

Usporedba različitih vrsta povremenog plinskog podizanja kapljevine

Panić, Kristijan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:169:732251>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-26**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



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

**USPOREDBA RAZLIČITIH VRSTA POVREMENOG PLINSKOG PODIZANJA
KAPLJEVINE**

Završni rad

Kristijan Panić

N4480

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

Završni rad

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

USPOREDBA RAZLIČITIH VRSTA POVREMENOG PLINSKOG PODIZANJA
KAPLJEVINE

KRISTIJAN PANIĆ

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Nakon prestanka eruptivnog načina proizvodnje kapljevine, najsličniji i ekonomski najisplativiji način mehaničkog pridobivanja je primjena plinskog lifta. Povremeni plinski lift se koristi kod bušotina s manjim davanjima i malim indeksom proizvodnosti ležišta. Najčešće se primjenjuju komorni plinski lift, dvostruki plinski lift, klipni lift, centralni plinski lift i jednoredni plinski lift. Prednosti i nedostaci pojedinog plinskog lifta prvenstveno ovise o karakteristikama ležišta te se mijenjaju ovisno od svojstvima ležišta i ležišnih fluida. U ovom završnom radu nabrojane su prednosti, nedostaci te načini opremanja i proizvodnje pojedine bušotine koje proizvode kapljevine na principu određene vrste povremenog plinskog lifta.

Ključne riječi: povremeno plinsko podizanje, komorni plinski lift, dvostruki plinski lift, centralni plinski lift, klipni lift, jednoredni plinski lift

Završni rad sadrži: 32 stranice, 1 tablica, 17 slika i 7 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Vladislav Brkić, izvanredni profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Vladislav Brkić, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Sonja Koščak Kolin, docentica RGNF
Dr. sc. Borivoje Pašić, izvanredni profesor RGNF

Datum obrane: 16. rujna 2022, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	I
POPIS TABLICA.....	II
1. UVOD.....	1
2. KOMORNI PLINSKI LIFT.....	2
2.1. Oprema komornog plinskog lifta.....	2
2.1.1. Protupovratni ventil	3
2.1.2. Diferencijalni ventil	3
2.1.3. Radni ventil.....	3
2.2. Princip rada komornog plinskog lifta	4
2.3. Dimenzioniranje komore.....	6
2.4. Vrste komornog plinskog lifta.....	7
2.4.1. Komorni lift s dva pakera.....	8
2.4.2. Komorni lift s posebno ugrađenom komorom	9
2.4.3. Komorni lift s produženim grlom komore	10
2.4.4. Analiza komornih plinskih liftova	11
2.4.5. Prednosti plinskog komornog lifta.....	11
2.4.6. Nedostaci komornog plinskog lifta	12
3. KLIPNI LIFT	13
3.1. Oprema klipnog lifta.....	14
3.1.1. Lubrikator.....	14
3.1.2. Klip.....	15
3.1.3. Donji amortizer	16
3.1.4. Donji zaustavljač.....	16
3.1.5. Magnetski davač impulsa	17

3.2. Ciklus rada klipnog lifta.....	17
3.3. Primjena klipnog lifta	18
4. DVOSTRUKI PLINSKI LIFT	19
4.1. Koncentrični uređaj.....	19
4.2. Usporedni uređaj.....	21
4.3. Dvije skupine dvostrukog plinskog lifta	21
5. CENTRALNI PLINSKI LIFT	22
6. JEDNOREDNI PLINSKI LIFT	23
6.1. Otvoreni jednoredni plinski lift	24
6.2. Poluzatvoreni jednoredni plinski lift.....	25
6.3. Zatvoreni jednoredni plinski lift	26
7. USPOREDNI PREGLED PLINSKIH LIFTOVA	27
8. ZAKLJUČAK.....	29
9. LITERATURA	32

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Radni ciklus komornog lifta.....	4
Slika 2-2. Komorni lift s dva pakera.....	8
Slika 2-3. Komorni lift sa posebno ugrađenom komorom.....	9
Slika 2-4. Komorni lift s produženim grlom komore.....	10
Slika 3-1. Shema bušotine opremljene za rad klipnim liftom.....	13
Slika 3-2. Lubrikator.....	15
Slika 3-3. Različite konstrukcije klipova.....	16
Slika 3-4. Donji amortizer.....	17
Slika 3-5. Donji zaustavljač.....	17
Slika 3-6. Ciklusi rada klipnog lifta.....	18
Slika 4-1. dvostruki koncentrični plinski lift.....	20
Slika 4-2. Dvostruki plinski lift opremljen na drugačiji način.....	21
Slika 5-1. Centralni plinski lift.....	23
Slika 6-1. Jednoredni plinski lift.....	24
Slika 6-2. Otvoreni jednoredni plinski lift.....	25
Slika 6-3. Poluzatvoreni jednoredni plinski lift.....	26
Slika 6-4. Zatvoreni jednoredni plinski lift.....	27

