

Szakmai publikáció

Budapest, 2004.05.28.
Magyar Műszaki Magazin, 2004/6, III. évf., 26-28. o.

Tiszta levegőt - Kriokondenzációval

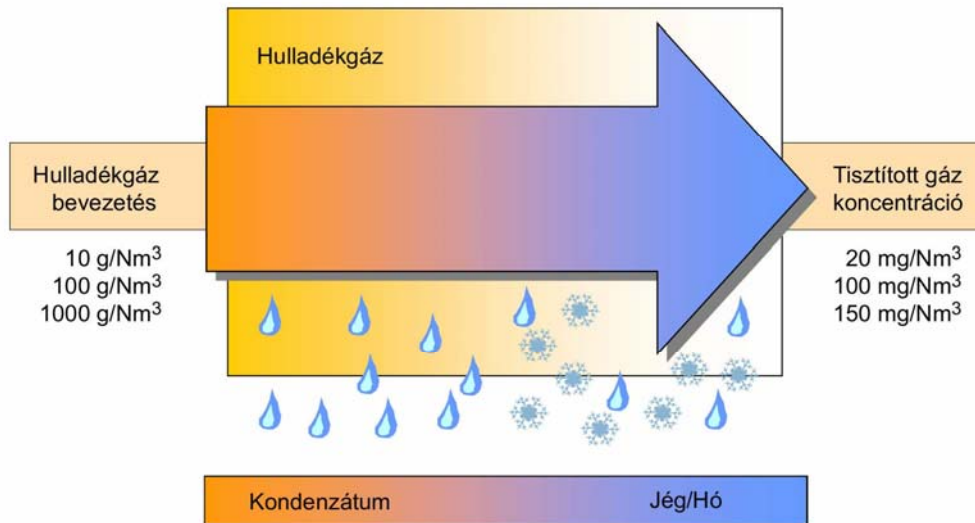
Korunk egyik legfontosabb kérdése, hogyan védjük meg környezetünket, hiszen az ipari termelés sok esetben jelentősen szennyezi a talajt, vizeinket és a levegőt.

A légszennyezés forrása lehet a gyártási folyamat egyik mellékterméke, a véggáz, amely többek között oldószertartalmával szennyezi környezetünket, ezért tisztítása egyre jobban előtérbe kerül. A környezetvédelmi előírások mind szigorúbbá válása is arra kényszeríti a termelőüzemeket, hogy a gyártás során keletkező véggázokat megtisztítsák, és az emisszió értékét az előírt határérték alatt tartsák. Ennek egyik lehetséges módja a kriokondenzáció elvén alapuló, a Messer cég által kifejlesztett Cryosolv eljárás.

A véggázok kriotisztítása ma már elfogadott eljárássá vált a vegyiparban és a gyógyszeriparban egyaránt a nagy oldószertartalmú, kis és közepes mennyiségű véggázok esetében. Az elmúlt néhány év alatt a Cryosolv eljárást folyamatosan fejlesztették, és alkalmassá tették számos oldószer véggázból történő eltávolítására. A Messer kondenzációs eljárásait több mint 25 telepített berendezés képviseli sikeresen a világban. Ezeket az eljárásokat több szabadalom is védi. Az eljárás legfőbb előnyei a törvényi előírásoknak való megfelelés (például Németországban a TA-Luft vagy az Egyesült Államokban a Clean Air Act), a más véggáztisztítási módszerekhez képesti alacsonyabb beruházási és üzemeltetési költségek, valamint a berendezés megbízhatósága, amely a készülék viszonylag egyszerű felépítésének köszönhető. Sok esetben a kondenzált oldószer újra felhasználható a gyártási folyamatban.

