

Válaszok Dr. Vatai Gyula opponensi véleményére

Cserjési Petra okleveles környezetmérnök

„Gázseparáció ionos folyadékkal készített támasztóréteges folyadékmembránnal”

című PhD értekezéséről

Mindenek előtt szeretném megköszönni Vatai Gyula Professzor Úrnak, hogy elvállalta a doktori értekezésem bírálásával járó nem kis feladatokat, valamint, hogy odaadó, alapos munkájával, építő jellegű észrevételeivel hozzájárult a dolgozatom színvonalának növeléséhez.

A Professzor Úr által feltett kérdésekre a válaszok a következők:

1. Kérdés

Összehasonlítva a hagyományos gázseparációs membránokat és támasztóréteges ionos folyadékot tartalmazó membránokat, a környezetterhelés szempontjából melyiket tartja előnyösebbnek?

Válasz

Először is érdemes megemlíteni, hogy az általam vizsgált támasztóréteges ionos folyadékmembránok permeabilitása és szelektivitása összemérhető a jelenleg ipari eljárásokban alkalmazott hagyományos gázseparációs polimer membránokéval, illetve a Cyphos típusú ionos folyadékokkal készített membránok valamivel jobb gázseparációs tulajdonságokkal rendelkeznek. A kétféle eljárás során jelentkező környezetterhelésre vonatkozó adatok tehát, amennyiben rendelkezünk ilyenekkel, viszonylag könnyen összehasonlíthatók.

Sajnálatos módon jelen pillanatban ilyen adatokkal még nem rendelkezünk, aminek oka legfőképpen abban keresendő, hogy a kutatók egyelőre még csak a támasztóréteges ionos folyadékmembránok alkalmazhatóságát, stabilitását, a legmegfelelőbb ionos folyadékok kiválasztását, megtervezését, valamint az elválasztáskor lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat vizsgálták laboratóriumi körülmények között. A környezetterhelésükre vonatkozó számszerű adatok szakirodalomban történő megjelenése valószínűleg legalább a komolyabb méretnövelési kísérletek megkezdéséig várat majd magára.

Véleményem szerint azonban konkrét adatok nélkül is elmondható, hogy a hagyományos gázszeparációs membránokkal végzett gázelvásztás nagyobb túlterhelésű folyamat, sokkal több információval rendelkezünk róla, így ebben az esetben valamivel egyszerűbb feladat környezetterhelést csökkentő módosításokat, fejlesztéseket eszközölni. Továbbá használatukkor nincs szükség ionos folyadékra, ami a környezetterhelés szempontjából mindenképpen előnyös, azonban legtöbbször magas nyomást kell alkalmazni, az ahhoz szükséges energia előállítása pedig környezetterhelő folyamat.

A támasztóréteges ionos folyadékmembránok esetében az elválasztásért felelős folyadékfázis, azaz az ionos folyadék fizikai kémiai tulajdonságai a megfelelő ismeretek birtokában igen pontosan tervezhetők, így az adott elválasztási feladatnak legmegfelelőbb folyadékfázis választható ki, aminek következtében nagyon magas szelektivitás értékek érhetők el. Ennek következtében minimálisra csökkenthető az egységnyi megtisztított, vagy elválasztott anyagmennyiségre vonatkozó környezetterhelés.

Továbbá nem szükséges magas nyomás alkalmazása, ami mindenképpen előnyt jelent, illetve mivel a szeparáció és a sztrippelés egy lépcsőben megvalósítható egy újabb műveleti egység alkalmazása nélkül, vagyis kisebb környezetterhelés mellett kaphatunk, esetenként akár környezetet szennyező, vagy károsító hulladék helyett bevételt jelentő, hasznos termékeket. Például a kén-dioxid és a nitrogén-oxid emisszió csökkentésekor műtrágyagyártás során felhasználható ammónium-szulfátot, illetve ammónium-szulfidot nyerhetünk ha az elválasztáshoz használt ionos folyadékok olyan funkciós csoportokat, vagy oldószereket tartalmaznak, amik elősegítik a kívánt vegyületek kialakulását.

Hátrányként említhető, hogy ionos folyadékra van szükség, aminek előállítása, rendeltetési helyre szállítása, illetve magának a membránnak az elkészítése szintén valamilyen mértékű többlet környezetterheléssel jár.

2. Kérdés

Az ön által részletesen vizsgált membránok közül melyeket tartja alkalmasnak az ipari alkalmazásra? Mennyiben függ a választás a gázok összetételétől és a jelenlévő komponensek számától?

Válasz

Az általam vizsgált membránok közül ipari alkalmazásra legalkalmasabbnak a Cyphos 102, Cyphos 103, 1-etil-3-metil imidazolium trifluormetán-szulfonát és a trietil-szulfónium bisz

(trifluormetil-szulfonil) imid, illetve esetleg a Cyphos 104 ionos folyadékokkal készített membránokat tartom.

