

## A PORLASZTÁS NYÚJTOTTA LEHETŐSÉGEK ALKÁLI LÚGOS FÖLDGÁZTISZTÍTÁSNÁL

### SPRAYING PROVIDED OPPORTUNITY TO ALKALINE CAUSTIC GASPURIFICATION OF NATURAL GAS

Molnár Éva<sup>1</sup>, Rippelné Pethő Dóra<sup>2</sup>, Horváth Géza<sup>3</sup>, Bocsi Róbert<sup>4</sup>

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, Fax: +36(88)642-446, H-8201 Veszprém, Pf. 158.*

<sup>1</sup> [molnare@almos.uni-pannon.hu](mailto:molnare@almos.uni-pannon.hu)

<sup>2</sup> [pethod@almos.uni-pannon.hu](mailto:pethod@almos.uni-pannon.hu)

<sup>3</sup> [horvathg@almos.vein.hu](mailto:horvathg@almos.vein.hu)

<sup>4</sup> [bocsirobert@almos.uni-pannon.hu](mailto:bocsirobert@almos.uni-pannon.hu)

#### Abstract

Natural gas consists of flammable mixture of hydrocarbon gases, it is a very important energy source, but it contains polluting components, as well. So we need to clean natural gas before use. Hydrogen sulfide is a toxic gas. It is corrosive presence of water. Upon burning natural gas, hydrogen sulfide is converted into sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), which is harmful not only by causing acid rain, but also it constitutes a danger to human health. There are several procedures to reducing the content of hydrogen sulfide from natural gas. But usability of these procedures is limited due to more and more stricter environmental regulations. My future aim is that I develop a new efficient and selective method. The alkaline-based competitive chemisorption method seems a good opportunity. The essence of the method is that a very short contact time (< 1s) has to be used but at the same time intensive contact has to be ensured. This is practicable by using a pneumatic liquid spraying method.

*Keywords: spraying, hydrogen sulfide, natural gas, chemisorption.*

#### Összefoglalás

A földgáz szénhidrogén alapú gázok gyúlékony elegye, egyik legértékesebb ásványi eredetű energiahordozónk, azonban természetes módon szennyező komponenseket is tartalmaz, ezért felhasználás előtt kezelni kell. A kén-hidrogén mérgező gáz, mely víz jelenlétében korrozív hatással bír, az égés során pedig kén-dioxiddá alakul át, ami nem csak savas esőket okoz, hanem az emberi egészségre is veszélyt jelent. Kén-hidrogén mentesítésre már számos eljárást dolgoztak ki, azonban ezek használhatósága egyre korlátozottabb a környezetvédelmi előírások szigorodásának következtében. Jövőbeli célom egy új hatékony és szelektív műveletrendszer kidolgozása. Jó megoldásnak tűnik a kompetitív kemiszorpcióra alapozott alkáli lúgos eljárás. A tervezésnél fontos tényező, hogy 1 s-nál kisebb kontaktidő biztosítása alatt rendkívül intenzív érintkezést, majd gyors fázisszeparációt tudjunk megvalósítani. Ez kivitelezhető például pneumatikus folyadék beporlasztásos módszer alkalmazásával.

*Kulcsszavak: porlasztás, kén-hidrogén, földgáz, kemiszorpció.*

## 1. Bevezetés

A földgáz szénhidrogén alapú gázok gyúlékony elegye, egyik legértékesebb ásványi eredetű energiahordozónk, elégetésével 33-38 MJ/Nm<sup>3</sup> energiához jutunk, miközben csupán szén-dioxidot és vizet termelünk. Sajnos kinyeréskor gyakran tartalmaz kén-vegyületeket, vízgőzt és szén-dioxidot. Az egyik legnagyobb problémát a kén-hidrogén jelenti, ami vízgőzzel reagálva a szállító vezetékek korrózióját okozza. Továbbá elégetésekor oxigénnel egyesülve kén-dioxidot képez, ami savas esők kialakulásához, valamint emberi megbetegedésekhez is vezethet. A kén-vegyületek elvételére földgázból számos megoldás született már, de a szigorodó környezetvédelmi előírásoknak köszönhetően ezeket egyre korlátozottabb alkalmazni. Ezért kiemelkedően szükség van az e téren folytatott kutatás-fejlesztési munkára [1-2].

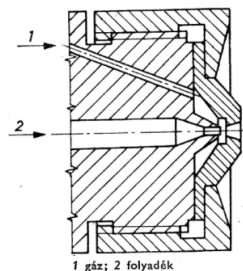
## 2. Alkáli lúgos földgáztisztítás

Alkáli lúgokat alkalmazva nagy hatékonyságot és szelektivitást érhetünk el a gáztisztítás terén. Ennek két feltétele van, az egyik a rövid (1 s-nál kevesebb) tartózkodási idő biztosítása, másik pedig a pH magasan (kb. 10) tartása. Hogy a reakció a várt módon játszódjon le intenzív keveredést, majd gyors fázisseparatorációt kell megvalósítanunk. Optimális lehetőségnek látszik beporlasztással megoldani a lúg beadagolását a reaktorba, így elérhető a maximális reakció felület és az intenzív, gyors keveredés is [2].