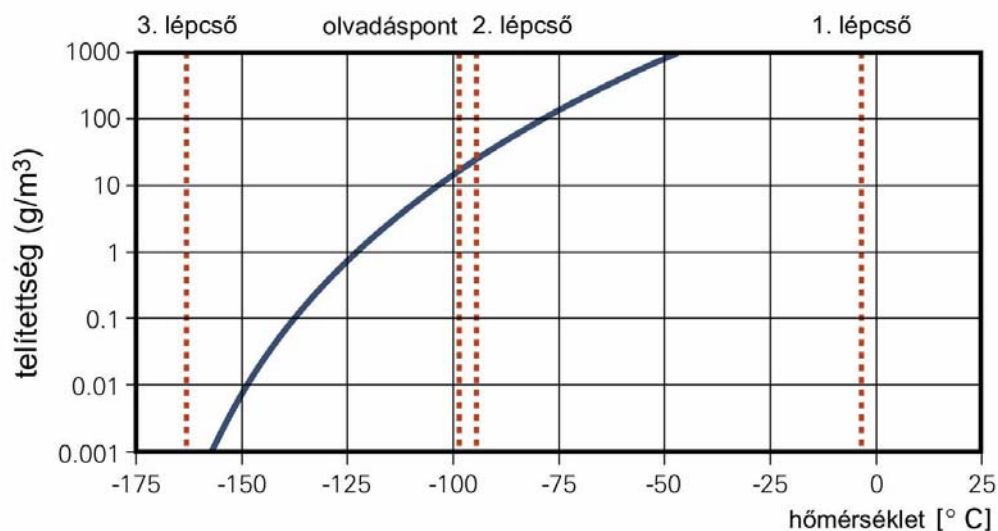
Elméleti háttér

A visszanyerés aránya elsősorban az elérhető termék-gáz-hőmérséklet függvénye. Cseppfolyós nitrogén segítségével könnyen lehet akár mínusz 130 °C hőmérsékletet is előállítani (szélsőséges esetekben ez akár mínusz 160 °C alá is süllyedhet). Optimális áramlási sebesség mellett, megfelelő hőmérsékleten és geometriailag megfelelően tervezett berendezéssel igen nagy teljesítmény érhető el. Szinte valamennyi szerves oldószer használata során teljesíthetők a környezetvédelmi előírások.



1. ábra. Kriokondenzáció – elvi séma

A véggázok kriotisztítása a kondenzáció elvén alapul (1. ábra). Ha a kibocsátott gázáramot az oldószergőzök harmatpontjáig hűtjük, akkor a gőzök kicsapódnak a hőcserélő hideg felületén, és cseppfolyós alakban elvezethetők. Minél alacsonyabb a hőmérséklet, annál kisebb a gázáram oldószerterhelése. A folyamat elméletileg a gázból eltávolítandó oldószer gőznyomásgörbéje segítségével írható le. Így például a 2. ábrán a metil-klorid telítettségének hőmérsékletfüggvénye látható. Ebből egyértelműen kitűnik, hogy a véggázokat alacsony hőmérsékletre kell lehűteni ahhoz, hogy számottevő visszanyerési hányadot érjünk el, és ezzel betarthassuk a törvényileg előírt határértékeket. Emiatt a cseppfolyós nitrogén a maga -196 °C forráspontjával ideális hűtőközeget erre a célra.



2. ábra. A metil-klorid gőznyomásgörbéje olvadásponttal

A metil-klorid színtelen, rendkívül gyúlékony, cseppfolyósított gáz, amelynek forráspontja atmoszférikus nyomáson $-23,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, fagyáspontja pedig $-98\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ez azt jelenti, hogy a metil-kloridot nem lehet folyadék formában lecsapatni $-98\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleten. Az oldószer ezen a hőmérsékleten megfagy, és az oldószerjég lerakódik a hőcserélő felületére, blokkolva a hőcserélőt. Legkésőbb ekkor le kell olvasztani a berendezést, hogy a jég elolvadva cseppfolyós formában elvezethető legyen. Az állásidő csökkentése érdekében úgy kell méretezni a kondenzálóberendezést, hogy minél több metil-kloridot lehessen vele lecsapatni, miközben csak minimális része fagyjon ki.

