

Biró Zoltán

Kőolajkihozatal-növelő eljárás: a szén-dioxidos művelés

Nem csak azok vagyunk, amit megszoktunk magunkról,
de azzá is válhatunk, akikké szeretnénk.

I. Füllőzat

Az 1998 őszén Nagylengyelben bekövetkezett gázkitörés kapcsán az érdeklődés középpontjába került a szén-dioxidos olajtermelési technológia. Egészen furcsa helyeken, mint például az orvosi rendelőben kellett elmagyaráznom, hogy nem egy időzített atombomba felett élünk. A bányászat ugyan veszélyekkel jár, de talán nem annyira, mint az autózvezetés. A kérdéseket a kíváncsiság és az ismerlentől való félelem motiválta.

És milyenek voltak a „hősök”, akik az elhárításon dolgoztak? Természetesen bátrak. Ki emlékszik már arra, hogy megremegtek a kezek, és néha fáradtság és félelem is tükröződött a szemekben. Érzékelhető volt az emberi kapcsolatok erősödése.

Felvetődik a kérdés: hogyan jutottunk el eddig? Volt-e értelme? Mit hozhat a jövő?

A csúcson vagyunk?!

Induljunk ki abból, hogy a világ kőolaj- és földgázkészletei végesek. Mivel a nyugati társadalmakkal együtt a fejlődés racionalizált útját választottuk, a növekvő energiaéhség a kőolaj fokozott ütemű kitermelését teszi szükségessé. Szakértők szerint az igények 8–10 éven belül meghaladják a jelenlegi technológia melletti kitermelési lehetőségeket. Ne tévesszenek meg senkit a jelenlegi alacsony olajárak! Egy újabb árrobbanás feltételezés. Ne féltsük a világot, eddig még mindig megtalálta a helyettesítő energiaforrásokat. De az átmenet valószínűleg nem lesz zavartalan.

Ugyanakkor az olajipar sajátosságából következik, hogy a jelenleg alkalmazott technológiák mellett a kezdeti olajkészlet fele-kétharmada a tárolókban visszamarad. Jogosan kérdezhetik, miért ilyen sok? Az áramlástanai folyamatokat leíró parciális differenciálegyenletek numerikus megoldásának könyvtárnyi anyaga ad korrekelt választ a kérdésre. Nem szeretnék visszaélni az olvasók türelmével, ezért az egyenletek analízise helyett inkább az alábbi kísérletet gondoljuk végig. Az olajkészletek nagy hányada homokkövekben található, melyek porózusak, akár egy darab kréta. Márt-

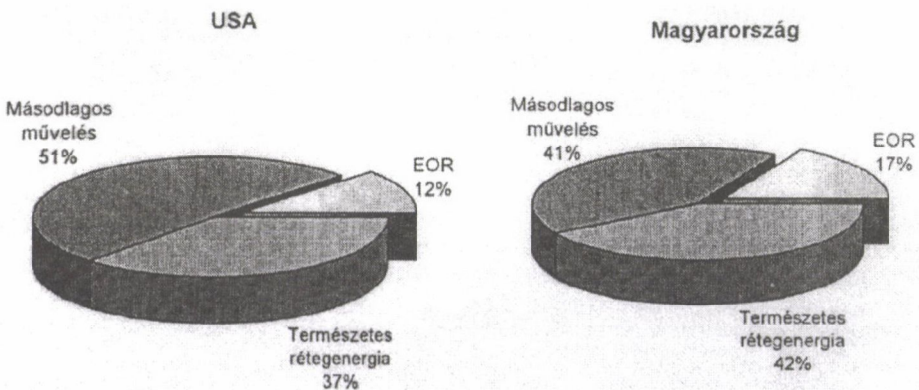
suk a krétát egy tintásüvegbe, és tapasztalni fogjuk, hogy a kék folyadék milyen gyorsan és látványosan szívódik fel a kapilláris hatás következtében. Gondoljuk meg, milyen bonyolult technológiát kellene alkalmaznunk, hogy a felszívódott tintát visszaszorítsuk az üvegbe. Ha még hozzávesszük, hogy az olajkutak a nagy kiterjedésű tárolót pontszerűen érintik, és az olajrétegek függőleges irányban is heterogének, beláthatjuk, hogy az olajkihozatal növelése nagyon bonyolult feladat.

