

RENISO

TI 120
Strana 1/9

Oleje pro chladicí stroje

Úvod

V technice mazání zaujímá mazání chladicích strojů velmi zvláštní pozici. Vysoká životnost, která je dnes od chladicích kompresorů očekávána, úzce souvisí s požadavky na kvalitu olejů pro chladicí stroje. Účinek záměny s jinými látkami, kterými je olej pro chladicí stroje vybaven, obzvláště pak s chladicím prostředkem za extrémně vysokých a nízkých teplot zvládá v oběhu velmi specifické problémy.

Úlohou mazacího oleje v chladicích kompresorech je mazání pístů, hnacích ústrojí, pracovních ventilů a v daném případě kluzných těsnicích kroužků. Dále má olej pro chladicí stroje úkol odvádět teplo z horkých částí kompresoru a těsnit ventily kompresoru.

Základní požadavky kladené na oleje pro chladicí stroje shrnuje DIN 51 503-1. V této normě jsou stanoveny minimální požadavky kladené na oleje pro chladicí stroje v závislosti na použitém chladivu. Zavedením nových chloroprostých chladiv (např. R 134a nahrazující chladivo R 12) bylo nezbytné přepracovat DIN 51 503-1 v listopadu 1988.

DIN 51 503-1: Oleje pro chladicí stroje, základní požadavky

Rozdělení olejů pro chladicí stroje je provedeno abecedně dle používaného chladiva do následujících skupin:

- KAA - oleje pro chladicí stroje nemísitelné s amoniakem
- KAB - oleje pro chladicí stroje mísitelné s amoniakem
- KC - oleje pro chladicí stroje pro plně a částečně halogenované fluorované uhlovodíky (FCKW/HFCKW)
- KD - oleje pro chladicí stroje pro plně a částečně fluorované uhlovodíky (FKW/HFKW)
- KE - oleje pro chladicí stroje s uhlovodíky (např. propan, isobutan) jako chladicí látkou.

Chladicí látky jsou popsány v DIN 8960. Kromě vzhledu, hustoty, viskozity atd. jsou uváděny další hodnoty,

které jsou stanovovány dle následujících zkušebních metod.

Tekutost v U trubici	DIN 51 568
Bod vzplanutí	DIN ISO 2592
Neutralizační číslo	DIN 51 558-3
Číslo zmýdelnění	DIN 51 559
Oxidační popel	DIN EN 7
Obsah vody	DIN 51 777-1
Bod tuhnutí	DIN ISO 3016
Mísitelnost chladiva	DIN 51 514
Stálost s chladivem R 134a	ASHRAE-9789

Tyto hodnoty sami o sobě v mnoha případech nestačí k posouzení vhodnosti oleje pro chladicí stroje při určitých aplikacích. Pracovní listy pro chladicí techniky poskytují uživateli informace, které přihlížejí k vlivu chladicí látky na viskozitu, hustotu a mísitelnost a tím na provozní vlastnosti.

Typy olejů pro chladicí stroje

Ropné oleje

RENISO K - řada

Vysoce rafinované, odparafinované naftenické oleje pro chladicí stroje.

Největší význam jako oleje pro chladicí stroje mají stále ještě ropné naftenické oleje, a to jak pro chladicí stroje, kde je jako chladivo použito amoniak, tak i pro chladicí zařízení s FCKW popř. HFCKW. Ropnými naftenickými oleji se rozumí takové oleje, které obsahují více než 38 % uhlovodíků s naftenickou vazbou X (N). Ropné naftenické oleje pro chladicí stroje mají zpravidla velmi nízký bod tuhnutí.

Druhy a použití:

RENISO KM 32

Pro zařízení s amoniakem (R 717) a HFCKW(FCKW) do plně nebo částečně hermetických kompresorů při teplotě výparníku do cca -50 °C.

RENISO KS 46

Pro zařízení s amoniakem (R 717) a HFCKW(FCKW) do plně nebo částečně hermetických kompresorů při teplotě výparníku do cca -40 °C.

RENISO KC 68

Přednostně pro amoniak, do turbokompresorů a pro R-chladiva, pokud je výrobcem požadován olej s viskozitou 68 mm²/s při 40 °C. Dobré chování za nízké teploty, vysoká tepelná stálost.

RENISO KES 100

Přednostně pro kompresory s chladivem HFCKW (FCKW), obzvláště, pokud dochází k vysokým odparným a kondenzačním teplotám: oblast průmyslové klimatizace, klimatizace nemocnic, klimatizační zařízení vozidel.

RENISO T - řada

Vysoce rafinované parafinické oleje pro chladicí stroje s velmi dobrým viskozitně-teplotním chováním. Ropnými parafinickými oleji pro chladicí stroje se rozumí takové produkty, které obsahují méně než 33 % uhlovodíků s naftenickou vazbou X (N). Parafinické oleje pro chladicí stroje jsou díky své dobré viskozitně-teplotní závislosti doporučovány pro použití do turbokompresorů. Kvůli své často nedostatečné mísitelnosti s R- chladivy však nejsou doporučovány pro ostatní kompresory. Přejechod mezi parafinickými a naftenickými oleji je plynulý a není možné bez dalších informací rozhodnout jen z rozdělení uhlovodíků na aromatické X (A), naftenické X (N) popř. parafinické X (P) vazby na vhodnost oleje pro chladicí stroje.