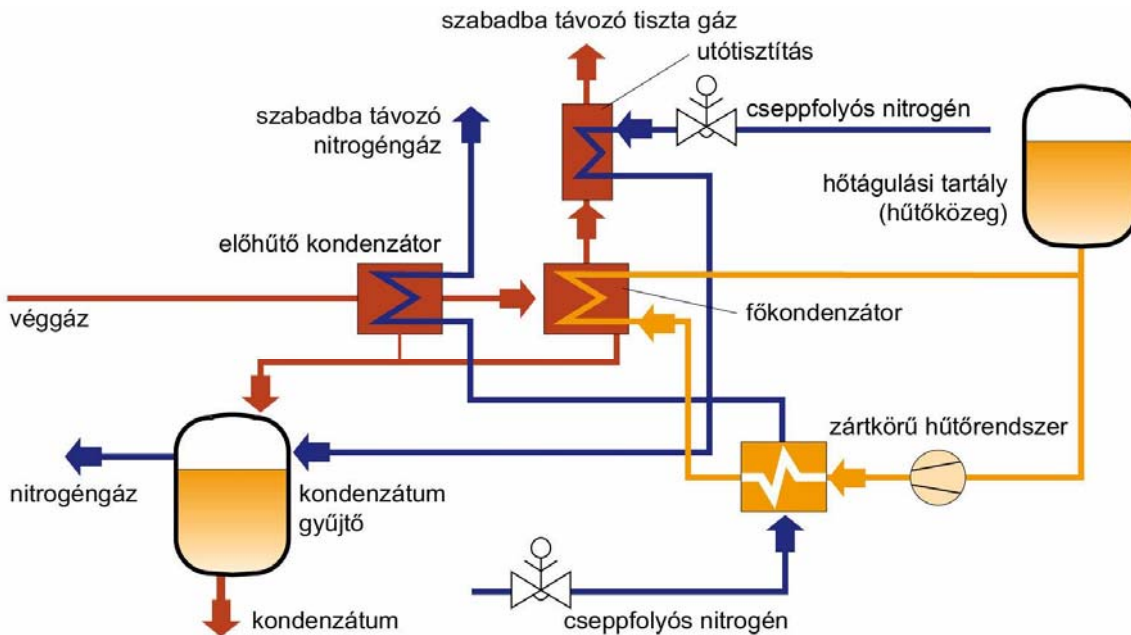
Cryosolv a gyakorlatban

A Goldschmidt Espana S.A. barcelonai leányvállalatánál 2000 novembere óta üzemel a Messer csoport által eddig telepített legnagyobb teljesítményű kriokondenzációs berendezés (3. ábra). Ez a Cryosolv eljárás elvén működő berendezés óránként maximum 800 kg metil-kloridot képes kondenzálni. A metil-kloridot a kibocsátott véggázból nyerik vissza, és mint értékes nyersanyagot a lágyítószer gyártási folyamatának egyik kiinduló anyagának szintézisének újrahasznosítják. A gyártási folyamat során egy reaktorba többletmennyiségű metil-kloridot vezetnek be. Ezt követően a metil-klorid reakcióba nem lépett részét kiengedik.



3. ábra. Cryosolv berendezés metil-klorid visszanyerésére -- Goldschmidt Espana, Barcelona

A gyártás növekedésével és a szigorúbb hatósági előírások következtében véggáztisztító és -visszanyerő berendezés telepítése vált szükségessé. A berendezéssel szembeni követelmények az alábbiak voltak: az egyszerre kezelt anyagmennyiségből 900 kg metil-kloridot kell kicsapatni mintegy 90 perc alatt. A véggáz a metil-kloridon kívül különféle alkoholokat és kis mennyiségű inertgázt (nitrogén) is tartalmaz. A helyi hatóságok elvárása szerint a maximális maradékoldószer emisszióértéke 100 gramm/óra volt. A berendezés, amelynek elvi felépítését a 4. ábra mutatja be, többlépcsős kivitelű, hogy a lehető legtöbb metil-klorid csapódjon ki cseppfolyós halmazállapotban. A második fokozatból kilépő, még mindig hideg, gáz halmazállapotú nitrogén olyan mértékben hűti le a véggázt az előkondenzátorban, hogy a metil-klorid egy része már cseppfolyósodik és leválasztódik. A berendezés nitrogénigénye így módon csökken.