Az olajipar jövőjének egyetlen járható útja a szellemi energia kihasználása, a műveléstechnológia fejlesztése marad. A természetes rétegenergia elhasználódásának pótlására már a magyar olajipar létrejöttének hajnalán, a negyvenes évek elején sor került Budafa és Lovászi mezőben. A ott alkalmazott — mára már konvencionálisnak tekinthető — nem elegyedő szénhidrogén gáz- és vízbesajtolást nevezik másodlagos művelési eljárásnak. Ennek lényege, a természetes rétegenergia pótlása mellett, hogy a besajtoló kutakon keresztül a tárolóba bevitt közeg frontálisan szorítja ki az olaj egy részét az alacsonyabb potenciálú termelő kutak felé.

A II. világháború után felismerték, hogy a másodlagos művelés után is jelentős a visszamaradt olajkészlet, és világszerte megindult a kőolajkihozatal-növelő eljárások kutatása. A gyakorlatban a termikus, a kőolajtárolóba hőbevitelen alapuló eljárások, valamint a különböző típusú gázok — köztük a szén-dioxid — besajtolása terjedt el leginkább. Az olajipari gyakorlatban ezeket az olaj-kitermelési módszereket az angol Enhanced Oil Recovery rövidítése után EOR művelésnek nevezik. Jelenleg a világ kőolajtermelésének mintegy 3,5%-a származik a kőolajkihozatal-növelő EOR eljárásokból. Ez az arány jóval magasabb az energiahordozókban szegény kis országoknál, amelyek erre kényszerülnek, ill. a technológiailag legfejlettebb nagyhatalmaknál, ahol a kutatáshoz szükséges anyagi háttér rendelkezésre áll, és a tudományos előrelátás dominál. Az olajipar vezető nagyhatalma, az Amerikai Egyesült Államok jelenlegi kőolajtermelésének 12%-át kőolajkihozatal-növelő EOR eljárással termeli. Magyarország 1,3 millió tonnás éves olajtermelésének 17%-a származik a megnövelt hatékonyságú módszerekből (1. ábra). Az iparág nagyságát és teherbíró képességét figyelembe véve az új technológiák nagyüzemi alkalmazása előkelő helyet foglal el, de más területek — mint például a kitérések elfojtása — terén is álljuk az összehasonlítást bármely európai országgal.

1. ábra

Az Egyesült Államok és Magyarország jelenlegi kőolajtermelésének megoszlása művelési módokként



A szén-dioxidos földgáz forrása

Hazánk földtani adottságai miatt a kőolajkihozatal-növelő eljárások közül a gázbesajtoláson alapuló módszerek bizonyultak a leghatékonyabbaknak. Mivel jelentős szén-dioxidos földgáz vagyonnal rendelkezünk, így kézenfekvő volt, hogy a zalai Budafa mezőben feltárt gázvagyonot az olajkitermelés növelésére hasznosítsuk. Írásomban a délnyugat-magyarországi alkalmazást mutatom be.

A szén-dioxidos gáz forrása miocén korú, durva törmelékes kőzetben található, 3200 m mélységben. A rétegnyomás 300 bar, a réteghőmérséklet 164°C. A nagy nyomás és a réteg jó átteresztőképessége olyan kedvező adottság, hogy a kisebb nyomású kőolajtelepekbe a gáz kompresszor közbeiktatása nélkül sajtolható be. A szénhidrogéneket és nitrogént, valamint kis koncentrációban kénhidrogént tartalmazó gáz szén-dioxid koncentrációja 81 mol%.

Szén-dioxidos kőolaj-kitermelési eljárás homokkő tárolókban

A nagyüzemi alkalmazást 1972-ben kezdtük meg Budafa mezőben, amit kiterjesztettünk a Lovászi mezőre is (2. ábra). Mindkét mező szénhidrogéntelepei az alsó pannóniai korú elliptikus boltozat homokkő rétegeiben alakultak ki, 1000—1500 m mélységben. A tárolt könnyű olaj intermedier-paraffin jellegű, normál állapotú átlagsűrűsége 0,82 g/cm³.

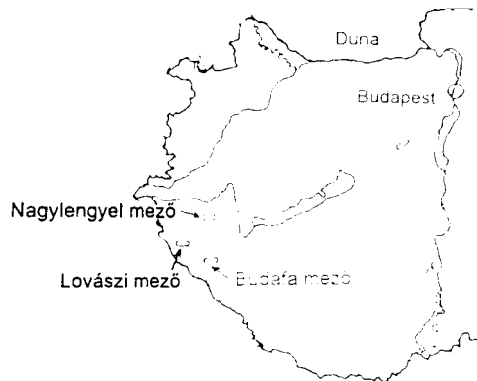
A többletolaj képződés több fizikai-kémiai hatás eredője, melyek közül leglényegesebb, hogy az olaj szén-dioxiddal érintkezve megduzzad, és a térfogatnövekedés miatt a rétegekben mozgásképessé válik. Az eleve kis viszkozitás miatt a 20—30%-os viszkozitáscsökkenés másodlagos jelentőségű. A telepek nagy réteghőmérsékletén (60—80°C) a technikailag elérhető nyomások mellett a szén-dioxidos földgáz-kőolaj rendszer részleges elegyedése valósul meg.

