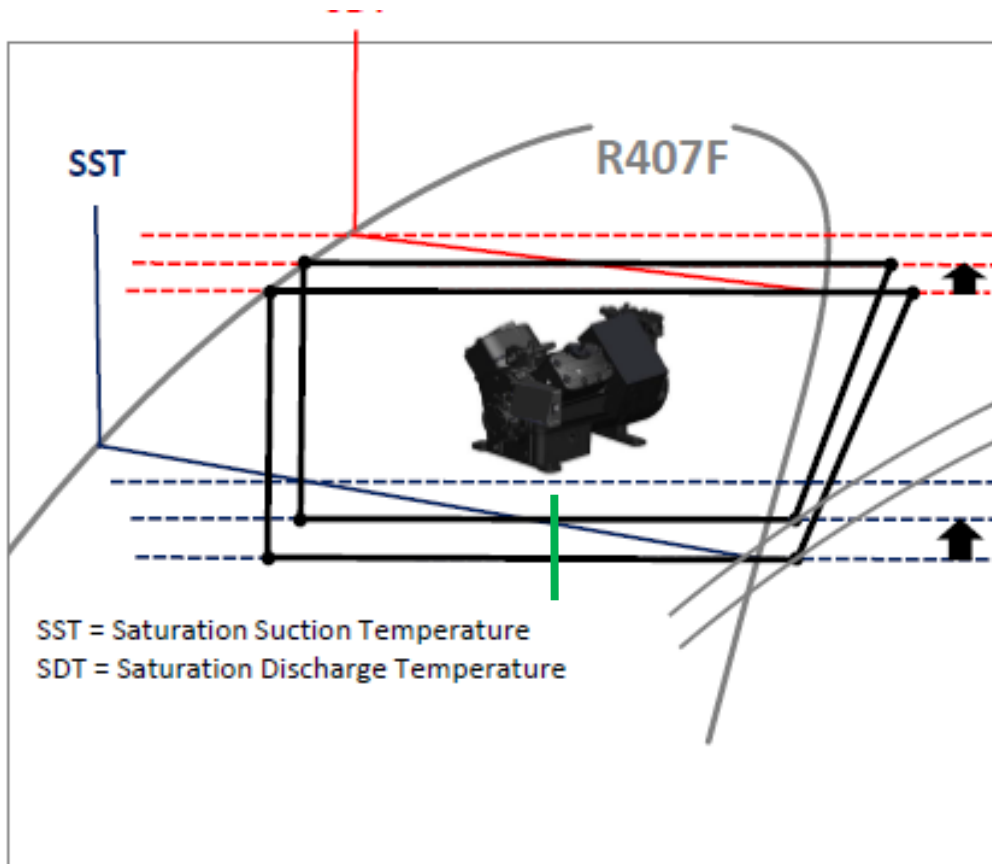


	R404A	R407F	
Temp	Pressure	Bubble Pressure	Dew Pressure
(°C)	(bar)	(bar)	(bar)
-30.0	2.02	2.09	1.60
-29.4	2.07	2.14	1.64
-28.9	2.12	2.19	1.68
-28.3	2.17	2.24	1.72
-27.8	2.21	2.29	1.76
-27.2	2.27	2.34	1.81



1. Odečteme hodnoty Bubble a Dew pro -30°C \gg 2,09 bar a 1,60 bar
2. Postup stejný jako u výparníku podle pravidla 40% Bubble +60% Dew.
3. Změřený sací tlak R404a převedeme na teplotu 2,02bat \gg $-30,0^{\circ}\text{C}$

Problém kompresoru č.1



Návrh kompresoru 404a vychází obvykle z bodu nasycené páry - Dew. Kompresor 407F pracuje ve skutečnosti s tlakem v bodě —

