
OBSAH

B	OTÁZKY A ODPOVEDE NA ÚSTNU SKÚŠKU	2
B.1	Ekologické vplyvy	2
B.1	Právne normy	3
B.2	Druhy a vlastnosti chladív	5
B.3	Zber a recyklácia chladív	6
B.4	Oleje	7
B.5	Technológia práce s chladivami	7
B.6	Vákuovanie	10
B.7	Zámeny chladív	11

OTÁZKY NA NA ÚSTNU SKÚŠKU

z učebných textov na odbornú spôsobilosť na prácu s chladivami

B.1 Ekologické vplyvy (kapitola 2)

1. Ktoré z halogenovaných uhl'ovodíkov (tzv. freónov používaných ako chladivá v chladiaciach a klimatizačných zariadeniach) zapríčiňujú rozpad stratosférickej ozónovej vrstvy Zeme a ako k tomuto rozpadu dochádza?

Odpoveď: Rozpad stratosférickej ozónovej vrstvy Zeme zapríčiňujú tie halogenované uhl'ovodíky, ktoré obsahujú vo svojej molekule atómy chlóru (Cl) alebo brómu (Br). K rozpadu ozónovej vrstvy dochádza tak, že atóm chlóru alebo brómu odlúčený z molekuly halogenovaného uhl'ovodíka vplyvom ultrafialového žiarenia sa zlúči s ozónom (O_3) za vzniku kyslíku, takáto reakcia s jedným atómom chlóru sa môže teoreticky na základe spätnej katalytickej reakcie nekonečne veľa krát opakovať. Prakticky je možné jedným atómom chlóru alebo brómu rozložiť až 100 tisíc molekúl ozónu, čo zapríčiňuje výrazné ztenčovanie ozónovej vrstvy s negatívnymi biologickými účinkami na živočíšne aj rastlinné organizmy na Zemi.

2. Pre aké chladivo uvažujeme hodnotu potenciálu rozpadu ozónovej vrstvy ODP (ako kvantitatívnu hodnotu ztenšovania ozónovej vrstvy) rovnú jednej ($ODP=1$) pre určovanie reálnych hodnôt ODP ostatných chladív?

Odpoveď: Pre chladivo R11

3. Ktoré chladivá spôsobujú tzv. skleníkový efekt (globálne otepľovanie atmosféry Zeme)?

Odpoveď: Skleníkový efekt spôsobujú všetky halogenované uhl'ovodíky (teda aj tie, ktoré nespôsobujú rozpad ozónovej vrstvy Zeme) a kyslíčnik uhličitý (CO_2). Ostatné používané tzv. prírodné chladivá ako je amoniak (NH_3), propán, bután a izobután skleníkový efekt nespôsobujú.

4. K čomu sú vzťahované relatívne potenciály globálneho otepľovania GWP a HGWP jednotlivých chladív?

Odpoveď: Hodnoty GWP sú vzťahované k volenej hodnote $GWP = 1$ pre vplyv CO_2 na jednotku objemu plynu pre časový horizont životnosti v atmosfére (najčastejšie sa uvažuje 100 rokov), hodnoty HGWP udávajú vplyv halogenovaných uhl'ovodíkov na skleníkový efekt v pomere k chladivu R11 (pre ktoré volíme hodnotu $HGWP = 1$)

5. Čo vyjadruje celkový ekvivalent dopadu oteplenia TEWI?

Odpoveď: Vyjadruje komplexne prínos prevádzky chladiaceho zariadenia kvytváraniu skleníkového efektu ako súčet priameho prínosu chladiva na základe jeho úniku do atmosféry (dané kvantitatívne hodnotami GWP, resp. HGWP) a nepriameho prínosu prevádzky chladiaceho systému na základe spotreby pohonnej energie (dané únikom CO_2 do atmosféry pri výrobe tejto energie - najčastejšie pri výrobe elektrickej energie v elektrárni na základe spaľovania fosilných palív). Výsledok je v kg CO_2 .

B.2 Právne normy (kapitola 3)

1. V ktorom zákone sa rieši problematika ozónovej vrstvy a čo je jeho predmetom?

Predmetom schváleného zákona o ochrane ozónovej vrstvy je ustanovenie podmienok výroby, dovozu, vývozu, uvádzania do obehu a skladovania látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu Zeme a výrobkov s obsahom týchto látok v súlade s Montrealským protokolom a jeho tromi dodatkami, ktoré boli prijaté v Londýne (1990), Kodani (1992) a Montreali (1997). V regulácii neplnohalogenovaných chlórfluorovaných uhl'ovodíkov ide dokonca ďalej, obdobne ako v krajinách Európskej únie podľa nariadenia Rady EC/3093/94 sa ich spotreba končí v roku 2015. Zároveň sa upravujú práva a povinnosti orgánov, ktoré budú vykonávať štátnu správu v tejto oblasti a určujú sa termíny konečného zákazu výroby a spotreby kontrolovaných látok a výrobkov s ich obsahom. Predmetom zákona je tiež zavedenie poplatkov za nakladanie s látkami a výrobkami ako aj stanovenie zodpovednosti (sankcií) za porušenie povinností ustanovených týmto zákonom. Konečným cieľom všetkých opatrení vyplývajúcich zo zákona je obmedzovanie úniku regulovaných látok do ovzdušia a tým chrániť ozónovú vrstvu Zeme.

2. Ako je v zákone definovaná látka a ako výrobok? Považuje sa zmes, ktorá obsahuje látku poškodzujúcu ozónovú vrstvu, na základe definície látky za látku?