A művelés első fázisában a besajtoló kutakon keresztül szabályozott módon szén-dioxidos földgázt nyomunk a tárolóba, hogy az olajat szén-dioxiddal telítsük, és felemeljük a lecsökkent rétegnyomást. Ezt követően a megduzzadt olajat vízbesajtolással hajtjuk a termelő kutak felé.

Az új, korszerű eljárással 15—20 évvel meghosszabbítottuk a mezők életét, és 1,2 millió tonna többletolajat termeltünk ki. Jelenleg a művelés befejezés előtt áll, ugyanakkor a kezdeti olajkészleteknek 65—70%-a még a mélyben maradt. Ez feltétlenül kihívást jelent a tudomány részére, az újabb technológiák kidolgozásához.

2. ábra

A szén-dioxidos művelés alkalmazása a Dunántúlon



Szén-dioxid gázsapkás művelés repedezett-kavernás tárolókban

A Zalaegerszeg mellett elterülő nagylengyeli olajmező nagymértékben különbözik a budafaitól. A legjelentősebb kőolajtelepek a felső kréta mészkőben és a triász dolomitban alakultak ki, mely évmilliókkal ezelőtt a felszínen volt, ott az esővíz hatására karsztosodott, majd a földkéregmozgások következtében lesüllyedt, és jelenleg 2000–2400 m mélységben található. A telepek működési rendszerét a korlátlan karsztvíz-beáramlás jellemzi, a kitermelt olaj helyére víz áramlik, és így a rétegnomás a művelés alatt sem csökken, gyakorlatilag hidrosztatikus marad. A vizutánpótlás folyamatos a felszíni csapadékból a Dunántúli-középhegységgel való hidrodinamikai kapcsolat révén. A repedésekkel átjárt karsztjáratokban, üregekben és kavernákban gyűlt össze a gyakorlatilag gázmentes, nagy viszkozitású nehézőlaj, a bitumenkészítés kiváló alapanyaga.

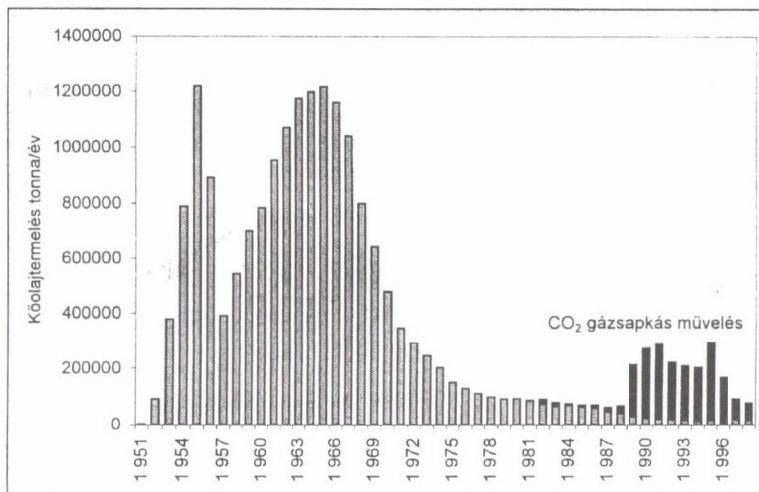
A nagylengyeli olajmezőt 1951-ben fedezték fel, melyből napjainkig 21 millió tonna olajat termeltünk ki. Az elsődleges művelés alatt a korlátlan karsztvíz-utánáramlás kiszorító hatása érvényesült, a másodlagos művelésre jellemző vízajtási hatékonysággal. A hetvenes évek végére a kitermelt folyadék 97%-a víz volt, ugyanakkor a kezdeti olajkészletnek mintegy 40%-át termeltük ki. Jelentős kőolajkészlet maradt vissza a tárolóban, tehát hatékonyabb technológiát kellett keresnünk és alkalmaznunk.

