

PROPÁN V SERVISNEJ, LABORATÓRNEJ A VÝROBNEJ PRAXI

Ing. Libor Novák, Ing. Ján Horvát

STIEBEL-ELTRON Slovakia, s.r.o., Hlavná 1, 058 01 POPRAD

ABSTRAKT

Tento príspevok pojednáva o rizikách ktoré vyplývajú z použitia uhľovodíkových (HC) chladív v chladiacich a ohrievacích systémoch určených pre rôzne použitie. Konštrukcia takýchto zariadení nie je až tak rozdielna oproti zariadeniam ktoré používajú nehorľavé chladivá avšak nejaké rozdiely predsa len pri HC chladivách sú. V článku sú popísané bezpečnostné odporúčania pre servis, testovanie a výrobu takýchto zariadení.

1. ÚVOD

Trend vývoja chladiacich zariadení a tepelných čerpadiel napreduje a so zmenou konštrukcie ich komponentov prichádza aj ku zmene chladív, ktoré pri svojej práci využívajú. Nič sa nedeje bezdôvodne a zmena typu chladiva má svoje opodstatnenie keďže s veľkou mierou ovplyvňuje účinnosť chladiaceho systému, alebo tepelného čerpadla. Výrobcovia hľadajú vhodné alternatívy ako vylepšiť svoje zariadenia a zároveň splniť všetky požiadavky moderného zákazníka.

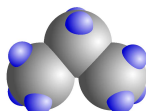
Na používanie nových typov chladív je samozrejme naviazaná aj ekológia, ktorá je asi tou najsilnejšou motiváciou keďže EU výrazne reguluje možnosti použitia konvenčných nehorľavých chladív. V minulosti používané chladivá mali vysoký dopad na ODP, GWP a ich životnosť v atmosfére bola niekoľko desiatok rokov, čo už ale u moderných chladív neplatí. Žiadne z konvenčných chladív však nebolo horľavé, čo sa o dnešných moderných chladivách už povedať nedá. Tento príspevok je venovaný práve použitiu jedného z takýchto chladív a to chladivu R290 ktoré sa značne etablovalo a rozšírilo v komerčnej praxi.

2. R290 - PROPÁN

Chladivo je vyrobené z prírodného uhľovodíka získavaného z kvapalného ropného plynu. Je to alternatíva k syntetickým chladivám. Nemá vplyv na ozónovú vrstvu (ODP je nulové) a jeho potenciál globálneho otepľovania (GWP) je veľmi nízky, takmer nulový. Chladivo R290 má rovnaký základ ako chladivo R600a. V oboch prípadoch ide o prírodný plyn. Má vlastnosti, ktoré ho predurčujú pre použitie ako náhradu za chladivo R404A, R134a resp. iné chladivá. Pri porovnaní náplne chladiva medzi R404A/R410C a R290 bude množstvo chladiva redukované o 40 – 60% oproti R404A/R410C.

Základná charakteristika:

- Vzhľad: bezfarebný plyn
- Hustota: 2,0 kg/m³ - plyn / 581,2 kg/m³ - kvapalina
 - Samozápalná teplota: 468 °C
 - Klasifikácia: Vysoko horľavý (A3)
 - Výbušný v rozmedzí: 2,1 – 9,5%
- Bod varu: -42,0 °C (pri atmosférickom tlaku)
 - GWP: 3



Obrázok 1. Molekula R290

3. SERVIS S R290

Servis chladiacich systémov obsahujúcich R290 sa od tých ostatných až tak nelíši, preto aj riziká resp. činnosti, ktoré pri servise vznikajú sú takmer identické a to až na možnosť výbuchu chladiaceho média uvoľneného v priestore. Vzhľadom na skutočnosť že sa zvýšila prípustná hmotnosť chladiva R290 v okruhu, objavili sa aj nové odporúčenia pri servisnej činnosti na takýchto zariadeniach. Len pre pripomenutie uvádzam, R290 je ťažší ako vzduch takže vždy sa bude koncentrovať pri zemi, podlahe resp. priehlbínach v okolí.

Požiadavky na servisného technika

Skôr než servisný technik zaháji servisný zásah, mal by spĺňať nasledujúce požiadavky:

- Zdravotne spôsobilý – potvrdenú zdravotnú prehliadku
- Platné osvedčenie na prácu s elektrickými zariadeniami (min. §22)
 - Platné osvedčenie (štátna skúška) pre plameňové zváranie
 - Platné osvedčenie na prácu s F plynmi požadovanej kategórie

Platnosť osvedčení je nevyhnutná pre ochranu samého seba!!!