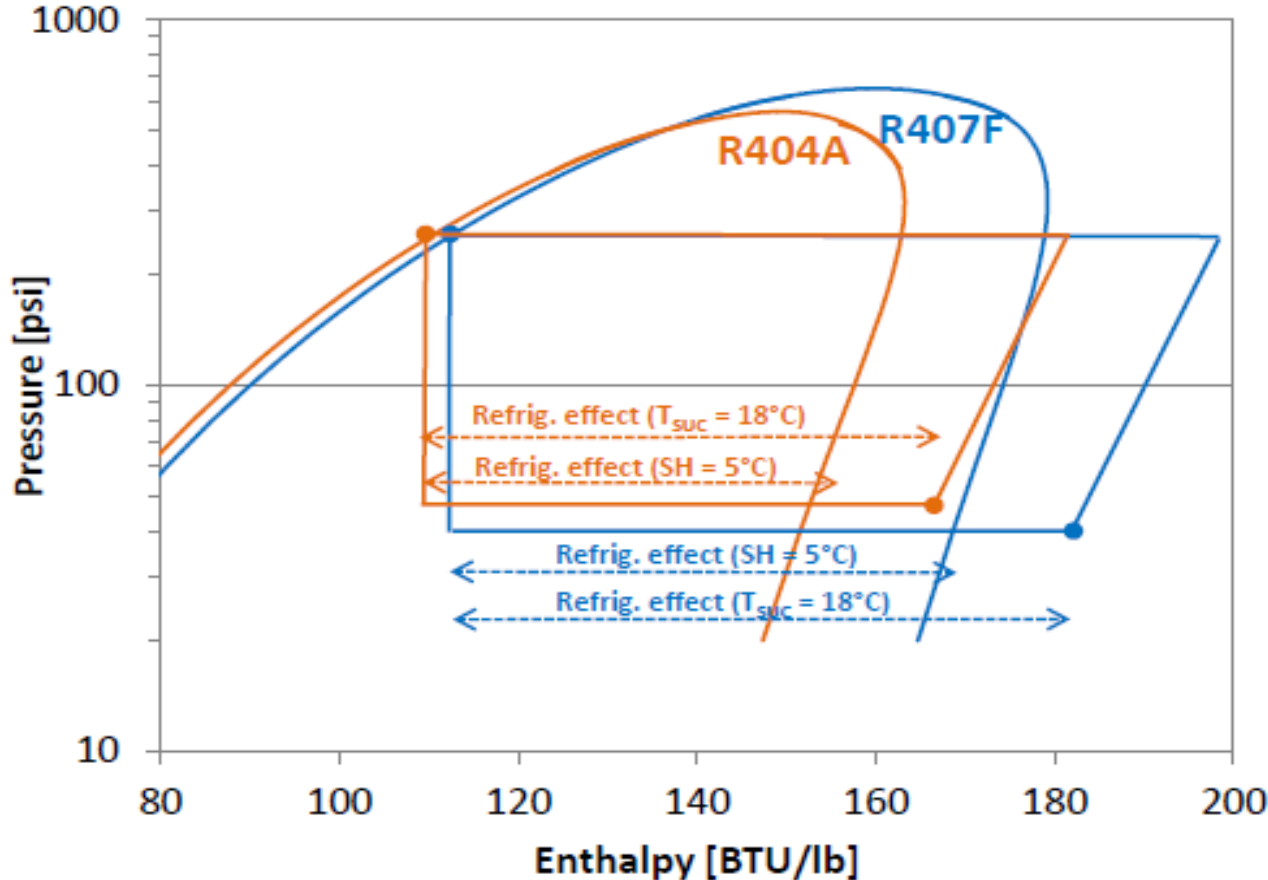


Hustota par – chlad. výkon

Používejte pravidlo výparníku 40/60 %

Pokud použijete bod nasycených par – Dew, bude systém s R407F pracovat při nižší vypařovací teplotě než s R404a.

Problém kompresoru č.2



Podle normy AHRI je výkon kompresoru uveden pro přehřátí v sání 18K.

Typické přehřátí ve výparníku je mezi 3-7K.

