

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

Eesti Külмалиит

Riho Pilv

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ F-gaasid külmavarustuses

Tehiskülma tootmine, külmaained ammoniaak ja süsinikdioksiid - CO₂

- ▶ Esimeste külmaainete sünteesimine, kloori-fluoriühenditega külmaained R-12

- ▶ Osoonikihti kahandavad ained - OKA-d

- ▶ Montreali protokoll 1987 aastal - OKA-de kahjulik mõju osooni kihile

- ▶ Kyoto protokoll 1997 aastal - sealt edasi, rahvusvahelised määrused osoonikihti kaandavate ainete ja fluoritud kasvuhoonegaaside vähendamise kohta, eesmärk saavutada kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni stabiliseerumine atmosfääri tasemel.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ EL-i F-gaaside määrus 2024/573 - Fluorosüsinike ehk HFC-dest külmaainete järk järguline vähendamine kuni lõpliku keelustamiseni 2050 aastaks.
- ▶ Momendil kasutatakse väiksema GWP sisaldusega külmaaineid nagu HFC-32 (GWP 675), HFC-134a (GWP 1430)
- ▶ HCFC- 1224yd (GWP 0,052);
- ▶ HFC-1234yf ja HFC1234ze (GWP vastavalt 0,501 ja 1,37) nendele külmaainetele pandi suuri lootusi aga nüüd on selgunud, et nende külmaainete lagunemine keskkonnas võtab aega tuhandeid aastaid. Mõju keskkonnale on veel selgitamisel!

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ HFC-dega täidetud külmutuseadmete käitlemine:
- ▶ Kõige raskema probleemi ees külmaainena R404a töötavad külmutusseadmed. Teatud ajani võib kasutada mujalt kokku kogutud ja registreeritud (FOKA register) külmaaine koguseid ja tehase taasväärtustatud külmaaine koguseid.
- ▶ R-404a asemele hakati lisama külmaainet R 448a-d ja R449a-d hind päris krõbe, nüüdseks 100-110 €/kg
- ▶ Tehase taasväärtustamisega R-404a hind hulgimüüjatel 100-120 €/kg vahel
- ▶ Enne asenduskülmaainete kasutamist tuleks teadlikult analüüsida seadme tehnilist seisukorda ja tööparameetreid

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ HFC-dega täidetud külmutusseadmete TH-tööde tegijad peaksid väga jälgima seadmete tööparameetreid, et õigeaegselt registreerida külmaaine lekkeid. Asenduskülmaainete kasutamisel jälgida seadme tööd, vajadusel reguleerida soojusvahetusseadmete koormust (aurustid, kondensaatorid) vältimaks temperatuuride „ujumist“ mis lõppkokkuvõttes mõjub energiatarbimisele ja kompressorite tööle.
- ▶ Eriti peaks analüüsima sügavkülma seadmete tööd. Kogemuslikult ei sobi hästi sügavkülma seadmetele külmaained R-454C ja R-455A - on täheldatud väga suuri töötemperatuuride kõikumisi

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Alternatiivsed ehk looduslikud külmaained
 - ▶ HC-d nagu propaan R-290, butaan R-600, isobutaan R-600a
 - ▶ Ammoniaak (NH₃) R-717
 - ▶ Süsihappe gaas (CO₂) R-744
-
- ▶ Looduslike külmaainete omadused: termodünaamilisuse ehk külmaainena kasutamise seisukohalt head omadused. Ekspluatatsiooni seisukohalt on igal neist kolmest külmaaine liigist omad puudused: HC külmaained on väga plahvatusohtlikud; ammoniaak väga mürgine ja teatud kontsentratsioonis õhuga ka plahvatusohtlik

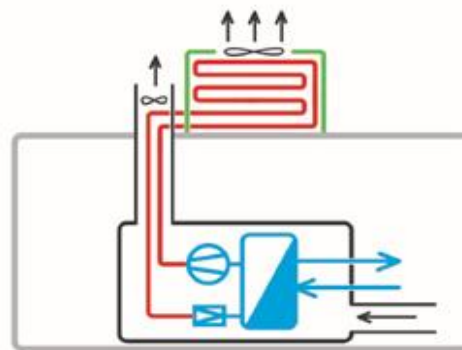
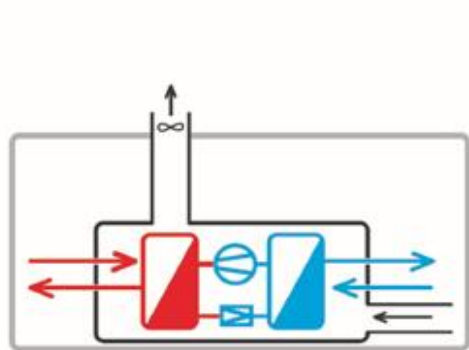
F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Süsihappe gaas ei ole küll mürgine aga suurema kontsentratsiooniga keskkonnas lämmatav ja seepärast loomsetele elusorganismidele eluohtlik! R-774 jahutussüsteemid töötavad suhteliselt kõrgetel rõhkudel 60-120 bar. Külmaaine hind, teiste külmaainetega võrreldes kõige odavam - 6 €/kg. võrdluseks R-290 hind jaemüüjatel 15-16 €/kg, ammoniaagil 40-45 €/kg.
- ▶ **HC-de ehk põlevate külmaainete käitlemine:**
- ▶ Sieruumidesse paigaldamisel arvestada külmaaine koguse ja ruumi kubatuuri suhtega - ei tohiks tekkida lekke korral plahvatusohtlikku kontsentratsiooni

