

MISKOLCI EGYETEM



DOKTORANDUSZOK FÓRUMA

Miskolc, 2011. november 8.



MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KAR

SZEKCIÓKIADVÁNYA

Kiadja a Miskolci Egyetem Tudományszervezési és Nemzetközi Osztály
Kiadásért felelős: Dr. Dobróka Mihály rektorhelyettes
Szerkesztette: Dr. Szűcs Péter dékánhelyettes, Tompa Richárd doktorandusz
Nyomda: ME Sokszorosító Üzeme
Üzemvezető: Kovács Tibor
Nyomdaszám: TNO.2012-98.ME.

TARTALOMJEGYZÉK

Albert Károly

Szakaszos üzemű bányászati termelő és termékszállító rendszerek működésének néhány sztochasztikus paramétere 1

Kaliczné Papp Krisztina

Gayco M-92 finom légosztályozó határfokának kísérleti elemzése 7

Kazár Péter

Szűrőhomok elhelyezése vízszintes kutakban 15

Csuhánics Balázs

Kőzetek szilárdságvizsgálatához kialakított mérőműszerek bemutatása 21

Horánszky Beáta

A szén-dioxid szállítás jelenlegi helyzete 25

Chován Péter

Földgázz szállító vezetékek élettartam menedzselése 35

Tompa Richárd

A felszín alatti szénelgázosítás (UCG) technológiai folyamatainak áttekintése 31

Kompár László

Beszivárgási szimulációk trícium izotóppal 49

Somogyiné Molnár Judit

Új közetfizikai modellek a longitudinális sebesség és a jóságai tényező nyomásfüggésének leírására 55

Paripás Anikó Noémi

Többréteges szerkezetek refrakciós sorfejtéses inverziója 65

Tolnai Éva Eszter

A sorfejtéses inverzió alkalmazása a karotázs értelmezés területén 73

A FELSZÍN ALATTI SZÉNELGÁZOSÍTÁS (UCG) TECHNOLÓGIAI FOLYAMATAINAK ÁTTEKINTÉSE

Tompa Richárd

PhD hallgató

Miskolci Egyetem, Bányászati és Geotechnikai Intézet

1. BEVEZETÉS

A Felszín alatti szénelgázosítás technológiájának fejlesztése már az XX. század első felétől zajlik. A legelső komoly eredményeket a volt Szovjetunióban érték el.

A fejlesztések lendületét az olaj árváltozásai nagymértékben befolyásolták, így az 1980-as években a fejlesztésekben lassulás mutatkozott, de több ország is elkötelezte magát a további kutatások mellett világszerte. Jelenleg Kína rendelkezik talán a legkiterjedtebb kutatási és üzemeltetési tapasztalattal, mivel ott a 80-as évektől sem torpant meg a technológia alkalmazása.

A jelenlegi olajár helyzet, illetve Magyarország tekintélyes szénkészletei és energetikai függősége indokolja a hazai kutatásokat, valamint kísérleteket és a szénmezők alkalmasságának vizsgálatát.

A nagy beruházást igénylő mélyművelésű szénbányák telepítése helyett, az in situ helyzetben történő szén elégetése és a kitermelhető szintézisgáz további felhasználása kiutat jelenthet az egyoldalú energiafüggőségből. Széles körű felhasználási és alkalmazási lehetőségei komoly potenciált jelenthetnek országunknak.

2. A FELSZÍN ALATTI SZÉNELGÁZOSÍTÁS RÖVID TÖRTÉNETE

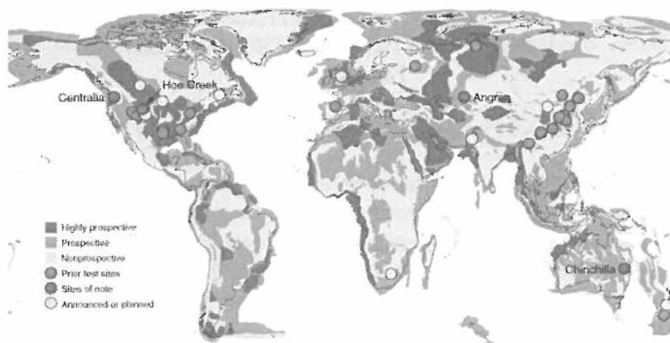
A kőszén lepárlása a 19. századtól ismert és alkalmazott eljárás. Ezen művelet során történt városi gáz előállítás, amely első sorban a világítás és fűtés céljait szolgálta. Ennek föld alatti megfelelője, a UCG technológia. Fejlesztése az egykori Szovjetunióban az 1930-as években kezdődött.