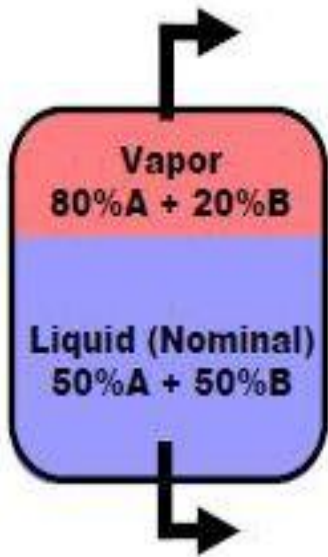
Pokud použijete přehřátí 18K, výkon kompresoru nereálně vzroste.

Pro výpočty použijte reálnou hodnotu 3-7K.

Výrobci budou postupně měnit tabulky výkonů kompresorů

Chování zeotropní směsi

Plnění chladiva

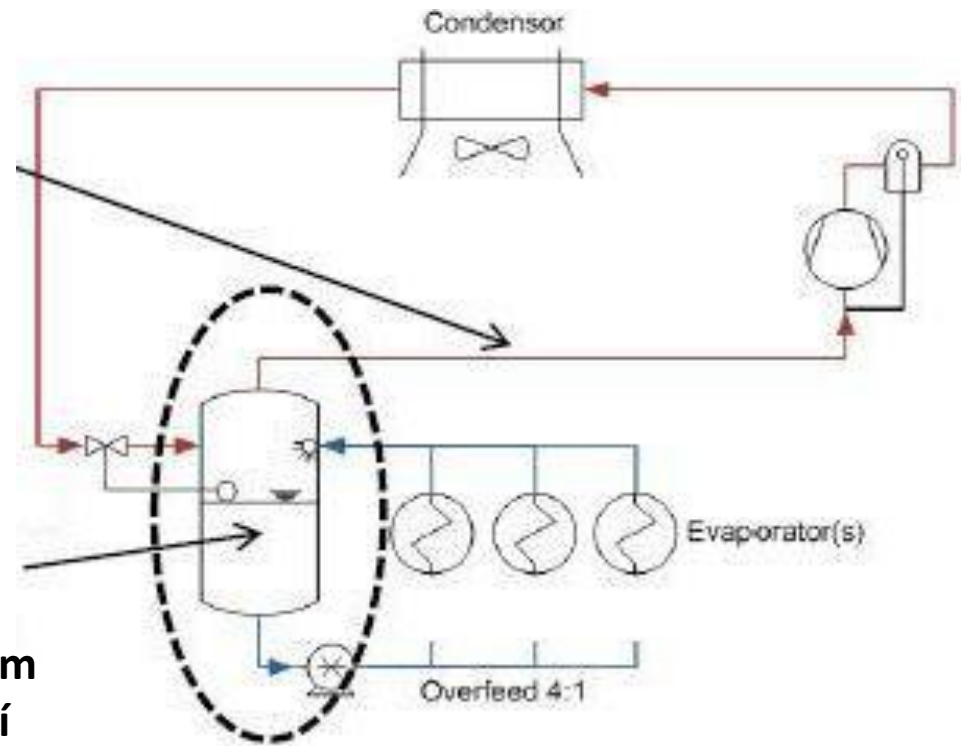


Plnění chladiva-
vrstvy chladiv v
láhvi