Látky sú vymedzené v súlade s prílohami Montrealského protokolu v znení jeho úprav a zmien (dodatkov). Priamo v zákone sa vymedzuje pojem látok (§ 2), uvádza výpočet ich druhových skupín (§ 11) a zoznam látok v prílohe č. 1 zákona. Je dôležité si uvedomiť, že pod pojem látka sa zahŕňa aj zmes, ktorá obsahuje látku. Teda napríklad chladiarenské zmesi R 401A, 401B, 409A a pod. sú v zmysle zákona látkami a pre podnikateľov, ktorí s nimi nakladajú, platia všetky povinnosti vyplývajúce z jednotlivých ustanovení zákona. Pod pojem látka sa nezahŕňajú látky obsiahnuté vo výrobkoch s výnimkou látok v nádobách (napr. kontajner, sud, tlaková nádoba), ktoré sa používajú na prepravu alebo skladovanie látok.

Výrobkom sa rozumie predmet alebo zariadenie, ktoré obsahuje látku alebo pre činnosť ktorého sa látka použije, s výnimkou nádob obsahujúcich plyn, ktoré sa používajú na prepravu alebo skladovanie látok.

3. Kto môže nakladať s látkami a výrobkami?

Nakladať s látkami alebo výrobkami môžu len právnické osoby alebo fyzické osoby oprávnené a podnikanie, ak spĺňajú podmienky ustanovené týmto zákonom. Napr. majú licenciu na dovoz látok, sú držiteľmi osvedčenia o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami a pod.

4. Akú povinnosť má podnikateľ pri uvádzaní látok a výrobkov do obehu?

Podnikateľ má povinnosť označiť látky a výrobky údajom „látka poškodzujúca ozónovú vrstvu Zeme“ alebo „výrobok obsahuje látku poškodzujúcu ozónovú vrstvu Zeme“. Veľkosť, tvar, spôsob umiestnenia nie sú predpísané

5. Je predpísaná forma na vedenie evidencie o látkach a výrobkoch?

Forma evidencie nie je predpísaná. Z evidencie, ktorú určené subjekty vedú, musí však byť zrejmé, kde sa látky výrobky nachádzajú, ich druh a množstvo a ako sa s nimi naložilo; evidencia sa uchováva najmenej po dobu piatich rokov.

6. Ako môže právnická osoba vykonávať opravy a servis chladiacích zariadení?

Právnické osoby budú môcť vykonávať opravy a servis chladiacích zariadení len prostredníctvom fyzických osôb, ktoré budú mať osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami.

7. V akých prípadoch môže dať Ministerstvo životného prostredia výnimku na výrobu alebo uvádzanie látok alebo výrobkov do obehu, dovoz alebo vývoz látok, alebo dovoz výrobkov aj po termíne ich zákazu?

V osobitných prípadoch, a to najmä, ak je to potrebné z dôvodu ochrany zdravia, bezpečnosti alebo nedostupnosti technicky realizovateľných náhrad a na plnenie stabilných a polostabilných hasiacich zariadení inštalovaných pred dňom účinnosti tohto zákona.

8. Kto vykonáva štátny dozor vo veciach ochrany ozónovej vrstvy Zeme a čo je podnikateľ povinný umožniť tomuto orgánu?

Štátny dozor vo veciach ochrany ozónovej vrstvy vykonáva Slovenská inšpekcia životného prostredia a podnikateľ je povinný umožniť jej prístup do priestorov, objektov a zariadení, na vyžiadanie predložiť dokumentáciu a poskytnúť pravdivé a úplné informácie súvisiace s nakladaním s látkami a výrobkami.

9. Ktoorej osobe možno vydať osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami?

Osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami možno vydať len fyzickej osobe, ktorá:

- má požadovanú kvalifikáciu,
- preukáže, že môže použiť prostriedky a technické vybavenie potrebné na odborné a bezpečné nakladanie s látkami pri činnostiach,
- absolvovala teoretickú a praktickú výučbu,
- úspešne zložila skúšku.

10. Aké sú požiadavky na technické vybavenie na servis a opravu chladiacích zariadení s obsahom látky do 1 kg

Servisný pracovník musí mať k dispozícii: odberové vaky, napichovacie kliešte, detektor úniku látky a nástroje bežne potrebné k servisnej činnosti.

11. Aké sú požiadavky na technické vybavenie na servis a opravu chladiacích zariadení s obsahom látky nad 1 kg

Servisný pracovník musí mať k dispozícii: odberové zariadenie, zberné nádoby na znečistenú a znehodnotenú látku, detektor úniku látky a nástroje bežne potrebné k servisnej činnosti.

12. Kedy možno zmeniť alebo zrušiť osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami?

Osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami možno zmeniť, ak držiteľ osvedčenia o to písomne požiadava. Ďalej zmeniť rozsah alebo zrušiť osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami možno, ak držiteľ osvedčenia neoznámí zmeny údajov podľa § 15 (zmena trvalého bydliska, zmena priezviska a zmena pracovnej funkcie) a ak nastanú skutočnosti, pre ktoré držiteľ osvedčenia nemôže vykonávať činnosť, na ktorú má vydané osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami.

13. Kedy sa zruší osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami?

Osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami sa musí zrušiť v prípade, ak držiteľ osvedčenia:

- bol zbavený spôsobilosti na právne úkony alebo jeho spôsobilosť na právne úkony bola obmedzená,
- získal osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami na podklade nepravdivých a neúplných údajov uvedených v žiadosti,
- sa nepodrobí preškoleniu a preskúšaniu,
- ak sa zistí, že nemá možnosť použiť prostriedky a technické vybavenie potrebné na nakladanie s látkami,
- písomne požiadava o jeho zrušenie.

