

# Provedivost smanjenja mogućnosti prihvata bušaćih alatki korištenjem nanočestica

A. M. Paiaman i B. D. Al-Anazi

STRUČNI ČLANAK

**U članku je prikazana nova metoda za sprečavanje ili smanjivanje mogućnosti prihvata cijevi u bušotini tijekom izrade naftnih i plinskih bušotina. Ova metoda, primjenjiva na vertikalne i koso umjerene bušotine, uključuje nanočestice u sastavu isplake za bušenje radi smanjivanja debljine isplačne obloge. S manjom debljinom isplačne obloge smanjuje se mogućnost prihvata cijevi. Razmatrani su različiti mehanizmi prihvata cijevi na naftnim poljima Ahwaz i Abb-Taymoor (jugozapadni Iran) te su predložene nove metode za njihovo korištenje tijekom bušenja osjetljivih formacija s obzirom na prihvata cijevi na tim naftnim poljima.**

*Ključne riječi:* prihvata cijevi, isplačna obloga, isplaka za bušenje, nanočestice, trenje

## 1. Uvod

Izrada naftne ili plinske bušotine zahtijeva bušaču kolonu koja se sastoji od cijevi i spojnice za prijenos momenta rotacije s površine, za rotaciju bušačeg dljeta i prijenos težine koja je nužna za bušenje geoloških formacija. Bušač i usmjerivač bušenja usmjeravaju bušotinu podešavanjem momenta rotacije, izvlačenjem i rotiranjem bušaće kolone. Kada se bušača kolona više ne može slobodno pomicati gore, dolje ili rotirati prema potrebi, to znači da je došlo do prihvata bušaće cijevi. Do prihvata može doći tijekom bušenja, spajanja, karotaže ili bilo koje druge operacije pri kojoj se oprema ostavlja u kanalu bušotine.

Do prihvata bušaće kolone najčešće kada se bušača šipka zalijepi za isplačnu oblogu na stijenci kanala bušotine zbog gubitka filtrata na stijenci bušotine ili kada se krhotine probušenih stijena vrata u kanal bušotine u slučaju zaustavljanja cirkulacije isplake za bušenje. Prihvata cijevi je također moguć kada je hidrostatski tlak stupca fluida niži od potrebnog.<sup>5</sup>

Drugim riječima, do prihvata bušaće kolone dolazi kada statična sila potrebna za njezino pomicanje nadilazi mogućnosti bušačeg postrojenja ili vučne sile bušaćih cijevi. Prihvata cijevi može rezultirati lomom dijela bušaće kolone, i gubitkom alata u kanalu bušotine, a to je dodatan gubitak vremena i novca za operaciju instrumentacije, naravno ako operacija uopće uspije.

Kada se radi o prihvatu cijevi, u obzir valja uzeti nekoliko varijabli: porni tlak formacije, sustav isplake te dubinu u odnosu na vrijeme (što je cijev duže u bušotini, to je veća mogućnost prihvata). Posljedice prihvata cijevi vrlo su skupe i uključuju:

- dok se oslobađa cijev, gubi se vrijeme za bušenje;
- produljuje se vrijeme i povećavaju se troškovi instrumentacije (pokušaj izvlačenja slomljenog dijela dubinskoga bušačega sklopa iz kanala bušotine);
- ostavljanje alata u bušotini, ako je njegovo uklanjanje iznimno teško ili skupo.

Slika 1 prikazuje diferencijalni prihvata. Uzmimo da je točka prihvata u dijelu vertikalne bušotine. Sila okomita

na točku prihvata je komponenta težine cijevi i hidrauličke sile koja uzrokuje diferencijalni prihvata.

Stoga je zbog problema koji prate prihvata cijevi učinjeno mnogo pokušaja kako bi se našlo rješenje za problem prihvata cijevi.