Az 1960-as években öt ipari méretű UCG gáztermelő lelőhely működött világszerte.

Az Egyesült Államok és több európai ország főleg az első olajválság - az 1970-es évek - óta fektetett jelentős összegeket a szénelgázosítási technológiák kutatásába, azonban a 80-as évektől a kőolaj és földgáz árak csökkenését követően ez a kísérleti munka lelassult, de Kína azóta is fejleszti a technológiát és ennek köszönhetően a világon ő rendelkezik a legnagyobb tapasztalattal a témában.

Belgium, Spanyolország és az Egyesült Királyság javaslatának támogatásával az Európai Unió a mélyebb szénrétegekben történő elgázosításra kíván összpontosítani.

A világon ma számos helyen végeznek szimulációs és laboratóriumi kísérleteket, valamint folynak UCG demonstrációs kísérletek, illetve 4 helyen ipari méretű UCG termelés, amelyek Centralia (USA, Washington állam), Hoe Creek (USA, Wyoming állam), Chinchilla (Ausztrália), Angren (Üzbegisztán). [1]



1.ábra

A világon jelenleg működő és tervezett UCG programok [1]

Magyarországon a Wildhorse Energy Kft. tervezi hasonló beruházások indítását. Jelenleg ezek kutatási fázisban vannak, elhelyezkedésüket pedig az alábbi ábra mutatja.



2.ábra

Magyarországi UCG projektek (Wildhorse Energy) [4]

3. A UCG FOLYAMAT LEÍRÁSA ÉS MŰSZAKI FELTÉTELEI

3.1. A kitermelésre váró széntelep paraméterei

A földalatti szénelgázosítás technológiája az eddigi tapasztalatok alapján sokkal gazdaságosabb és kevésbé környezetszennyező, mint a hagyományos bányászaton és erőművi elégetésen/elgázosításon alapuló energiatermelés. Ez a hatékonyság csak növekszik azzal, hogy ha az eljárást összekapcsoljuk a CO₂ tárolásával is (CCS).

Egyes számítások szerint, a UCG által termelt szintézisgáz költsége így fele, negyede a felszíni szénelgázosításnak. [5]

A modellezés után az első lépés az elgázosítandó széntelep kiválasztása, amelynek, az eddigi kutatások alapján a következő paraméterekkel kell rendelkeznie:

- vastagság 0.5 - 30 m
- telepdőlés $0^\circ - 70^\circ$
- telepmélység 30 - 800 m
- fűtőérték 8.0 - 30.0 MJ/kg
- megfelelő hidrológiai viszonyok
- megfelelő nyomásviszonyok kialakulása/kialakítása az égésterben
- lehetőleg impermeábilis fedő
- széntelep permeabilitása

3.2. Felszín alatti építmények és a velük szemben támasztott elvárások

Az UCG költségének egyik legjelentősebb részét a szénhez hozzáférő csövek adják. Ideális esetben a kútkiképzésnek, kútbélésének eltávolíthatónak, hogy újrahasznosíthatóak, a térköznek pedig optimálisnak kell lennie, hogy elgázosító lyukanként a maximális hozamot biztosítsa.

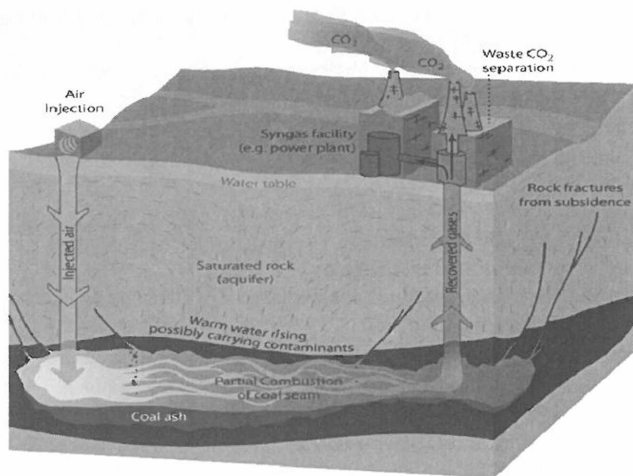
Az UCG működtetéséhez szükséges feltételek közé tartozik a betáplálólókút megépítése és olyan anyagok alkalmazása, melyek ellenállnak az UCG-vel járó rendkívüli hőhatásnak és mechanikai feszültségnek és egyéb tényezőknek, mint a nagy nyomás, és hőmérséklet (1500°C), szulfidációs és oxidációs reakciók és az üregbeszakadás vagy süllyedés.

Fontos tényező a kútkiképzés esetén a cementezés, mivel megakadályozza a gázok kútfuraton keresztül való felszínre, vagy a fedőrétegekbe történő távozását.

