Ispitivanja i mjerenja u bušotinama opremljenim plinskim liftom

Oberoi Dražić, Arya Olga

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:157991

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Preddiplomski studij naftnog rudarstva

ISPITIVANJA I MJERENJA U BUŠOTINAMA OPREMLJENIM PLINSKIM LIFTOM

Završni rad

Arya Olga Oberoi Dražić

N-4153

Zagreb, 2020.

Sveučilište u Zagrebu Završni rad

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

ISPITIVANJA I MJERENJA U BUŠOTINAMA OPREMLJENIM PLINSKIM LIFTOM

ARYA OLGA OBEROI DRAŽIĆ

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Jedna od najčešćih mehaničkih metoda iskorištavanja raspoložive energije ležišta je podizanje fluida plinskim liftom. U većini slučajeva plinski lift je, s obzirom na svojstva ležišta i na davanje bušotine, najracionalnije rješenje, budući da se njegovom primjenom postižu uvjeti bliski onim pri eruptiranju bušotine. Za proces proizvodnje od izrazite su važnosti procesi ispitivanja uvjeta u bušotini i izvođenje mjerenja ključnih parametara (tlak, temperatura, protok, razina fluida) koji se primjenjuju od samog početka puštanja bušotine u rad, u svrhu optimizacije ili održavanja pravilnog crpljenja bušotine. Kao rezultat ispitivanja i mjerenja koriste se dijagrami dobiveni mjernim instrumentima.

Ključne riječi: plinski lift, mjerni pretvornik tlaka, mjerni pretvornik temperature, mjerni pretvornik protoka

Završni rad sadrži: 35 stranica, 17 slika i 6 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Vladislav Brkić , docent RGNF-a

Ocjenjivači: : 1. Dr.sc. Vladislav Brkić, docent RGNF-a

2. Dr. sc. Sonja Koščak Kolin, docentica RGNF-a

3. Dr.sc. Lidia Hrnčević, izv. prof. RGNF-a

Datum obrane: 17. srpnja 2020., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

SADRŽAJ

POPIS SLIKA ..... **I**

POPIS OZNAKA I PRIPADAJUĆIH SI JEDINICA ..... **II**

1. UVOD **1**

2. ISPITIVANJA I MJERENJA U BUŠOTINAMA OPREMLJENIM PLINSKIM LIFTOM **3**

2.1. Mjerenja dinamičkog tlaka u bušotini **3**

2.1.1. Mjerenje u bušotinama s neprekidnim plinskim liftom *3*

2.1.2. Mjerenje u bušotinama s povremenim plinski liftom *6*

2.2. Mjerenje temperature pri radu podizanja kapljevine plinskim liftom **8**

2.3. Mjerenje razine kapljevine u bušotini pri dinamičkim i statičkim uvjetima **10**

2.4. Mjerenje tlakova na ušću prstenastog prostora **12**

2.5. Mjerenje utisnutih i ukupno pridobivenih količina plina **18**

2.5.1. Izračunavanje količina plina potrebnih za utiskivanje uz poznati tlak utiskivanja kod *21*

3. ZAKLJUČAK **26**

4. POPIS LITERATURE **27**

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Krivulja gradijenta tlaka u bušotini opremljenoj neprekidnim plinskim liftom 4
Slika 2-2. Krivulja gradijenta tlaka u bušotini opremljenoj neprekidnim plinskim liftom (sa oštećenim tubingom)..... 5
Slika 2-3. Dijagram ovisnosti tlaka o vremenu u povremenoj liftiranoj bušotini..... 8
Slika 2-4. Krivulja gradijenta temperature u bušotini opremljenoj plinskim liftom..... 9
Slika 2-5. Krivulja gradijenta temperature snimljena u bušotini s visokom proizvodnošću 9
Slika 2-6. Shematski prikaz mjerenja sa zvučnom metodom.....11
Slika 2-7. Grafički prikaz dobivenih mjerenjem zvučnom metodom.....11
Slika 2-8. Shema ušća bušotine s registrirajućim manometrom.....12
Slika 2-9. Registrirajući manometar na bušotini X u Hrvatskoj.....13
Slika 2-10. Dijagram registriranih tlakova na tubinga (Ptu) i prstenastom prostoru (Pu) pri radu plinskog lifta sa neprekidnim podizanjem kapljevine 14
Slika 2-11. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (P_{tu}) i ušću prstenastog prostora (P_u) pri radu povremenog podizanja kapljevine.. 15
Slika 2-12. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (P_{tu}) i ušću prstenastog prostora (P_u) 16
Slika 2-13. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (Ptu) i ušću prstenastog prostora (Pu) pri malom remenskom razdoblju između dva ciklusa utiskivanja plina 17
Slika 2-14. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (Ptu) i ušću prstenastog prostora (Pu) pri neustaljenom protoku kod neprekidnog podizanja kapljevine 18
Slika 2-15. Mjerni čvor s regulatorom dovoda plina ugrađenim iza oštrobridne prirubnice 19
Slika 2-16. Mjerni čvor s regulatorom dovoda plina ugrađenim iza oštrobridne sapnice.....20
Slika 2-17. Prikaz krivulja gradijenta tlaka.....22

POPIS OZNAKA I PRIPADAJUĆIH SI JEDINICA

Oznaka	Jedinica	Opis
B_o	m^3/m^3	volumni faktor nafte
B_w	m^3/m^3	volumni faktor vode
d_1	mm	unutrašnji promjer zaštitnih cijevi
d_t	mm	unutrašnji promjer uzlaznih cijevi (*engl. tubing*)
d_s	mm	promjer otvora sapnice
g	m/s^2	ubrzanje sile teže, gravitacija
G_d	bar/m	gradijent tlaka stupca kapljevine za vrijeme njezina pritjecanja iz ležišta u tubing
GLR	m^3/m^3	plinski faktor - odnos plina i kapljevine
GOR	m^3/m^3	plinski faktor - odnos plina i nafte
H	m	visina u odnosu na izabranu ravninu
h_1	%	postotak tubinga koji je pod fluidom (10-15%)
ID	m^3/dan	izdašnost (davanje) bušotine
J	m^3/dan/bar	indeks proizvodnosti
L_c	m	dužina cjevovoda
L_u	m	dubina točke utiskivanja plina
L_v	m	dubina ugradnje ventila za podizanje kapljevine plinskim liftom
M_s	kg/m^3	masa smjese plina i kapljevine (voda + nafta), obračunata na 1 m^3 nafte u spremniku (rezervoaru)
Q_k	m^3	količina kapljevine (voda + nafta)
Q_o	m^3	količina nafte

Q_w	m^3	količina vode
Q_g	m^3	količina plina
Q_{g1}	m^3	količina plina stlačena u prstenastom prostoru kod tlaka otvaranja ventila (P_{ov})
Q_{g2}	m^3	količina plina stlačena u prstenastom prostoru kod tlaka zatvaranja ventila (P_{zv})
q_g	m^3/bar	specifični utrošak plina za podizanje kapljevine
P_1	bar	apsolutni tlak na početku cjevovoda, apsolutni tlak ispred sapnice
P_2	bar	apsolutni tlak na kraju cjevovoda, apsolutni tlak iza sapnice
Δp	bar	smanjenje tlaka pri protjecanju u okomitim i vodoravno položenim cijevima
P_a	1,0332 bar	apsolutni tlak
P_d	bar	dinamički tlak na dnu bušotine
P_{os}	bar	tlak otvaranja ventila pri standardnim uvjetima
P_{ov}	bar	tlak otvaranja ventila na razini njegove ugradnje
$\overline{Pov}$	bar	srednji tlak u prstenastom prostoru u trenutku kad se ventil otvori
P_s	bar	statički ili ležišni tlak na dnu bušotine
P_{tu}	bar	tlak mjeren na tubingu; dinamički tlak na ušću
$\overline{Pt}$	bar	srednji apsolutni tlak na tubingu
P_u	bar	tlak utiskivanja plina, mjeren na površini
P_{zv}	bar	tlak zatvaranja ventila, mjeren na razini njegove ugradnje

$\overline{Pzv}$	bar	srednji tlak u bušotini u trenutku zatvaranja ventila
R_s	m^3/m^3	količina plina otopljenog u nafti
R_p	m^3/bar	plinski faktor kod tlaka 1,033 bar
T	ºK	temperatura
$\overline{T}$	ºK	prosječna temperatura
T_a	ºK	apsolutna temperatura, pri standardnim uvjetima = 288,8 ºK
T_{us}	ºK	temperatura plina na usisinoj strani kompresora
$V_{g\text{-}o}$	m^3/m^3 nafte	obujam plina otopljenog u nafti pri tlaku mjerenom na sredini udaljenosti od točke utiskivanja plina do ušća bušotine sveden na tlak 1,033 bar
V_{ks}	m^3	obujam kapljevine dobivene na površini
V_{pp}	m^3	obujam prstenastog prostora
V_{sp}	m^3	obujam početnog stupca kapljevine
V_t	m^3	obujam unutar tubinga
V'_w	%	volumni sadržaj vode u dobivenoj kapljevini
WOR	m^3/m^3	odnos količina vode i nafte
Z	−	popravni faktor za odstupanja plinova od zakona idealnih plinova (faktor kompresibilnosti)
$\overline{Z}$	−	srednji popravni faktor za odstupanje plinova od zakona idealnih plinova
γ_g	−	relativna specifična težina plina (zrak = 1,00)
γ_k	−	relativna gustoća kapljevine (voda + nafta)
γ_o	−	relativna gustoća nafte
γ_w	−	relativna specifična težina vode

