

Injektiranje recikliranog nemiscibilnog plina u prirodno raspucano ležište Irana, u svrhu povećanja iscrpka: studija slučaja s naglaskom na nesigurne parametre

N. Rostami, G. Zargar, A. Hashemi and J. Aladaghloo

STRUČNI ČLANAK

Utiskivanje recikliranog plina je proces iskorištavanja ležišta od kojeg se mnogo očekuje u proizvodnji nafte i plina. Metoda koristi kontinuirano utiskivanje rentabilnog obroka proizvedenog plina kako bi se održala energija ležišta i koristila viskozna sila kao pokretačka sila. Postoje brojne studije o utiskivanju recikliranog plina u konvencionalna ležišta, međutim postoje neki drugi čimbenici kao što su lokacija bušotina i vrsta završnog opremanja, obrok i tlak utiskivanja, koji jako djeluju na konačni rezultat ove metode, a većini njih nije uzimana u obzir.

U ovoj studiji je proučen proces utiskivanja nemiscibilnog recikliranog plina u jedno od iranskih prirodnih raspucanih karbonatnih ležišta na opsegu polja. Stvarni model heterogenosti je konstruiran i simuliran pomoću Eclipse-100 modula (softver za simulaciju ležišta). Ispitani su učinci radnih parametara, kao što su broj i lokacija injekcionih/proizvodnih bušotina, proizvodnih/injekcionih obroka, vrsta opremanja i perforirani produktivni interval a rezultat je uspoređen s metodom prirodnog iskorištavanja ležišta.

Utvrđeno je da je, osjetljivost obzirom na broj bušotina, 1 injekcijska/2 proizvodne bušotine najučinkovitiji slučaj. Kapacitet proizvodnje od 500 m³/d (3 145 bbl/d) i tlak na dnu bušotine od 25 bara (362,6 psi), dali su veću proizvodnju nafte. Završno opremanje injekcionih bušotina u frakturi i proizvodnih bušotina u matriksu, ima bolju proizvodnost naftnog polja u odnosu na druge slučajeve. Štoviše, uočeno je da je najučinkovitija vrsta završnog opremanja injekcionih bušotina vertikalno, a za proizvodne bušotine horizontalno. Rezultati su pokazali da je moguće postići značajno sekundarno pridobivanje korištenjem optimalnih uvjeta za utiskivanje nemiscibilnog recikliranog plina u to ležište.

Ključne riječi: nemiscibilni reciklirani plin, raspucana ležišta, sekundarni iscrpak, radni parametri

1. Uvod

U projektima konvencionalnog iskorištavanja ležišta nafte pad primarne proizvodnje do razine neekonomičnosti doveo je do razvoja različitih programa povećanja iscrpka nafte prije napuštanja ležišta. Pojam povećanje iscrpka nafte (EOR) prvenstveno se odnosi na pridobivanje nafte bilo kojom metodom poslije primarne faze proizvodnje nafte. To se definira kao proizvodnja sirove nafte iz ležišta pomoću procesa poduzetih za povećanje iscrpka u odnosu primarni ležišni režim. Ti procesi mogu uključivati održavanje tlaka, utiskivanje istiskivajućih fluida, ili druge metode kao što su termičke metode. Prema tome po definiciji, EOR metode uključuju sve metode koje se koriste kako bi se povećala ukupna količina pridobive nafte.¹

Postupak povećanja iscrpka nafte može se podijeliti u dvije glavne vrste metoda iskorištavanja: termičko i netermičko. Metode netermičkog pridobivanja mogu se podijeliti na: zavodnjavanje, utiskivanje plina (uključujući: LPG obrok injektiranja miscibilnog ukapljenog naftnog plina, istiskivanje nafte obogaćenim miscibilnim plinom, miscibilno istiskivanje suhim plinom pod visokim tlakom, istiskivanje ugljikovim dioksidom) i kemijske procese (uključujući: micelarno polimerno istiskivanje, kaustično zavodnjavanje i utiskivanje poli-

mera. Termičko iskorištavanje se odnosi na procese pridobivanja u kojima glavnu ulogu igra toplina. Najviše korištene termičke metode su in situ izgaranje, kontinuirano utiskivanje vrućih fluida, kao što su para, voda ili plinovi i cikličke operacije kao što je obrada cikličkim utiskivanjem pare.⁵