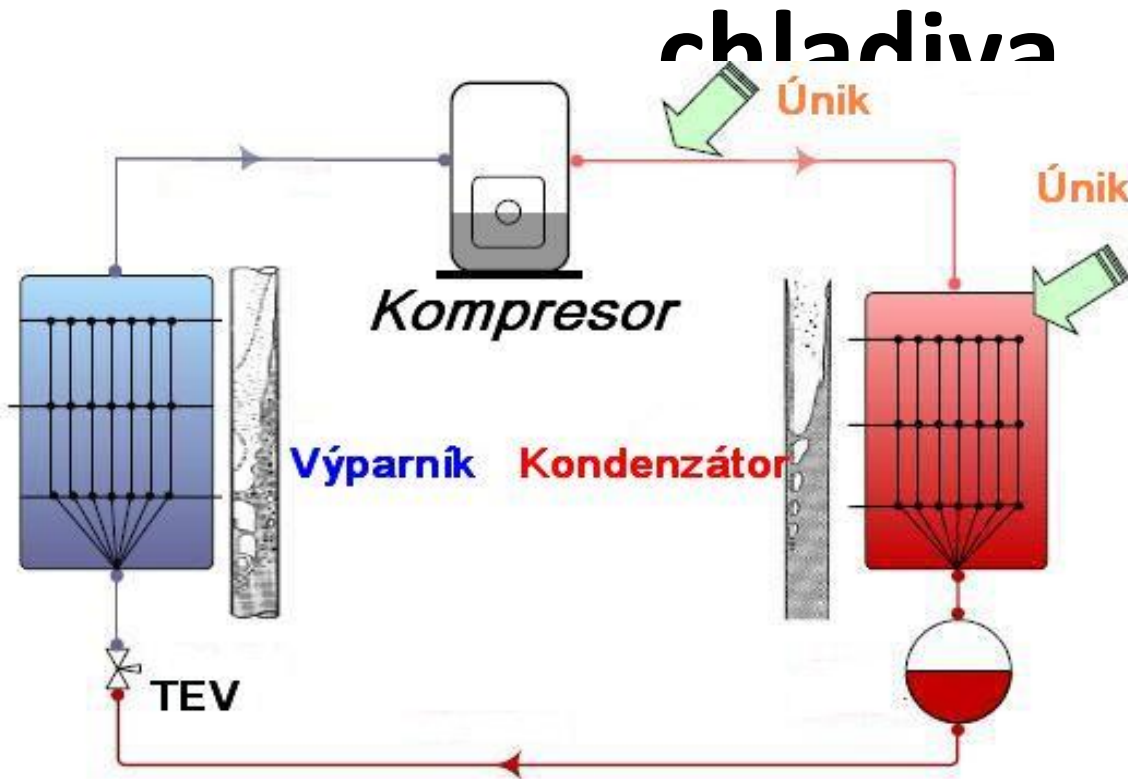
Chladivo v okruhu se zaplaveným výparníkem

Složka-chladivo
s vyšším
tlakem obíhá s
vyšší
koncentrací

Složka-
chladivo s
nižším tlakem
má zde vyšší
koncentraci.



Simulace úniku zeotropního



Mrazící okruh
Výparník -25°C
Teplota okolí $+20^{\circ}\text{C}$
Únik $\varnothing 0,1\text{mm}$
Chladící výkon
3,5kW
R407F a POE olej