α	0,5 – 0,96 m^3/m^3	koeficijent topivosti plina u nafti kod tlaka 1 bar

1. UVOD

Potražnja za naftom i plinom, kao strateškim energentima, ovisi o brojnim čimbenicima, kao što su geopolitička situacija te tržišno kretanje ponude i potražnje, što uvjetuje cijenu i troškove istraživanja i proizvodnje. Zbog potrebe za visokom produktivnošću te zbog uvjeta rada u bušotinama, bušotinu je potrebno kvalitetno opremiti bušotinu, te osigurati pouzdanost i trajnost ugrađene opreme uz što manji pad ležišnog tlaka. Ležišni tlak se crpljenjem smanjuje, s vremenom depresija na dno bušotine nije dovoljna da fluid svojim protokom savlada hidrauličke otpore u okomitim i vodoravno položnim cijevima (uzlaznim proizvodnim cijevima (*engl. tubing*) i priključnim cjevovodima). Nafta iz bušotina eruptira samo u početnoj fazi iskorištavanja ležišta, dok je tlak na dnu bušotine dovoljno visok da podigne kapljevinu do ušća bušotine. Kad se ležišni tlak smanji do te mjere da se ne može produljiti eruptivni vijek bušotine, nužno je primijeniti jednu od mehaničkih metoda podizanja kapljevine od dna bušotine do ušća. Izbor metode mehaničkog podizanja ležišnog fluida ovisi o uvjetima u bušotini, te o troškovima podizanja koje uvjetuje pojedina mehanička metoda. U većini slučajeva metoda plinskog lifta je, s obzirom na svojstva ležišta i ležišnog fluida te davanje bušotine, najracionalnije rješenje, budući da se njegovom primjenom postižu uvjeti bliski onima pri eruptiranju bušotine, pogotovo primjenom neprekidnog plinskog lifta. Razmatranje primjene metode plinskog lifta je od primarnog značaja prilikom projektiranja promjera proizvodnih cijevi; što se više očituje kod projektiranja odobalne proizvodnje fluida jer se dubinska oprema za plinski lift ugrađuje u početnoj fazi opremanja te se u ovom radu neće spominjati.

Plinski lift je mehanička metoda podizanja kapljevine, koja iz vanjskog izvora utiskuje stlačeni plin u prstenasti prostor bušotine. Rad podizanja kapljevine plinskim liftom podijeljen je prema sustavu utiskivanja plina iz prstenastog prostora u tubing, te može biti neprekidan (kontinuirani) lift i povremeni lift. Osnovni čimbenici o kojima ovisi primjena jedne od navedenih vrsta lifta jesu: vrijednost statičkog tlaka na dnu bušotine (P_s), indeks proizvodnosti bušotine (J), te raspoloživi tlak za utiskivanje plina (P_u). Podizanje kapljevine plinskim lift primjenjiv je u bušotinama koje pri proizvodnji imaju značajan dotok pijeska, prisutnost visokih volumnih faktora nafte (B_o) i volumnih faktora plina (B_g). Neki od nedostataka metode plinskog lifta su dostupnost i količina plina za injektiranje,

bilo iz ležišta, bilo da je potreban vanjski izvor plina. Za utiskivanje plina koriste se kompresori koji na platformama mogu zauzimati značajan prostor.

Kako je cilj metode plinskog lista, smanjivanje dinamičkog tlaka na dnu bušotine (p_d), svaki dio opreme kojitome ne pridonosi, treba se uzet u razmatranje prilikom projektriranja plinskog lifta.

Prilikom rada bušotine, potrebno je prikupiti i analizirati proizvodne podatke koji pokazuju stvarno stanje ležišta. Provođenjem mjerenja i ispitivanja unutar kanala bušotine i analiziranjem rezultata, ciljano se usklađuje iskorištavanje bušotine u svrhu optimizacije i ekonomične primjene metode podizanja kapljevine plinskim liftom. Za tu svrhu u ovom radu bit će razrađene metode za izvođenje sljedećih mjerenja:

1) Mjerenje dinamičkog tlaka u bušotini;
2) Mjerenje temperature pri podizanju kapljevine plinskim liftom;
3) Mjerenje razine kapljevine u bušotini pri dinamičkim i statičkim uvjetima;
4) Mjerenje tlakova na ušću kanala bušotine (*engl. casingu*) i u uzlaznim proizvodnim cijevima (*engl. tubing*);
5) Mjerenje utisnutih i ukupno pridobivenih količina plina.

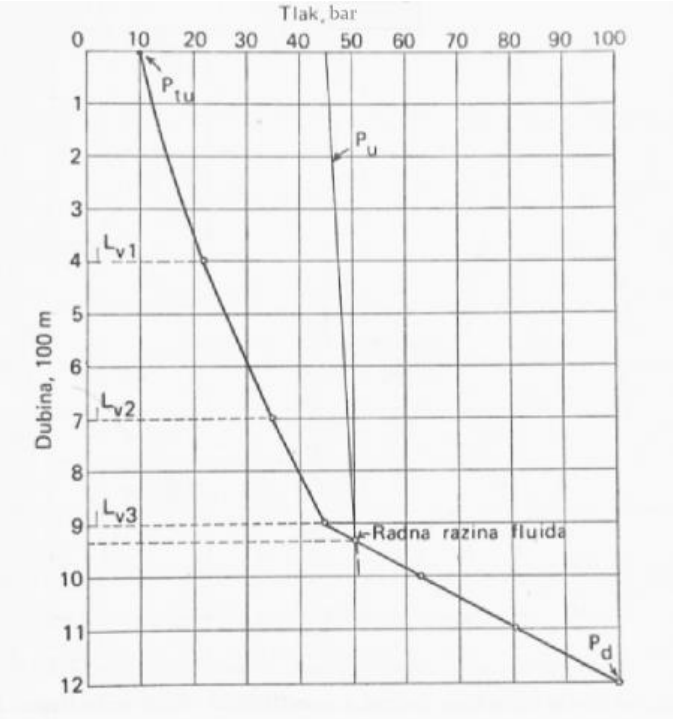
2. ISPITIVANJA I MJERENJA U BUŠOTINAMA OPREMLJENIM PLINSKIM LIFTOM

2.1. Mjerenja dinamičkog tlaka u bušotini

Dubinski mjerni pretvornici tlaka u praksi su se prikazali kao najpouzdaniji te su u najvećoj primjeni. Mjerenje dinamičkog tlaka u kanalu bušotine prikazat će točnu razinu na kojoj se nalazi radni ventil, mjesto propuštanja na tubingu kao nepravilnost u radu, te će odrediti gradijent dinamičkog tlaka iznad i ispod točke utiskivanja plina kao i dinamički tlak na dnu bušotine. Za mjerenje dinamičkog tlaka u bušotini, koristi se konvencionalni mehanički instrument – manometar, poznat pod nazivom amerada. Princip rada dubinskog manometra u okviru mjerenja tlaka zasniva se na mjerenju razlike tlaka na površini i tlaka u bušotini. Dio manometra kojim očitavamo tlak, mijeh, izložen je tlaku u bušotini, a dio manometra koji registrira taj tlak nalazi se na površini. U sklop dubinskog manometra ugrađen je i termometar za istovremenu registraciju temperature u bušotini. Instrument za dubinsko mjerenja tlaka spušta se u tubing tako da se na prirubnicu kolone, koja se nalazi na erupcijskom uređaju na površini, montira lubrikator u koji se stavlja instrument na žici te se pristupa spuštanju, odnosno izvlačenju, motornim bubnjem za odmatanje, odnosno za namatanje žice. (Zelić, 1977.)

2.1.1. Mjerenje u bušotinama opremljenim plinskim liftom z neprekidno podizanje kapljevine

1) Mjerenje dinamičkog tlaka može se izvoditi na dva načina, ispod svakog ugrađenog dubinskog ventila za plinski lift ili na svakih 100 do 200 m dubine. Dobiveni podaci u konačnici daju izgled krivulje gradijenta dinamičkog tlaka iznad i ispod točke utiskivanja plina, rezultantna krivulja slična je onoj na slici 2.1. (Zelić, 1977.)



Slika 2-1. Krivulja gradijenta tlaka u neprekidno liftiranoj bušotini (Zelić, 1977.).

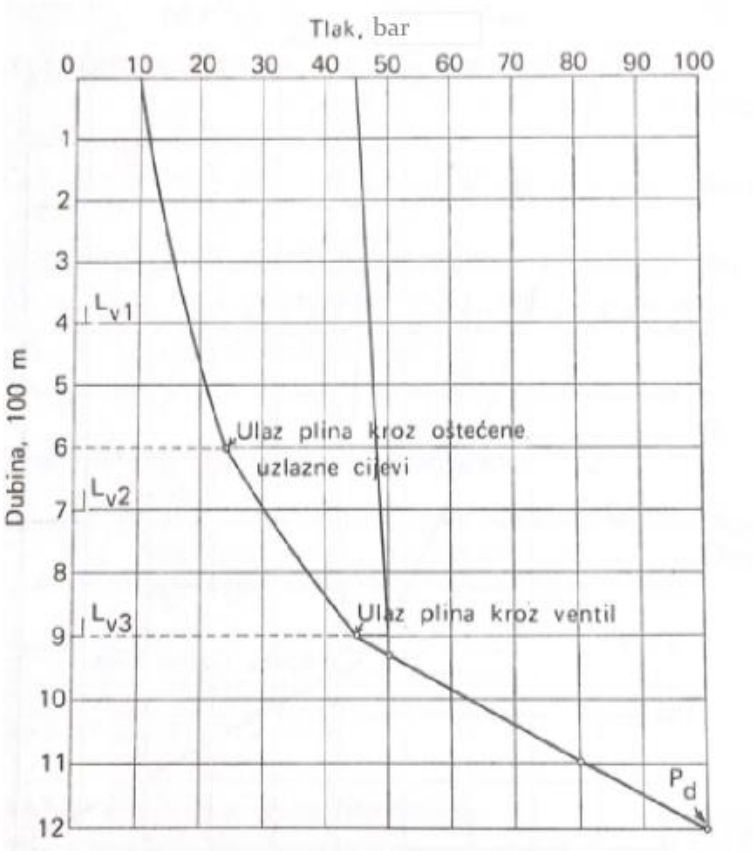
2) Usporednim analiziranjem snimljene krivulje gradijenta dinamičkog taka iznad i ispod točke utiskivanja plina s izrađenim tipskim krivuljama gradijenta, moguće je utvrditi približne veličine ukupnog (izlaznog) plinskog faktora (*GLR*) i ležišnog plinskog faktora ispod točke utiskivanja (R_p). (Zelić, 1977.)