14. Kedy možno držiteľa osvedčenia o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami preškoliť a preskúšať?

Držiteľia osvedčení sa musia zúčastniť preškolenia pri zásadných zmenách stavu technológií a techniky alebo pri zmene právnej úpravy týkajúcej sa ochrany ozónovej vrstvy Zeme na vyzvanie poverenej organizácie (SZCHKT). Následne na návrh ministerstva životného prostredia SZCHKT uskutoční preskúšanie. Preskúšanie možno nariadiť aj v prípade, ak držiteľ osvedčenia viac ako 18 mesiacov nevykonával činnosť, na ktorú má vydané osvedčenie o odbornej spôsobilosti na nakladanie s látkami.

15. Čo sa musí urobiť v prípade, ak je potrebné otvoriť chladiaci okruh s látkou porušujúcou ozónovú vrstvu?

V takom prípade sa látka z chladiacích zariadení pred ich otvorením odoberie do zbernej nádoby alebo zberného vaku určených na zber látky. Ak sa po odobratí látky zistí, že nie je potrebná jej recyklácia alebo regenerácia, možno látku vrátiť späť do chladiacích zariadení, z ktorých bola odobratá. Pri oprave chladiacích zariadení s látkou sa využívajú, v závislosti od technického stavu, dostupnosti regenerovanej látky a hospodárnosti prevádzky metódy: - drop-in, retrofit a zmiešavanie chladiva R 12 a chladiva R 134a.

16. Možno použiť na zistenie netesnosti v chladiacom systéme látku, ktorá porušuje ozónovú vrstvu?

Za účelom zisťovania netesností možno použiť na plnenie systémov len také množstvo látky, ktoré je nevyhnutné na zistenie netesnosti, maximálne však do 10 % hmotnosti náplne v zariadení.

B.3 Druhy a vlastnosti chladiv (kapitola 4)**1. Prečo sa stali halogenované uhl'ovodíky (tzv. freóny) v minulých desaťročiach najpoužívanejšími chladivami v technickej praxi?**

Odpoveď: Pretože pri dosahovaní vysokej energetickej efektívnosti prevádzky chladiacích obbehov majú aj ďalšie výborné vlastnosti ako je nehorľavosť, nevybušnosť malá korozívnosť, nepôsobia toxicky na ľudí a ďalšie.

2. Ako označujeme halogenované uhl'ovodíky a ich zmesi podľa normy ISO 817/1996?

Odpoveď: K označeniu chladiva sa jednotne používa písmeno R (z anglického „refrigerant“) a číselné trojčíslenie XYZ, kde X je počet atómov uhlíku zmešný o číslo 1 (ak je X = 0 nepíše sa), Y je počet atómov vodíku zväčšený o číslo 1 a Z značí počet atómov fluóru. Ak je ďalším halovým prvkom v molekule uhl'ovodíku chlór, počet atómov sa

Otázky

v číselnom označení neuvádza a vypočíta sa z počtu atómov pôvodného nasýteného uhľovodíka C_nH_{2n+2} . Neazeotropne zmesi halogenovaných uhľovodíkov sú označované číselným radom 400, azeotropne zmesi sú označované poradovo číselným radom 500.

3. Ako označujeme halogenované uhľovodíky, ktoré nespôsobujú rozpad ozónovej vrstvy Zeme (ODP = 0)?

Odpoveď: Sú to tzv. fluorované uhľovodíky, kde sú atómy vodíka nahradené iba fluórom - anglické označenie HFC, nemecky HFKW.

4. Čím sa vyznačujú neazeotropne (tiež zeotropne) zmesi halogenovaných uhľovodíkov?

Odpoveď: Tým, že zmena fázy pri konštantnom tlaku (var vo výparníku a kondenzácia v kondenzátore chladiaceho systému) neprebíha pri konštantnej teplote, ale v určitom teplotnom intervale - dochádza k tzv. teplotnému skľuzu.

5. Čo môže spôsobiť použitie neazeotropnej zmesi chladív ako náhrady za ekologicky škodlivé chladivá v existujúcich chladiacich systémoch?

Odpoveď: Ak existujúce zariadenie nie je upravené pre použitie neazeotropnej zmesi chladív (ide najmä o optimálne nastavenie prehriatia na výstupe z výparníka a prispôbenie konštrukcie výparníka na princíp protiprúdneho výmeníka tepla) je možné očakávať zhoršenie energetickej efektívnosti zariadenia (zníženie hodnoty chladiaceho faktoru COP).

B.4 Zber a recyklácia chladív (kapitola 5,6)

1. Charakterizujte odber (recovery) chladiva, metódy a ukončenie odberu chladiva

- odber chladiva je odber zo zariadenia do zbernej nádoby bez čistenia chladiva,
- odber sa robí rýchlejšie v kvapalnej ako v plynnej fáze,
- odber metódou push-pull spôsob odberu chladiva do zbernej nádoby zo zariadenia pomocou rozdielu tlaku vytváraného odberovým zariadením medzi chladiacim okruhom a zbernou nádobou buď pre odber kvapaliny alebo plynu,
- odber chladiva sa považuje za ukončený, ak sa po dosiahnutí primeraného podtlaku a odstavení odberového zariadenia tlak v chladiacom zariadení nezvýši nad úroveň atmosférického tlaku.