Munkánkat nehezítette, hogy karszt típusú tároló kevés van a világon, külföldi szakirodalmakra nem támaszkodhattunk, a budafai technológia pedig az adott tárolóstruktúra mellett nem alkalmazható. Feltételeztük, hogy a visszamaradt olaj a kavernák és karsztjáratok boltozataiban található. A tárolóba besajtott gáz szabad gáztelítettséget, mesterséges gázsapkát hoz létre, ahol a gravitációs elkülönülés hatására a visszamaradt olaj egy része mozgásképpé válik, és a termelő kutakhoz áramlik. A gázsapka lefúvatása alatt, illetve annak nyomán a felfelé elmozduló olaj az elsődlegesen is érvényesülő vízkiszorítással kitermelhető. Az alkalmazott eljárás hatásmechanizmusából következik, hogy elsősorban a szabad gázfázis keletkezése és nem a besajtott gáz minősége a meghatározó tényező az olajkihozatal szempontjából. Az 1979 és 1988 között szénhidrogén gázzal és szén-dioxidos földgázzal elvégzett kisüzemi kísérlet mindkét esetben az eljárás hatékonyságát jelezte. Gazdasági megfontolásból döntöttek a budafai szén-dioxidos földgáz alkalmazása mellett, amit 33 km hosszú csővezetéken szállítottak Nagylengyelbe.

A nagyüzemi alkalmazás 1988-ban kezdődött a mező legnagyobb blokkjában, az I–IV blokkban. Ez jelentette a művelés első ütemét. A kidolgozott technológia szerint a blokk feltöltése után a lefúvatott, illetve kitermelt gáz a következő, művelésre előkészített VII., VIII. és X. blokkba került besajtolásra. Ezek a második ütem blokkjai. Jelenleg a művelés előrehaladott állapotban van, gázbesajtolás már csak a VIII. blokkba történik. Itt következett be az elmúlt évben a gázkitörés, az N1-282/a jelű kúton. Szakértők szerint a gázkitörést az okozta, hogy a kivittelező tévesen ítélte meg a helyzetet és nem vette észre, hogy egy mélybeni tömitőelem nem került pontosan a helyére a kútmunkálat során. 1988 óta ez volt az első gázkitörés a mezőben, és reméljük, az utolsó is. A VIII. blokk mesterségesen létrehozott gázsapkájának lefúvatását követően a kitörés veszélye teljesen megszűnik, hisz a karsztvíz elárasztás után csapdázódott gáz már mozgásképtelen.

Napjainkig Nagylengyel mezőben a szén-dioxid gázsapkás művelés eredményeként 1,9 millió tonna többletolajat termeltünk (3. ábra). Világviszonylatban is kiváló eredményt értünk el az I–IV. blokkban, ahol az olajkihozatal több mint 10%-kal növeltük a kezdeti olajkészlethez viszonyítva. Ezeknél a blokkoknál a tárolótér kialakulása autogén, fedetlen karsztkorrózió következménye. Lényegesen kisebb eredmény vár-

Nagylengyel mező kőolajtermelése



ható a második ütem blokkjainál, ahol zömében allogén, fedett karsztképző folyamatok domináltak. Tapasztalataink szerint az elsődleges művelés végén visszamaradt olaj mennyiségét és térbeni elhelyezkedését a tárolóteret kialakító karsztosodási folyamat típusa jelentősen befolyásolja.

Az alkalmazás nem volt problémamentes, de jelentős tapasztalatokkal gazdagodtunk. A növelt hatékonyságú művelési eljárások nem spekulatív kényszerek termékei, hanem a műszaki fejlődés magját hordozzák magukban. Tágabb értelemben, a felszíni technikát és a fúrási technológiát is beleértve, a jövő egyetlen záloga. Az EOR kutatás filozófiáját nem szabad leszűkíteni egy vizsgált részterületre, de még inkább nem laboratóriumi méretekre. A feladatmegoldás komplexitásának és integráltságának igénye, úgy érzem, nem csak az olajipar sajátja. Külföldön is mutatkozott érdeklődés a technológia iránt, melyet több fórumon ismertettünk [1,2].

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a szén-dioxidos műveléssel jelentős mennyiségű többletolajat termeltünk. Tapasztalatok birtokába jutottunk az olaj-kitermelési technológia és technika terén, amit a továbbiakban mind hazai, mind külföldi vállalkozásainknál hasznosíthatunk.

IRODALOM:

- 1 Bíró Z., Gerecs L., Udvardi G., Pógyor K.: A New Heavy Oil Recovery Technique for Nagylengyel Field in Hungary. THERMIE European Symposium, Berlin, 1994.
- 2 Bíró Z., Pápay J., Gombos Z.: Reservoir Engineering Experiences of CO₂ Flooding in Hungary. IEA 19th International Workshop and Symposium, Carmel, California, USA, 1998.