3) Kad su poznate veličine gradijenta dinamičkog tlaka iznad i ispod radnog ventila, izračunom se dobije dinamički tlak na dnu bušotine.

4) Veličina ležišnog (statičkog) tlaka bušotine (P_s) dobit će se mirovanjem dubinskog manometra, određeno vremensko razdoblje, na dnu bušotine koja je pritom na ušću zatvorena.

   Poznavajući količinu kapljevine koju je bušotina davala za vrijeme iskorištavanja, moguće je dobit vrijednost indeksa proizvodnosti bušotine (*J*).

5) Iz dobivene krivulje gradijenta dinamičkog tlaka iznad točke utiskivanja plina, može se utvrditi oštećenje tubinga (odnosno propuštanje plina iz prstenastog prostora kroz tubing iznad točke utiskivanja). Nepravilnost u radu manifestirat će se smanjenjem gradijenta tlaka, na krivulji će to biti vidljivo kao povećanje nagiba pravca prema osi apscisa, kao što je prikazana krivulja na slici 2.2.



Slika 2-2. Krivulja gradijenta tlaka u neprekidno liftiranoj bušotini (Zelić, 1977.)

2.1.2. Mjerenje u bušotinama opremljenim plinskim liftom za povremeno podizanje kapljevine

Stupac kapljevine koji se podiže u ciklusima, može izbaciti dubinski manometar, ameradu, iz tubinga na površinu. To se sprječava se tako da se prije spuštanja dubinskog manometra u bušotinu, onemogući dovod plina u prstenasti prostor, te se dubinski manometar (amerada) u bušotinu spušta najmanje 10 do 15 metara ispod radnog ventila. Slijedom navedenog, regulator dovoda plina, za prvi ciklus utiskivanja, vremenski se podesi na nešto dulje razdoblje utiskivanja (od uobičajenog radoblja između utiskivanja korištenog za iskorištavanje bušotine). Ostali ciklusi utiskivanja podešavaju se na ustaljeno utiskivanje plina. Ako se u bušotini nalaze ventili za plinski lift koji ne rade po principu manipuliranja s površine, dubinski manometar je u tom slučaju dozvoljeno spuštati jedino pod uvjetom da je tlak u prstenastom prostoru izjednačen s tlakom u uzlaznim cijevima. Takvo stanje drži zatvorenim radni ventil za plinski lift (Zelić, 1977.). Mjerenjem tlaka u bušotinama opremljenim plinskim liftom sa povremenim načinom rada, može se doći do podataka kao što su količina fluida koja se podiže kanalom bušotine u jednom ciklusu podizanja, te se nastavno na to može odrediti minimalni potrebni tlak koji treba održavati u tubingu između dva ciklusa podizanja. Poznavajući razinu na kojoj se nalazi radni ventil, proračunava se prosječna vrijednost dinamičkog tlaka na dnu bušotine. Količina fluida u jednom proizvodnom obroku izračunat će se na način da se amerada spustiti u kanal bušotine iznad radnog ventila, početna varijabla u proračunu je tlak koji se očitava na toj razini kao tlak pri kojem se taj fluid podiže. Uzimajući u obzir pad tlaka unutar tubinga i ležišni volumni faktor, konačna količina fluida u proizvodnom obroku koji dospije na površinu može se izmjeriti na način da se napravi usporedba količine fluida u spremniku koji se nalazi površini s volumenom koji je proračunat iz tlaka koji se izmjerio na ameradi iznad radnog ventila (gledajući uvjete koji vladaju u spremniku) (Brown, 1980.)

Što se dubinski manometar duže zadrži ispod radnog ventila za plinski lift u svrhu snimanja nekoliko ciklusa podizanja, to će iduće stavke biti to vjerodostojnije (Zelić, 1977.):

1) Visina početnog stupca kapljevine u uzlaznim cijevima iznad radnog ventila za plinski lift neposredno prije utiskivanja plina iz prstenastog prostora uzlazni niz.

2) Minimalni tlak stupca kapljevine i stupca plina u uzlaznim cijevima na razini ventila nakon završetka ciklusa.

3) Obujam kapljevine skupljene zbog njezinog povratnog slijevanja tijekom ciklusa. On se može izračunati iz mjerenih tlakova.

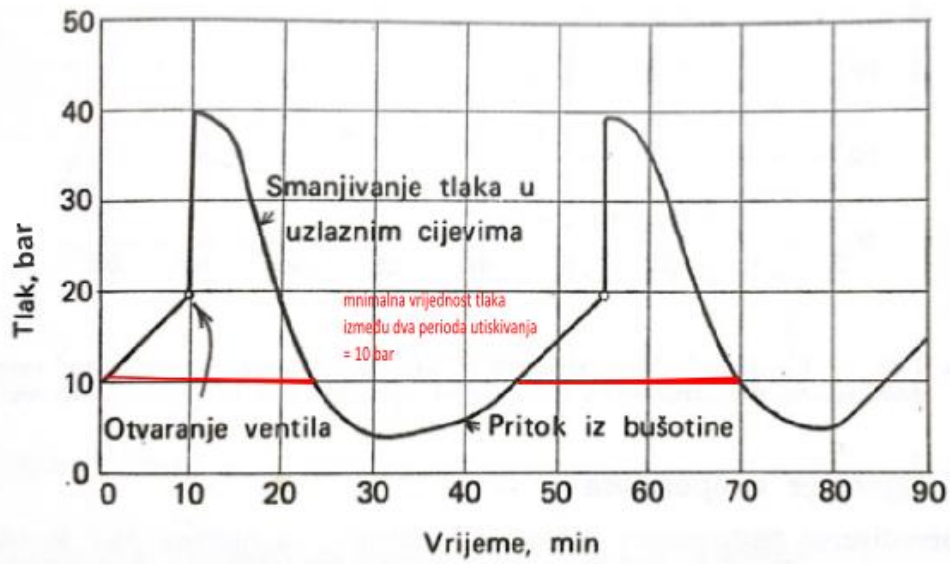
   Uzme li se da je obujam početnog stupca jednak (Zelić, 1977.):

$$V_{sp} = \left(\frac{Pov - Ptu}{Gd}\right) \cdot Vt \tag{2-1.}$$

   tada je postotak kapljevine koja se skupi zbog povratnog slijevanja (*engl. fall-back*) jednak (Zelić, 1977.):

$$V_{fb} = \left(\frac{Vsp - Vks}{Vsp}\right) \cdot 100 \tag{2-2.}$$

Na slici 2-3. dan je primjer krivulje tlaka u tubingu za vrijeme rada bušotine opremljene povremenim plinskim liftom. Slučaj kad se s ameradom izvodi mjerenje ispod radnog ventila.

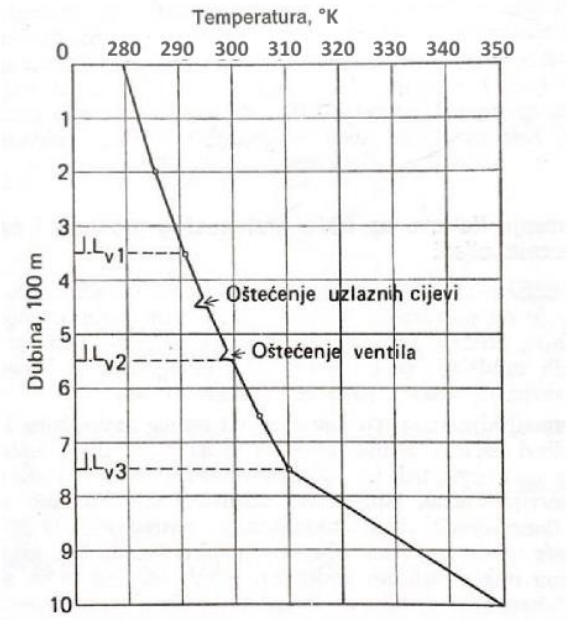


Slika 2-3. Dijagram ovisnosti tlaka o vremenu u povremenoj liftiranoj bušotini (Zelić, 1977.)