Kod procesa utiskivanja plina postoje dvije glavne vrste utiskivanja, injektiranje miscibilnog plina i injektiranje nemiscibilnog plina. Kod injektiranja miscibilnog plina, plin se utiskuje na ili iznad tlaka minimalne miscibilnosti (MMP), koji uzrokuje miješanje plina s naftom. S druge strane u uvjetima injektiranja plina pod nemiscibilnim uvjetima istiskivanje plinom se provodi ispod MMP. Ovaj niski tlak utiskivanja plina se koristi za održavanje ležišnog tlaka, kako bi spriječio prekid proizvodnje pa se time povećava količina proizvodnje.³ Kombinacija lake sirove nafte, relativno visoke temperature ležišta i relativno niskog tlaka ležišta favoriziraju utiskivanje nemiscibilnog plina kao najprikladnijeg EOR procesa.⁴ Prethodne studije su pokazale da injektiranje nemiscibilnog plina u plinsku kapu ima potencijal za povećanje iscrpka nafte korištenjem slijedećih mehanizama:

- Alternativni izvor energije može biti stvoren u sekundarnoj plinskoj kapi i umanjiti učinak akvifera.

Porast tlaka na vrhu strukture može usporiti ili neutralizirati napredovanje vode.

- Plin istiskuje naftu učinkovitije od vode. Granična točka iskoristivosti nafte plinom je 50% u usporedbi s 30% s vodom.
- Vertikalno istiskivanje nafte plinom silom gravitacijske segregacije, omogućiti će dodatni prirast iscrpka.
- Bubrenje nafte i smanjenje viskoznosti doprinijeti će pridobivanju nafte.⁶

Utiskivanje fluida poput vode ili plina, pod odgovarajućim uvjetima, postala je uobičajena praksa pridobivanja dodatne nafte nakon primarne faze iskorištavanja. Ove metode, obično poznate kao sekundarne metode iskorištavanja, povećavaju iscrpak za 5 - 20% nafte preostale nakon primarne faze iskorištavanja. Međutim ovi fluidi nemješljivi s naftom iz ležišta, ostavljaju nakon istiskivanja visoko zasićenje rezidualnom naftom, (40% - 60% OOIP). Recikliranje plina preporuča se kao pogodan način za održavanje tlaka kao i za proizvodnju dodatnih rezervi nafte. U pravilu, primjenom ove metode izrađene su brojne injekcijske bušotine i dio proizvedenog plina iz ležišta ili plina iz drugih resursa injektirano je u ležišta.

U ovom radu korišten je simulacijski softver *ECLIPSE* (commercial simulator, *ECLIPSE*), kako bi sa simuliralo utiskivanje recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima na određenom području, koje predstavlja četvrtinu jednog od najvažnijih naftnih ležišta na jugozapadu Irana. Fazno ponašanje ležišnog fluida modelirano je *PVTi* modulom *ECLIPSE* software-a, korištenjem Peng-Robinson jednadžbe stanja EOS (EOS - equation of state). Optimizirani parametri u ovom radu su lokacija, broj bušotina i parametri utiskivanje/proizvodnja. Na koncu su predloženi optimalni uvjeti za recikliranje plina u to ležište

2. Studija simulacije injektiranja plina pod nemiscibilnim uvjetima

2.1 Svojstva ležišnog fluida

Ležišni fluid je lagana nafta gustoće 820 kg/m³ (41 °API), koja potječe iz jednog od naftnih ležišta na jugozapadu Irana. Početno stanje ležišta i svojstva ležišnog fluida, kao i ograničenja koja bi trebala biti primijenjena, prikazani su u tablicama 1-3.

