

NÁTRIUM-HIDROXID ABSZORBENSSEL VÉGZETT KÉNHIIDROGÉN-MENTESÍTÉS GAZDASÁGOSABBÁ TÉTELÉNEK VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF ECONOMIZE TO HYDROGEN SULPHIDE REMOVAL IN SODIUM HYDROXIDE ABSORBENT

Molnár Éva¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Bocsi Róbert⁴, Bobek Janka⁵

¹⁻⁵*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézet Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.*

¹*molnare@almos.uni-pannon.hu*

²*pethod@almos.uni-pannon.hu*

³*horvathg@almos.vein.hu*

⁴*bocsirobert@almos.uni-pannon.hu*

⁵*bobek.janka@gmail.com*

Abstract

Nowadays one of the actual tasks is removal of hydrogen sulfide from natural gas by economical and environmentally friendly way. Natural gas is a very valuable fossil energy sources however, if it has hydrogen sulfide content it will cause serious economic and environmental problems. Answer to these problems have already developed a number of procedures, in our case the alkali chemisorption was examined. By applying the appropriate conditions it is a relatively effective and selective gas purification method. The experimental apparatus was a jet reactor. Experimental model gas mixtures consist of nitrogen, hydrogen sulfide and carbon dioxide. The studied factors were concentration and amount of absorbent, residence time, gas flow, gas composition and diameter of nozzle.

Keywords: *natural gas, hydrogen sulfide, carbon dioxide, chemisorption, sodium hydroxide.*

Összefoglalás

Napjaink aktuális témája a földgázok kénhidrogén-mentesítésének megoldása gazdaságos és környezetbarát módon. A földgáz az egyik legértékesebb fosszilis energiaforrásunk, azonban ha kénhidrogén tartalommal is rendelkezik komoly gazdasági és környezetvédelmi problémák merülnek fel. Ezek kiküszöbölésére már számos eljárást dolgoztak ki, melyek közül esetünkben az alkáli lúgos kemiszorpcióval foglalkozunk. A megfelelő körülmények alkalmazása mellett ez egy hatékony és szelektív gáztisztítási módszer. A vizsgálatokat jet reaktorban végeztük el nitrogént, kén-hidrogént és szén-dioxidot tartalmazó modell gázkeverékekkel. A vizsgált tényezők között szerepel például az abszorbens koncentrációja és mennyisége, a tartózkodási idő, a gázáram, a gázösszetétel és a fúvókaátmérő.

Kulcsszavak: *földgáz, kén-hidrogén, szén-dioxid, kemiszorpció, nátrium-hidroxid.*

1. Bevezetés

A földgáz a legfontosabb fosszilis energiaforrásaink közé tartozik. Elsősorban szénhidrogén alapú gázok gyűlékony elegyből áll, azonban természetes módon olyan szennyező komponenseket is tartalmaz, mint például kén-hidrogént (H_2S), szén-dioxidot (CO_2), ammóniát (NH_3) vagy vízgőzt (H_2O). A tipikus földgáz összetétel az 1. táblázatban olvasható, azonban megjegyzendő, hogy a részarányok lelőhelytől függően jelentősen változnak.

1. táblázat. Tipikus földgáz összetétel [1]

Komponens	Részarány (%)
Metán(CH_4)	97
Etán(C_2H_6)	0,919
Propán(C_3H_8)	0,363
Bután(C_4H_{10})	0,162
Szén-dioxid (CO_2)	0,527
Oxigén(O_2)	0-0,08
Nitrogén(N_2)	0,936
Nemes gázok	nyomokban
Egyebek (például H_2S)	0-0,001

A szén-hidrogén alapú gázok elégetése közben az energia mellett csupán H_2O és CO_2 keletkezik, ezért fosszilis energiaforrásaink közül viszonylag tisztának és környezetbarátnak mondhatjuk. A gáziparban azonban gyakran nehézséget okoz a földgáz H_2S tartalma, mivel vízzel érintkezve korrózió hatású közeget képez, ami a szállító vezetékek élettartamát jelentősen lecsökkenti. Ezen túlmenően, pedig felhasználáskor kén-dioxid (SO_2) keletkezik belőle, ami a környezetre rendkívül káros. Tehát a H_2S mielőbbi elvétele a gázkezelés során kiemelkedően fontos [1].

2. Földgáztisztítás

Kénhidrogén-mentesítésre ma már számos megoldás létezik, jellemzően adszorpciós és abszorpciós eljárásokat alkalmaznak

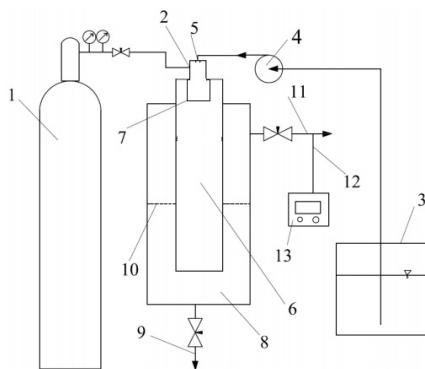
az iparban. A kutatás-fejlesztés tevékenység e témakörben azonban rendkívül szükséges, mivel a környezetvédelmi előírások szigorodásával a meglévő technikák használhatósága egyre korlátozottabb [1].