Hogy lehetővé váljon az áramlás a betápláló kúton keresztül az égési zónába, majd a termelőkútban, a két kút között, a szén in situ permeabilitását elősegítendő, kapcsolatot kell létesíteni. Ha a szén permeabilitása nagy, akkor természetes formában is létezik ez a csatorna, ha pedig alacsony, akkor a következő módokon kivitelezhető:

- égetés (ellenáramú vagy áramlásirányú)
- hidraulikus repesztés
- fúrás – vágathajtás
- elektromos összekapcsolás
- robbantásos repesztés

A módszerek tekintetében egyelőre még nincs konszenzus abban, hogy melyik a legmegbízhatóbb és a legköltséghatékonyabb.



3.ábra
A UCG vázlatos rajza (CCS nélkül) [2]

3.3. Az égetési folyamat és szabályozása

A telep begyűjtését valamilyen vegyi (oxidáló) anyagok üregbe juttatásával, illetve egyéb magas hőmérséklet elérésére alkalmas módszerrel (plazma, lézer) végzik.

Az égés folyamatosságát gáz-gőz injektálásával biztosítják, amely elsősorban levegő, O₂ dús levegő, illetve gőz égéstérbe juttatását jelenti. Eddigi laboratóriumi kísérletek alapján a 80%-ra növelt O₂ tartalmú levegőt injektálva a gáz a legmagasabb hőértéket adja és a leghosszabb termelési időt.

Az égetési folyamat során a lezajló fő kémiai reakciók a következők:

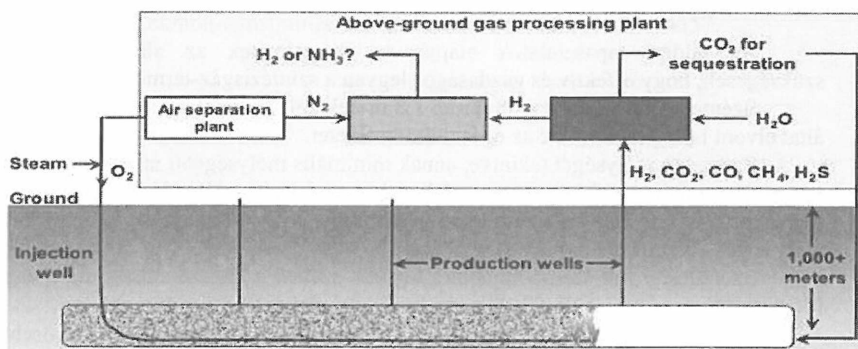
- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Heterogén víz-gáz reakció (oxigéncsere) | $C + H_2O = H_2 + CO$ |
| 2. További átalakítás | $CO + H_2O = H_2 + CO_2$ |
| 3. Metánképzés | $CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$ |
| 4. Hidrogén gázosítás | $C + 2H_2 = CH_4$ |
| 5. Részleges oxidáció | $C + 1/2O_2 = CO$ |
| 6. Oxidáció | $C + O_2 = CO_2$ |
| 7. Boudouard-reakció | $C + CO_2 = 2CO$ |

Az égetési folyamat szabályozására jelenleg két fő típust fejlesztettek ki. Az egyik a εUCG (az Ergo-Exergy által kifejlesztve), melyről szakmai berkekben a titkossága miatt csak annyit tudunk, hogy hatékonyságú és kevesebb veszteséggel járó technológia, mint más technológiák. modern fűrési módok széles skáláját használja, beleértve a nagy precizitású irányított fűrásokat, valamint a konvencionális függőleges és ferde fűrásokat is. Az arsenáljában számos kútkapcsolási módszer van, képes különböző oxidáló anyagok (levegő, dúsított levegő, O₂/H₂O, CO₂/O₂ stb.) bejuttatására és változatos felszín alatti elgázosítási

tervekkel is rendelkezik. Így széles geológiai kondíciók között elhelyezkedő szénrétegekre alkalmazható.

A másik pedig a CRIP (Continuous Retraction Injection Point- (folyamatos visszahúzású injektálási pont), minek során a termelő kutat függőlegesen fúrják, a betáplálási kutat pedig a irányított fúrástechnikák alkalmazásával képzik ki és összekötik a termelőkúttal. Mihelyt a csatorna elkészült, az elgázosító üreg kiképzése is megkezdődik a betápláló kút végén a széntelepben. [3]

Amint a szén az üreg körül elfogyott, az injektálási pontot visszahúzzák és egy új elgázosító üreg képződése kezdődik meg. Ily módon a gázosítás folyamata ellenőrizhetővé válik. [1]



4. ábra

A CRIP vázlatos modellje [3]

3.4. Szintézisgáz kitermelése, tisztítása, felhasználása

A szén felszín alatti elgázosítása során a kitermelhető haszonanyag a szintézisgáz.