Druhy a použití

RENISO TES, TES 68, TES 100

Jsou doporučovány pro použití v oblasti klimatizace u turbokompresorů, při chladivech FCKW, HFCKW dobře mísitelných s olejem; jsou vhodné také pro nízké odparné teploty. Velmi dobrá viskozitně-teplotní závislost, vynikající mazací vlastnosti.

Částečně syntetické oleje pro chladicí stroje

RENISO HP 32 / KMH 46

Částečně syntetické oleje pro chladicí stroje, směs z tepelně vysoce zatížitelných alkylbenzolů a vysoce rafinovaných ropných olejů na naftenickém základě. Podílem alkylbenzolů se podstatně zlepšují tepelné vlastnosti a rozpustnost naftenických složek. Podíl syntetických přísad je mezi 30 % až 60 %. Částečně syntetické oleje jsou přednostně doporučovány při použití čpavku, u nízkoteplotních zařízení s chladivem R 22 a ve spojení s přechodovými chladivy, např. 401 A/B, 402 A/B; (směsi R 22).

Druhy a použití

RENISO HP 32

Částečně syntetický olej pro chladicí stroje doporučovaný pro použití s HFCKW-R 22 při odparných teplotách do - 60 °C. Doporučován pro použití do poloa plně hermetických chladících kompresorů s dobrou rozpustností chladiva jako např. R 22 popř. R 502. Obzvláště se také osvědčil ve vysoce vytížených kompresorech a při použití s přechodovými chladivy.

RENISO KMH 46

Částečně syntetický olej pro chladicí stroje. Již řadu let se osvědčuje při použití ve vysoce namáhaných hermetických a polohermetických chladících kompresorech. Pro chladiva (FCKW) popř. HFCKW při odpařovací teplotě do -60 °C. Zvláště doporučován pro tepelně vysoce namáhané čpavkové kompresory a při použití s přechodovými chladivy.

Plně syntetické oleje pro chladicí stroje

RENISO SP - řada - alkylbenzolové oleje

Plně syntetické oleje pro chladicí stroje na bázi chemicky a tepelně vysoce stálých alkylbenzolů. Alkylbenzoly jsou používány jako oleje pro chladicí stroje již mnoho let. Společnost FUCHS používá zvláště vybrané, speciálně ošetřené alkylaromáty. Náročnými výrobními postupy jsou produkty řady RENISO SP zbaveny špatně rozpustných, voskovitých látek a ostatních nečistot, jako je síra atd.

Oleje řady RENISO SP se vyznačují výbornou mísitelností s chladivy HFCKW (FCKW) a jejich směsmi do odpařovacích teplot -80 °C. Pro použití ve vysoce zatížených čpavkových kompresorech s extrémně vysokými koncovými teplotami se osvědčil zvláště olej RENISO SP 68. Ve srovnání s oleji na ropné bázi je při použití produktu RENISO SP 68 minimalizována tvorba karbonů. Alkylbenzoly jsou navíc použitelné stejně dobře jak do hermeticky svařených, tak i do hermeticky zalisovaných kompresorů. Vykazují velmi

dobrou mísitelnost s chladivem, jsou tepelně vysoce stálé a při spuštění kompresoru mají menší sklon k pěnění. Je minimalizována tvorba produktů stárnutí oleje, je redukováno odstříkávání oleje při rozběhu. Použitím speciálních přísad na ochranu proti opotřebením je již u nových zařízení minimalizováno opotřebením při záběhu. Kompresor je bezpečně a spolehlivě chráněn před opotřebením v oblasti smíšeného tření. Navíc nabývají na významu alkybenzoly pro použití s přechodovými chladivými, např. R 401 A/B, R 402 A/B, směsi R 22 a ve spojení s propanem / isobutanem. K dispozici jsou rozsáhlé provozní zkušenosti. Protože oleje řady RENISO SP jsou minimálně toxické, jsou přednostně doporučovány pro použití v tepelných čerpadlech, která jsou koncipována k zahřívání užitkové vody. Ty mohou v budoucnu získat na významu. Další informace naleznete v TI RENISO SP.

RENISO E - řada - esterové oleje

Syntetické olej pro chladicí stroje na bázi speciálních polyolesterů. Maziva na bázi ropných olejů, alkybenzolu nebo polyalfaolefinů dosud používaná v chladicích strojích nejsou nebo jsou jen nedostatečně mísitelná s novými chloroprostými chladivými (např. HFKW / FKW, např. R 134 a, R 404 a, R 507). Skupina FUCHS vyvinula oleje pro chladicí stroje na bázi syntetických polyolesterů, které jsou mísitelné s chladivými FKW, HFKW dle DIN 8960. Tyto výrobky vykazují výbornou chemickou a tepelnou stálost. Na základě nařízení o zákazu používání FCKW-halonů z roku 1991 je postupně zakázáno jejich používání v chladicích zařízeních (včetně malých přístrojů). Od ledna 1995 musí být nové přístroje bez FCKW. Jako náhradní látky za R 12 byly označeny R 134 a (dlouhodobě) a R 22 (krátkodobě). Náhradní chladiva tak získávají stále více na významu; tím stoupá potřeba syntetických olejů pro chladicí stroje na bázi esterů. Produkty řady RENISO E jsou vhodné pro všechny chladicí systémy, které používají R 134a, R 404a, popř. směsi chladiv FKW a HFKW. K dispozici jsou produkty v odpovídajících viskozitních třídách jak pro pístové, tak i pro šroubové kompresory v průmyslových chladicích zařízeních, klimatizačních zařízeních a domácí technice. Je třeba dodržovat viskozitní předpisy výrobců kompresorů a zařízení. Stejně jako všechny esterové oleje, také produkty řady RENISO E mohou při kontaktu s vodou v kompresoru při provozních podmínkách hydrolyzovat. Proto se musí zajistit, aby tyto produkty při skladování a manipulaci, jakož i při provozu chladicího zařízení nemohly přijímat vlhkost ze vzduchu a vodu.