POPIS TABLICA

Tablica 7-1. Usporedni pregled plinskih liftova.....28

1. UVOD

Svako naftno-plinsko ležište ima svoje fizikalne karakteristike i svoj vijek tijekom kojega se može eksploatirati kapljevina. Način eksploatacije prvotno, ovisi o ležišnom tlaku, na temelju kojega se odabire pojedina metoda kojom se pridobiva kapljevina. Ako su ležišna energija i tlak dovoljni za savladavanje svih hidrauličkih otpora protjecanju u cijevima za iznošenje kapljevine na površinu, tada se radi o eruptivnom načinu podizanja kapljevine. No, ako dođe do pada ležišne energije, odnosno ako ležišna energija i tlak nisu dovoljni za podizanje zadovoljavajuće količine kapljevine s dna bušotine do njezinog ušća, tada se prelazi na neku od mehaničkih metoda podizanja kapljevine. Način i vrsta odabira mehaničkog podizanja ovisi o uvjetima u bušotini, o troškovima podizanja, o trenutnoj cijeni nafte na svjetskom tržištu i o raspoloživoj infrastrukturi i opremi. Najčešće korištene mehaničke metode podizanja kapljevine su pomoću dubinskih sisaljki i plinskog podizanja. Plinsko podizanje koristi energiju akumuliranu u stlačenom plinu, a ovisi o dostupnoj i raspoloživoj količini plina. Kod bušotina s malim davanjem kapljevine i niskim indeksom proizvodnosti primjenjuje se povremeni plinski lift.

Najčešće korištene vrste povremenog plinskog podizanja su: komorni plinski lift, klipni lift, dvostruki plinski lift, centralni plinski lift i jednoredni plinski lift.

Tema ovog završnog rada je detaljniji prikaz opreme, načina rada te prednosti i nedostaci pojedinih vrsta povremenog plinskog podizanja kapljevine kako u Republici Hrvatskoj tako i u svijetu te preporuke za korištenje pojedinih vrsta plinskog podizanja u odnosu na odgovarajući dotok fluida iz ležišta u kanal bušotine.

2. KOMORNI PLINSKI LIFT

Komorni plinski lift je zapravo zatvorena konstrukcija (oblik) povremenog plinskog lifta. No, kod komornog lifta, se za razliku od ostalih konstrukcija, plin utiskuje iznad stupca kapljevine koja se namjerava podizati. Nakon što se plin utisne i uđe u uzlazne cijevi, stupac kapljevine poprimi konačnu brzinu dizanja. Komorni plinski lift se obično ugrađuje u bušotine koje su već duže vrijeme u proizvodnji, točnije ugrađuje se u kasnijim razdobljima iskorištavanja pojedine bušotine. Takve bušotine u kasnijem razdoblju imaju male ležišne tlakove i male indekse proizvodnje. U novije i modernije doba se komorni plinski lift upotrebljava i u bušotinama s velikim davanjem, primjerice u SAD-u gdje se pomoću komornog lifta pridobiva između 60 i 80 metara kubnih kapljevine dnevno. U takvim slučajevima tlak utiskivanja plina na površini je dosta velik (Zelić, 1977).

Komorni lift se sastoji od: komore, uronjene cijevi koja je opremljena s diferencijalnim ventilom ili ispušnim otvorom, protupovratnog ventila, pakera i tubinga opremljenog s plinskim ventilima.

2.1. Oprema komornog plinskog lifta

- vremenski podesivi regulator dovoda plina - koji se postavlja na ušće bušotine na utisni plinovod;
- rasteretni ventili - djeluju na tlak - plina koji dolazi iz prstenastog prostora i tako rasterećuju bušotinu;
- radni ventil - ujedno se naziva i komorni ventil, a smješta se neposredno iznad gornjeg pakera;
- jedan ili dva pakera - ovisno o izvedbi i konstrukciji komornog lifta;
- diferencijalni ventil - smješten na uronjenoj cijevi; ako izvedbom nije predviđen diferencijalni ventil može biti i samo otvor odgovarajućeg promjera;
- cijev uronjena u komoru.

2.1.1. Protupovratni ventil

Uloga protupovratnog ventila je omogućavanje dotjecanje kapljevine iz ležišta u komoru, a onemogućava vraćanje kapljevine u bušotinu. Svaki protupovratni ventil ima u sebi kuglicu koja se pri povećanju tlaka u komori (kada je ostvaren veći tlak u komori od ležišnog tlaka) pozicionira u svoje sjedište i zatvara prolaz. Protupovratni ventil je kod komornog ventila nužna oprema no, ako imamo bušotinu koja proizvodi velike količine pijeska, pijesak se može istaložiti u sjedištu protupovratnog ventila i tako on gubi svoju funkciju. Zelić (1977) navodi da se taj problem rješava tako da se donji kraj uronjene cijevi postavlja 15 do 45 centimetara iznad protupovratnog ventila. Time se postiže ispiranje pijeska te ne dolazi do taloženja drugih nečistoća i pijeska iznad protupovratnog ventila.