Tablica 1. Početni ležišni uvjeti	
Početni ležišni tlak	170,0 bar (2 465,6 psi)
Temperatura ležišta	53 °C (128 °F)
Početni kontakt voda-nafta	Dubina 950 m (3 117 ft)
Početni kontakt plin-nafta	Dubina 499,9 m (1 640 ft)

Tablica 2. Fizikalna svojstva ležišne nafte		
Tlak zasićenja	Gustoća	Viskoznost (cP)
135,2 bar (1960,9 psi)	820 kg/m ³ (41 °API)	0,59

Table 3. Ograničenja u simulaciji

Minimalni BHP (tlak na dnu bušotine)	25 bar (362,6 psi)
Masimum GOR (plinski faktor)	146,0 m ³ /m ³ (821 ft ³ /stb)
Maksimum WCT (vrsta oprem.buš.)	0,05

2.2 Opis modela

U ovoj simulacijskoj studiji biti će napravljen model ležišta korištenjem komercijalnog softvera *ECLIPSE*. Kartezijeve koordinate s geometrijom ugaone točke odabrane su za izradu modela. Za bolji opis sustava pukotina izabran je postupak dvojne poroznosti i dvojne propusnosti. Dogovoreno je da će se koristiti potpuno implicitna metoda otapanja pod tlakom. Model mreže i svojstva prikazani su na slici 1 i tablici 4.

Precizna i točna karakterizacija ležišnog fluida je nužan faktor u studiju simulacije ležišta. U procesima

Tablica 4. Karakterizacija ležišta dobivena simulacijom

Broj ćelija u smjeru X (NX)	10	Dimenzija mreže u smjeru Z (DZ, ft)	9-62
Broj ćelija u smjeru Y (NY)	15	k _X (mD)	0,7-99,2
Broj ćelija u smjeru Z (NZ)	8	k _Y (mD)	0,7-99,2
Dimenzija mreže u smjeru X (DX, ft)	569-578	k _Z (mD)	0,6-89,3
Dimenzija mreže u smjeru Y (DY,ft)	569-577	Šupljikavost (frakcija)	0,09-0,179

istiskivanja nafte plinom, zbog postojanja velike interakcije između injektiranih i fluidima u ležištu, vrlo je važno da se karakterizacija ležišnog fluida napravi točno. Eksperimenti PVT obično su skupi i dugotrajni, izvedeni u ograničenim uvjetima. Programski paket PVT temeljen na EOS (jednadžbi stanja) uvelike se koristi za predviđanje i procjenu svojstava fluida u bušotini i u površinskim uvjetima, za široki raspon temperatura, tlaka i sastava.² Ovdje su korištenjem modula *PVTi* programa *ECLIPSE*, podešena tri parametra Peng-Robinsonove jednadžbe stanja za predstavljanje uzorka fluida u ležištu, s čime je vrlo dobro predviđeno ponašanje fluida iranskih ležišta. Za izračun viskoznosti korištena je Lohrens-Bray-Clark (LBC) korelacija. Za cijelo ležište je uzet u obzir samo jedan sastav. Između različitih dostupnih uzoraka PVT, kao reprezentativan je uzet jedan koji dobro predstavlja ponašanje ležišnog fluida i najbolje se podudara sa stvarnim podacima. Komponente određene u PVT i EOS-u podešene su bez ikakvog grupiranja budući da u nekompozicijskom izvođenju nije potrebno grupiranje. Rezultati procesa podešavanja za viskoznost fluida i relativni volumen nafte, relativnu propusnost i kapilarni tlak sustava nafta-voda i nafta-plin koji će biti korišteni u ovoj studiji, prikazani su na sl. 2. do 4. Nakon uvrštavanja u model petrofizičkih parametara, PVT i početnih podataka, kao i određivanja tipa stijene i mreže (što ovisi o porozitetu

mreže i početnom zasićenošću vodom), model je spreman za različite studije.