## 3. Porlasztás

Porlasztás során a folyadékáramot cseppekre bontjuk, lényegében mesterséges permetképezés történik. A porlasztási munka három tényező függvénye: a folyadék viszkozitásáé, a felületi feszültségé és a sűrűségé. (Esetünkben maximum 3,5 %-os

lúgodatok beporlasztásáról van szó, így a víznél nagyobb felületi feszültségű, maximum 1,04 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, mPa·s nagyságrendű viszkozitású oldatok beporlasztását kell megoldanunk.) A feladat megoldására célszerű pneumatikus porlasztót választanunk, ha már a tisztítandó gáz a megfelelően nagy nyomással a rendelkezésünkre áll, és ezt fel tudjuk használni porlasztógázként is. Az e fajta porlasztás során keletkezik a legfinomabb permet, annak köszönhetően, hogy a gáz sebessége számottevően nagyobb a folyadék sebességéhez viszonyítva. A porlasztó képe az **1. ábrán** tekinthető meg [4-6].



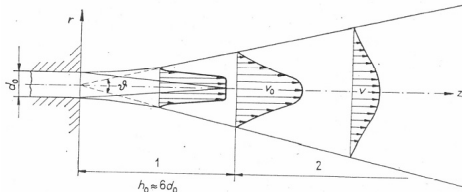
1 gáz; 2 folyadék

1. ábra. Porlasztó sematikus ábrázolása [5]

## 4. A turbulens szabad sugár

A porlasztóból kikerülő lúgpermet és gázfázis a keletkező turbulens szabad sugárnak köszönhetően intenzíven keveredik egymással. A szabad turbulens sugár szemléltetése a **2. ábrán** tekinthető meg. Ha egy fluid közeget egy szűk nyíláson keresztülfolytatunk megfelelően nagy áramlási sebességgel, akkor sugarak képződését fogjuk tapasztalni. A sugarak lamináris vagy turbulens áramlásúak lehetnek. A sugarakat bizonyos esetekben viszonylag nagyméretű térben képezzük ki. Ilyenkor szabad sugarakról beszélünk. A szabad sugaraknak speciális áramlástere van, amit kúposan szűkülő mag és a sugár szintén kúpos szétterülése jellemez. Szűk terekben (csövekben) a sugarak jellemzően turbulenciát keltenek, ezáltal, a sugár anyaga a kör-

nyezet anyagával gyorsan összekeveredik. Épp ezért a vegyiparban gyakran alkalmaznak konfúzor-diffúzor kialakítást. Ezekben az áramlás a zárt térben kialakuló sugár jellegzetes esete [7].



- $r$  – sugármenti helykoordináta
- $z$  – tengelymenti helykoordináta
- $d_0$  – a kiáramlás kezdeti átmérője
- $\varphi$  – a sugárkúp középponti szöge
- $h_0$  – a kezdeti szakasz hossza
- $v_0$  – tengelymenti sebesség
- $v$  – helyi sebesség a tengelytől  $r$  távolságra
- 1. szakasz: változatlan sebességű gázkúp
- 2. szakasz: fűszakasz

2. ábra. A szabad turbulens sugár [7]

## 5. Kísérletek

### 5.1 Kísérletek célja

Kutatói munkánk célja megtalálni azt az optimális működési tartományt a beporlasztásos technológiával, ahol viszonylag alacsony lúgfelhasználás mellett magas hatásfok érhető el. Így a gazdasági feltételeknek is eleget tudunk tenni, továbbá elkerülhetjük a felesleges vegyszerhasználatot is.

Végső célunk egy olyan berendezés tervezése, mellyel akár 1000ppm kénhidrogén és 80% szén-dioxid tartalmú ipari volumenű földgázáramokat is képesek leszünk kezelni.

### 5.2 Vizsgált paraméterek

Kísérleteink során a lúgbetáplálás hatását vizsgáltuk a tisztítás hatásfokára, illetve ezzel összefüggésben a nátrium-hidroxid fogyasztásra nézve. Továbbá, ezt megelőzően méréseket végeztünk a fúvóka átmérőjének befolyásoló tényezőjéről is.