Produkty řady RENISO E jsou vysoce vysušené a jsou plněny v dusíkové atmosféře do parotěsných plechových obalů při obsahu vody <<100 ppm. Roz-03.0/10.96/D (09/99/Do)

sáhlé zkušenosti z použití jsou k dispozici. Při přechodu z chladiva R 12 na R 134 a je v mnoha případech žádoucí vyměnit také mazivo na bázi ropného oleje za esterový olej. Požadovaná přechodová opatření, např.

- výplach, výměna oleje
- použití vysoce výkonných filtrů/ sušiček
- přezkoušení materiálové snášenlivosti
- rozbor oleje atd.

by měla být v konkrétních případech přesně dohodnuta mezi výrobcem zařízení, uživatelem zařízení, ale i dodavatelem oleje. Dnes také existují rozsáhlé zkušenosti z výzkumného projektu „Postupy přechodu ze stávajících chladicích zařízení pro FCKW na chladicí látky příznivé k životnímu prostředí (Retrofit)“ v rámci projektu University v Hannoveru - Institut pro chladicí techniku a užitou tepelnou techniku.

Druhy a použití

RENISO E 22

Pro chladiva R 23, R 404a, R 507 a jiná v oblasti nízkých teplot do plně a polohermetických kompresorů.

RENISO E 32

Pro stacionární zařízení s chladivem R 134a, pro zařízení s chladivem R 404 a při použití chladiv FKW, HFKW ve stacionárních zařízeních.

RENISO E 46

Přednostně pro použití s R 134 a, všude tam, kde je výrobcem kompresoru doporučován olej ISO-VG 46.

RENISO E 68

Pro chladicí zařízení s chladivem FKW, HFKW v oblasti mobilní techniky, kde musí být z důvodu zvýšených teplot použit pro mazání kompresoru viskóznější olej (např. klimatizace autobusů). K dispozici jsou rozsáhlé zkušenosti z použití s chladivem R 507 v oblasti nízkých teplot.

RENISO E 100, E 220

Esterové oleje pro použití ve šroubových kompresorech, ve kterých dochází vlivem vyšších kompresních tlaků při teplotě oleje 70 - 80 °C ke snížení viskozity použitého oleje následkem ředění chladivem. Výběrem vysoce viskózního oleje pro chladicí stroje je zajištěna požadovaná provozní bezpečnost těchto chladicích strojů se šroubovými kompresory. K dispozici jsou zkušenosti z použití v turbokompresorech s chladivem R 134 a.

Produkty řady RENISO E vykazují následující výhody a vlastnosti:

- vynikající mísitelnost s chladivými FKW a HFKW;

- bezpečný odvod oleje z chladné části zařízení, přestup tepla zůstává stejný;
- vysoký přirozený viskozitní index, dobrá viskozitně-teplotní závislost, tím dostačující mazací film za vysokých teplot;
- velmi dobrá tepelná a chemická stabilita i za přítomnosti chladiva;
- vynikající tekutost při nízkých teplotách;
- dlouhá životnost olejové náplně;
- snášenlivost s běžnými těsnicími materiály jako NBR, HNBR, EPDM a jinými;
- produkty řady RENISO E jsou vysoce vysušené.

RENISO PAG-polyglykolové oleje pro R 134 a

Plně syntetické oleje pro chladicí stroje na bázi polyglykolů pro klimatická zařízení motorových vozidel, která jsou provozována s chladivem R 134 a.

Zavedením R 134 a v oblasti klimatizace osobních automobilů jako náhradního chladiva za R 12 nacházejí polyalkylglykoly často uplatnění jako mazací oleje právě u zde používaných kompresorů. Polyalkylglykoly **nejsou snášenlivé a mísitelné** s normálními mazivy na ropné, alkylbenzyllové ani esterové bázi. Na to se musí dávat pozor zvláště při doplňování popř. při údržbě zařízení. Polyalkylglykoly jsou přirozeně polární a tím mísitelné s chladivem R 134 a. Na základě svého polárního charakteru jsou polyglykoly velmi hydrofobické. Při jejich použití je tomu třeba věnovat zvláštní pozornost.

Oleje pro chladicí stroje řady RENISO PAG jsou plněny vysoce vysušené do malých balení (0,25 l) v dusíkové atmosféře.