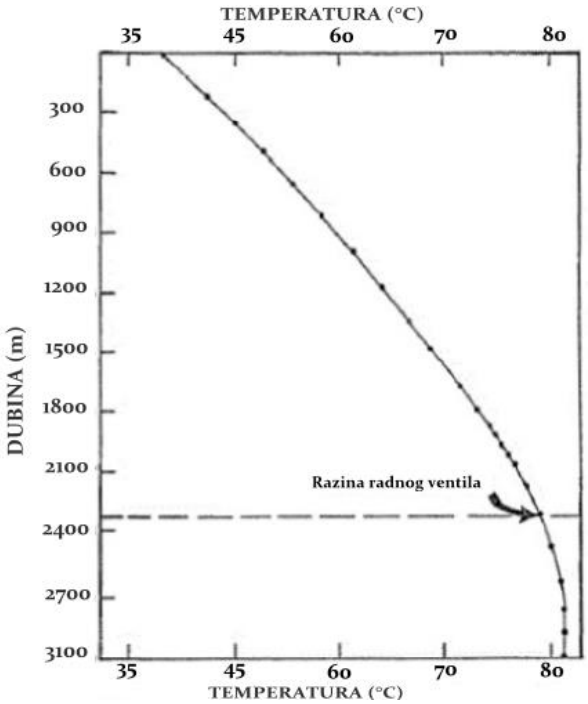
2.2. Mjerenje temperature pri radu podizanja kapljevine plinskim liftom

Veliki broj mjerenih parametara u bušotini ovisi o temperaturi. Za utvrđivanje temperature u kanalu bušotine koristi se termometar – amerada. To je ustvari dubinski manometar amerada, sa svim svojim elementima gdje je element za mjerenje tlaka zamijenjen elementom za mjerenje temperature. Uobičajno je da se pri dinamičkim uvjetima izvodi paralelno mjerenje tlaka i temperature. Temperatura u kanalu bušotine raste linearno s porastom dubine. Bilokakvo odstupanje pokazatelj je oštećenja tubinga ili mjesto na kojem se nalazi dubinski radni ventil za plinski lift (Zelić, 1977.). Mjerenjem se dobivaju podaci koji sastavljaju krivulju protočnog gradijenta temperature. Na mjestu gdje plin iz prstenastog prostora ulazi u tubing, dolazi do smanjenja temperature od uobičajene geotermalne temperature na određenoj dubini. Razlog tome je što utokom plina u uzlaznu kolonu, plin ekspandira (volumen plina se povećava) što izaziva smanjenje temperature. U termodinamici ta promjena zasniva se na izoentalpičnoj ekspanziji, poznatije kao Joule-Thompsonov efekt. Na prikazanom dijagramu gradijenta temperature (Slika 2-4.) to se prepoznaje u dijelu gdje se povećava nagib krivulje.

Efekt hlađenja plina (Joule-Thompsonov efekt) teže se prepoznaje u bušotinama sa visokom proizvodnošću (Slika 2-5.)



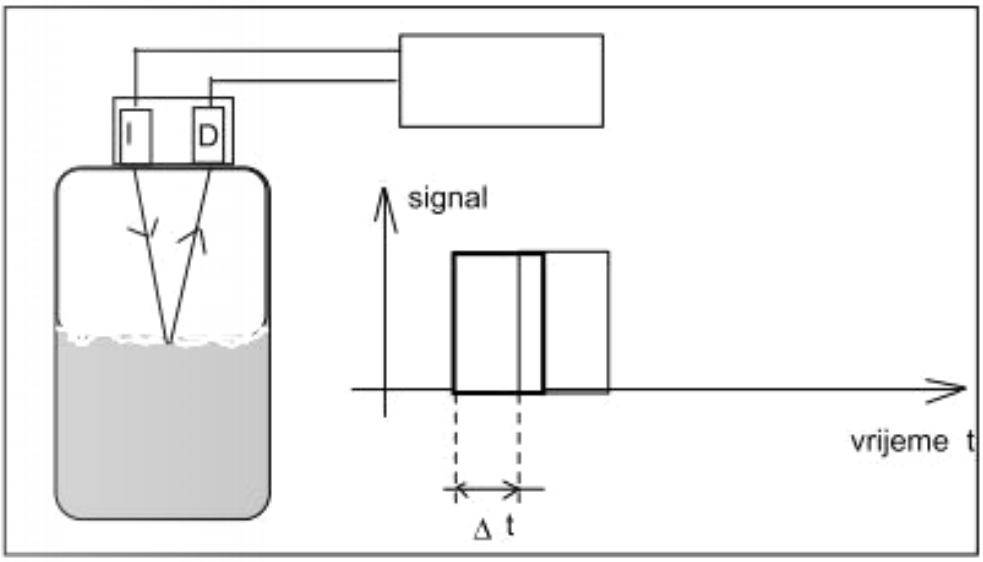
Slika 2-4. Krivulja gradijenta temperature u bušotini opremljenoj plinskim liftom (Zelić, 1977.)



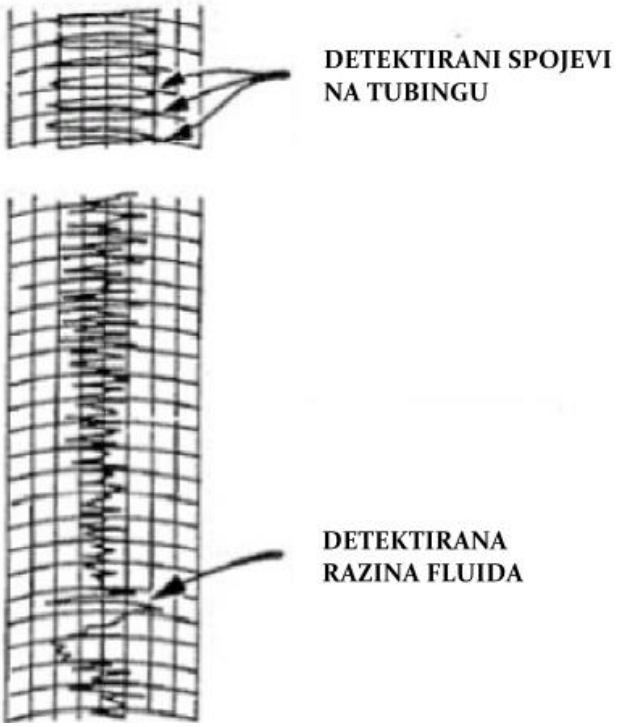
Slika 2-5. Krivulja gradijenta temperature u bušotini s visokom proizvodnošću opremljenom plinskim liftom (Brown, 1980.)

2.3. Mjerenje razine kapljevine u bušotini pri dinamičkim i statičkim uvjetima

Mjerenje razine kapljevine izvodi se uređajima koji rade po principu zvučne metode (mjerni uređaj sonolog). Akustična metoda mjerenja razine kapljevine unutar tubinga je dobro prilagođena za slučaj bušotina opremljenim kontinuiranim plinskim liftom bez pakere. Kod bušotina opremljenim sa povremenim plinskim liftom može služiti i kao provjera je li se radni ventil nalazi na projektiranoj razini. Mjerni signal je razlika u vremenu između impulsa emitiranog iz izvora – mehanički ili elektronički detonator sa eksplozivnim punjenjem priključen na ušće prstenastog prostora; i signala koji se vraća u detektor nakon refleksije od površine kapljevine u kanalu bušotine. Zvučni val se širi tubingom te se odbija od svaku prepreku na koju pritom naiđe, sve do površine kapljevine unutar tubinga. Prepreke su, u ovom slučaju, spojnice na tubingu i ventili za plinski lift. Vrijeme povratka reflektiranog signala proporcionalno je udaljenosti površine kapljevine do detektora koji se nalazi na površini. Na površini u sklopu uređaja za prepoznavanje povratnog signala montirano je tzv. pero koje kao rezultat mjerenja, na registracijskoj vrpci, ispisuje krivulju. Nakon što se utvrdi vrijeme širenja zvučnog vala, te duljina razmaka šiljaka izbrojenih na krivulji, moguće je odrediti razinu kapljevine ili položaj svakog ugrađenog ventila. Mjerni signal ne ovisi o uvjetima u bušotini kao što su tlak i temperatura ili promjena sastava kapljevine. Na slici 2-6. vidljivo je načelo rada sonologa koje se ne razlikuje i ne ovisi o sredini u kojoj se primjenjuje (Kurtenjak, 2007.).



Slika 2-6. Shematski prikaz mjerenja zvučnom metodom (Kurtenjak, 2007.)

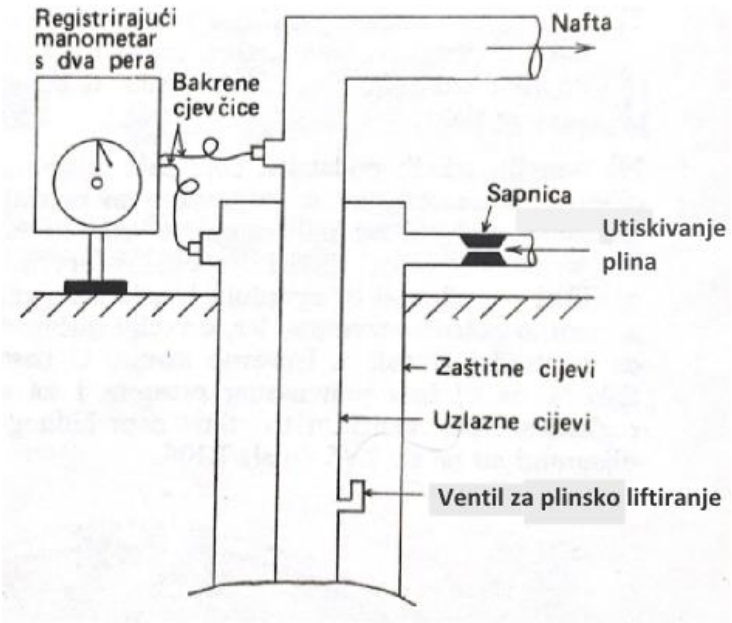


Slika 2-7. Grafički prikaz mjerenja dobivenih zvučnom metodom (Brown, 1980.)