Servisné postupy pri práci na zariadeniach s R290 už boli v minulosti prezentované a sú všeobecne známe. Limit 150g / R290 už nie je maximálnou povolenou dávkou na jeden okruh takže tomu treba prispôbiť aj pracovné postupy pri servise týchto zariadení. Postupne sa na trh dostávajú zariadenia v ktorých je náplň výrazne vyššia, pri tepelných čerpadlách je to aj cez 2kg. Toto množstvo predstavuje oveľa vyššiu mieru rizika, ktoré je potrebné eliminovať. Zariadenia s vyššou náplňou budú na trh prichádzať postupne, avšak je dobré sa na túto skutočnosť pripraviť s určitým predstihom.

Vybavenie servisného technika by už malo byť doplnené o detektor plynu R290, či už osobný a pripnutý na oblečení, alebo stacionárny, ktorý sa umiestni v blízkosti miesta práce. Do výbavy by mal pribudnúť ventilátor určený do výbušného prostredia resp. ventilátor ktorý je certifikovaný pre prácu v priestore kde sa nachádza R290. Počas práce sa umiestni tak aby rozháňal chladivo, ktoré môže uniknúť pri práci zo zariadenia prípadne hadíc. Oblečenie servisného technika musí byť bezpodmienečne z materiálu, ktorý pri trení neprodukuje statickú elektrinu a iskrenie. Vzhľadom na vyššiu náplň chladiva v okruhu už nie je doporučené chladivo vypustiť do atmosféry. Pri malých náplniach to nebol problém, ale pri náplni rádovo v kg sa pri vypúšťaní do okolia môže vytvoriť výbušná atmosféra vo výrazne väčšom priestore, čo už predstavuje značné riziko pre servisného technika a technické vybavenie v okolí. Je doporučené chladivo odčerpať do vhodnej tlakovej nádoby pomocou odsávacieho zariadenia určeného pre prácu s R290. Nie každé odsávacie zariadenie je v potrebnom vyhotovení. Pri pripojení tohto zariadenia a počas času potrebného na odsatie chladiva je potrebné dbať na tesnosť spojov na koncoch hadíc. Po ukončení odsávania musia byť ešte zvyšky chladiva odsaté za pomoci vákuovej pumpy. Je to krok, ktorý sa pri nevýbušných chladivách nerobí resp. nie je nevyhnutný. Vynechaním tohto kroku sa vystavujete riziku popálenia, keďže pri zváraní sa začnú zvyšky chladiva z oleja uvoľňovať a horieť. V extrémnych prípadoch má plameň šľahajúci zo zváranej rúrky dĺžku až 1m. Dĺžka vákuovania závisí od systému, ale 1 hod. by mala postačovať. Prípadne je ešte druhá možnosť a to prepláchnuť chladiaci okruh dusíkom čo výrazne redukuje vznik plameňa pri zváraní. Odporúča sa mať v mieste práce k dispozícii aj snehový hasiaci prístroj.

V súvislosti s R290 v chladiacom okruhu, sa v dnešnej modernej stáva problémom pre servis aplikovaná elektronika v chladiacich systémoch. Pokiaľ sa jedná o jednoduché zariadenia s bežnými komerčnými termostatmi, je relatívne jednoduché nájsť manuál a daný termostat počas servisného zásahu obsluhovať podľa potreby. Neznamená to zmenu teploty, ale ovládanie funkcií, ktoré technik potrebuje/pomôžu počas servisu. Pokiaľ je servisný technik zamestnancom výrobcu zariadenia a má prístup k potrebným údajom a špeciálnemu diagnostickému softvéru, taktiež nie je

problém. Horšie je to v prípade, že servisný technik je privolaný k zariadeniu ktoré nikdy nevidel, výrobca už neexistuje a zariadenie má termostat resp. ovládanie robené na mieru. Nie je preto schopný otvoriť servisné menu a pracovať s pokročilými nastaveniami ktoré sú pre servis nevyhnutné. Ako príklad je možné uviesť potrebu plného otvorenia okruhu z dôvodu odsatia chladiva a vákuovania. Problém môže nastať ak je chladiaci okruh rozvetvený a obsahuje väčšie množstvo ventilov rôzneho typu. Pre tieto prípady je dobré, aby mal servisný technik dostatok magnetov na otvorenie solenoid-ventilov a taktiež špeciálne magnety na otvorenie elektronických expanzných ventilov.