Druhy a použití:

RENISO PAG 46

Polyglykolový olej pro použití do chladicích kompresorů Nippon-Denson dle specifikace ND 8. Všude tam, kde je požadován polyglykolový olej ISO-VG 46 v oblasti klimatizace automobilů.

RENISO PAG 100

Polyglykolový olej pro použití do chladicích kompresorů GM-Harrison. Pro chladicí kompresory v oblasti klimatizace automobilů, u kterých je na základě **umístění** a specifických podmínek zabudování požadován olej pro chladicí stroje ve třídě ISO-VG 100.

RENISO AB 46 - „alkylbenzyllový olej“

Plně syntetický olej pro chladicí stroje na bázi syntetických uhlovodíků.

Dosud byly pro mazání chladicích kompresorů používány R 134a doporučovány polyolestery. Estery jsou však vzhledem ke své chemické struktuře ve srovnání s ropným olejem podstatně polárnější a hydrofobnější. Právě při použití esterů v relativně dlouhých, rozvětvených hadicích mobilních chladicích agregátů může dojít na základě sklonu k difuzi par i vlivem jiných faktorů ke zvýšení obsahu vody v chladicím oleji a tím i v chladicím systému. Provozními podmínkami vzniklými v kompresoru při zvýšeném obsahu vody vzniká nebezpečí hydrolytického štěpení esterů. Hydrolytické štěpení může vést ke tvorbě kyselých reakčních produktů, které mohou vést k problémům v kompresoru. Těmto problémům lze zabránit pouze použitím vhodných elastomerů a hadic, výkonných sušiček a vhodnými opatřeními v údržbě.

S olejem pro chladicí stroje RENISO AB 46 byl vyvinut olej pro chladicí stroje „částečně rozpustný“ s FKW R 134a. RENISO AB 46 není hygroskopický. Díky použití vhodných přísad vykazuje RENISO AB 46 uspokojivou „dílní mísitelnost“ s chladivem R 134a v odpovídající oblasti teplot (oblast klimatizace). Tím je zaručen bezvadný odvod oleje i u rozvětvených zařízení dle dosavadních zkušeností do odpařovacích teplot $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Provozní zkušenosti jsou k dispozici.

Druhy a použití:

RENISO AB 46

Pro chladicí kompresory v oblasti klimatizace autobusů, všude tam, kde je výrobcem kompresoru požadován olej viskozitní třídy 46. Je zajištěna kompatibilita se součástmi použitými v kompresoru a v chladicím zařízení. RENISO AB 46 vykazuje vysokou tepelnou a chemickou stálost. Speciální přísady pro ochranu před opotřebením zajišťují bezpečnou ochranu kompresoru před opotřebením. **Olej RENISO AB 46 není hygroskopický.**

RENISO PG - polyglykolový olej pro NH₃

Plně syntetický olej pro chladicí stroje na bázi glykolů (částečně) rozpustný s NH₃.

Dosud byly u čpavkových chladicích zařízení používány relativně nafténické ropné oleje, částečně syntetické nebo plně syntetické oleje na bázi alkylbenzolů popř. PAO. Problematika obohacování a odlučování oleje v tomto systému je známa. Naproti tomu vykazuje RENISO PG 68 při použití v zařízeních s NH₃ velmi dobrou rozpustnost v NH₃. Na základě této dobré rozpustnosti jsou v budoucnu možné nové koncep-

ce zařízení. Použití při nízkých teplotách, suché odpařování.

Speciálně vybrané syntetické složky mají výbornou teplotně-viskozitní závislost a vysokou tepelnou stálost. V rámci výzkumného projektu „Další rozvoj čpavkových chladících zařízení za použití olejů rozpustných ve čpavku“ podporovaného Radou výzkumu chladících techniků byly prováděny testy na malých strojích v trvání 2000 hodin, při ventilové teplotě 180 °C a obstály. Obsah vody, popř. NH₃ v použitém oleji se pohyboval okolo cca 200 ppm. Dále byly na chladícím zařízení určovány poměry přenosu tepla pro RENISO PG 68 / NH₃. Byly provedeny zkoušky na odvod oleje. U oleje RENISO PG 68 nebyly pozorovány žádné potíže s odváděním oleje do teploty -37 °C i bez odlučovače oleje. Při trvalém běhu byl vzhled kompresoru nezměněn. Podklady je možné obdržet na vyžádání.

Druhy a použití:

RENISO PG 68

je olej ISO-VG 68 na bázi speciálně vybraných polyglykolů. Olej RENISO PG 68 může být použit jak do pístových tak i do šroubových kompresorů. Je třeba dbát na rozpustnost NH₃ v oleji. RENISO PG 68 je hygroskopický. Při použití oleje RENISO PG 68 je třeba udržovat vhodnými opatřeními obsah vody, čpavku a oleje pod 300 ppm. Vhodné filtry a sušící systémy jsou k dostání na trhu.

RENISO PGP 70/120

Nejnovější poznatky vedly k vývoji méně („částečně“) rozpustných olejů pro chladící stroje. Tyto nové požadavky se snažíme splnit produkty řady RENISO PGP.

- horší rozpustnost v NH₃
- lepší snášenlivost s ropnými oleji.