2.4. Mjerenje tlakova na ušću prstenastog prostora

Mjerenjem tlaka u tubingu i u prstenastom prostoru i njihovim praćenjem, mnoge nepravilnosti u radu plinskog lifta se lako mogu ustanoviti i ispraviti, bez da se rade ispitivanja tlaka na razini radnog ventila ili razmatranja oštećenja tubinga. Najvažnija mjera učinkovitosti rada plinskog lifta upravo je mjerenje tlakova na ušću prstenastog prostora (Slika 2-8.). Mjerenja se izvode za vrijeme normalnog rada bušotine opremljenom plinskim liftom, kako bi kasnije u slučaju pojava anomalija u radu, usporedbom dijagrama dobivenih sa površinskog registrirajućeg manometra, jednostavnije uočili problem u radu. Ovo se mjerenje izvodi, najčešće, pomoću manometara opremljenim uređajem za bilježenje koji omogućuje registriranje veličine obaju spomenutih tlakova tijekom 24 sata. Komponente ovakve vrste manometara su satni mehanizam i dvije metalne cjevčice svinute u obliku srpa, Bourdonove cijevi. U sustavu se nalaze dvije Bourdonove cijevi radi potrebe registriranja dvaju tlakova. Princip rada se bazira na elastičnoj deformaciji materijala, od kojeg su izrađene Bourdonove cijevi, po Hookeovom zakonu. Tlakovi iz bušotine se prenose na instrument korištenjem odgovarajućih bakrenih cjevčica. Registrirani tlak nastojat će ispraviti Bourdonove cijevi.

Pri tome pera koja su sustavom poluge priključena na Bourdonove cijevi, bilježit će odgovarajuću veličinu tlakova. Pera, koja služe za bilježenje tlakova, pomiču se po dijagram-papiru kojeg satni mehanizam rotira za puni okretaj kroz period od 24 sata (Žanetić i Stipišić, 2005.).

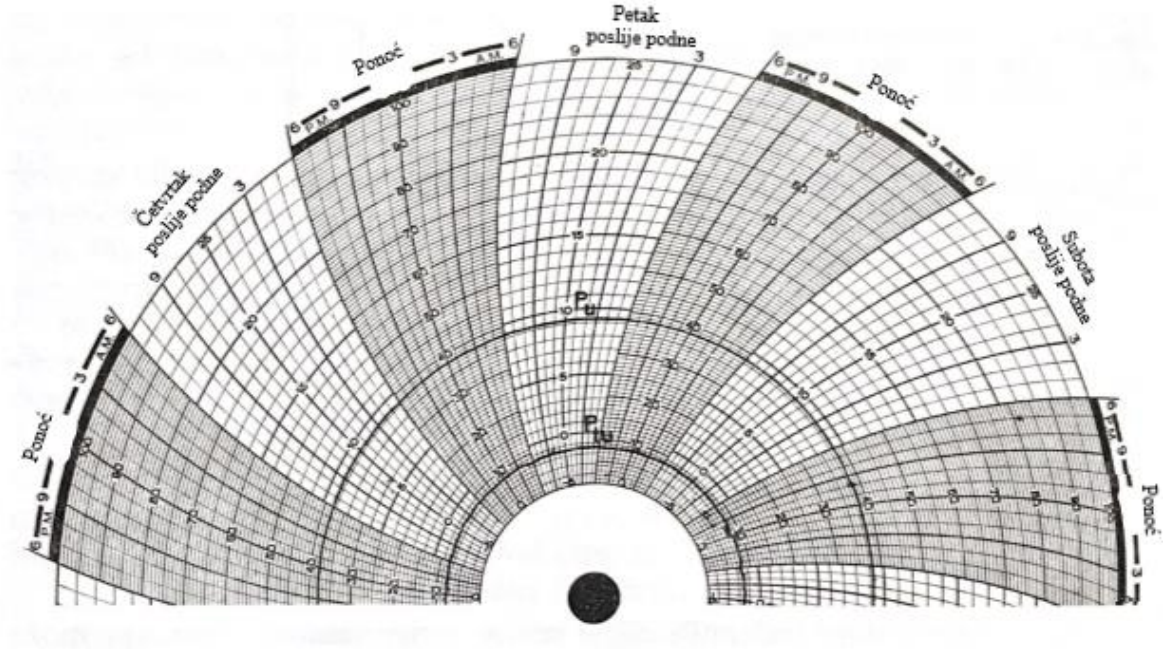


Slika 2-8. Shema ušća bušotine s registrirajućim manometrom (Zelić, 1977.)

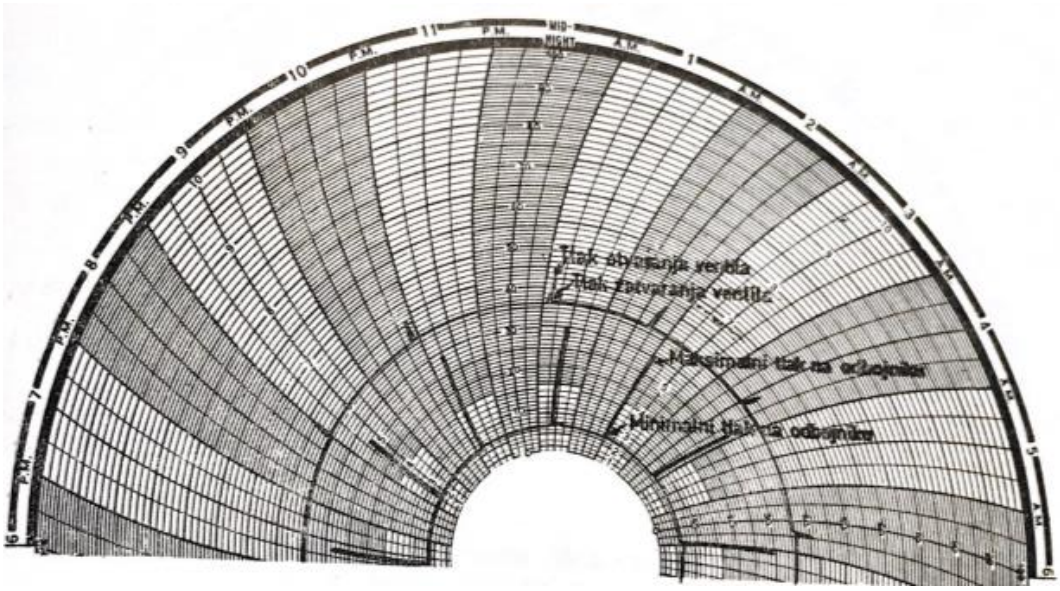
Slika 2-9. Registrirajući manometar na bušotini X u Hrvatskoj (Brkić, 2018.)

Pad tlaka izmjeren na površini je od izrazite važnosti kod kontroliranja proizvodnosti bušotine. Zamjetan je gubitak kapljevine u proizvodnji iz bušotina opremljenim plinskim liftom kod velikih padova tlaka na tubingu, mjereno na površini. Površinski pad tlaka je onaj koji se ostvaruje u bušotinskoj glavi, a uzrokuju ga visoki tlakovi u separatorima, prigušnica na bušotinskoj glavi, duljina površinskog cjevovoda, nataložen parafin u cjevovodu i slično. Visoki tlak koji je potreban na površini se ekonomski gledano može uravnotežiti odabirom cjevovoda većeg promjera. (Brown, 1980.)

Na slici 2-10. dan je prikaz dijagrama registriranih tlakova pri nesmetanom radu neprekidnog podizanja kapljevine s podesivom sapnicom na utisnom plinovodu, dok je na slici 2.11. dan primjer dijagrama registriranih tlakova pri dobro reguliranom radu povremenog podizanja kapjevine s vremenski regulatorom dovoda plina na utisnom plinovodu.



Slika 2-10. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (Ptu) i prestenastom prostoru (Pu) pri radu plinskog lifta sa neprekidnim podizanjem kapljevine (Zelić, 1977.)



Slika 2-11. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (P_{tu}) i prstenastom prostoru (P_u) pri radu plinskog lifta sa povremenim podizanjem kapjevine (Zelić, 1977.)

Analiziranjem dijagrama dobivenog sa registracijskog manometra postavljenog na površini, mogu se uočiti neke neispravnosti u radu bilo neprekidnog bilo povremenog podizanja kapljevine. Neke od njih su (Zelić, 1977.):

1) Smanjenje tlaka na ušću prstenastog prostora ili kod neprekidnog lifta smanjenje tlaka na tubingu do veličine tlaka tipičan za odvajač (separator) ukazuje na smrzavanje u podesivoj sapnici.

2) Ako se prilikom rada povremenog lifta primjeti smanjenje tlaka između ciklusa; ili prilikom rada neprekidnog lifta povećanje potrošnje plina (smanjenje gradijenta dinamičkog tlaka iznad točke utiskivanja) to je pokazatelj oštećenja tubinga, ventila plinskog lifta ili pakera.

3) Male amplitude povećavanja tlaka kod povremenog plinskog lifta označavale bi nedostatak plina.

