

Konvertering av R-22-anlegg

Hans T. Haukås

Seminar
Utfasing av R-22 i fiskefartøy
Ålesund 26.04.2007

Teknisk anvendbare medier for konvertering

- Ingen generelt anvendelige "drop-in"-alternativer
- Aktuelle HFK-medier:
 - R-134a (enkomponent medium)
 - R-404A/R-507A (HFK-blanding, ubetydelig temperaturglidning ("glide"))
 - R-407C (HFK-blanding, stor glide)
 - R-417A (HFK-blanding tilsatt iso-butan, stor glide)
 - [R-410A (HFK-blanding, ubetydelig glide)]

Noen viktige forhold i tilknytning til erstatningsmediene (1)

- Kuldemedier med betydelig temperaturglidning kan bare benyttes med termoventilregulering
 - R-407C og R-417A uaktuelle i RSW-anlegg med fylt fordamper og i pumpesirkulasjonsanlegg
- Kuldemedier med stor glide endrer sammensetning ved lekkasje i fordamper eller kondensator
- R-417A er anvendelig med konvensjonell kompressorolje (på grunn av innholdet av isobutan)
 - problemer med oljeretur likevel erfart i enkelte anlegg

Noen viktige forhold i tilknytning til erstatningsmediene (2)

- R-404A/507A gir svært lav trykkrørstemperatur
 - vanskelig å holde oljen i skruekompressorer fri for kuldemedium ved lavt trykkforhold, oljeutkast
 - stor suggassvarmeveksler nødvendig på RSW-anlegg
 - evt. nødvendig å kjøre med unødvendig høy kondenseringstemperatur for å "holde varmen"
- R-410A krever høy trykkklasse (40 bar)
 - mindre aktuelt som medium for konvertering
 - mer aktuell i nye anlegg
 - 50 % større kompressorkapasitet enn med R-22
 - ikke tilsvarende lav trykkrørstemperatur som med R-404A/507A

Forhold å ta hensyn til ved konvertering fra R-22 til HFK-medium (1)

- Ytelse og effektbehov
 - evt. behov for ekstra kompressorkapasitet
 - evt. behov for større kompressormotor
- Oljetype, viskositet
 - HFK-medier uten tilsetning av hydrokarbon krever esterolje
 - større innløsning av kuldemedium i oljen
 - dårligere smøreegenskaper (?)
- Driftebetingelser
 - trykkrørstemperaturen, spesielt ved skruekompressor
 - overhetet suggass (væskefri gass til kompressor)

Forhold å ta hensyn til ved konvertering fra R-22 til HFK-medium (2)

- Løsningssevne på ulike forurensninger i anlegget
 - vasker ut forurensninger, rikelig filterkapasitet nødvendig
- Påvirkning av materiale i tetninger og pakninger
 - utsatt for lekkasje
- Effekt av rester av gammelt medium/gammel olje
 - mulig kopperplattering ved fuktighet i anlegget

Erfaringer fra konvertering av KFK-anlegg (1) (R-12 og R-502)

- Mange (små)anlegg ble konvertert til såkalte "drop-in"-medier
 - blandingsmedier med R-22 som viktigste ingrediens
 - kunne benyttes med eksisterende olje (viktigste årsak til "populariteten")
 - blandingsmediene hadde stor temperaturlidning og var egnet bare for DX-systemer
 - små problemer på grunn av kjemisk likhet
- Anleggskjemien var den største utfordringen ved konvertering fra R-12 og R-502 til HFK
- Dette vil være situasjonen også ved konvertering av R-22-anlegg til HFK

Erfaringer fra konvertering av KFK-anlegg (2) (R-12 og R-502)

- Anvendte metoder for rensing
 - bruk av spesielle skylleaggregater hvor originalt kuldemedium ble brukt som "vaskemiddel"
 - mest brukt på mindre anlegg, men også på noen større anlegg ved vasking av seksjon for seksjon
 - rensing ved hjelp av gjentatte oljeskift
 - tre til fem oljebytter avhengig av forholdene
 - restinnhold av klor og mineralolje kriterium for når rensingen var tilstrekkelig
- Begge metoder ga tilfredsstillende resultat ved korrekt utførelse

Erfaringer fra konvertering av KFK-anlegg (3) (R-12 og R-502)

■ Problemområder

■ Lekkasje

- krymping/aldring av o-ringer, pakninger m.v.
- andre løsningsegenskaper

■ Økt slitasje

- dårligere smøring (klorfrie kuldemedier er i motsetning til klorholdige medier ikke "selvsmørende", større innløsning av kuldemedium, effekt av dårlig rengjøring)

■ Kopperplattering

- ved for stort restinnhold av klor

■ Pakkbokshavarier

Erfaringer fra konvertering av R-22-anlegg (1)

- Ingen (?) norske erfaringer
- Erfaringer fra Sverige
 - Svenske fiskebåteiere har i liten grad konvertert R-22-anleggene sine, men har skiftet ut med ammoniakk (RSW)
 - Konvertering til R-134a generelt sett det enkleste, men mister 40 % kuldeytelse
 - Tap i ytelse ved konvertering til R-407C i fylte fordampere, også ved DX dersom ikke motstrøms varmeveksling

Erfaringer fra konvertering av R-22-anlegg (2)

- Erfaringer fra Sverige (forts.)
 - problem med endret sammensetning i R-407C, spesielt som følge av feil fyllingsprosedyrer
 - oljeproblemer ved R-417A (oljen flyter opp og legger seg på overflaten)
- Det meste av de negative erfaringene "som ventet"
 - i stor grad knyttet til "glide-medier"
- Ingen grunn til å tro at konvertering skal by på spesielle tekniske overraskelser

Oppsummering og konklusjon med hensyn til konvertering

- Ingen lettvinte løsninger
- Tekniske forhold/problemer i hovedsak kjent
- En viss usikkerhet knyttet levetiden for lagere i kompressorer etc. pga. mindre gunstige smøringsforhold
- Ikke mulig å generalisere, krever separat analyse i hvert enkelt tilfelle
- Kostnader for kuldemediet, inkl. miljøavgift, et viktig moment mot utstrakt konvertering

Ytelse og energieffektivitet for de mest aktuelle erstatningsmediene for R-22 RSW-anlegg med skruekompressor, 800 m³/h. Temperaturer: -5/25 °C

Type kuldemedium	Q_o , kW	P_{aks} , kW	Relativ kuldeytelse, %	Relativt energibehov, %
R-22	535	94	100	100
R-404A	522	117	97	127
R-507A	524	119	98	129
R-134a	325	65	61	113
Ammoniakk	557	88	104	90

Ytelse og energieffektivitet
for de mest aktuelle erstatningsmediene for R-22
Fryseanlegg med skruekompressor, 2400 m³/h. Temperaturer: -40/25 °C

Type kuldemedium	Q_o , kW	P_{aks} , kW	Relativ kuldeytelse, %	Relativt energibehov, %
R-22	578	278	100	100
R-404A	598	351	104	122
R-507A	618	119	107	120
R-134a	-	-	-	-
Ammoniakk	470	248	81	109

Investeringsbehov ved konvertering av RSW-anlegg

Kuldeytelse	100 kW		500 kW	
	R-404A R-507A	R-134a	R-404A R-507A	R-134a
Kalkulert per 1999/2000	178.000	287.000	407.000	578.000
Prisstigning, 35 %	62.000	100.000	142.000	202.000
Miljøavgift, 150 kg/300 kg	96.000	38.000	192.000	76.000
Sum	336.000	425.000	741.000	856.000
Nytt anlegg, R-404A/507	700.000		1.6 mill.	