## 2. Uzroci prihvata cijevi na naftnim poljima Ahwaz i Abb-Taymoor

Dnevni izvještaji o operacijama bušenja i iskusni bušači potvrđuju da je do većine prihvata bušaćih cijevi na formacijama Asmari, Sarvak i Ilam u Ahwazu na naftnim poljima Abb-Taymoor došlo prilikom izvlačenja alatki iz bušotine, spuštanja alatki u bušotinu ili tijekom bušenja, snimanja i spajanja.<sup>3</sup>

Među spomenutim razlozima prihvata cijevi najgori je slučaj prihvata cijevi tijekom bušenja. Do takvog prihvata dolazi prilikom bušenja u frakturiranim i rasjednutim formacijama. U takvim frakturama dolazi do prihvata bušaćih dljeta ili konusnih žrvnjeva koji se ne mogu pomaknuti, ili je u slučaju diferencijalnog tlaka takav prihvata posljedica diferencijalnog prihvata. Frakturirane formacije ovakvog tipa su Asmari, Sarvak i Ilam.<sup>4</sup>

Opisane prirodne frakture u formacijama Asmari, Sarvak i Ilam nastaju uslijed tektonskih aktivnosti unutar geoloških razdoblja (nakon dijageneze do sadašnjeg vremena) Takvi se sistemi često mogu pronaći u blizini rasjeda. Stijene u blizini rasjeda mogu biti razlomljene u velike ili male dijelove. Ako su razlomljene, mogu pasti u kanal bušotine i dovesti do prihvata kolone u bušotini. Čak i ako su dijelovi međusobno povezani, udari dubinskog bušačega sklopa radi vibracija bušaće kolone mogu prouzročiti pad dijelova stijene u kanal bušotine.

## 3. Diskusija

Razmotrimo problem prihvata cijevi s mehaničkog stajališta. Kao što je prikazano na slici 2, određene sile djeluju na kolonu bušaćih alatki, koja je prihvaćena u kanalu bušotine.

Simboli na slici predstavljaju:

T: vlačne sile koje djeluju na bušaču cijev  
 S: bočnu silu  
 B: prividnu težinu elementa u isplaci za bušenje

Poznato je da će kod dvije površine u kontaktu, kada između njih djeluje okomita bočna sila, svaki pokušaj pomicanja jedne površine s obzirom na drugu rezultirati silom trenja koja pruža otpor pomicanju. U slučaju kada je bušača kolona naslonjena na kanal bušotine, postoji kontakt između isplačne obloge na kanalu bušotine i vanjske površine bušače kolone.

Veća dodirna površina između bušače kolone i isplačne obloge uzrokuje veću silu trenja, koja pruža otpor pomicanju i više teškoća pri oslobađanju prihvaćene kolone.

Kako bi se smanjilo trenje koje otežava pokretanje, mogu se učiniti dvije stvari:

- smanjiti vanjske površine kolone, a to zahtijeva upotrebu spiralnih teških šipki koje imaju manju vanjsku površinu, što je u određenoj mjeri korisno
- smanjiti debljinu isplačne obloge (što nam je cilj u ovom članku)

Poznato je da prisutnost uobičajenih materijala u isplaci može povećati viskoznost i težinu isplake.<sup>2</sup> Velika težina isplake može dovesti do oštećenja podzemne formacije, začepjenja proizvodnih zona, eroziju kanala bušotine, smanjenja brzine bušenja, kvarove na cijevi, prihvata cijevi i gubitka cirkulacije isplake. (Ford i suradnici, 1990, Amoco, 1996, BHI, 1998, Reid i suradnici, 2000 i Njobuenwu i Nna, 2005). Kako bi se smanjila mogućnost prihvata cijevi, treba se koristiti novim materijalima koji neće znatno povećati viskoznost

**Tablica 1. Prosječna veličina čestica čađe<sup>4</sup>**

Stadiji formiranja čađe	Početne čestice	Početni agregati
Predviđeni promjer	30 nanometara	150-500 nanometara

i težinu isplake. Kako je i spomenuto, to povećanje viskoznosti i težine isplake može prouzročiti probleme, od kojih je jedan i prihvat cijevi.

Da bi se smanjila mogućnost prihvata cijevi, mi predlažemo korištenje nanočestica u isplaci za bušenje, što mijenja nekoliko svojstava isplake. Te nanočestice su čestice čađe, koje se dodaju bušačkoj isplaci radi određenih funkcija.