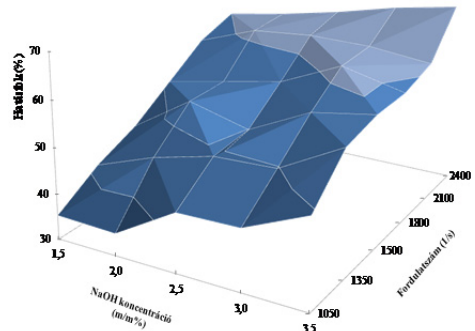
### 5.3 A vizsgált tartomány

Az általunk vizsgált lúgtartomány 1,5-3,5 m/m% volt. A nátrium-hidroxid oldatok betáplálását egy kétféjes szivattyúval való-sítottuk meg. A lúg tömegáramát 88-189 kg/h között változtattuk, azaz a szivattyú fordulatszáma 1050-2400 1/s intervallumban mozgott. A földgáz térfogatárama eközben 230-300 Nm<sup>3</sup>/h, nyomásának értéke pedig 3,2-4,2 között ingadozott

A fúvóka átmérőjének vizsgálatánál 4 különböző méret hatását figyeltük meg. A gázáram 350-360 Nm<sup>3</sup>/h volt, a lúgbetáplálás pedig 62-124kg/h, illetve 2,3-2,8 m/m% tartományban változott e méréseknél.

### 5.4 Kísérleti eredmények

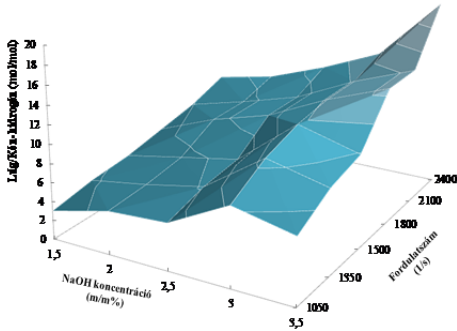
A tapasztalatok azt mutatták, hogy viszonylag magas hatásfok eléréséhez nagy lúgfelhasználásra van szükség, azaz magas nátrium-hidroxid koncentrációra és ennek nagy tömegáramára. A hatásfok javulásának mértéke azonban nem lineáris mértékben változik a nátrium-hidroxid koncentrációval, és a szivattyú fordulatszámával, ahogy ez a 3. ábrán is látszik.



3. ábra. A hatásfok alakulása a lúgkoncentráció és a fordulatszám függvényében

A hígabb lúgoldatok alkalmazása mellett a tömegáram megemelésének hatása számottevőbb a tisztítás hatékonyságra, mint a vizsgált lúgtartomány magasabb részében. Továbbá elmondható, hogy az alacsonyabb koncentrációtartományban a

lúgfelhasználás viszonylag kis mértékben emelkedik meg egy-egy fordulatszám-emeléskor, ez jól megfigyelhető a 4. ábrán.

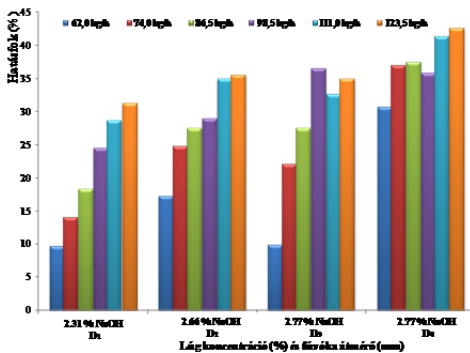


4. ábra. A lúgfajlagos változása a lúgkoncentráció és a fordulatszám függvényében

Optimálisnak a vizsgált tartomány középső része tűnik, ahol a lúgkoncentráció 2-2,5 m/m% és a szivattyú fordulatszáma 1350-1800 1/s. E területen a lúgfogyasztás értéke 10 (mol nátrium-hidroxid/mol kénhidrogén) alatt maradt, miközben a hatásfok elérte a minimum 50%-os értéket.

A fúvókaátmérő hatásának vizsgálatával kapcsolatban kijelenthető, hogy a méret csökkenésével javul a hatásfok, ez az 5. ábrán is megfigyelhető, ahol

$$D_1 > D_2 > D_3 > D_4.$$



5. ábra. A lúgkoncentráció és a fúvókaátmérő együttes hatása a tisztítás hatásfokára

## 6. Következtetések

A kísérletek tapasztalatai alapján elmondható, hogy vizsgált tartományon belül találtunk egy ideálisnak nevezhető intervallumot, mely lúgkoncentrációt tekintve 2-2,5 m/m%, fordulatszámot nézve pedig 1350-1800 1/s határok között helyezkedik el. Ezen tartományon belül a jövőben további kísérletek elvégzése szükséges a tényleges optimum megtalálása érdekében. Továbbá a fúvókaátmérő hatásának vizsgálatokor megtapasztaltuk, hogy az átmérő csökkentésével jelentős hatásfokbeli javulás érhető el.

## 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, 283-287.
- [2] <http://www.foldgaz.hu>.
- [3] Arthur L. Kohl, Richard B. Nilsen: *Gas Purification*, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1997, 5. kötet, 343-428.
- [4] Tuba József, Dr. Németh Jenő: *A porlasztás elmélete és alkalmazása a vegyiparban*, Mernöki Továbbképző Intézet előadás-sorozatából 4099, Budapest, 1962, 7-52 oldal
- [5] Tuba József: *Porlasztók*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976, 289-312.
- [6] Fejes Gábor, Tarján Gusztáv: *Vegyipari gépek és műveletek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979, 522-543.
- [7] Dr. Szolcsányi Pál: *Transzportfolyamatok*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972, 67-118.