4. Rezultati i rasprava

4.1 Prirodno iskorištavanje ležišta

Ovaj dio ležišta bio je u proizvodnji od 1935. do 2005. kada su proizvodne bušotine zatvorene. Iz proizvodnih podataka polja dobivenih tijekom iskorištavanja prirodnim režimom na raspolaganju su sljedeći podaci:

- Konačni iscrpak nafte kod prirodnog režima iskorištavanja ležišta biti će 34,01% nakon 70 godina proizvodnje nafte.
- Početni tlak ležišta bio je oko 170 bara a konačni, nakon 70 godina proizvodnje, je smanjen na 67,63 bara. Na početku proizvodnje brzina snižavanja pada tlaka ležišta je bila velika.
- Tijekom proizvodnje, početni kapacitet proizvodnje bio je oko 477 m³/d (3 000 bbl/d). Oko 1972. jedna proizvodna bušotina je zatvorena a 8 godina kasnije proizvodnja prestaje na još jednoj bušotini, a do kraja 1999. na tom su području zatvorene sve bušotine. U 2004. u proizvodnju je puštena samo jedna bušotina a 2005. i ta je bušotina zatvorena. Od 1998. nadalje pad proizvodnje nafte je izrazit.
- Proizvodnja vode na tom području tijekom iskorištavanja ležišta prirodnim režimom je zanemariva.

Ovo područje je nakon 70 godina proizvodnje nafte dobar kandidat za EOR procese pa se stoga na tom ležištu proučava mogućnost utiskivanja plina pod nemiscibilnim uvjetima.

4.2 Slučaj utiskivanja recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima

U ovom je radu napravljena simulacija utiskivanja recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima. Takva proizvodnja je rezultirala većom efikasnošću i prema tome većim pridobivanjem i isplativosti. Rezultati simulacije pokazuju utjecaj utiskivanja recikliranog nemiscibilnog plina na efikasnost iskorištavanja ležišta. U ovom slučaju polje proizvodi na prirodan način do 2020., a proces EOR se primjenjuje 15 godina, počevši s 2005-tom.

4.2.1 Analize osjetljivosti na broj bušotina

U ovom dijelu se koristi različit broj bušotina a rezultati se međusobno uspoređuju. Istražen je utjecaj broja bušotina na učinkovitost i prirodnog iskorištavanja i mehanizme reciklacije plina. S povećanjem broja bušotina povećava se iscrpak nafte. Ako iscrpak nafte s povećanjem broja bušotina ostaje stabilan, postignut je optimalan broj bušotina. Neki od najboljih slučajeva, izabranih za procjenu utjecaja broja bušotina na iscrpak, dani su u tablici 5 i na slici 4. Iz rezultata je vidljivo da je najveća učinkovitost za uzorak 1-injek./3-

Tablica 5. Broj bušotina i iscrpak nafte

Number of wells	Maximum FOE	Average field pressure (bar)
Prirodno iskorišt.	0,507 0	29,00
1 Inj. - 1 Proizv.	0,503 918	89,70
1 Inj. -2 Proizv.	0,611 633	83,50
2 Inj. -2 Proizv.	0,610 4165	83,50
1 Inj. -3 Proizv.	0,612 399	90,30

proizvodne, a nakon njega najučinkovitiji slučaj je za uzorak 1-injek./2-proizvodne, ali je u prvom slučaju oscilacija GOR-a za proizvodne bušotine, velika. Na bazi toga je izabran slučaj 1-injek./3-proizvodne kao najpovoljniji u ovom dijelu.

4.2.2 Djelovanje lokacije bušotina na učinkovitost pridobivanja nafte

Optimalna lokacija injekcijskih bušotina određena je korištenjem različitih čimbenika kao što su: propusnost, transmisibilnost, poroznost i raspored zasićenja naftom. Uzevši u obzir navedene čimbenike, na tom su području isprobani različiti predloži za optimizaciju lokacija bušotina izabrane u prijašnjoj sekciji (1-Injek./2-Proizv.). Različite konfiguracije i odgovarajući FOE dani su u tablici 6. Uspoređivanjem različitih lokacija bušotina predložena je konfiguracija 9, koja ima bolje performanse nego što je to za druge slučajeve.