Függetlenül attól, hogy mi a véghasználati cél, a gázt meg kell tisztítani, hogy feldolgozhatóvá váljon. A fő szennyezők elsősorban a kátrány és a szilárd részecskék, valamint a kén tartalmú vegyületek, mint a H_2S és a COS .

Az UCG kevesebb szilárd szennyezőt termel, mint a hagyományos erőművek.

A termelőkúton felszínre jött anyagok eltávolítására számos módszer létezik, mint a gyorsítók (centrifugálás), az elektrosztatikus csapadékképzők, a porleválasztók alkalmazása, stb.

A gáztermelés során kátrány, VOC, higany és kén termelődik, jóllehet kisebb mértékben, mint a felszíni elgázosítás esetén. Ezzel összefüggésben a felszíni létesítményeket úgy kell kialakítani, hogy ezeket a termelés (és termék) tulajdonságait befolyásoló tényezőket megfelelően kezelni tudják.

A szintézisgáz főbb paraméterei:

- összetételét tekintve főleg vízgőz, CO , CO_2 , H_2S , N_2 , NO_x , H_2 , CH_4
- fűtőértéke $4,5 - 11 \text{ MJ/m}^3$ körül alakul

- szennyezők (S- vegyületek, Hg, VOC- vegyületek, PAH- vegyületek, szilárd szennyezők)

A termelt gázt több módon hasznosíthatjuk:

- elégetés kombinált ciklusú gázturbinában (CCGT)
- elégetés kazánban (gőzturbinák meghajtása)
- közvetlen, vagy átalakítás utáni betáplálás egy üzemanyagcellába (H üzemanyagcella)
- folyékony üzemanyagok, vagy vegyi alapanyagok előállítása (CTL/GTL, metanol, ammónia, műtrágyák)

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az eddigi tapasztalatok alapján a széntelepnek az alábbi feltételek szükségesek, hogy effektív és gazdaságos legyen a szintézigáz-termelés:

Széntelep vastagság minimálisan 1,8 m-nek kell lennie, hogy a fedő és a fekvő által elvont hő ne csökkentse az égési hőmérsékletet.

Széntelep mélységét tekintve, annak minimális mélysége 60 m legyen, hogy a talajvizek minél kevésbé szennyeződjenek. A felszín süllyedés kockázatának mérséklődése kb. 200 m mélységtől jelentősebb. CO₂ tárolásra a 800 m alatti mélységtől alkalmazható (CCS) leginkább

Szénültési fok szempontjából a legjobb szenek a kis szénültési fokú nagy illó tartalmú nem összesülő fekete szenek.

Telepdőlés max. 20 ° telepdőlés a gázlecsapolás szempontjából előnyösebb, bár egyes vizsgálatok a meredek telepdőlésű zónák hatékonyságát bizonygatják.

Felszín alatti víz jellege szempontjából nagy tömegű tárolt sósvíz szükséges. A UCG során olyan nyomásviszonyok az optimálisak, amelyek az égési üreg felé terelik a rétegvíz áramlást. A rétegvíz beáramlás az elgázosító térbe egy gőzplánt hoz létre a reaktor körül, és ez csökkenti a hőveszteséget.

Szénvagyon mennyisége a legjelentősebb, mivel az élettartamot 20-40 évre tervezik.

Látható, hogy a technológia még nem teljesen kiforrott, de a hagyományos szénüzemű erőművek működtetéséhez képest gazdaságosabb és a jelenlegi álláspont szerint kevésbé környezetszennyező.

Mindezeket figyelembe véve, valamint a helyi adottságokat is szem előtt tartva, Magyarországi viszonyok között is érdemes lenne kipróbálása, pozitív kísérletek után pedig üzemi alkalmazása.

IRODALOM

- [1] Burton E., Friedmann J., Upadhye R. (2006): Best practices in underground coal gasification – A felszín alatti szénégázosítás korszerű módszerei. 115 p.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Underground_coal_gasification
- [3] http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/gasification/gasifipedia/4-gasifiers/4-1-4-6_underground.html
- [4] http://www.wildhorse.com.au/images/stories/reports/2011/384680_10_CSA_CP_R_-_Wildhorse_Energy_Limited_2_.pdf
- [5] Friedmann S.J., Upadhye R., Kong F.M. (2009): Prospects for underground coal gasification in carbon-constrained world. Energy Procedia 1, 4551-4557.