2. Charakterizujte rozsah, funkciu a údržbu recyklačného zariadenia

- recyklácia (recycling) zahŕňa odber chladiva zo zariadenia a jeho vyčistenie pre spätné použitie,
- recyklované chladivo sa nesmie používať v nových zariadeniach, respektíve v zariadeniach s novým kompresorom
- kto pracuje s recyklačným zariadením musí sa rozumieť tomu, akú čistotu chladiva môže doceliť, musí včas a dosť často obnovovať vložky filtrov, dehydrátorov, kompresorový olej a musí vedieť, ako sú dobré a spoľahlivé jeho indikačné prístroje v dlhodobej praktickej prevádzke.

Otázky

3. Charakterizujte zberné nádoby a ich použitie

- zberné nádoby sú plniteľné tlakové nádoby na dopravu plynov špeciálne označené a technicky vybavené, určené na zber chladív k ich regenerácii, respektíve na zneškodnenie,
- systém zberu je realizovaný pomocou zberných nádob na chladivo a je založený na evidencii o kolobehu zberných nádob so sprievodnými listami,
- zberná nádoba nesmie byť nikdy plnená nad 70 % svojho vodného objemu vzhľadom na obsah oleja v chladive, ktorý má menšiu mernú hmotnosť.

B.5 Oleje (kapitola 7)

1. Čo umožňuje cirkuláciu oleja chladiacim okruhom:

- miešateľnosť oleja s chladivom,
- tvorba disperzie strháwanej turbulentne prúdiacim chladivom a
- správne montované a dimenzované potrubie.

2. Aké sú hlavné rozdiely polyesterových olejov oproti minerálnym? Za aký čas sa nový esterový olej môže znehodnotiť pri vystavení 50 % vzdušnej vlhkosti:

- polyesterové oleje rýchlejšie absorbujú vlhkosť - sú hygroskopickejšie,
- polyesterové oleje s chladivom R134a účinnejšie rozpúšťajú usadeniny v chladiacom okruhu,
- polyesterové oleje sú termicky stabilnejšie a majú lepšie mazacie vlastnosti,
- polyesterové oleje sú drahšie,
- polyesterové oleje vystavené vzdušnej vlhkosti sa znehodnotia za 1-2 hodiny.

B.6 Technológia práce s chladivami (kapitola 8)

1. Popíšte závislosť chladiaceho výkonu výparníkov na vyparovacej a kondenzačnej teplote! Popíšte aj rovnakú závislosť príkonu!

Čím bude vyparovacia teplota nižšia, tým bude obiehať chladiacim okruhom menej chladiva m a tým bude aj nižší chladiaci výkon výparníka Q_0 . Preto bude aj nižší výkon kondenzátora Q_k .

S rastúcou vyparovacou teplotou t_0 sa zväčšuje dopravované množstvo chladiva m , merný objem na sani kompresora V_1 klesá, v dôsledku čoho rastie chladiaci výkon Q_0 . Čím vyššia bude kondenzačná teplota, tým nižší bude chladiaci výkon výparníka Q_0 . Príkon so znižujúcou sa vyparovacou teplotou najskôr rastie, potom dosiahne pri určitej teplote vrchol a potom klesá.

2. Aké najdôležitejšie parametre je potrebné sledovať pri prevádzke chladiaceho zariadenia? Vymenujte teploty, ktoré sa nesmú prekročiť.

Pri práci chladiaceho zariadenia sledujeme vyparovaciu teplotu t_0 , kondenzačnú teplotu t_k , teplotu stlačenia chladiva vo valci t_2 a pri hermetických kompresoroch teplotu vinutia elmotora t_{vin} . Sleduje sa stav oleja a kontroluje napätie elektrickej siete.

Otázky

3. Kedy je životnosť chladiaceho zariadenia najdlhšia? Čo všetko vplýva na jeho dlhú životnosť?

Životnosť chladiaceho zariadenia je najdlhšia:

- ak vyparovací a kondenzačná teplota sú optimálne (nedosahujú minimálne t_o , resp. maximálne t_2 hodnoty),
- ak t_2 , resp. t_{vin} sú nižšie ako hodnoty maximálne,
- ak je chladiaci okruh urobený tak, že olej sa vracia do kompresora a ak chladiaci okruh je suchý, neobsahuje ani vzduch a ani kyslík (vlhkosť).

Tiež je dôležité napätie siete, ktoré nesmie dosahovať minimálne (podpäť) ani maximálne hodnoty (prepätie). Kompresor musí byť ochladzovaný tak, ako predpisuje výroba.

4. Čo spôsobuje tlakové straty? Čím sú spôsobené tlakové straty v sacom potrubí?

Ak sa znižuje v dôsledku strát tlak v sacom potrubí, potom sa zvyšuje merný objem sacích pár chladiva v_1 na vstupe do kompresora a znižuje sa chladiaci výkon kompresora i celého chladiaceho zariadenia. Pri stratách vo výtláčnom potrubí sa zvyšujú teploty t_2 a klesá chladiaci výkon. Tlakové straty v sacom potrubí sú spôsobené:

- nadmernou dĺžkou potrubia,
- zaradením väčšieho počtu regulačných prvkov, z ktorých každý má určitú tlakovú stratu,
- upchatím sacieho filtra.

5. Kedy sa použije dvojestupňové chladiace zariadenie s parným obehom? Aké vlastnosti má dvojestupňový obeh v porovnaní s jednostupňovým?

Ak tlakový pomer: $\pi = \frac{P_k}{P_o} > 8$, potom sa používa dvojestupňové chladiace

zariadenie. Chladiace zariadenie môže byť zvolené ako dvojestupňové aj vtedy, ak je potrebných viac vyparovacích teplôt (chladiace zariadenia s dvomi, alebo viacerými povinnosťami). Vlastnosti dvojestupňového chladiaceho zariadenia:

- nedochádza ku koksovaniu oleja na výtláčnych ventiloch,
- nenastane pokles životnosti, životnosť je vyššia,
- má vyšší chladiaci faktor, ale nadobúdacie náklady sú vyššie,
- dosahuje sa nižší tlakový pomer jednotlivých stupňov (na prvom a na druhom stupni),
- dosahuje sa nižšia teplota konca stlačenia chladiva v kompresore t_2 .