2.1.2. Diferencijalni ventil

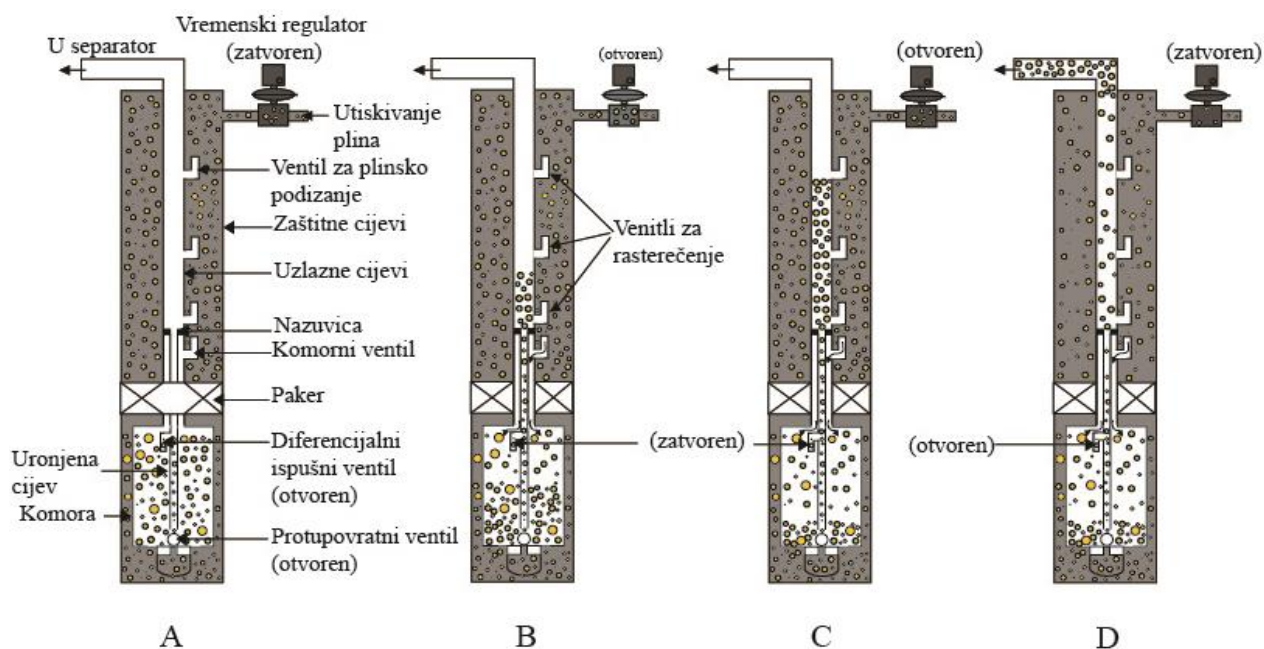
Diferencijalni ventil se ugrađuje na uronjenu cijev, postavlja se na oko $\frac{1}{4}$ duljine komore (računajući od vrha komore), tako da bude ispod razine kapljevine u komori. Ventil sadrži oprugu koja se podešava na tlak između 5 i 7 bara. Uloga diferencijalnog ventila je da u fazi punjenja komore s kapljevinom iz ležišta propušta zaostali plin iz komore koji je ostao iz prethodnog ciklusa rada komornog lifta. U trenutku kada se komorni ventil otvori, diferencijalni ventil se zatvori kako se ne bi potrošilo previše plina – budući da je plin taj koji podiže stupac kapljevine do ušća bušotine (Galović, 2019).

2.1.3. Radni ventil

Radni (komorni) ventil je standardne konstrukcije i potrebnog većeg otvora kako bi propustio dovoljno veliki volumen utisnutog plina koji podiže stupac kapljevine prema ušću. Vreteno komornog ventila je standardno vreteno ventila za plinsko podizanje. Vreteno djeluje na tlak plina iz prstenastog prostora. Postoje i specijalna vretena koja se upotrebljavaju za radne ventile koji se koriste mimovodnim (engl. By-pass) pakerima. Uloga mimovoda je omogućavanje dovoda plina visokog tlaka u gornji dio komore za vrijeme dok je radni ventil za plinsko podizanje otvoren.