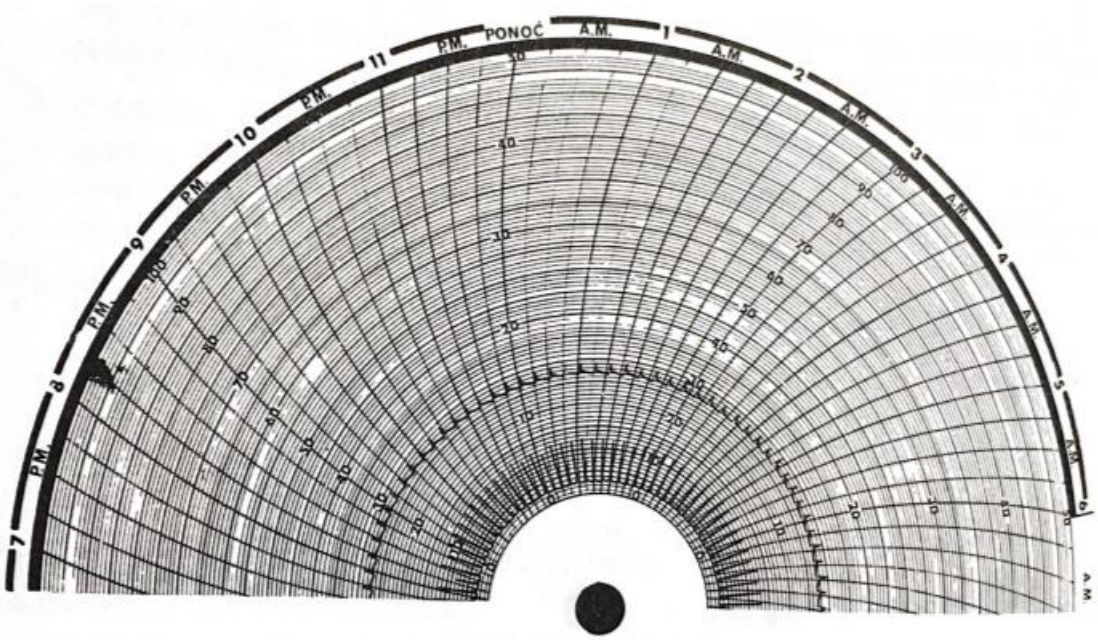
4) Slučaj otpora protjecanja fluida na ušću (premali otvor proizvodne sapnice, nedovoljno otvoren zasun, taloženje parafina, itd.) kod neprekidnog podizanja kapljevine manifestirat će se u razmjerno visokom tlaku na tubingu, a kod povremenog podizanja kapljevine to se manifestira u dužem vremenskom razdoblju, između ciklusa, potrebnom da dođe do smanjivanje tlaka u uzlaznim cijevima između ciklusa.

   Kod normalnog rada, odnosno kod rada gdje ne postoji otpor protjecanja fluida na ušću, šiljci (pikovi) na dijagramu su visoki i šiljasti.

5) Ventili za podizanje kapljevine plinskim liftom najčešće su podešeni tako, da svaki niži djeluje na tlak zatvaranja, koji je manji od tlaka zatvaranja prethodno ugrađenog ventila. Položaj radne točke utiskivanja plina, odnosno dubinu ugradnje radnog ventila moguće je također odrediti analiziranjem dijagrama.

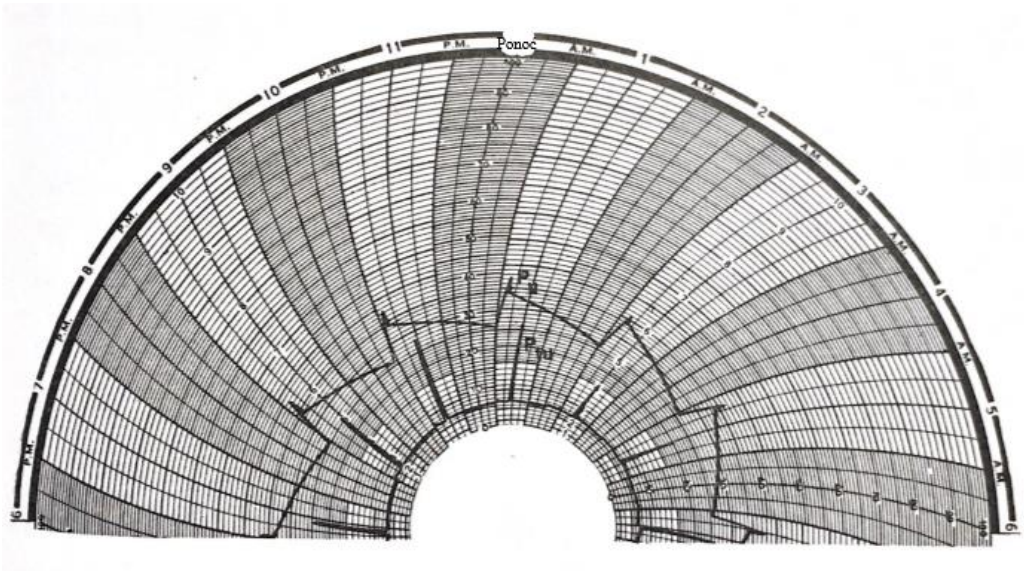
6) Ako su ugrađeni ventili čiji je sastavni element mijeh, gubitci tlaka u mijehu se mogu prepoznati na dijagramu kao smanjenje tlaka u prstenastom prostoru, te je ta vrijednost smanjenog tlaka manja od bilokojeg tlaka zatvaranja ventila (slučaj kada je rad ventila ispravan te uzlazna kolona niti paker nisu oštećeni).

7) Ako se na dijagramu prepozna smanjivanje tlaka u prstenasom prostoru (Slika 2-12.) bez pojave indikatora da plin prolazi u uzlaznu kolonu, znak je oštećenja tubinga.



Slika 2-12. Dijagram registriranih tlakova na tubinga (P_{tu}) i prstenastom prostoru (P_u) (Zelić, 1977.)

8) Prevelika učestalost ciklusa pri povremenom plinskom liftu (Slika 2-13.) prepoznaje se na dijagramu po naglom smanjenju tlaka u prstenastom prostoru i razmjerno malim šiljcima (pikovima) tlaka na tubingu. Potrebno je vremenskim regulatorom produžiti vrijeme između ciklusa.



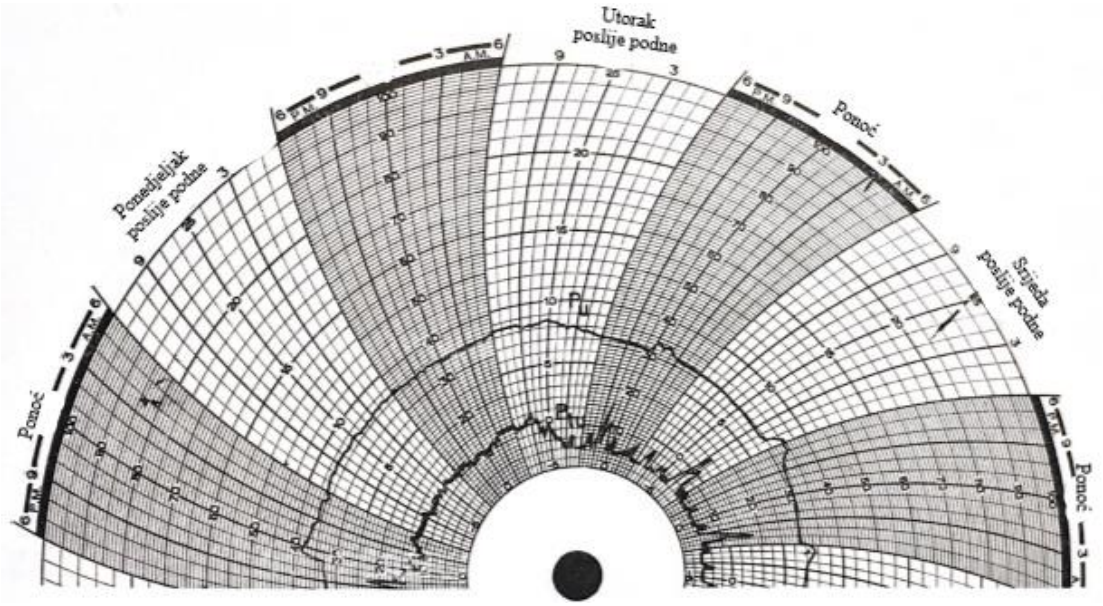
Slika 2-13. Dijagram registriranih tlakova na tubinga (P_{tu}) i prstenastom prostoru (P_u) pri malom vrmenskom razmaku između dva ciklusa utiskivanja plina (Zelić, 1977.)

9) Premala učestalost ciklusa pri povremenom podizanju kapljevine očituje se na dijagramu polaganim smanjivanjem tlaka u prstenastom prostoru i razmjerno velikim izlomljenim šiljcima (pikovima) na dijagramu, na tubingu.

10) Stvaranje naslaga parafina pri ušću bušotine, kod neprekidnog podizanja kapljevine, očituje se na dijagramu razmjerno malim tlakom na tubingu, a kod povremenog podizanja kapljevine, zaobljenim šiljcima (pikovima) tlaka na tubingu.

11) Začepljenje radnog ventila za podizanje kapljevine očituje se na dijagramu kao porast tlaka u prstenastom prostoru na veličinu iznad vrijednosti tlaka potrebnog za otvaranje, dok na tubingu, osim tlaka u odvajaču (separatoru), nema nikakvog tlaka.

Na dijagramu (slika 2-14.) prikazana je pojava neustaljenog protoka prilikom neprekidnog podizanja kapljevine, parametre je potrebno regulirati da se proizvodnja odvija ustaljenim protokom.