6. Popíšte o vlastnosti a použitie chladiv R22, R134a, R600 a.

R22

Je chladivo s malým obsahom chlóru, potenciál porušovania ozónu ODP=5%. Má vynikajúce termodynamické vlastnosti: vysoký objemový chladiaci výkon, zariadenia s R22 majú dlhú životnosť a sú spoľahlivé. Kompresor na R12 sa bez úprav nemôže použiť na chladivo R22.

R134a

Nemá chlór, ODP=0. Výroba chladiacich zariadení s R12 je zakázaná preto, lebo R12 má vysoký obsah chlóru. S R134a sú veľmi dobré prevádzkové i servisné skúsenosti. Použitie: osobné automobily, chladničky, turbokompresory, živnostenské chladiace zariadenia, klimatizačné zariadenia so skrutkovými kompresormi. Má vyššie nároky na

Otázky

tesnosť okruhov. Nemá teplotný sklz, je to azeotrop. Vyžaduje sa vysoká čistota a suchosť chladiaceho okruhu.

R600a

Používa sa pre chladničky a mrazničky pre domácnosť. Má nulový potenciál porušovania ozónu a skleníkový efekt je blízky nule. V porovnaní s R12 a R134a je množstvo chladiva v okruhu veľmi malé. S R600a sa dosahujú energetické úspory. Nevýhodou R600a je jeho výbušnosť. Objemový výkon izobutánu je nižší ako pri R12 a R134a asi o 43% - preto sa musí na kompresoroch zvýšiť zdvihový objem.

7. Aké zásady platia pri navrhovaní chladiacich okruhov s novými ekologickými chladivami?

- Použiť také chladivá, ktoré vo svojom chemickom zložení neobsahuje chlór, resp. majú nízky obsah chlóru a majú nízky alebo nulový skleníkový efekt.
- Použiť také chladiace okruhy, v ktorých ak sa použije vhodné chladivo, zníži sa množstvo chladiva v chladiacom okruhu (napr. použitím R600a - znížilo sa množstvo v chladničkách o 60% oproti R134a). Použitím R134a sa znížilo množstvo asi o 10% oproti R12 v chladničkách a mrazničkách.
- Volit' také konštrukcie chladiacich okruhov, ktoré znížia úniky chladiv:
 - volit' zvarané hermetické systémy,
 - pri malých výkonoch uprednostniť kapiláru pred TEV.
- Použiť nové konštrukcie výmenníkov tepla - doskové výmenníky tepla.
- Použitím blokových chladiacich zariadení.
- Životnosť zariadení bude vysoká ak sa zvolia vhodné postupy pri montáži:
 - kontrola pevnosti hlavných členov,
 - kontrola tesnosti okruhu,
 - kontrola hluku a vibrácií.

8. Ako sa kontroluje pevnosť a tesnosť chladiacich okruhov?

Kompresory, kondenzátory, výparníky, zásobníky chladiva, výmenníky tepla a podobne sa skúšajú na pevnosť tlakom suchého vzduchu, alebo dusíka. Skúšobný pretlak pre skúšku pevnosti je minimálne 1,0 násobok, maximálne však 1,3 násobok dovolenej prevádzkovej teploty - podľa EN 378, časť 5 a 1,5 násobok prevádzkovej teploty - podľa STN 140646. Pre triedu teplôt N, t.j. do teploty okolia +32 °C sú minimálne dovolené konštrukcie teploty chladiaceho zariadenia:

- vysokotlaká strana so vzduchom chladeným kondenzátorom 55 °C,
- vysokotlaká strana s vodou chladeným kondenzátorom 43 °C,
- nízkotlaká strana 32 °C.

Tesnosť chladiacich okruhov sa kontroluje:

- statická tlaková skúška tlakom dusíka vo vode,
- pretlakom alebo vákuom,
- pomocou mydlových bublín,
- halogenovou lampou,
- elektronickým detektorom,
- héliovým detektorom.

9. Porovnajete jednotlivé skúšky tesnosti chladiacich okruhov.

- Statická tlaková skúška tlakom dusíka vo vode - je hrubá skúška tesnosti. Presnosť je 50 kg vysušeného dusíka za rok a ekvivalentné množstvo R134a je potom 250 kg/rok.

Otázky

- b. *Skúška pretlakom a vákuom. Používa sa pri opravách chladiacich zariadení alebo ich častí. Únik, ktorý je možno ešte zistiť je 10^{-3} mbar.l/s. Nie je presnou skúškou.*
- c. *Skúšku pomocou mydlových bublín. Použije sa suchý dusík. Únik, ktorý je možno zistiť je 50 g chladiva za rok, v prepočte je to asi 250 g R134a za rok. Je presnejšou skúškou ako prvé dve skúšky a) a b), ale nie je presnou skúškou.*
- d. *Skúška halogenovou lampou. Je jednou z najstarších metód. Presnosť 50 až 300 g/rok, tzn. asi 1 g za deň. Nie je presnou skúškou*
- e. *Skúška elektronickým detektorom. Dosahuje sa vysoká presnosť 0,02 až 2 g NH₃ za rok, resp. 0,09 až 7 g R134a/rok.*

10. Akými cestami sa šíri chvenie od kompresora? Popíšte izoláciu chvenia pomocou amortizátorov chvenia.

Cesty šírenia a chvenia:

- vzduchom,
- základovým rámom,
- sacím a výtlačným potrubím,
- plynným chladivom a olejom, ktoré cirkulujú v okruhu.