4. ábra. A berendezés elvi vázlatja

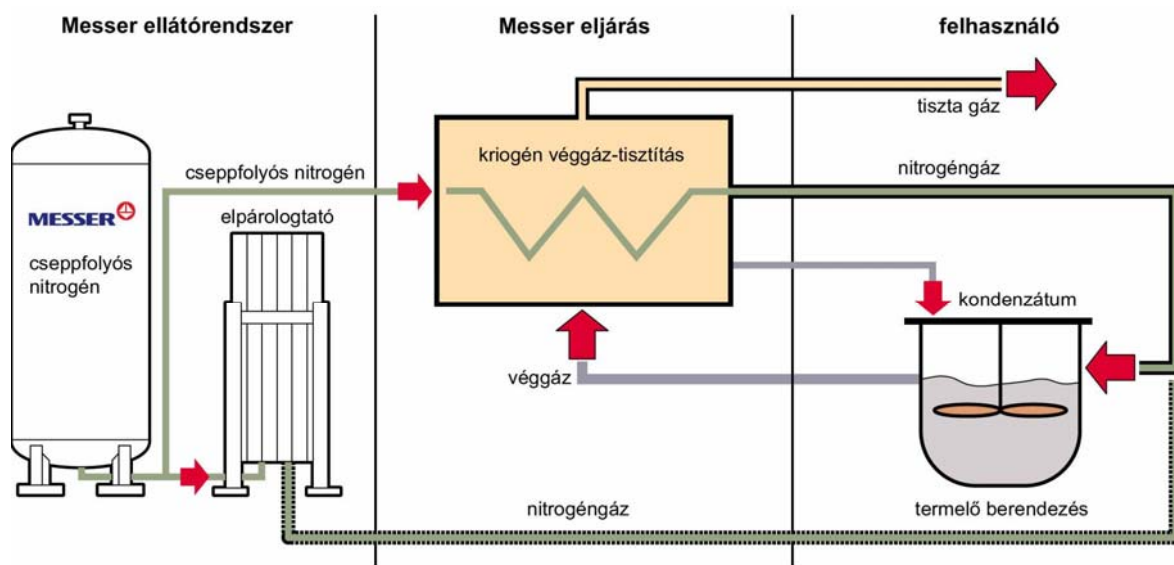
A második kondenzációs fokozat a főkondenzátor, amelyből a metil-klorid zömét nyerjük ki. Egy zárt másodlagos körben kering a cseppfolyós hőtáradó közeg, amely lehűti a hőcserélőt. A keringtető hűtőkörben cseppfolyós nitrogén hűti le a hőtáradó közeget mintegy $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre. A nitrogén hőtáradás közben elpárolog, és az így létrejött nitrogéngáz, amely még mindig hideg, kerül be az előbb már említett előkondenzátorba. A főkondenzátor úgy működik, hogy az oldószer nem fagy ki a hőcserélőben. A két első kondenzációs fokozat ennek következtében folyamatosan működik, kiolvasztás nélkül. Az oldószer visszanyerés e két fokozat után máris meghaladja a 99 százalékot.

A harmadik fokozat az emissziót a törvényi előírás határértéke alá viszi. Ehhez a száraz gáz hőmérsékletének $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak kell lennie. Mivel az első két fokozatban már igen magas fokot ért el az oldószer-visszanyerés, itt csak nagyon kevés oldószerjég képződik. Ezáltal hosszú futamidejű ciklusokra van lehetőség, mielőtt leolvasztást kellene végezni a harmadik fokozatban. A kondenzált oldószer tárolótartályba folyik, és onnan szükség esetén visszavezethető a gyártási folyamatba. A kondenzátum-visszavezető rendszer a kriogén oldószer szivattyúval együtt része a berendezésnek. A tárolótartály hőmérsékletét alacsony hőmérsékletű nitrogén által hűtött kettős köpeny biztonsággal tartja a forráspont alatt, nehogy a cseppfolyós metil-klorid újra elpárologjon.