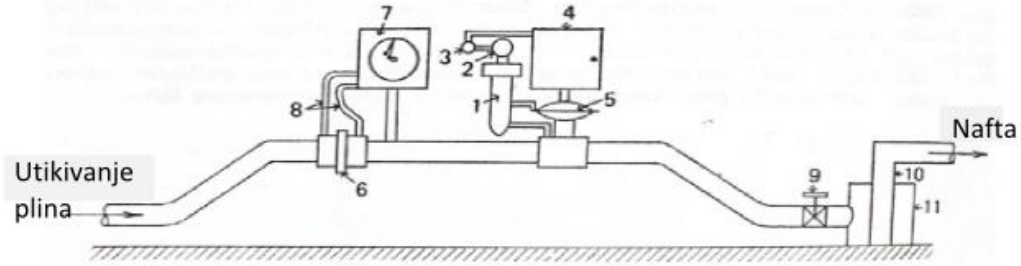
Slika 2-14. Dijagram registriranih tlakova na tubingu (P_{tu}) i prestenastom prostoru (P_u) pri ne ustaljenom protoku kod neprekidnog podizanja kapljevine (Zelić, 1977.)

Podaci koji se daju analizirati sa registracijskog manometra olakšavaju sanaciju nepravilnosti proizvodnji pri podizanju kapljevine s plinskim liftom. Pojedini slučajevi od nabrojenih mogu se riješiti regulacijom podizanja kapljevine, dok se neki od njih ne mogu riješiti bez vađenja opreme iz bušotine. Vađenje opreme iz bušotine, jednostavnije je u slučaju kad se ventili za primjenu pinskog podizanja kapljevine, ugrađuju i vade primjenom uređaja na žici.

2.5. Mjerenje utisnutih i ukupno pridobivenih količina plina

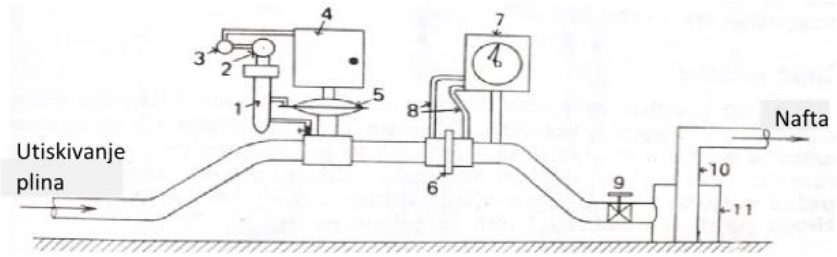
Trošak početnog ulaganja u kompresorske postaje (kao vanjski izvor stlačenog plina koji se koristi za plinski lift), predstavlja glavninu troška prilikom projektiranja plinskog lifta. (Brown, 1980.) Proizvodnja kod bušotina opremljenih plinskim liftom proporcionalna je tlaku utiskivanja plina za liftiranje. Tlak pod kojim je plin potrebno stlačiti uvjetuje tlak koji kompresor mora ostvariti, odnosno uvjetuje snagu kompresora. Što je zahtjevani tlak veći, to je potrebna veća snaga kompresora za utiskivanje proračunatog volumena plina.

Za uspješan rad bušotine koja se crpi plinskim liftom, potrebno je voditi računa o količini plina koja protječe kroz sustav (*engl. gas liquid ratio*, GLR, *engl. gas oil ratio* GOR); to su utisne količine plina i količina plina koja se iz bušotine dobiva. Izvođenje mjerenja navedenih parametara temelj su za zahvate koji se poduzimaju da se sustav podizanja kapljevine plinskim liftom dovede u područje ekonomske učinkovitosti. Uostalom, učinkovitost cjelokupnog liftiranja iskazuje se u ukupno dobivenoj količini kapljevine na površini (GOR). Davanje kapljevine može se mjeriti korištenjem raznih mjernih pretvornika protoka, u mjernim odvajačima (separatorima) i u spremnicima. Količine utisnutog plina i iz bušotine dobivenog plina mjere se primjenom oštrobridnih mjernih prigušnica (*eng. orifice plate*), koje se postavljaju na sabirnoj stanici ili na mjernoj stanici. Količine utiskivanog plina mogu se mjeriti prigušnicom, postavljenom neposredno prije ulaza plina u prstenasti prostor bušotine. Kada se radi o bušotini opremljenoj sustavom za povremeno podizanje kapljevine, mjerno mjesto može biti ispred (slika 2-15.) ili iza podesivog regulatora dovoda plina, kako je to prikazano na slici 2-16.



Slika 2-15. Mjerni čvor s regulatorom dovoda plina ugrađenim iza oštrobridne prirubnice (Zelić, 1977.)

1 – filtar; 2,3 – regulatori ventila; 4 – vremenski regulator, 5 –ventil pogonjen vremenskim regulatorom, 6 – oštrobridna prigušnica, 7 – mjerni instrument, 8 – dovodne cijevi, 9 – zasun, 10 – tubing, 11 – zaštitne cijevi



Slika 2-16. Mjerni čvor s regulatorom dovoda plina ugrađenim ispred oštrobridne sapnice (Zelić, 1977.)

Jednostavno je mjerenje količine pline koja protječe kod neprekidnog podizanja kapljevine, pri ustaljenom protoku. Nadalje, kod povremenog podizanja kapljevine, mjerenje je otežano, uslijed neravnomjernog utiskavanja razmjerno velikih količina plina u razmjerno kratkom vremenskom razdoblju. U tom slučaju treba primijeniti instrument s posebno programiranim satnim mehanizmom. Na temelju rezultata mjerenja utisnutih i iz bušotine dobivenih količine plina, izračunavaju se veličine tzv. utisnutog i ležišnog plinskog faktora. Ta dva parametra nam omogućavaju da dobijemo jasnu sliku o djelotvornosti i ekonomičnosti liftiranja (Zelić, 1977.).

Za mjerenje količina plina koja protječe koriste se neki od instrumenata kao što su: aneroidni diferencijalni manometri, instrumenti sa U-cijevi (napunjeni živom ili nekom drugom kapljevinom), te odgovarajuća računala.

Ukupna količina plina dobivenog na površini je suma volumena utisnutog plina i volumena plina koji je otopljen u nafti. Ako se prilikom preoblikovanja jednadžbe, od ukupne količine plina oduzme volumen plina otopljenog u nafti, dobit će se rješenje u kojem primjećuje odstupanje izračunatog volumena utisnutog plina od volumena koji se utiskivao s površine, potrebno je ponoviti mjerenja te ustanoviti koji dio sustava, čija je svrha mjerenje, zakazuje.

2.5.1. Izračunavanje količina plina potrebnih za utiskivanje uz poznati tlak utiskivanja

Prije pristupa izračunavanju količine plina potrebnog za pdodizanje kapljevine, nužno je imati poznate neke od parametara pokazatelja stanja u bušotini (Zelić, 1977.): veličina plinskog faktora (R_p), sadržaj vode koja se dobiva u nafti (B_w), davanje bušotine (ID), dubina točke utiskivanje plina (L_u), statički (P_s) i dinamički tlak (P_d) na dnu bušotine, dinamički tlak na ušću (P_{tu}), relativnoj gustoći dizane kapljevine (γ_k) te poznavati promjere ugrađenih tubinga (D_t) i ugrađenih zaštitnih cijevi (D_1).

Proračun se pojednostavljuje grupiranjem po kategorijama bušotina s jednog polja. Nakon toga se izračunavaju količine stlačenog plina, potrebne po bušotinama.

a) *Količina plina potrebna kod povremenog podizanja kapljevine*

I. način: Izračunavanje količine plina potrebne da se ispune tubing ispod stupca kapljevine (Zelić, 1977.)

$$Qgs = \left(\frac{\overline{Pt} - Ta}{Pa \cdot \overline{T} \cdot \overline{Z}} \right) \cdot Vt \qquad (2\text{-}3.)$$

II. način: Temelji se na promjeni tlaka u prstenastom prostoru, uzrokovanoj otvaranjem i zatvaranjem ventila (Zelić, 1977.)

$$Q_{g1} - Q_{g2} = \left(\frac{Pov - Pzv}{Pa}\right) \cdot V_{pp} \tag{2-4.}$$

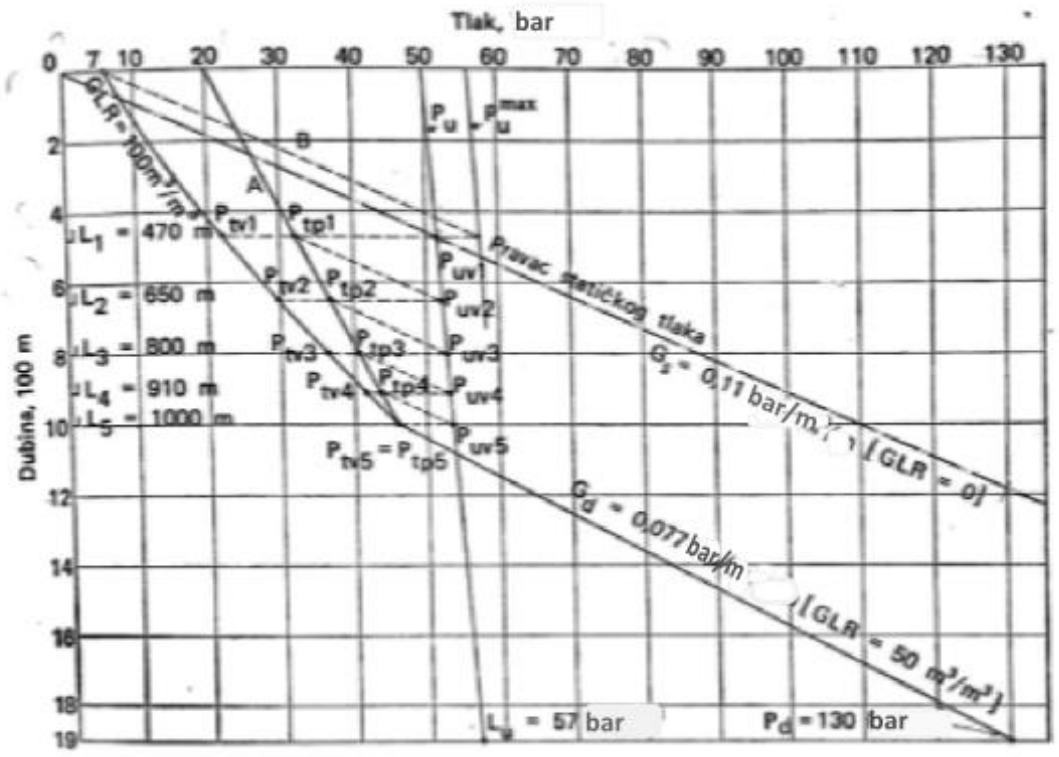
Točnija jednadžba za proračun količina plina stlačenog u prstenastom prostoru između tlakova otvaranja i zatvaranja ventila, glasi (Zelić, 1977.):