Izolácia chvenia pomocou amortizátorov chvenia sa používa pri sacom a hlavne pri výtlačnom potrubí. Za amortizátorom chvenia (tesne za ním) sa urobí úchyt. Amortizátor sa pripája na Cu potrubie tvrdou spájkou. Amortizátory sa robia od priemeru ϕ 10 mm vyššie. Zabudováva vždy rovnobežne s osou hriadeľa kompresora. Môžu sa zabudovať aj dva do pravého uhla.

B.7 Vákuovanie (kapitola 8.4)

1. Čo je to vlhkosť a kde sa sústreďuje v chladiacom okruhu?

- vlhkosť vo vzduchu nie je viditeľná a nie je ju cítiť, vo vzduchu sa vyskytuje v najmenších čiastočkách vody vo forme aerosólov,
- vlhkosť v chladiacich zariadeniach skondenzuje na najstudenejších častiach, je pohlcovaná pórovitými látkami a prilne na drsných povrchoch.

2. Kde dochádza k tvorbe kyselín za prítomnosti vlhkosti v chladiacom okruhu a kde vlhkosť namrzá v chladiacom okruhu?

- k tvorbe kyselín reakciou chladiva, oleja a vlhkosti dochádza v chladiacom zariadení najmä v jeho najteplejšej časti v kompresore,
- typickým miestom, kde môže prísť k namrznutiu vody pri intenzívnom vákuovaní s vývevou s vysokým výkonom s prudkým poklesom tlaku je filterdehydrátor a vstrekovací ventil.

3. Aký je postup pri výbere vývevy, pri vákuovaní a ako sa dá vákuovanie urýchliť?

- na vákuovanie chladiacich okruhov s HFC chladivami sa používajú vývevy dvojstupňové s výkonom odpovedajúcim objemu chladiaceho okruhu (množstvu chladiva) dosahujúce absolútny tlak 100 až 5 Pa,
- čím je zariadenie teplejšie, tým je pri vákuovaní sušiacia doba kratšia,
- zariadenie sa rýchlejšie vyvákuuje (zbaví vlhkosti) zohrievaním okruhu a prerušením dosiahnutého vákuu suchým dusíkom, čím sa pomocou efektu zriedenia zrýchli sušenie okruhu, pretože s klesajúcim tlakom výkon vývevy klesá,

Otázky

- vákuovanie je ukončené, ak sa dosiahnuté vákuum nemení, tlak v systéme sa nezvyšuje,
- chladiaci okruh musí byť pred vákuovaním preskúšaný na tesnosť a netesnosti musia byť odstránené.

B.8 Zámenny chladiv (kapitola 9)

1. Aké sú hlavné kritériá na vykonanie zámenny chladiv v chladiacom zariadení?

- a) Efektívnosť vynaložených nákladov na realizáciu náhrady chladiva.
- b) Ekonomika prevádzky s novým chladivom.
- c) Miera rizika vzhľadom na technický stav zariadenia, možnosti servisu a podobne.
- d) Vek a technický stav chladiaceho zariadenia.
- e) Použité chladivo.
- f) Použitý olej a jeho stav.
- g) Pracovný postup výmeny chladiva.

2. Aké sú varianty retrofitu a aké sú uvažované chladivá?

Základným a spoločným princípom všetkých variantov procedúry nazwanej retrofit je veľmi dôkladné odstránenie pôvodného chladiva a maziva pred naplnením zariadenia novými látkami. Pretože len vypúšťanie oleja a bežné odsatie nepostačuje, je nutné zariadenie prepláchnuť a to postupom, ktorý retrofit delí do 3 variantov:

- A. Preplachovanie prevádzky prevážne s pôvodným chladivom a novým mazivom (esterovým olejom).
- B. Preplachovanie len s novým chladivom a novým (esterovým) olejom.
- C. Preplachovanie rozpúšťadlom.

Retrofitu sa používa najmä pri nasledujúcich náhradách:

R12	-	R134a
R502	-	R404a, R507, R407A, R407B
R22	-	R407C

3. Aký je postup metódy drop in a aké sú uvažované chladivá?

Drop in sa uplatňuje s náhradami:

R12	-	R401A, R401B, R409A, R134a
R502	-	R402A, R402B, R403B, R408A

Pracovný postup metódy drop in:

- a) Zaznamenať tlaky a teploty, pri ktorých pracuje staré zariadenie s CFC chladivom.
- b) Preveriť úniky pred výmenou chladiva, aby mohli byť prednostne odstránené.
- c) Odobrať CFC chladivo do zbernej nádoby.
- d) V prípade výmeny oleja odobrať čo najväčšie množstvo starého oleja z agregátu a nahradiť ho rovnakým množstvom nového rovnakého, respektíve vhodnejšieho typu.
- e) Vymeniť tesnenia, o - krúžky a ďalšie komponenty podľa odporúčenia výrobcu.
- f) Vymeniť filterdehydrátor a sací filter za typy kompatibilné s novým typom chladiva.
- g) Naplniť systém novým chladivom, v prípade zeotropného chladiva sa plní chladivo v kvapalnej fáze.
- h) Spustiť systém a optimalizovať funkciu kondenzátora a výparníka podľa teplôt a tlakov.

Otázky

- i) Starostlivo označiť, akým typom chladiva a oleja je zariadenie naplnené.
- j) Odovzdať odobraté CFC chladivo na recykláciu alebo regeneráciu do zbernej siete.
- k) Monitorovať výkon, tlaky, teploty, stav oleja v zariadení po výmene chladiva.