A Cryosolv berendezés két, acélkeret-szerkezetben elhelyezett modulként épül fel. Az összes szerelvényt, szivattyút, csövezeteket, stb. előre a keretekbe szerelték. A modulokat ellátták a szükséges műszerekkel és hőszigetelésekkel, vagyis készen állnak az azonnali használatra. A helyszíni szerelési igény tehát minimális. A berendezést folyamatirányító rendszer működteti, a Messer cég fejlesztette ki hozzá a megfelelő szabályzórendszert is. A berendezés teljesen automatizált és robbanásbiztos kivitelben tervezték, ezért a szigorúbb tűz- és robbanásveszélyességi besorolású területeken is üzemeltethető.

A nitrogén kettős felhasználása

Ha szükséges, a berendezésben elpárolgatott nitrogén gázállapotban betáplálható a meglévő inertgázhálózatba. Az 5. ábrán a Cryosolv berendezés jellegzetes bekötési elve látható egy meglévő infrastruktúrába. A cseppfolyós nitrogént az inertgázhasználatok (például reaktor öblítése) számára általában hőszigetelt tartályban tárolják. A cseppfolyós nitrogén elpárolgatón folyik keresztül, amelyet a környező levegő fűt fel (légfűtésű elpárolgató). A gázállapotú nitrogén akkor vezethető be a reaktorba, amikor hőmérséklete már elérte a környezeti hőmérsékletet. A Cryosolv berendezés párhuzamosan van kötve az elpárolgatóval, és közvetlenül kap betáplálást a cseppfolyós nitrogénből. A berendezésen belül az alacsony hőmérséklet az oldószer kondenzálására szolgál.



5. ábra. Egy Cryosolv berendezés összekötése meglévő nitrogénellátó rendszerrel

A gázállapotú nitrogént ezt követően betápláljuk a gázhálózatba, és ugyanúgy felhasználható -- például reaktor öblítésére --, mint a légfűtésű elpárolgatóból származó gázállapotú nitrogén. Végeredményként lecsökken az elpárolgatóba vezetendő nitrogén mennyisége, és kevesebb hideg energia távozik el a környezetbe. Egy vegyi üzem gázellátó hálózatába megfelelő módon integrált Cryosolv berendezésnek igen alacsony az üzemeltetési költsége.

A Cryosolv eljárás előnyei

A bemutatott eljárás előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- kisebb oldószer-emisszió, megfelelés a hatósági előírásoknak;
- rugalmasan képes kezelni a különböző összetételű és telítettségű véggázokat;
- a visszanyert oldószer magas tisztasági foka, az oldószer újra felhasználható;
- nagy oldószer-visszanyerési hányad (legalább 99,99 százalék);
- alacsony beruházási költségek;
- alacsony üzemeltetési költségek a nitrogén kétféle alkalmazása révén, azaz hűtőanyagként és inertgázként a párolgás után;
- nagy üzembiztonság.

A Cryosolv eljárás a visszanyert oldószernek és az elpárologtatott nitrogén további felhasználásának köszönhetően egyesíteni tudja a környezet védelmét a gazdasági haszonnal. A technológiával optimális áramlási sebesség mellett, megfelelő hőmérsékleten és geometriailag alkalmasan méretezett berendezéssel kimagasló teljesítményt és a gáz igen magas tisztasági fokát lehet elérni. Szinte valamennyi szerves oldószer használata során teljesíthetők az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások.

Irodalom

Dipl.-Ing. Ulrich Thorwarth, Dipl.-Ing. Thomas Kutz: Kryogene Kondensation von Methylchlorid, Gas Aktuell 61, Berichte aus Forschung und Technik, 11-14 o.

Kontakt:

Herczeg István
Alkalmazástechnikai mérnök
Ipari alkalmazások

Messer Hungarogáz Kft.
Tel: 06 (1) 435 1143
Fax: 06 (1) 435 1101
istvan.herczeg@messer.hu
www.messer.hu