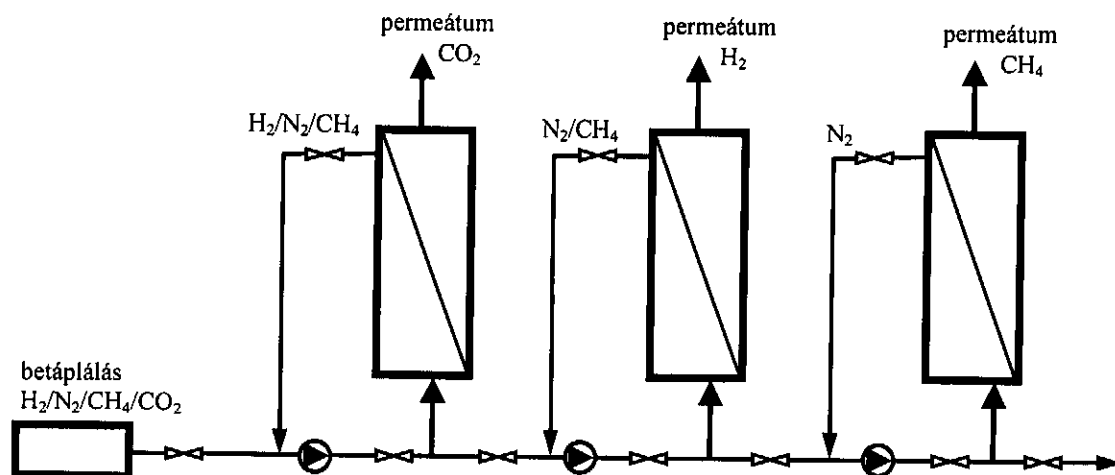
A Robeson-féle ábrázolásmódot alkalmazva, ami a membránok gázszeparációs teljesítményéről ad információt és nem más, mint egy adott gázpár esetében a látszólagos szelektivitás értékeknek a gyorsabban permeálódó gázkomponens permeabilitás értékeinek függvényében logaritmikus koordináta rendszerben történő ábrázolása, megállapítható, hogy ezek a membránok rendelkeznek olyan, vagy valamivel jobb gázszeparációs tulajdonságokkal, mint az iparban jelenleg is alkalmazott polimer gázszeparációs membránok.

Érdemes még megemlíteni, hogy az iparban jelenleg használt polimer membránok többsége nem rendelkezik CH_4/N_2 és CO_2/H_2 szelektivitással. Ennek igen nagy jelentősége lehet egy majdani ipari alkalmazás során, hiszen jobb teljesítményt, egyszerűbb technológiai megvalósítást jelenthet, hogy ezek a támasztóréteges folyadékmembránok szelektívek CH_4 -ra N_2 -el szemben és CO_2 -ra H_2 -el és CH_4 -al szemben.

A gázok összetétele befolyásolja a különböző membránok teljesítményét, CO_2 tartalmú gázelegy esetében például a Cyphos 102 ionos folyadékkal készült membrán rendelkezik a legjobb gázszeparációs tulajdonságokkal, aminek oka valószínűleg az ionos folyadék, a támasztóréteggént használt PVDF membrán és a CO_2 közti kölcsönhatásra vezethető vissza, így CO_2 tartalmú gázelegyek szeparációjához elsősorban ezt a membránt javasolnám.

A jelenlévő komponensek számának hatását az általam vizsgált membránok és gázelegyek esetében nem mondanám szignifikánsnak, de ipari méretű megvalósítás esetében mindenképpen végig kellene gondolni, hogy a gázelegy szétválasztásához mennyi és milyen membránra van szükség, mennyi az a legkevesebb lépcső, amivel a feladat gazdaságosan megoldható.

A négykomponensű gázelegy esetében elképzelhető például egy olyan folyamatos technológiai megoldás, amit az 1. ábra szemléltet és ahol a CO_2 -ot Cyphos 102 ionos folyadékkal készített membránnal választjuk el a gázelegtől. Majd a H_2 -t a CH_4/N_2 gázelegtől 1-etil-3-metil imidazolium trifluormetán-szulfonáttal készült membránnal választjuk el, ami igen nagy H_2/CH_4 és H_2/N_2 szelektivitással rendelkezik, ezután pedig a CH_4/N_2 elegyet ismét egy Cyphos 102-vel készült nagy CH_4/N_2 szelektivitású membránnal szeparáljuk.



1. ábra: H₂/N₂/CH₄/CO₂ gázelegy elválasztására javasolt technológiai megoldás

Végül még egyszer szeretném megköszönni lelkiismeretes munkáját, mellyel a dolgozatom minőségének javításához tevékenyen hozzájárult.

Veszprém, 2011. május 17.

Cserjési Petra

Cserjési Petra