Specifična težina (relativna gustoća) čađe u pravilu je od 1,9 do 2,1 (voda=1).<sup>6</sup> Kao što je prikazano u tablici 1, predviđeni početni promjer čestica čađe je oko 30 nanometara, a nakon agregacije ta će vrijednost iznositi od 150 do 500 nanometara.<sup>1</sup>

Prednost čađe, koja sadrži nanometarske čestice jest u stvaranju kontinuirane i integrirane isplačne obloge (što znači da je isplačna obloga niske propusnosti). Na taj način, kod integrirane isplačne obloge niske propusnosti, imamo i manju količinu filtrata, a gustoća isplačne obloge manja je od uobičajene.<sup>1</sup>

Kao što je spomenuto, prisustvo čestica čađe smanjuje debljinu isplačne obloge. Ravnomjerna raspodjela pojedinih veličina čestica pridonosi boljoj zbijenosti medija koji je ograničavao otjecanje filtrata iz isplake za bušenje.

Tablice 2 i 3 prikazuju eksperimentalne podatke bitne za primjenu nanočestica (u ovom slučaju čađe) u isplaci za bušenje. Važno je napomenuti da čestice čađe zadržavaju termičku stabilnost do 1 649 °C (3 000 °F).

Prema tablicama 2 i 3 razmatrana su svojstva debljine isplačne obloge i reološka svojstva isplake kod različitih temperatura i tlakova. Možemo uočiti da je dodavanje 1,62 kg/l (13,5 ppg pounds per gallon) čađe isplaci na bazi vode smanjilo debljinu isplačne obloge. Porastom temperature i tlaka smanjenje debljine se povećalo. Eksperimentalni podaci također pokazuju smanjenje viskoznosti isplake i smanjivanja naprezanja pri pokretanju isplake.

#### 4. Rezultati i zaključak

Korištenje nanočestica u isplaci za bušenje, što je grana nanotehnologije, ima nekoliko prednosti. Čađa je raspo-

**Tablica 2. Djelovanje nanočestica na smanjivanje debljine isplačne obloge<sup>4</sup>**

Tlak i temperatura	Debljina isplačne obloge	Dodatak 2% čađe isplaci	Postotak poboljšanja
6,89 bar, 27 °C (100 psi, 80 °F)	3,18 mm (4/32 in.)	2,38 mm (3/32 in.)	25%
34,47 bar, 148,9 °C (500 psi, 300 °F)	8,73 mm (11/32 in.)	6,35 mm (8/32 in.)	27%

**Tablica 3. Djelovanje nanočestica na smanjivanje viskoznosti isplake i naprezanja pri pokretanju isplake<sup>2</sup>**

Slučajevi prilikom ispitivanja	Početna isplaka 37,78 °C (100 °F)	Dodatak 2% čađe isplaci	Početna isplaka 135,00 °C (275 °F)	Dodatak 2% čađe isplaci
Plastični viskozitet, cP	0,032 Pa·s	0,032 Pa·s	0,038 Pa·s	0,023 Pa·s
Naprezanje pri pokretanju isplake, 4 795 Pa, (100lb/sq ft)	7	5	10	3

loživ i dostupan nanonmaterijal koji se proizvodi u Iranu. Pokušaji primjene čestica čađe u isplaci za bušanje pokazali su korisne rezultate. Glavna prednost, opisana u ovome članku, jest smanjenje debljine isplačne obloge. Manja debljina isplačne obloge će dovesti do manje vjerojatnosti prihvata cijevi. Razmotreni su i razlozi prihvata cijevi u osjetljivim formacijama naftnih polja Ahwaz i Abb-Taymoor i zaključeno je da su naši prijedlozi učinkoviti i korisni za primjenu u naftnoj industriji Irana u cilju smanjivanja mogućnosti prihvata cijevi tijekom bušenja, te smanjivanja troškova i vremena bušenja.

### Popis oznaka

T: *vlačne sile koje djeluju na bušaću cijev*

S: *bočna sila*

B: *prividna težina elementa u isplaci za bušenje*



Autori:

**Abouzar Mirzaei Paiaman**, Sharif University of Technology, Iran  
Mirzaei1986@Gmail.com

**Bandar Duraya Al-Anazi**, King Abdulaziz City for Science & Technology,  
Saudi Arabia, Bandar.alanazi@gmail.com

UDK: 553.982 : 622.24.063.5 : 622.276/.279 (55)

553.982      ležište nafte i plina  
622.24.63.5    rudarstvo , bušotine, iscrpljivanje ležišta  
622.276/.279    proizvodnja , pridobivanje nafte i plina  
(55)              IRAN