2.1. Földgáztisztítás nátrium-hidroxid abszorbenssel

A földgáztisztítás egyik ígéretes megoldásának tűnik az alkáli lúgos kemiszorpció, mellyel hatékony és szelektív gáztisztítás érhető el. A szelektivitás a vegyszerfelhasználás minimalizálása miatt fontos. Az alkáli lúgos kemiszorpció alkalmazásánál kompetíció lép fel a CO_2 és a H_2S molekula között. A H_2S a CO_2 -hoz képest gyorsabb reakcióra képes a nátrium-hidroxiddal ($NaOH$), azonban az így létrejövő kötések kevésbé stabilak, mint amelyek a CO_2 és a $NaOH$ között kialakulhatnak. Tehát, hogy a művelet a H_2S megkötődésének kedvezzen, ehhez a tartózkodási idő a kulcsparaméter. Hogy a kénhidrogén-mentesítés a megfelelő hatásfokkal menjen végbe a tartózkodási idő minimalizálása (kisebb, mint 1 s) mellett a fázisérítkeztetés tökéletesítése is szükséges. A hagyományos konstrukciójú abszorberek a feladat megoldására nem alkalmasak [1-2].

3. Anyag és módszer

A megfelelő tartózkodási idő és érintkeztetés biztosítása céljából olyan berendezést választottunk kísérleteink elvégzésére, mellyel megvalósítható, hogy a tisztítandó gázkeverékkel történjen a $NaOH$ abszorbens oldat beporlasztása, majd a reaktorteret követően gyors fázis-szeparációra is lehetőség legyen. Kísérleti jet reaktorunk az 1. ábrán látható.



1. ábra. Kísérleti jet reaktor

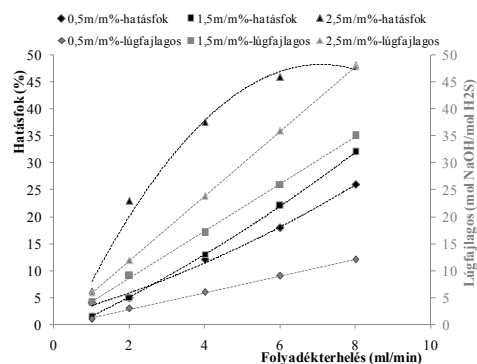
A művelet során a H_2S -t, CO_2 -ot és N_2 -t tartalmazó gázkeverék (1) a fűvókán (7) keresztül belép (2) a reaktortérbe (6) miközben beporlasztja a lúgtartályból (3) érkező NaOH oldatot (5). A folyamatos lúgbetáplálást adagoló szivattyú (4) biztosítja. A reaktorteret a szeparációs tér követi (8), a folyadék fázis leválasztása cseppfogó (10) segítségével történik. A reaktorból kilépő gázból (11) folyamatosan minta (12) érkezik a Dräger X-am 7000 nevű gázelemző készülékhez (13). Az abszorpció során keletkező elhasznált lúgot pedig időközönként leengedjük (9) a rendszerből.

A készülék alkalmazásával az lúg- és a gáz-betáplálás, a tartózkodási idő és a fűvókaátmérő hatását is megvizsgáltuk.

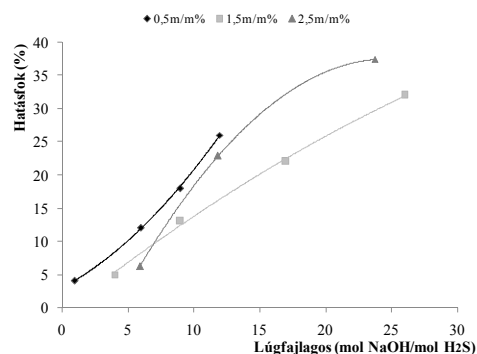
3.1. Az abszorbens koncentrációjának és áramának hatása

A 2. ábrán az abszorbens koncentráció és a folyadékterhelés hatása figyelhető meg a kénhidrogén-mentesítés hatásfokára illetve a lúgfelesleg alakulására.

A 3. ábrán pedig a jobb szemléltetés végett a lúgfelesleg függvényében ábrázoltuk a hatásfok eredményeket az adott lúgkoncentrációkra.