4.2.3 Optimizacija obzirom na parametre utiskivanja - proizvodnja

4.2.3.1 Kapacitet proizvodnje

U ovoj sekciji su ispitani različiti kapaciteti proizvodnje za obje bušotine (PRO-01 i PRO-02). Rezultati su prikazani u tablici 7. i na slici 5. U tablici možemo vidjeti da je za proizvodnja=500 m³/d i proizvodnja=700 m³/d iscrpak viši u usporedbi s drugim slučajevima. Međutim za primjer proizvodnja=700 m³/d, nestabilnost GOR-a u obje bušotine je vrlo visoka u odnosu na slučaj kod kojeg je proizvodnja=500 m³/d. Za slučaj proizvodnje=500 m³/d bušotina će biti u proizvodnji do 2019., dok je kod proizvodnje=700 m³/d bušotina zatvorena 2005. Na

Tablica 6. Lokacije bušotina

Konfiguracija Br.	Injk.-01		Proiz.-01		Proiz.-02		Iskrpak nafte
	I	J	I	J	I	J	
1	16	76	17	71	19	65	0,611 633
2	18	68	17	71	19	65	0,602 792
3	20	62	17	71	19	65	0,603 094
4	15	69	17	71	19	65	0,602 978
5	18	74	17	71	19	65	0,603 783
6	16	76	17	71	19	65	0,611 633
7	16	76	18	68	20	63	0,563 874
8	16	76	17	73	19	67	0,619 683
9	16	76	18	72	20	65	0,605 567

osnovu toga predloženo je da se usvoji slučaj kod kojeg je proizvodnja=500 m³/d.

Tablica 7. Analiza osjetljivosti na kapacitet proizvodnje	
Proizvodnja (m ³ /d)	Iscrpak nafte
300	0,536 295
500	0,6263 04
600	0,625 435
700	0,626 248

4.2.3.2 Iscrpak nafte obzirom na tlak na dnu proizvodnih bušotina

Za ispitivanje utjecaja tlaka na dnu proizvodnih bušotina na učinkovitost iskorištavanja, izabrana su četiri različita slučaja (prikazano u tablici 8.). Općenito, viši tlak na dnu bušotine kao ograničenje kontrole proizvodnje, vodi do više rezidualne nafte u ležištu pa zato smanjuje faktor iscrpka. Optimizacijom ovog faktora izabran je tlak od 25 bara kao optimalan tlak na dnu bušotine. Kod tog tlaka, iscrpak ima maksimalnu vrijednost, kao što je to prikazano na Sl. 6.

Tablica 8. Analiza osjetljivosti iscrpka nafte obzirom na tlak na dnu proizvodne bušotine		
Slučaj	p_{wf} (bar)	Iscrpak ležišta
1	15	0,624 47
2	25	0,626 304
3	30	0,623 864
4	50	0,506 589

4.2.3.1 Analize osjetljivosti na perforirani produktivni interval

Učinkovitost istiskivanja nafte jako ovisi o perforiranom intervalu injekcijskih i proizvodnih bušotina. Budući da se radi raspucanom ležištu taj je sektor simuliran pomoću opcije dvojne poroznosti i dvojne permeabilnosti *ECLIPSE* simulatora. Za opremanje bušotine, mogu se opremiti injekcione i proizvodne bušotine u dijelovima ležišta s matriksom i frakturama. Probe su napravljene pod različitim uvjetima. Kao prvo, opremljene su injekcione bušotine u frakturi i proizvodne bušotine u matriksu, a nakon toga obratno. U trećem slučaju opremljene su obje bušotine, injekciona i proizvodna, u matriksu i na kraju u frakturi. Rezultati ovog dijela simulacije dani su tablici 9. i 10. Kao što se vidi u tablici 9. i 10., opremanje injekcione bušotine u frakturi i proizvodne bušotine u matriksu ima bolju učinkovitost iskorištavanja ležišta. Zbog toga što opremanje injekcionih bušotina u matriksu uzrokuje brzo kretanje utisnutog plina ili fluida prema frakturi što rezultira niskim koeficijentom obuhvata ležišta utisnutim plinom, ali ako se injekcione bušotine opreme u frakturi, utisnuti plin istiskuje nepridobivenu naftu na efikasniji način, a to rezultira boljom prostornom/

volumetrijskom učinkovitošću istiskivanja. Na bazi toga izabrano je opremanje injekcione bušotine u frakturi a proizvodne bušotine u matriksu.