$$Q_{g1} - Q_{g2} = \left(\frac{\overline{Pov}}{Z1} - \frac{\overline{Pzv}}{Z2}\right) \cdot \frac{Ta}{\overline{T}} \cdot \frac{Vpp}{Pa} \tag{2-5.}$$

b) *Izračunavanje količine plina potrebnih za neprekidno liftiranje*

Za ovaj proračun potrebno je koristiti krivulje gradijenata tlaka, uz prethodno poznavanje dinamičkih tlakova na dnu bušotine i u tubingu, te tlaka utiskivanja plina u prstenasti prostor.

Na slici 2-17. koja prikazuje dijagram gradijenta tlaka, možemo odrediti dubinu na kojoj će se utiskivati plin u tubing za podizanje kapljevine. Iz točke koja na osi apscisa (tlak, bar) odgovara tlaku utiskivanja, povlači pravac koji karakterizira povećanje težine stupca kapljevine s porastom dubine. Taj pravac se produljuje dok se ne nađe presjek sa krivuljom gradijenta dinamičkog tlaka. Tim presjekom je određena dubina utiskivanja plina. Spajanjem točke koja određuje dubinu utiskivanja s točkom koja na osi apscisa odgovara veličini tlaka u tubingu, dobiva se krivulja gradijenta dinamičkog tlaka iznad točke utiskivanja plina. Nagib ove krivulje ovisi o utisnom i ležišnom plinskom faktoru. Veličina ukupnog plinskog faktora se utvrđuje na temelju tipskih krivulja gradijenata tlaka koje odgovaraju odnosnim uvjetima. Utisni plinski faktor (GLR) se dobije ako se od veličine ukupnog plinskog faktora oduzme poznata veličina ležišnog plinskog faktora (Zelić, 1977.).



Slika 2-17. Prikaz krivulja gradijenata tlaka (Zelić, 1977.)

Primjer 1.

Na slici 2-17. veličina ukupnog plinskog faktora iznad točke utiskivanja iznosi 100 m^3/m^3. U slučaju da je veličina ležišnog plinskog faktora 50 m^3/m^3, slijedi da je utisni plinski faktor jednak 50 m^3/m^3. Za poznatu količinu kapljevine, koju bušotina daje, izračuna se zatim i dnevna količina potrebna za liftiranje neprekidnim liftom.

Specifični utrošak stlačenog plina, tj. Količina stlačenog plina koja je potrebna da se na površinu iznese određena količina kapljevine može se izračunati iz obrasca I. M. Muravjeva i A. P. Krilova koji glasi:

a) pri "optimalnom režimu" podizanja kapljevine

$$q_g = \frac{Lv\ (100 - h1)}{13\ \cdot h1\ \cdot Dt^{0,5}\ \cdot \log\frac{Puv}{Ptu}} \qquad (2\text{-}6.)$$

b) pri "maksimalnom režimu" podizanja kapljevine

$$q_g = \frac{7{,}7 \cdot Lv}{h1 \cdot Dt^{0,5} \cdot \log\frac{Puv}{Ptu}} \tag{2-7.}$$

Nužan dio tubinga koji se nalazi pod fluidom računa se prema slijedećem matematičkom obrascu (Zelić, 1977.):

$$h_1 = \sqrt[3]{\left(2{,}8205 \cdot Q_k \Big/ D_t^3 \cdot \gamma_k\right)^2} \tag{2-8.}$$

Stvarni specifični utrošak plina pri podizanju kapljevine je manji od izračunatog po obrascima (2-6) i (2-7), uslijed oslobađanja plina, koji je bio otpoljen u nafti. Stvarni specifični utrošak plina jednak je (Zelić, 1977.):

$$q_{gs} = q_g - (R_p - V_{g-o}) \tag{2-9.}$$

Vrijednost $V_{g\text{-}o}$ može se izračunati prema slijedećem matematičkom obrascu (Zelić, 1977.):

$$V_{g-o} = \frac{\alpha}{\gamma_k} \cdot \frac{(Puv + Ptu)}{2} \cdot \frac{100 - V'_w}{100} \tag{2-10.}$$

Izraz $\frac{100 - V'_w}{100}$ u gornjem matematičkom obrascu predstavlja udio nafte u dobivenoj kapljevini. Ako je sadržaj plina u nafti neznatan, količina plina koju treba dovesti u bušotinu u minuti, jednaka je:

$$q'_g = \frac{q_{gs} \cdot Q_k}{1440} \tag{2-11.}$$

Količina plina koju kompresor dobavlja bušotini u minuti, bit će jednaka (Zelić, 1977.):

$$Q_{gk} = 1{,}2 \cdot q'_g \qquad (2\text{-}12.)$$

Koeficijentom 1,2 uzeti su u obzir gubici stlačenog plina u razvodnim plinovodima (Zelić, 1977.).

3. ZAKLJUČAK

U početku proizvodnog procesa, crpi se eruptivnim režimom, čija energija se s vremenom smanjuje. Nakon prestanka eruptiranja nužno je primijeniti jednu od mehaničkih metoda podizanja kapljevine od dna bušotine do ušća. Za vrijeme proizvodnje bušotine, potrebno je izvoditi mjerenja i analizu proizvodnih podataka koji pokazuju izdašnost ležišta i stanje proizvodne opreme. Mjerenja daju uvid koje parametre je potrebno optimizirati kako bi se produžio radni vijek crpljenja ležišta, sve dok je ono ekonomično. Osnovni čimbenici o kojima ovisi primjena metode plinskog lifta, kao jedne od mehaničkih metoda, jesu: veličina statičkog tlaka na dnu bušotine (Ps), indeks proizvodnosti bušotine (J), te raspoloživi tlak za utiskivanje plina (Pu). Veličina ležišnog (statičkog) tlaka bušotine (Ps) dobit će sezatvaranjem bušotine i mjerenjem porasta tlaka dubinskim manometrom. Mjerenjem dinamičkog tlaka na dnu i ušću bušotine dobit će se vrijednost indeksa proizvodnosti bušotine (J) i maksimalno moguće davanje bušotine. Mjerenje gradijenta temparature ukazuje na moguće oštećenje tubinga ili mjesto na kojem se nalazi dubinski radni ventil za plinski lift. U radu su dani primjeri realnih dijagrama s najčešćim slučajevima koji se mogu javiti prilikom rada bušotine opremljene s povremenim ili kontinuiranim plinskim liftom. Mjerenje utisnih i ukupno dobivenih količina plina je također bitno zbog optimizacije rada kompresorskih postoja i potrebne količine plina.

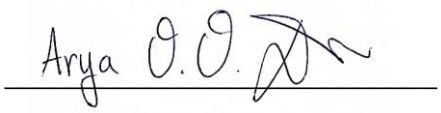
Stalno praćenje ovih parametara rada bušotine, po mogućnosti u realnom vremenu, može smanjiti troškove održavanja bušotine (remontni zahvati) i na taj način doprinijeti optimalnom crpljenu ležišta.

4. POPIS LITERATURE

1. BRKIĆ, V., 2018. predavanja iz kolegija Proizvodnja nafte i plina 1 (neobjavljeno)
2. BROWN, K. E. 1980. *The tehnology of artificial lift methods*, The University of Tulsa
3. KURTANJEK, Ž., 2007. *Mjerenja i automaizacija sustava*, Sveučilište u Zagrebu, PBF
4. MURAVJOV, I. M., KRILOV, A. P., *Ekspluatacija njeftjanih mestoroždenjij*, Gostoptehizdat (1949)
5. ZELIĆ, M., 1977. *Tehnologija pridobivanja nafte i plina eruptiranjem i gasliftom*, INA-NAFTAPLIN, Zagreb
6. ŽANETIĆ, R., STIPIŠIĆ, R., 2005. *Mjerni pretvornici u procesnoj industriji*, Sveučilište u Splitu Kemijsko-Tehnološki fakultet

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.



Arya Olga Oberoi Dražić

KLASA: 602-04/20-01/44
URBROJ: 251-70-03-20-3
U Zagrebu, 30.06.2020.

Arya Olga Oberoi Dražić, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM: 602-04/20-01/44, UR.BR. 251-70-12-20-1 od 06.03.2020. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

ISPITIVANJA I MJERENJA U BUŠOTINAMA OPREMLJENIM PLINSKIM LIFTOM

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu dr. sc. Vladislav Brkić, docent Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj

(potpis)

Doc. dr. sc. Vladislav Brkić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite

(potpis)

Doc. dr. sc. Vladislav Brkić

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)