Ostatní syntetické kapaliny

V nízkoteplotních chladících zařízeních, při odpařovací teplotě -120 °C, byly v minulosti používány syntetické kapaliny na esterové bázi polykřemičitých esterů. Při nízkých teplotách nacházejí uplatnění také produkty na bázi méně viskozních silikonových olejů (polydimethylsiloxan; PDMS). Zde je třeba dbát speciálních pokynů výrobce.

Výběr viskozity

Pro viskozitu mazacích olejů pro chladící kompresory platí v zásadě ta pravidla, která jsou běžná ve všeo-

becném strojírenství, tzn. u rychloběžných strojů může být zpravidla zvolena nižší viskozita než u pomaloběžných strojů. Také vysoké ložiskové tlaky vyžadují vyšší viskozitu než nižší ložiskové tlaky. Obecně jsou pro kompresory použitelné nižší viskozity, než jaké se vypočítají z teorií hydrodynamického a elasto-hydrodynamického mazání (zohledněna deformace protisoučásti). Při určování požadované viskozity je třeba vzít v úvahu vliv chladiva na chladící olej. U pístových kompresorů je třeba při stanovení viskozity oleje věnovat zpravidla pozornost nasávacímu tlaku (tlak klikové skříně), u šroubových kompresorů výstupnímu tlaku (je to tlak na odlučovači oleje). V minulosti bylo velmi mnoho chladících zařízení provozováno s chladivem obsahujícím chlór jako „bezpečnostním“ chladivem. Chlorované sloučeniny jsou výborné vysokotlaké přísady s vysokou ochranou proti opotřebením. Dosud používané oleje tedy byly za provozu „aditivovány na ochranu před opotřebením“ rozpuštěným chladivem. Při použití chladiva bez chlóru musí tuto úlohu zajistit samotné oleje pro chladící stroje.

Typy kompresorů

Čpavkové kompresory

Při výběru vhodné viskozity oleje je u chladících kompresorů obvykle třeba volit kompromis mezi co nejvyšší viskozitou pro mazání kompresoru a dostačující tekutostí ve studené části chladícího okruhu. Pro oleje do čpavkových kompresorů určuje DIN 51 503-1 minimální viskozitu oleje 15 mm²/s při 40 °C (skupina KAA).

Pro čpavkové kompresory lze za nejnižší odpařovací teplotu považovat bod tuhnutí mazacího oleje (skupina KAA). Vychází se z toho, že olej, který se dostává do chladícího oběhu, má viskozitu poněkud nižší než olej v klikové skříně. Mazací oleje, které jsou používány do čpavkových kompresorů, mají při 40 °C viskozitu mezi 32 a 68 mm²/s. Pro volbu viskozity platí pravidlo, že olej má mít při provozní teplotě na mazaném místě viskozitu 10 mm²/s. Použití chladících olejů rozpustných ve čpavku na bázi speciálních polyglykolů umožňuje u čpavkových zařízení zjednodušené uspořádání systému. Přitom je třeba zvláště dbát na rozpustnost chladiva (NH₃) a polyglykolového oleje.

Kompresory s R-chladivy

Pro kompresory s FCKW, HFCKW předurčuje DIN 51 503-1 viskozitu mazacího oleje při 40 °C nad 15 mm²/s (skupina KC).

Pro kompresory používající chladivo FKW, HFKW jsou k dispozici esterové a polyglykolové oleje od ISO-VG 7 do ISO-VG 460.

Obyčejně jsou používány mazací oleje mezi ISO-VG 22 a ISO-VG 100. I zde platí pro volbu viskozity pravidlo, že olej má mít při provozní teplotě na mazaném místě viskozitu $10 \text{ mm}^2/\text{s}$. Kvůli ředění chladivem by viskozita v žádném případě neměla být nižší než $6 - 8 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Množstvím chladiva rozpuštěným v oleji se velmi snižuje viskozita oleje. Množství chladiva, které se dostává při definovaném provozním stavu (tlak, teplota) do roztoku, udává diagram A (koncentrace směsi v závislosti na teplotě a tlaku) pracovních listů pro chladicí techniky. Díky vstupu chladiva do roztoku klesá viskozita oleje. To je důležité především pro mazání, ale také pro zpětný odvod oleje zvláště při nízkých odpařovacích teplotách.

Posouzení použitých olejů pro chladicí stroje

Těsným kontaktem oleje s chladivem a také jinými částmi chladicího oběhu se mohou do oleje dostat nečistoty ze systému a produkty rozkladu chladiva. V neposlední řadě ale nelze vyloučit značné změny oleje vlivem cizích nečistot, jako je uzavřený vzduch při uvedení kompresoru do provozu.

Nejdůležitější hodnotou použitého oleje je neutralizační číslo. Nárůst neutralizačního čísla upozorňuje ve většině případů na okyselení chladicí látkou popř. produkty jejího rozkladu. Ze zkušeností byly pro neutralizační čísla použitých olejů pro chladicí stroje stanoveny mezní hodnoty, při jejichž překročení silně stoupá riziko poškození (vylučování mědi u hermetických a polohermetických kompresorů, poškození vinutí, koroze). V zásadě lze pro neutralizační číslo (NZ) stanovit následující mezní hodnoty:

Pro R 12 - NZ = 0,05 mgKOH/g,

pro R 22, R 13 B 1 - NZ = 0,06 mgKOH/g,

pro R 11 - NZ = 0,10 mgKOH/g (v oblasti turbokompresorů jsou přípustné také hodnoty až 0,5 mgKOH/g). Pro NH_3 -oleje platí jiné mezní hodnoty. Pro posouzení použitých olejů pro chladicí stroje na bázi esterů platí jiné mezní hodnoty (např. obsah vody, obsah zbytkového ropného oleje atd.).