Tablica 9. Iscrpak ležišta prema analizi osjetljivosti polja obzirom na interval opremanja injekcionih bušotina	
Completion intervals	Field oil efficiency
Fraktura 9-12	0,619 218 3
Matriks 2-5	0,619 559 6
Matriks 5-8	0,619 272 6
Fraktura 11-15	0,619 683
Matriks 3-6	0,619 553 7

Tablica 10. Učinkovitost istiskivanja prema analizi osjetljivosti polja obzirom na interval opremanja produktivnih bušotina		
Interval opremanja		Iscrpak nafte
Produkt. bušotina-1	Produkt. bušotina--2	
Matriks 3-6	Matriks 3-6	0,619 683
Matriks 5-8	Matriks 5-8	0,619 673
Fraktura 9-12	Fraktura 9-12	0,579 878
Fraktura 12-15	Fraktura 12-15	0,604 092
Fraktura 12-15	Matriks 3-6	0,614 066

4.2.3.4 Analize osjetljivosti na vrstu opremanja

Analizirane su tri različite vrste opremanja bušotine (vertikalne, horizontalne, koso usmjerene) proizvodnih i injekcionih bušotina. Da bi se to napravilo, prvo je promijenjena vrsta opremanja injekcione bušotine dok je zadržana vrsta opremanja proizvodnih bušotina kao vertikalna. Zatim je promijenjena vrsta opremanja proizvodnih bušotina, kako bi se odredila najbolja vrsta za njih. Vrijednosti iscrpka za različite vrste opremanja injekcionih bušotina dane su u tablici 11. Rezultati pokazuju da nema značajne razlike između iscrpka horizontalnih i vertikalnih bušotina, pa je stoga zbog viših troškova i teškoća horizontalnih bušotina, izabran vertikalni tip injekcionih bušotina.

Tablica 11. Učinkovitost istiskivanja prema analizi osjetljivosti na vrstu opremanja za injekcione bušotine	
Vrsta opremanja bušotine	Iscrpak nafte
Vertikalna	0,619 683
Horizontalna (sloj 12 - I Smjer)	0,619 33
Horizontalna (sloj 12 - J Smjer)	0,619 812 9
Koso usmjer, (slojevi 10-14 - J Smjer)	0,619 764 98

Za proizvodne bušotine, prvo je optimizirana svaka vrsta opremanja a zatim su uspoređeni rezultati, kako bi se odredio najbolji. Kao što je vidljivo iz tablice 12., opremanje horizontalnih bušotina u sloju 6 imati će za posljedicu viši iscrpak.

Tablica 12. Iscrpak nafte prema analizi osjetljivosti na horizontalno opremanje u različitim slojevima za proizvodne bušotine

Broj sloja	Iscrpak nafte
3	0,516 252 3
5	0,613 651 6
6	0,626 304
7	0,340 127 1

Vrijednosti iscrpka za različita koso usmjerena opremanja pokazuju isti rezultat, kao što je to prikazano u tablici 13.

Tablica 13. Iscrpak nafte prema analizi osjetljivosti za usmjereno opremanje u različitim slojevima za proizvodne bušotine

Usmjereno opremanje proizvodnih bušotina	
Opremljeni slojevi	Iscrpak nafte
5-6 u smjeru J	0,625 753
5-6 u smjeru I-J	0,621 417

Na koncu je za proizvodne bušotine izabrano horizontalno opremanje zbog višeg iscrpka nafte u usporedbi s vertikalnim i usmjerenim opremanjem (tablica 14).