Na záver tejto časti je potrebné dodať jedno veľmi dôležité upozornenie: Pri práci nedopustíte, aby sa v pracovnej zóne nachádzali akékoľvek predmety resp. vykonávali činnosti, ktoré by mohli byť neplánovaným zdrojom zápalu, ako napríklad rezanie flexibrúskou, činnosti s otvoreným plameňom, atď.

4. SKÚŠKY S CHLADIACIMI ZARIADENIAMI A TEPELNÝMI ČERPADLAMI OBSAHUJÚCIMI R290

Každý výrobok, ktorý sa vyvíja a konštruje, musí prejsť testovacou fázou. Počas tejto fázy sa overia základné parametre výrobku, ako aj očakávania jeho konštruktérov. Tak ako je to u všetkých produktov tak aj klimatizácie, tepelné čerpadlá a chladiace zariadenia pred uvedením na trh musia prejsť procesom testovania a konečného vyladenia. Tento proces pri výrobe chladiacich systémov prebieha už mnoho rokov. V praxi sa často využíva niekoľko postupov. Prvý z nich by sa dal nazvať optimalizácia resp. vylepšenie súčasného produktu. V tomto prípade sa na základe predošlého (starého) modelu vyvíja nový. V takomto prípade sa do konštrukcie predošlého modelu implementujú nové typy kompresorov, nové typy riadenia, tepelné výmenníky s vylepšenou konštrukciou a samotný vzhl'ad prejde pravdepodobne najrozsiahlejšou úpravou. Ako druhý spôsob je tzv. spätné inžinierstvo, pri ktorom sa od niektorého z popredných výrobcov chladiaci systém kúpi a jeho konštrukcia sa odkopíruje. K takémuto kroku sa najviac obracajú malé firmy, ktoré si vývoj nemôžu dovoliť a takto šetria čas potrebný na vývoj. V takomto prípade sú náklady na vývoj minimálne. Tretí spôsob je kompletný vývoj nového produktu. Takýto spôsob je najkomplikovanejší a najzdlh'vejší. Tu je potrebné navrhnuť kompletne nový chladiaci systém a samozrejme aj jeho výrobnú fázu, čo zahŕňa veľmi rozsiahlu projektovú činnosť a veľmi vysoké náklady.

Klimatizácie, tepelné čerpadlá a chladiace zariadenia sa testujú v tzv. klimatických komorách špecifického typu. Jedná sa o zariadenie s potrebnou veľkosťou (približne o rozmeroch bežnej izby bytového domu, pri klimatizáciách/tepelných čerpadlách je to dvojica komôr), ktoré vo svojom vnútri vytvorí podmienky vhodné pre testovanie konkrétneho systému s reguláciou prúdenia vzduchu, teploty a relatívnej vlhkosti. V praxi sa používajú dva typy komôr, a to komora s vertikálnym alebo komora s horizontálnym prúdením vzduchu. Špecifické podmienky sú vždy pre každý systém popísané v príslušnej norme. Na trhu je množstvo výrobcov, ktorí takéto komory vyrábajú a ich konštrukcia je principiálne veľmi podobná. Súčasťou klimatickej komory je tzv. Merací systém čo je zariadenie, určené na monitorovanie testu a záznam nameraných hodnôt. Z týchto hodnôt sa následne vyhodnocuje celkový priebeh testu. V dnešnej dobe sa na tento účel používajú počítače napojené na meracie karty resp. zariadenia, ktoré generujú záznam vo forme súboru. V niektorých prípadoch je súčasťou meracieho systému aj napájací zdroj zariadenia.



Obrázok 2. Klimatická komora

Výbušné chladivá ako R290 sa začali testovať už mnoho rokov pred ich uvedením na trh čo je prirodzený vývoj. Tak ako v bežnej praxi tak aj v laboratórnych podmienkach predstavuje chladivo R290 riziko. V mnohých prípadoch sa testujú zariadenia ktoré sú mimo limit a ich náplň je vysoko nad normou povolenými hodnotami. V konečnom dôsledku na takúto činnosť sú laboratória určené. Priestory laboratórií musia byť na tento účel pripravené a to o dosť prísnejšie ako je to pri práci na zariadeniach v servisnej praxi. Cieľom všetkých protipatrení je udržať v priestore nevýbušné prostredie. Uvedené sú najčastejšie spôsoby ochrany aké sa v praxi používajú:

Bez ochrany

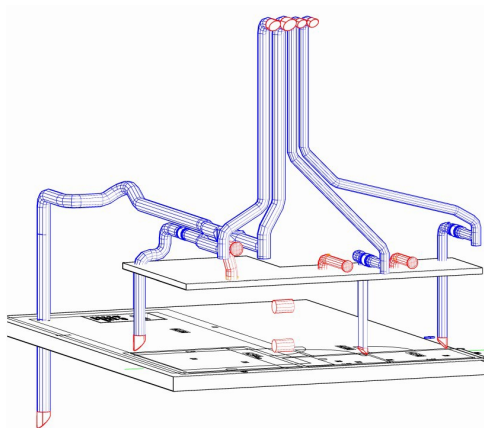
Tento fenomén by už mal byť už v EU minulosťou ale to však nemusí platiť v každej časti sveta. Klimatická komora využíva na svoj ohrev elektrické špirály a na chladenie priamo chladivo ktoré cirkuluje výparníkom. Inštalované ventilátory ktoré distribuujú vzduch v komore nie sú v EX vyhotovení. Elektrická výzbroj komory je mimo vnútorný priestor. Nie sú inštalované žiadne detekčné prvky pre R290 v celom priestore laboratória.

Prvá možnosť ochrany

Klimatická komora využíva na svoj ohrev elektrické špirály a na chladenie priamo chladivo ktoré cirkuluje výparníkom. Inštalované ventilátory ktoré distribuujú vzduch v komore nie sú v EX vyhotovení. Elektrická výzbroj komory je mimo vnútorný priestor. V komore je inštalovaný snímač prítomnosti R290 pripojený k centrálnej stanici ktorá v prípade detekcie akusticky a vizuálne upozorní obsluhu a tá musí prijať protipatrenia: napr. vypnúť centrálnu napájanie, otvoriť okná a vyvetrať. Zvyčajne sa upozornenie spustí už po dosiahnutí koncentrácie 10% LFL. Detektory na únik sú samozrejme rozmiestnené po celom priestore laboratória.

Druhá možnosť ochrany

Klimatická komora využíva na svoj ohrev horúcu kvapalinu a na chladenie studenú kvapalinu. Inštalované ventilátory ktoré distribuujú vzduch v komore sú v EX vyhotovení. Elektrická výzbroj komory je mimo vnútorný priestor. V komore je inštalovaný snímač prítomnosti R290 pripojený k centrálnej stanici ktorá v prípade detekcie akusticky a vizuálne upozorní obsluhu a zároveň autonómne spustí protipatrenia čo znamená otvorenie klapiek a spustenie odsávania. Zvyčajne sa takto udeje už po dosiahnutí koncentrácie 10% LFL. Po dosiahnutí koncentrácie 25% LFL autonómne „stlačí“ tlačidlo TOTAL STOP a odstaví kompletne napájane laboratória a všetkých technológií pričom odsávanie stále beží do doby, pokiaľ úroveň detekovaného množstva R290 nie je 0% LFL. Detekčný resp. odsávací systém je napájaný z vlastného zdroja čiže aj pri výpadku napájania vie bežať približne 1h. Detektory na únik sú samozrejme rozmiestnené po celom priestore laboratória.



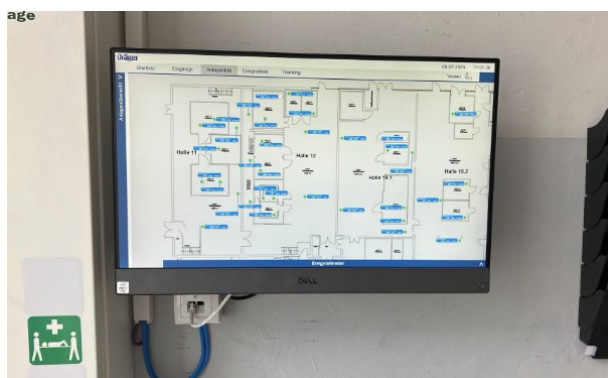
Obrázok 3. Schéma odsávacieho potrubia

Tretia možnosť ochrany

Principiálne sa od druhého stupňa ochrany nelíši. Tento spôsob ochrany však nemá inštalované odsávanie. Každá komora má na sebe hermeticky uzavretý otvor do ktorého sa v prípade úniku vloží odsávacie zariadenie a plyn sa odsaje. Má však navyše inštalovaný monitor pred vstupnými dverami laboratória kde je znázornený priestor a presné miesto kde došlo k úniku pre obsluhu prípadne hasičskú jednotku.

Ochrana priestorov laboratórií a technológie môže byť samozrejme tvorená aj kombináciou jednotlivých možností. V článku sú uvedené iba najbežnejšie spôsoby.