Určením čísla zmydelnění, spektrálním rozbořem, určením nerozpustných látek a jejich složení např. ve vztahu k obsahu kovů (otěr) a také jinými analytickými údaji je možné dospět k dalším závěrům o příčinách problémů v chladicích systémech. Tím však vznikají náklady laboratoře, jejichž oprávněnost je třeba v každém jednotlivém případě ověřit.

Retrofit

Je tak nazývána záměna chladiv FCKW (např. R 12) za chladiva HFKW popř. FKW (např. R 134 a) ve stávajícím chladicím zařízení.

Od začátku roku 1995 již není k dispozici R 12. Jako následník tohoto produktu se na trhu úspěšně prosadilo chladivo R 134 a.

Do té doby používaná maziva vykazovala s HFKW/FKW žádnou popř. nedostatečnou mísitelnost. Proto byly vyvinuty polyolesterové oleje, které jsou s HFKW popř. FKW mísitelné.

Při přechodu starých zařízení na R 134 a, R 404 a, R 507 a na esterové oleje je třeba věnovat pozornost následujícím bodům:

- nutný dobrý stav zařízení
- přezkoušení snášenlivosti materiálu
- přezkoušení komponentů
- přizpůsobení zařízení nové směsi oleje a chladiva
- snížení podílu ropného oleje (zbytkový podíl oleje)

Tolerovatelný zbytkový podíl oleje je závislý na odpařovací teplotě, rychlosti proudění plynu a druhu expanzního zařízení. Při přechodu je nutné jednání s výrobcem kompresoru a dodavatelem olejů. Rozbořry oleje mají poskytnout pomoc a jistotu při přechodu. Pro konzultaci je k dispozici aplikační technik.

Vylučování mědi

Při tomto jevu, ke kterému dochází většinou s chladicími látkami R, se měď chladicího systému v oleji rozpouští a dochází k jejímu usazování na jiných místech systému, většinou na teplých, mechanicky zatížených kovových součástech. U strojních částí s těsným lícovaním to může vést k narušení (ložiska, těsnící kluzné kroužky). Vylučování mědi není téma specifické pro olej, i když některé vlastnosti oleje mohou zvýšit sklon k vylučování mědi. Vycházíme z toho, že obsah pryskyřic a síry v oleji se u jakostních olejů pro chladicí stroje pohybuje pod hranicí, od které oba tyto faktory podporují vylučování mědi. Důležitá kritéria pro požadavek vylučování mědi jsou odolnost oleje-chladivo, vlhkost v systému, různé druhy znečištění, okyselení oleje chladivem a v neposlední řadě stárnutí oleje vlivem kyslíku.

Výběr mazacího oleje

Aby byl správně vybrán mazací olej, uvádíme dále některé důležité souvislosti. Odvoláváme se přitom na pracovní listy pro chladicí techniky, v nichž jsou jak pro výrobce kompresorů, tak také pro uživatele (provozovatele) uváděny důležité údaje o míšení olejů

RENISO s chladivy typu R. Další prohloubení tématu o olejích pro chladicí stroje nabízí publikace společnosti FUCHS „Mazací oleje pro chladicí stroje“ a zde jmenovaná odborná literatura (Mang, T., Sonderdruck aus Mineralöltechnik, 1974, č. 8-9, str. 1-46 zvláštní číslo časopisu Mineralöltechnik).

Toxikologická hlediska

Otázka toxicity olejů pro chladicí stroje je zvláště aktuální v souvislosti se stavbou tepelných čerpadel. V případě poškození se může u zařízení s přímým ohřevem dostat chladivo a nepatrné množství oleje z užitkové vody do pitné vody. Terciární výměníky nabízejí dodatečnou bezpečnost, zhoršují však také výkonové číslo tepelného čerpadla. První požadavek sledoval záměr omezení základového oleje na medicínální bílé oleje. Takové omezení však kvůli nevýhodné rozpustnosti těchto olejů představuje obtížně přijatelné technické omezení.

Abychom mohli zhodnotit toxicitu olejů pro chladicí stroje, byly testovány zdraví ohrožující účinky řady základových olejů a do nich používaných přísad na toxikologickém institutu na orální toxicitu. Přitom bylo zjištěno, že především základové oleje a přísady používané do olejů řady RENISO SP mohou být zařazeny mezi nejedovaté. Letální dávka je např. u oleje RENISO SP 46, určováno na Wistar - krysách, $LD_{50} > 30\ 000$ mg/kg krysy.

Pracovní listy pro chladicí techniky

Pro mazací schopnost olejů a směsí olej-chladivo je nejdůležitější veličinou viskozita. Viskozita směsi olej-chladivo se v této souvislosti bere jako viskozita čistého oleje a používá se při výpočtu ložisek. To platí také pro oblast hydrodynamického mazání radiálních kluzných ložisek. Pro mazání pístů hrají přídavnou roli hraniční jevy směsi.