Tablica 14. Iscrpak nafte prema analizi osjetljivosti za različite vrste opremanja za proizvodne bušotine

Način opremanja bušotine	Iscrpak nafte
Vertikalno	0,619 683
Horizontalno	0,626 304
Usmjereno	0,625 753

4.3 Optimalni uvjeti injektiranja recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima

Na koncu su kroz ispitivanja u različitim dijelovima ovog rada, predloženi optimalni uvjeti za injektiranje recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima, na tom području. Optimalni broj bušotina je jedna injekciona bušotina (Inj-01) i dvije proizvodne bušotine. Lokacije, intervali opremanja i vrsta opremanja tih bušotina su navedeni u tablici 15. Parametri proizvodnje i injektiranja su dani u tablici 16.

Tablica 15. Lokacija injekcionih i proizvodnih bušotina

Lokacije bušotinas	Injekciona bušotina		Proizvodna bušotina-1		Proizvodna bušotina-2	
	I	J	I	J	I	J
	16	76	17	73	19	67
Intervali opremanja	Fraktura 11-15		Sloj 6		Sloj 6	
Vrsta opremanja bušotine	Vertikalna		Horizontalna		Horizontalna	

Tablica 16. Parametri proizvodnje i injektiranja

Maksimalni pwf injekcione bušotine (bar)	175
Minimalni pwf proizvodnih bušotina (bar)	25
Kapacitet proizvodnje proizvodnih bušotina (m ³ /d)	500
Način kontrole injekcione bušotine	GRUP (stavak 4 u ključnoj riječi WCONINJE)

5. Zaključci

Na osnovi ovog rada mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Injektiranje recikliranog plina pod nemiscibilnim uvjetima može biti dobro sredstvo za program primjene EOR za različite uvjete ležišta.
- Lokacije injekcionih/proizvodnih bušotina su optimizirane pomoću različitih čimbenika kao što su permeabilnost, transmisibilnost, poroznost i raspored zasićenja naftom.
- Nakon analiza osjetljivosti, predložena su dvije proizvodne i jedna injekciona bušotina, kao optimalni broj bušotina za ovo područje ležišta.
- Općenito, za intervale opremanja predlažu se opremanje injekcione bušotine u frakturi i proizvodnih bušotina u matriksu.
- I vertikalna i horizontalna opremanja izabrana su i za injekcione i za proizvodne bušotine na osnovu vrijednosti iscrpka nafte i sagledavanja troškova.
- Utvrđeno je da obrok utiskivanja ima značajan utjecaj na pridobivanje ležišta. Smanjivanjem obroka injektiranog plina, smanjuje se i iscrpak nafte.
- Pokazalo se je da se je iscrpak nafte od 50,70%, ustrojen tijekom prirodnog iskorištavanja ležišta, povećao na oko 62,63% tijekom recikliranja plina.
- Veza između ležišta i lateralna povezanost su važni elementi za prikaz izvedivosti razvoja bilo kojeg plana istiskivanja nafte plinom. Ispitivanje interferencije bušotina mora biti izvedeno između bušotina ležišta, kako bi se utvrdio tlak i povezanost fluida između postojećih bušotina.
- U predočenoj studiji prikazan je imiscibilan proces. Dakle, za otkrivanje miscibilnih uvjeta potrebno je izvesti nekoliko ispitivanja metodom istiskivanja nafte iz cijevi malog promjera.



Autori:

Navab Rostami, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Ghasem Zargar, Petroleum University of Technology, Tehran, Iran

Abdolnabi Hashemi, Petroleum University of Technology, Tehran, Iran

Jamshid Aladaghloo, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

UDK : 553.982: 622.276/.279: 622.24.63: 519.876.2

553.982 ležišta nafte i plina
622.276/.279 pridobivanje nafte i plina, sekundarno
622.24.63 bušotine, povećanje iscrpka ležišta
519.876.2 simulacije, modeliranje