Všetky tieto protiopatrenia musia byť samozrejme navrhnuté projektantom resp. špecialistom, ktorý posúdi mieru rizika, pripraví potrebné podklady, a navrhne protiopatrenia ktoré je potrebné aplikovať. Až na základe týchto podkladov je možné osloviť realizačné firmy ktoré dodajú a nainštalujú potrebnú technológiu.



Obrázok 4. Mapa pracoviska a miesta úniku R290

5. VÝROBA CHLADIACICH ZARIADENÍ A TEPELNÝCH ČERPADIEL OBSAHUJÚCICH R290

Výroba chladiacich systémov alebo tepelných čerpadiel obsahujúcich chladivo R290 sa nejako zvlášť nelíši od výroby systémov s konvenčnými chladivami. Spájanie okruhu, inštalácia jednotlivých komponentov, tlakové skúšky, konečná skúška je prakticky identická. Diametrálny rozdiel nastáva v priestore plnenia chladiva do okruhu. Kým pri konvenčných chladivách bolo potrebné iba plniace zariadenie vhodne umiestnené na výrobnéj linke, v prípade R290 si vyžaduje plniace zariadenie svoje „zázemie“ resp. dodatočné technologické vybavenie.

Je samozrejmosťou, že plniace zariadenie spĺňa potrebné špecifikácie pre prácu s R290 resp. inými výbušnými plynmi. Na trhu je samozrejme mnoho výrobcov a prevedení tohto zariadenia.

Plniace zariadenie môže byť určené iba pre jeden typ chladiva, prípadne pre viacero typov. Na obrázku je zariadenie pre dvojicu chladív takže je možné v rovnakom čase plnenie dvoch okruhov naraz.



Obrázok 5. Plniace zariadenie

Zariadenie pre plnenie systémov chladivom R290 vo výrobných priestoroch musí mať svoje miesto, ktoré musí byť fyzicky oddelené od zvyšku výrobnej haly a výrazne označené. Do týchto priestorov je samozrejme obmedzený prístup a okrem obsluhy sa tam nesmie zdržiavať iná osoba. V niektorých prípadoch stačí použiť plnú „ohradu“ s výškou približne 1m hermeticky spojenú s podlahou a s odsávaním pri podlahe po celej dĺžke obvodu (mimo vstupných dverí). Počas plnenia sa vstupné dvere uzavrujú a v prípade úniku, R290 ostane medzi stenami ohrady odkiaľ je následne odsatý. Je to možné v prípade že miesto plnenia je v dolnej časti systému.

Pri hromadnej výrobe ako sú napríklad domáce chladničky (R600a) kde sa jedná o vysoké množstvá vyrobených kusov a vyrobený systém ide po páse, sa plniaca stanica s obsluhou umiestni do miestnosti zväčša postavenej zo sendvičových panelov cez ktoré pás prechádza. Na vstupe a výstupe do miestnosti (prechod pásu s výrobkom) sa nachádzajú fóliové pásy ktoré pomáhajú uzatvoriť túto miestnosť. Počas prevádzky je v tejto miestnosti sústavne udržiavaný podtlak.

Ďalšou z možností je plniace zariadenie umiestnené mimo výrobnú linku, do miestnosti zväčša postavenej zo sendvičových panelov do ktorej sa počas plnenia systém vloží. Počas plnenia je v tejto miestnosti sústavne udržiavaný podtlak.

Zásoba chladiva pre plniace zariadenie by mala byť v oddelenej odvetrávanej miestnosti v budove, resp. v ideálnom prípade mimo hlavnú budovu. Priestor v ktorom sú uložené tlakové nádoby s R290, (samozrejme závisí od množstva) musí byť klimatizovaný, odvetrávaný a monitorovaný na únik. Zamedzenie prístupu nepovolaných osôb je samozrejmosťou.

Na celú túto technológiu plnenia je samozrejme naviazané aj celkové zabezpečenie a monitorovanie úniku R290 ktoré je neoddeliteľnou súčasťou tohto procesu.

V tomto prípade je opäť nevyhnutné pred realizáciou plniaceho pracoviska osloviť projekčnú firmu ktorá pripraví podklady, vykoná analýzu rizík, vypracuje potrebnú technickú dokumentáciu pre realizáciu a vykoná dozor počas realizácie.

6. ZÁVER

Hlavným dôvodom vzniku tohto článku bolo priblížiť a ozrejmiť prácu s chladivom R290 pri servise a poukázať na riziká, ktoré v dôsledku povolených vyšších náplní vznikajú. Zároveň informovať odbornú verejnosť čo všetko vyžaduje použitie chladiva R290 v celom procese od samotného návrhu až po výrobu tepelných čerpadiel resp. chladiacich systémov.