Aby bylo možné posoudit to nejdůležitější, viskozitu směsi, byly zhotoveny pro chladicí oleje RENISO a pro řadu používaných chladiv Produkt-Info pro chladicí techniky. Souhrn těchto dokumentů najdete na následující straně této technické informace. Z těchto pracovních listů, popř. Produkt-Info mohou být vybrány následující informace:

Koncentrace směsi v závislosti na teplotě a tlaku (diagram A)

03.0/10.96/D (09/99/Do)

Diagram udává, kolik chladiva je rozpuštěno v oleji za definovaných provozních podmínek (tlak, teplota) ve stavu nasycení. Stanovení stavu nasycení je závislé na čase, takže v diagramu udávané koncentrace chladiva zpravidla leží nad reálnou hodnotou. Může být považována za maximální koncentraci převládajícího provozního stavu. Viskozita, která je určena z této koncentrace směsi, přináší tedy pro výpočet ložisek značný bezpečnostní faktor.

Pokud máme v tomto diagramu bod s definovaným tlakem a definovanou teplotou, tak je tomuto bodu přiřazena také koncentrace chladiva.

Viskozita směsi v závislosti na teplotě a koncentraci chladicí látky (diagram B)

Při definovaném tlaku a teplotě se v systému nastaví určitá koncentrace chladiva. Tu lze z diagramu A vyčíst. V diagramu B můžeme pro tento provozní bod (definovaná teplota, definovaný tlak, definovaná koncentrace chladiva) na levé stupnici vyčíst kinematickou viskozitu směsi olej-chladivo (jednotka kinematické viskozity 10^{-6} m²/s = 1 mm²/s). Diagram ukazuje průběh viskozity v závislosti na teplotě pro směs oleje a chladiva různých koncentrací.

Hustota směsi v závislosti na teplotě a koncentraci chladicí látky (diagram C)

Protože do výpočtu ložisek vstupuje jako výpočtová veličina dynamická viskozita a ne kinematická viskozita, je nutné z kinematické viskozity a hustoty určit dynamickou viskozitu. Diagram C ukazuje průběh hustoty v závislosti na teplotě pro směsi oleje a chladiva při různých koncentracích. Závislost mezi dynamickou a kinematickou viskozitou je dána následujícím vztahem:

$$\nu = \eta \cdot \rho$$

η = dynamická viskozita

ν = kinematická viskozita

ρ = hustota v závislosti na teplotě

Kinematická viskozita v závislosti na tlaku a teplotě (diagram D)

Pokud chceme stanovit viskozitu směsi bez znalosti koncentrace chladiva, jen z tlaku a teploty (i to platí jen pro rovnovážný stav), lze ji vyčíst z diagramu D. Z tohoto diagramu je bezprostředně viditelná vý-

znamná příčina, že viskozita při stejném tlaku prochází při změně teploty maximem. To je způsobeno souběžným zvyšováním viskozity oleje s poklesem teploty a snižováním viskozity vlivem větší rozpustnosti chladiva při nižší teplotě. Pro umístění a provoz chladicího kompresoru má tato příčina značný význam. Mělo by se dbát na to, aby olej nedosahoval maximální viskozity v problematických místech potrubí přivádějícího olej zpět (např. výtlačné potrubí). Je také důležité, aby stav v klikové skříni nebyl v oblasti klesající levé větve viskozitně-teplotní křivky, neboť zde i nejmenší výkyvy teploty působí viditelné změny viskozity.

Oblast nemísitelnosti, hranice rozpustnosti

Chladiva typu R se řadí mezi olejem rozpustná chladiva, přestože ne všechna jsou při každé teplotě a v každém poměru mísitelná s olejem pro chladicí stroje. Pokud se ochlazuje např. úplně rozpuštěná směs esterového oleje a R 134a na nižší teploty, dosáhne se bodu, při němž se úplně rozpuštěná směs rozloží do dvou fází. Oblast neúplné rozpustnosti bývá také označována jako oblast nemísitelnosti. Průběh oblasti nemísitelnosti závisí na druhu chladiva a značnou měrou také na typu chladicího oleje. Určování mísitelnosti chladiv se provádí dle E-DIN 51 514. Řada chladiv jako např. R 22 nevykazuje v rozsahu své aplikační oblasti žádnou oblast nemísitelnosti (s alkylbenzolem), jiné chladicí látky mají výraznou hranici rozpustnosti.

Pro chladicí okruh má průběh oblasti nemísitelnosti rozhodující význam. Pokud se poměr oleje a chladiva pohybuje v oblasti nemísitelnosti, mohou vzniknout poruchy provozu kvůli naplavené olejové fázi, především ve sběračích, kondenzátorech, odparnicích a eventuálně také v klikové skříni. Při odpařovací teplotě má být ještě rozpuštěno pokud možno velké množství chladicí látky bez fázového dělení.

Přehled mísitelnosti esterových olejů s FKW/HFKW ukazuje tabulka 1. Různé formy hranic rozpustnosti ukazuje obr. 1.