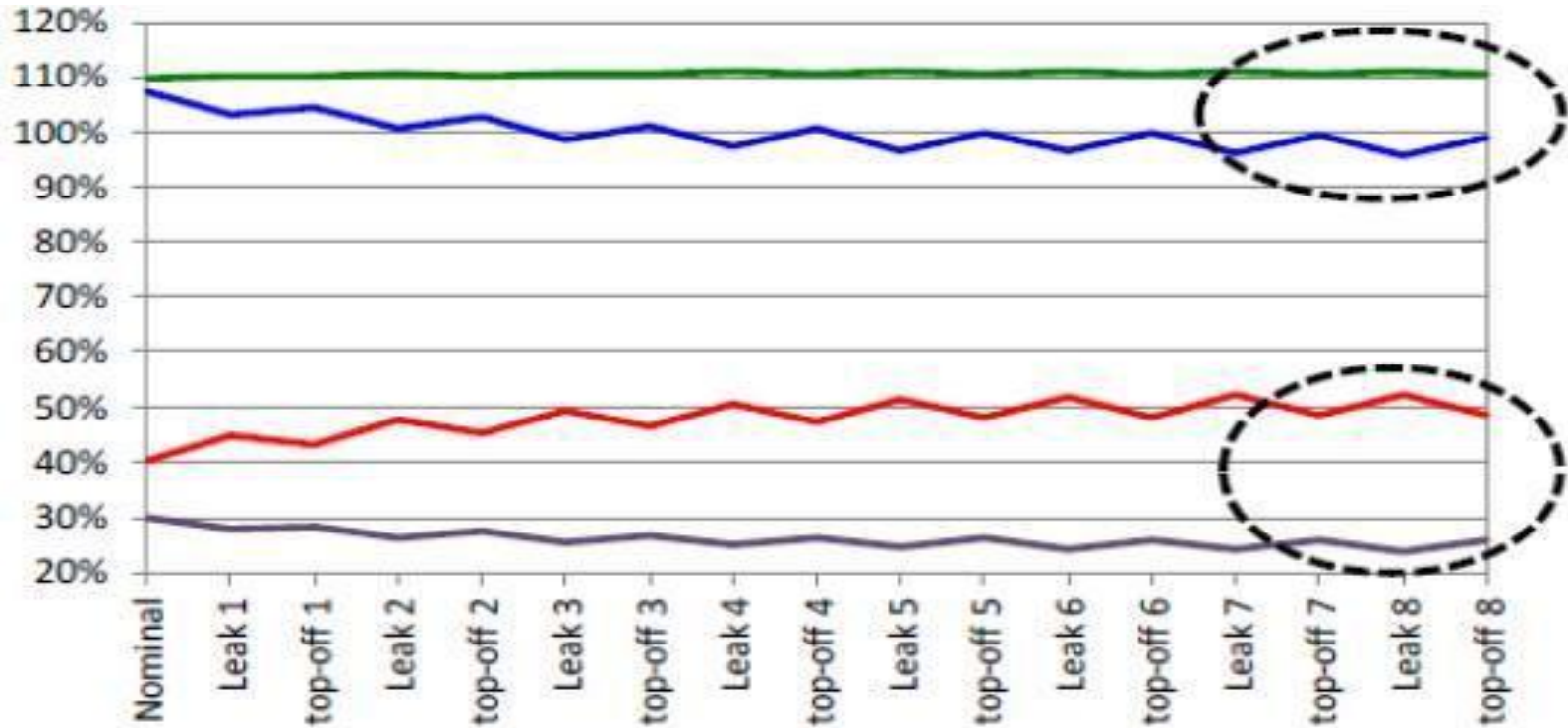
Únik 1 – za chodu – výtlačné potrubí a střed kondenzátoru (únik kapaliny a par)
Únik 2 – za klidu - ve středu kondenzátoru (únik par, okruh stojí)

Simulace úniku zeotropního chladiva

- ▶ Úniky byly simulovány tak, aby utíkaly páry i kapalina chladiva, nejhorší možná varianta úniků.
- ▶ Byl simulován 8 x únik, uniklo a doplněno bylo 30% původní náplně.
- ▶ Při provozu bez havárie to odpovídá průměrnému úniku chladiva po dobu 10 let.

Výsledek je následující

Simulace úniku zeotropního



Podíl složek R32 a R125 Podíl R134a

Chladicí výkon % k R404a Energ. účinnost % k R404a

Závěr z výsledků simulace úniků chladiwa R407F

Dlouhodobý únik a opakované doplňování chladiwa R407F nemá významný vliv na poměr jednotlivých složek. Směs zůstává stabilní.

Chladicí výkon klesne maximálně o 10% a zůstává na úrovni chladícího výkonu chladiwa R404a

Spotřeba energie se nezvyšuje, zůstává konstantní po celou dobu.

Retrofit na R407F provádějte až po pečlivé přípravě

Opakované úniky a doplnění chladiwa nemají negativní vliv na chod a energetickou spotřebu zařízení

Okruh s R407F je velmi citlivý na přeplnění chladiwem.

**Termodynamické vlastnosti chladiva R407F (Dew a Bubble point) v rozsahu -45°C
až +50°C lze nalézt na
www.schiessl.cz a www.schiessl.sk**

**Děkuji za pozornost a přeji
hodně úspěchů při retrofitech
R407F**

07/2014