4. Charakterizujte metódy zámény chladiva retrofit, drop-in a metamorfózu

- Drop - in nazývame najjednoduchšiu zámenu chladiva, pri ktorej nedochádza k zmene druhu maziva.
- Retrofit charakterizuje okrem zámény chladiva i zámenu maziva za mazivo odlišného typu. Vzhľadom na používanie chladív a mazív odlišných typov, než s ktorými zariadenie pracovalo, je nutné dokonalé vyčistenie chladiaceho okruhu.
- Metamorfóza - Metamorfóza náplne chladiva je názov pre postupné nahradzovanie (premenu) unikajúcej náplne súčasného chladiva (R12) novým chladivom (R134a) tak dlho, pokiaľ zostávajúci podiel R12 (cca 20 %) sa stačí dostatočne miešať s olejom v okruhu. Zmes oboidvoch chladív vytvára „takmer“-azeotrop, pričom chladiaci výkon i chladiaci faktor mierne rastú. Metamorfóza umožňuje prevádzkovať po určitú dobu zariadenia, ktoré ešte nie sú vhodné na vyradenie, ale retrofit už nie je výhodný. Pretože ide o dopĺňanie chladiva strateného únikom, je procedúra proti zmyslu celej celosvetovej akcie, t.j. zabrániť únikom R12 do atmosféry.

5. Čo je potrebné pred prestavbou zariadenia hodnotiť?

- a) Vek zariadenia (prípadne odpracované prevádzkové hodiny). Zostatková doba životnosti zariadenia a jeho technický stav, sú spravidla rozhodujúcimi kritériami pre výšku investícií na prestavbu, alebo pre kúpu nového zariadenia. Ďalšími hodnotiacimi faktormi sú potenciálna škoda pri prípadnej havárii, pri úniku chladiva (okrem ceny chladiva a práce i prípadnej pokuty podľa zákona NR SR 76/98 Zb.), a potenciálne škody vzniknuté pri nutnosti prípadného náhradného uskladnenia tovaru.
- b) Pri voľbe chladiva má rozhodujúci význam chladiaci výkon, chladiaci faktor a príkon. Ďalej je potrebné vziať do úvahy rozsah vyparovacích teplôt a prípadné očakávané straty výkonu.
- c) Aký je súčasný výkon zariadenia? Podstatne znížený výkon má príčiny, ktoré sa neodstránia prechodom na nové chladivo.
- d) Aké množstvo chladiva a oleja sa nachádza v chladiacom okruhu? Z týchto údajov je možné kalkulovať náklady spojené s odberom, s odovzdaním do zbernej siete, prípadne so zneškodnením pôvodného a nadobudnutím nového chladiva a odhadnúť počet výmen oleja.
- e) Aká je vlhkosť v chladive? Pred prestavbou je potrebné vyjasniť príčiny prítomnosti vysokej vlhkosti v chladive.
- f) Ako sa pri prestavbe na nové chladivo prejaví zmena v rýchlosti prúdenia a nový olej na cirkulácii oleja a rozdelení oleja v okruhu? Z tohoto dôvodu by malo byť preskúmané dimenzovanie potrubia a jeho uloženie.
- g) Sú materiály konštrukčných skupín zariadenia vhodné pre nové chladivá a oleje? Nevyhovujúce tesnenie musí byť vymenené, pri použití esterových olejov musia byť diely s obsahom zinku nahradené.
- h) Ako je zariadenie vyťažené, ktoré stavy sú obzvlášť časté? Pri dlhotrvajúcom čiastočnom zatažení môžu vzniknúť problémy s cirkuláciou oleja okruhom.

Otázky

6. Popíšte postup plnenia esterových olejov a zostatkové množstvo minerálneho oleja a kontrolu jeho obsahu po retrofite.

- Dnes uznávané hodnoty zostatkového množstva oleja sú podľa niektorých údajov až do 2-8 % podľa vyparovacej teploty. Zostatkové množstvo sa stanoví analýzou alebo pomocami „test-kits“, ktoré sú na trhu, prípadne metanolovou skúškou. Hrubé posúdenie je možné pomocou farby alebo stupňa mliečného zakalenia v priezorníku.
- Olej mliečného zafarbenia v olejoznaku alebo v kontrolnom priezorníku nemusí znamenať, že sa retrofit nevydaril. Časom sa toto zafarbenie stratí. Len v prípade, keď trvá mliečna farba po viacerých hodinách prevádzky, je lepšie urobiť následnú výmenu maziva, pričom je vhodné pre istotu pred výmenou skontrolovať stav maziva alebo i chladiva chemickým rozborom.
- Od požadovaného zostatkového množstva minerálneho oleja závisí počet preplachovaných cyklov, ktorý je ďalej ovplyvňovaný stavom, veľkosťou a zložitou zariadenia (počet výparníkov, dĺžka spojovacích potrubí, ...) a stále sa pre jednotlivé prípady upresňuje podľa získavaných skúseností (pozri kapitolu oleje).
- Pri plnení oleja pomôže podtlak v kompresore vyprázdniť plniacu nádobu s olejom. Naliatie oleja do kompresora bez podtlaku musí byť veľmi rýchle, aby sa mazivo nedostalo do dlhšieho styku so vzduchom, pretože sa veľmi rýchlo sýti vlhkosťou z okolitého vzduchu a znehodnocuje sa. Je rovnako vhodné, aby nezostalo žiadne mazivo v transportnej nádobe, pretože po otvorení sa zostatok taktiež znehodnotí.