Pracovní listy pro chladicí techniky

RENISO KM 32	- R 32	TI 120.02 *)
RENISO KM 32	- R 13	TI 120.03
RENISO KM 32	- R 13 B 1	TI 120.04
RENISO KM 32	- R 22	TI 120.05
RENISO KM 32	- R 502	TI 120.06
RENISO HP 32	- R 12	TI 120.07
RENISO HP 32	- R 22	TI 120.08
RENISO HP 32	- R 502	TI 120.09
RENISO KMH 46	- R 12	TI 120.10
RENISO KMH 46	- R 22	TI 120.11
RENISO KMH 46	- R 502	TI 120.12
RENISO SP 46	- R 22	TI 120.13
RENISO SP 46	- R 502	TI 120.14
RENISO KS 46	- R 12	TI 120.15
RENISO KS 46	- R 12 B1	TI 120.16
RENISO KS 46	- R 22	TI 120.17
RENISO KS 46	- R 502	TI 120.18
RENISO KES 100	- R 12	TI 120.19
RENISO KES 100	- R 13 B 1	TI 120.20
RENISO KES 100	- R 113	TI 120.21
RENISO KES 100	- R 114	TI 120.22
RENISO TES	- R 11	TI 120.23
RENISO TES	- R 12	TI 120.24
RENISO TES	- R 13 B 1	TI 120.25
RENISO TES	- propan	TI 120.26
RENISO E 15	- R 134 a	TI 120.28
RENISO E 22	- R 134 a	TI 120.29
RENISO E 32	- R 134 a	TI 120.30
RENISO E 46	- R 134 a	TI 120.31
RENISO E 68	- R 134 a	TI 120.32
RENISO E 100	- R 134 a	TI 120.33
RENISO PG	- NH ₃	TI 120.27
RENISO SP	- R 22	TI
RENISO PGP	- NH ₃	TI 120.40
RENISO E 32	- R 410 A	TI 120.39
RENISO E 32	- R 407 C	TI 120.37
RENISO E 68	- R 407 C	TI 120.38
RENISO E 32	- R 507	TI 120.36
RENISO S 10	- propan	TI 120.41
	- propylen	
RENISO TES 100	- propan	TI 120.42
	- propylen	

RENISO - podklady o produktu

*) Technické informace FUCHS

Další diagramy míšení na vyžádání

Tabulka 1 - oblasti nemísitelnosti

Mísitelnost esterových olejů / HFKW / FKW

Zdroj: Hoechst a. s.

Chladicí látka	Ester	Mísitelnost	ověřený rozsah teplot
R 134 a	RENISO E 32 RENISO E 68	++ML<-48 °C ++ML<-36 °C	-50...+50°C
R 125	RENISO E 32 RENISO E 68	++ žádná ML +-ML <-3 °C	-50...+30 °C
R 32	RENISO E 32 RENISO E 68	+část.rozp. -velká ML (do cca 30/40%)	-50...+45°C
R 143 a	RENISO E 32 RENISO E 68	-rozp. 3% > 21 °C --nerozp. cca 5-45 %	-50...+45°C
R 404 A	RENISO E 32 RENISO E 68	+ML> -9 °C -větší nerozp. oblast (do cca 40 %)	-50...+40°C
HX4	RENISO E 32 RENISO E 68	+ML> 12 °C -+ neroz. oblast (cca 15-30%)	-50...+40°C
R 407 C (HX3)	RENISO E 32	++ML<-36 °C	-60...+20°C

ML = Oblast nemísitelnosti

Mísitelnost = ++ velmi dobrá, + dobrá, -- prakticky nemísitelné

Nové chladicí látky - nové oleje pro chladicí stroje

Náhradními látkami za R 22 a R 502 jsou směsi z bezchlorých fluorchloruhlovodíků.

Obsahují R 32, R 125, R 143a a R 134a jako složky směsi a na trhu jsou nabízeny pod označením Ashrae R 404 A, R 407 C, R 507, R 410 A.

Tyto směsi nejsou mísitelné s dosud používanými oleji pro chladicí stroje, proto je nutné použít polyolesterový olej (RENISO E).

Chování polyolesterových olejů s chladivými FKW a jejich směsmi je známé jen zčásti a bylo zkoušeno v rámci výzkumného projektu.

(Výzkumná rada pro chladicí techniku e. V. „Zkoušky směsí chladiv látek v oběhu kompresoru“ / červen 1996)

Slovíčka k obrázku na poslední straně německého originálu:

Kältemittel- und Ölkreislauf = oběh chladicí látky a oleje

Verflüssiger = zkapalňovač

Kältemittelsammler = sběrač chladicí látky

Im Bereich der Mischungslücke¹ = v oblasti nemísitelnosti

ölreiche Flüssigkeitsphase = kapalná fáze bohatá na olej

kältemittelreiche ... = kapalná fáze bohatá na chladicí látku

Expansionsorgan = expanzní nádoba

trockene Verdampfung = suché odpařování

Ölabscheider = odlučovač oleje

Verdichter = kompresor

überfluteter Verdampfer = zahlcený výparník

gasförmiges Kältemittel = plynná chladicí látka (v plynném stavu)

¹ (pokud je hustota fáze bohaté na chladicí látku větší než fáze bohatá na olej)