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Nii paigalduse kui TH tööde tegemisel kasutada ainult erisulamist tööriistu, spetsiaalseid anti staatilisest materjalist tööriideid ja jalanõusid et vältida tekkida võivaid sädemeid. Elektrilised tööriistad peavad olema plahvatusohutus teostuses, näiteks vaakumpumbad, töökoha tuulutamiseks kohustuslikud teisaldatavad ventilaatorid. Tööde tsoon peab olema märgistatud tuletöid keelustavate viitadega.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade



Agregaadid paigaldatud
tuulutatavasse Ex tsooni.
Alarõhk vähemalt 20 Pa



F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Külmaseadmete ehituse ja paigaldamise suhtes kehtib Euroopa Liidus „EL surveseadmete direktiiv“. Eestis juhendatakse „Surveseadme ohutuse seadusest“. Kui seade on täidetud (näiteks HC kategooria külmaainega) ja võetakse kasutusele, kehtib lisaks sellele plahvatusohtlike keskkondade määrus (ATEX). ATEX määrus on eriti oluline selleks, et kaitsta töötajaid õnnetusjuhtumite eest. Enamus külmaainete käitlemisel juhtunud õnnetusi, mis võivad põhjustada külmutusseadmete mehaanikul raskeid vigastusi juhtub just külmaringi sisenemisel.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade



- ▶ Jälgida ohutsooni
- ▶ Tuulutamiseks kasutada ainult plahvatuskindlaid seadmeid

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ **Süsihappe gaasi R-744 käitlemine:**
- ▶ Paigaldustöid võib teha kinnitatud projekti põhiselt, sest valida tuleb paigalduse kohta ja tingimusi
- ▶ Paigaldusmaterjalideks kasutada kõrge rõhu keskkonda sobivaid materjale ja külmutusseadmete komponente
- ▶ Torustike paigaldamine
- ▶ Paigaldusjärgne süsteemi katsetus rõhuga $K = 1,43 \times$ lubatud töö rõhk.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Külmaaine R-717 ammoniaak käitlemine:
- ▶ Külmaaine toksilisuse ja plahvatusohtlikkuse tõttu on erinõuded projekteerimisele, paigaldamisele ja ekspluatatsioonile
- ▶ Torustik ainult eri terasest, ühenduspõkked dig-keevitusega
- ▶ Paigaldusjärgne rõhukatsetus $k=1,43$ X lubatud töö rõhk
- ▶ Kasutatakse rohkem suurtööstustes, külmhoonetes jne.
- ▶ Paigalduskulud vahest samad kui R-744 süsihappegaasil.
- ▶ Seadmete töö hästi automatiseeritav, vajab rohkem lekkeandureid, et kiiresti reageerida toksilise aine lekkele.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Külmuusseadmete agregaatide tootmine EU maades:
- ▶ F-gaasidega seadmete asendamisel uute, alternatiivsetel külmaainetel töötavate gaasidega oleks vajalik konsulteerida külmutusseadmete maaletoojatega või anda külmavarustuse seadmete valikuks vajalikud lähteandmed projekteerijale.
- ▶ Lähteandmetes tuua välja külmutusseadme vajadus kas toiduainete käitlemise tehnoloogias või säilitamisel
- ▶ Anda käideldava toiduaine kogused, iseloomustus, külmaga töötlemise tehnoloogia, vajalikud temperatuurid jne. olemasolevate hoiukambrite seadmete vahetamisel nende asukoht, kubatuur, seinapaksus, põranda soojustus jne.

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

- ▶ Alternatiivsete külmaainetele ülemineku planeerimisel arvestada olemasolevate tootmis- või säilitusruumide asukoha ja tingimustega, anda õiged lähteandmed kas projekteerijale või seadmete hulgimüüjale. Momendil on külmaseadmete hulgimüüjad küllaltki teadlikud külmamajanduse olukorrast, et anda head nõu seadmete valikul.
- ▶ Lõplike otsuste tegemisel arvestada kehtiva seadusandluse soovitude ja nõuetega - arvestada, et iga külmavarustuse projekt on omapärane ja vajab oludele vastavat lähenemist!

F gaaside asendamise tehnoloogiline vaade

Täna tähelepanu eest!