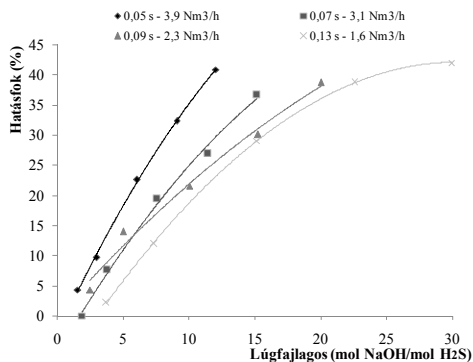
2. ábra. A hatásfok és a lúgfelesleg változása a folyadékbetáplálás emelkedésével (1,6 Nm^3/h gázsebesség, 30 bar nyomás, 60 V/V% CO_2 és 90 ppmv H_2S gázösszetétel)



3. ábra. A hatásfok változása a lúgfelesleg emelkedésével különböző NaOH koncentrációkra (1,6 Nm^3/h gázsebesség, 30 bar nyomás 60 V/V% CO_2 és 90 ppmv H_2S gázösszetétel)

3.2. A tartózkodási idő és a gázsebesség hatása

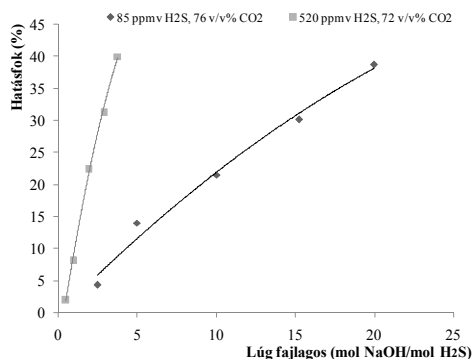
A tartózkodási idő a gázsebesség változásával fordítottan arányos. A tartózkodási idő és a gázsebesség együttes hatásfokra gyakorolt befolyása a 4. ábrán látható.



4. ábra. A gáztérfogatóram és a tartózkodási idő hatása a hatásfokra a lúgfajlagos függvényében (85 ppm H_2S és 76 V/V% CO_2 tartalmú gáz esetében, ahol az abszorbens 1,5m/m%-os NaOH oldat)

3.3. A gázösszetétel hatása

A CO_2 és a H_2S egymáshoz viszonyított aránya is rendkívül nagy hatással bír a kén-hidrogén-mentesítés kimenetelére, ez látható az 5. ábrán.

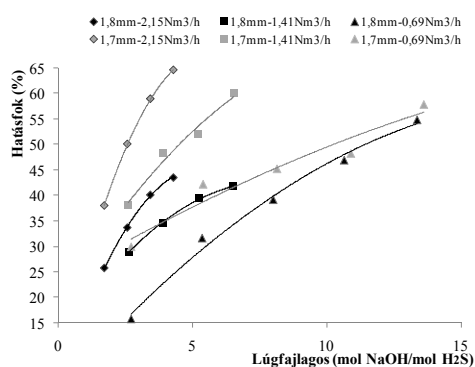


5. ábra. A gázösszetétel hatása a hatásfokra a lúgfajlagos függvényében (2,2Nm3/h gáztérfogatóram, 1,5m/m% NaOH abszorbens, 30 bar nyomás)

Az 520 ppm H_2S és 72 % CO_2 tartalmú gázban a H_2S/CO_2 arány 6,5-szerese a 85 ppm H_2S és 76% CO_2 tartalmú gázkeverékhez képest.

3.4 A fűvókaátmérő hatása

A fűvókaátmérő hatása a 6. ábrán figyelhető meg 3 különböző gázsebesség esetére.



6. ábra. A gáztérfogatóram és a fűvókaátmérő hatása a hatásfokra a lúgfajlagos függvényében (85 ppm H_2S és 76 V/V% CO_2 tartalmú gáz esetében, ahol az abszorbens 1,5m/m%-os NaOH oldat)

4. Következtetések

Az alkáli lúgos kénhidrogén-mentesítés gazdaságosabbá tehető, ha adott lúgfelesleg alkalmazása mellett a hatásfok növekedése megvalósítható. Ezt esetünkben a tartózkodási idő (0,1 s alá) csökkentésével, (ami a gázsebesség növelésével arányos), a megfelelő fűvóka és abszorbens koncentráció megválasztásával sikerült elérni. A vizsgált tartományon belül a NaOH áramának és koncentrációjának növelése csak egy bizonyos határig hozott javulást. Elmondható, hogy a kisebb lúgkoncentrációk nagyobb térfogatárammal történő alkalmazása volt a kifizetődőbb. A gázösszetételt tekintve pedig elmondható, hogy a módszer hatékonysága a H_2S/CO_2 arány emelkedésével növekszik.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Á. Vágó, D. Rippel-Pethő, G. Horváth, I. Tóth, K. Oláh: *Removal of hydrogen sulfide from natural gas, a motor vehicle fuel*, Hungarian Journal of Industrial Chemistry, Veszprém, 2011, 2. kiadás, 39. kötet, 283-287oldal
- [2] J. Siemak, M. Gelbs: *Operating experience with a two-stage H_2S scrubber using caustic soda*, SPE California Regional Meeting, 1985, 13640-MS