7. Ktoré prvky v chladiacom okruhu je potrebné pri retrofite vymeniť?

- a) Paušálne údaje o výmenách prvkoch v okruhu pri prestavbe na iné chladivá vedú nezriedka k chybám a k haváriám. Je potrebné vybrať prvky, ktoré je nutné uvažovať k výmene:
- b) Dehydrátor, sací filter (ak sa montuje filter i do samia kompresora, je spravidla typu BO (burn-out) na chemické nečistoty) a diely, ktorých stav nezbudzuje dôveru - predovšetkým tesnenie. Ak sú použité pružné spojky - hadice, doporučuje sa vymeniť ich z dôvodu vyššieho prieniku chladiva za typy výrobcom určené pre R134a. Je snáď zbytočné pripomínať, že do miest, kde došlo k demontáži nesmie prísť späť už použité tesnenie.
- c) Regulačný ventil (TEV) po overení, že súčasný nemôže byť vhodne nastavený. Pri použití kapiláry nie sú údaje jednotné: niektoré tvrdia, že je potrebné dĺžku kapiláry meniť (a také zariadenia nie sú pre retrofit vhodné), iné preukazujú prijateľnú prevádzku s existujúcou kapilárou.
- d) Indikátory vlhkosti, priezorníky, sitká spravidla vyhovujú a menia sa ak je potrebné ich obnoviť.

8. V akých chladiacich, klimatizačných zariadeniach sa pripúšťa najväčší a v akých najmenší podiel zbytkového minerálneho oleja v esterovom po retrofite?

- najväčší zbytkový podiel minerálneho oleja v esterovom sa pripúšťa v autoklimatizácii až do 30 %,
- najmenší podiel sa pripúšťa v chladiacich zariadeniach s vyparovacími teplotami pod -20 °C. Čím nižšia vyparovacia teplota tým nižší podiel minerálneho oleja, ktorý by mal klesať približne zo 4 % pri -20 °C na cca 1 % pri vyparovacej teplote -40 °C, - pri vyparovacej teplote okolo 0 °C by tento podiel mal byť okolo 5 %.

Otázky

9. Bolo nutné prispôbiť vlastnosti používaných indikátorov zmeneným hygroskopickým vlastnostiam nových chladív a olejov?

Predtým používané indikátory sú pre nové chladivá nevhodné. Až do vlhkosti zodpovedajúcej 160 mg/kg nemia farbu na žltú a nesignalizujú tak nebezpečnú vlhkosť chladiva. Naproti tomu indikátory pre nové chladivá menia zelenú farbu na žltú pri obsahu maximálne 80 mg vody na 1 kg chladiva, so zreteľnou zmenou už v rozsahu 30 až 40 mg/kg a sú teda vyhovujúce aj pre nové chladivá. To znamená, že:

ZELENÁ = „suché chladivo“

ŽLTÁ = „vlhké chladivo“

Rýchlosť reakcie nových indikátorov je lepšia ako u indikátorov doterajších.

10. Popíšte funkciu a chovanie sa filterdehydrátora pri retrofite.

- Pri retrofite polárna štruktúra HFC chladív a POE olejov v priebehu času uvoľňuje nečistoty z vnútorného povrchu chladiaceho zariadenia stále viac a drobnejších častíc je unášaných dlhšiu dobu celým systémom. Navyše s nečistotami, ktoré zostali po montáži v zariadení, cirkulujú s olejom chladiacim systémom spoločne vo forme usadeniny rozkladných produktov z reakcie CFC chladivom a minerálnym olejom vo výmeníkoch tepla a v potrubných vedeniach.
- To predstavuje pre filterdehydrátory extrémne prevádzkové podmienky. V závislosti od množstiev nečistôt rýchle rastie tlaková strata filtra, ktorá môže viesť k zníženiu chladiaceho výkonu zariadenia. Preto musí byť počítané skôr s výmenou filterdehydrátora po kratšej dobe prevádzky, alebo sa tiež pri retrofite montuje filter do sacieho vedenia. V závislosti od kvality filterdehydrátora a sacieho filtra budú väčšie alebo menšie čiastočky všetkých nečistôt zachytené a zabezpečená bezproblémová prevádzka.

Ak sa filterdehydrátor upchal po kratšej alebo dlhšej dobe prevádzky, choval sa tak, ako sa od kvalitného filtra predpokladalo - zachytil nečistoty a zaistil, že sa nedostali do kompresora a nespôsobili jeho poškodenie.

12. Pri zmene chladiva sa pochopiteľne mení aj výkon expanzného ventilu, výkon kompresora a za určitých podmienok sa menia aj výkony výmenníkov tepla (výparníkov a kondenzátorov). Zmeny výkonu sú závislé od vyparovacej teploty, kondenzačnej teploty a v neposlednom rade aj od teploty kvapalného chladiva pred expanzným ventilom. Čo je nutné po zámene chladiva kontrolovať vo vzťahu k termostatickému expanznému ventilu?

Predovšetkým vyparovaciu teplotu, prehriatie a chladiaci výkon. V prípade, že vyparovacia teplota kolíše +/- 5 K je väčšinou postačujúce nastavenie prehriatia zmenou predpätia regulačnej pružiny. Na expanzných ventiloch je možné ventily prestaviť zmenšením sily regulačnej pružiny v prípadoch, keď nové chladivo pracuje s vyšším vyparovacím tlakom než chladivo pôvodné = otáčaním regulačného kužela doľava a naopak. V prípade, že sa nepodari dosiahnuť primeraný chladiaci výkon bude potrebné TEV vymeniť za zodpovedajúci novému chladivu.