2.2. Princip rada komornog plinskog lifta

Princip rada komornog lifta je vrlo sličan kao i kod povremenog plinskog podizanja. Na površini se postavlja tajmer koji podešava regulator tlaka kojim se reguliraju ciklusi utiskivanja plina. Tajmer je smješten na utisnom plinovodu pri ušću bušotine. U bušotini se postavljaju plinski ventili (rasteretni ventili i radni ventil). Neposredno iznad komore, odnosno pakera, se postavlja radni (komorni) ventil čija je uloga utiskivanje plina. Najniži rasteretni ventil treba biti razmjerno blizu komornog (radnog) ventila kako bi se utjecaj stupca kapljevine iznad komore sveo na najmanju mjeru. Rasteretni ventili se ugrađuju duž kolone uzlaznih cijevi i njihova uloga je rasterećivanje bušotine. Ventili se ugrađuju u otvorenom stanju kako se ne bi trošilo vrijeme i energija na njihovo otvaranje u bušotini. Kod dimenzioniranja komornog lifta potrebno je obratiti pozornost na odnos površine presjeka prstenastog prostora u komori i površine presjeka kanala uzlaznih cijevi. Bilo bi idealno kada bi taj odnos površina bio u omjeru 4,6 : 1. To znači da je volumen jednog metra stupca kapljevine u prstenastom prostoru komore jednak volumenu od 4,6 metara stupca kapljevine u uzlaznim cijevima. Upravo se tu očituje prednost korištenja komore u bušotinama s malim ležišnim tlakom, jer se upotrebom komore izbjegava stvaranje velikog tlaka na ležište (Zelić, 1977).



Slika 2-1. Radni ciklus komornog lifta (Zelić, 1977)

Na slici 2-1.A prikazan je vremenski tajmer koji regulira protok plina. Vremenski regulator kao i svi ventili koji služe za rasterećivanje bušotine su zatvoreni. Protupovratni ventil koji je smješten u peti komore je otvoren. U ovim uvjetima kapljevina pritječe iz ležišta u komoru. Na slici 2-1.B prikazan je vremenski regulator tlaka u otvorenom stanju kao što je otvoren i komorni ventil (radni ventil). U ovom slučaju plin iz prstenastog prostora prolazi kroz radni ventil (komorni ventil) te ulazi u gornji dio komore i istiskuje kapljevinu iz komore u uzlazne cijevi. U peti komore se nalazi protupovratni ventil koji je u zatvorenom stanju. U slučaju da je u sustavu i diferencijalni ventil, on treba biti u zatvorenom stanju jer je tlak s vanjske strane uronjene cijevi veći od tlaka s unutarnje strane. Slika 2-1.C prikazuje trenutak kada je plin iz komore već istisnuo kapljevinu i kada je dosegao petu uronjene cijevi. Za to vrijeme je podešen regulator koji dovodi plin i komorni (radni) ventil u otvorenom stanju. U istom tom trenutku diferencijalni i protupovratni ventili su zatvoreni. U ovakvim uvjetima kapljevina je istisnuta iz komore u uzlazne cijevi pa se stupac kapljevine kojeg nosi odnosno potiskuje plin diže prema ušću bušotine. Na slici 2-1.D prikazano je izlivanje kapljevine u odvodni naftovod. Vremenski tajmer koji dovodi plin je prekinuo dovod plina dok je radni ventil još kratko vrijeme ostao otvoren. Radni ventil ostaje otvoren sve dok plin ne počne ulaziti u priključni naftovod. Tada se tlak u prstenastom prostoru postupno smanjuje do određene veličine kada se radni (komorni) ventil zatvara. Budući da se tlak u uzlaznim cijevima smanji do mjere da postane manji od ležišnog tlaka, protupovratni ventil koji je smješten u peti komore se otvara i započinje novi ciklus komornog plinskog lifta. Plin koji je zaostao u komori se preko diferencijalnog ventila ili kroz otvor odgovarajućeg promjera (najčešće 0,3175 centimetara odnosno 1/8") istiskuje iz komore u uronjenu cijev te dalje iz uronjene cijevi u uzlazne cijevi (Galović, 2019).

2.3. Dimenzioniranje komore

Za dimenzioniranje komornog plinskog lifta treba poznavati odnos tlaka utiskivanja plina i dinamičkog tlaka na dnu bušotine. Treba biti ostvarena dovoljna razlika između tlaka utiskivanja plina i tlaka stupca kapljevine u uzlaznim cijevima na razini pete uronjene cijevi. To je potrebno postići kako bi se postigla željena brzina potiskivanja kapljevine do ušća i kako bi se smanjilo prodiranje plina u stupac kapljevine (da se plin lakše probija kroz naftu), a samim time da se smanji i povratno slijevanje kapljevine. Što se tiče dubine ugradnje, ona ovisi o radnoj razini kapljevine. Vrh komore ne smije biti iznad maksimalne radne razine kapljevine. Većina komornih plinskih liftova ima samo jedan radni ventil. Nije preporučena premala razlika u tlaku zatvaranja radnog ventila i tlaka zatvaranja najnižeg rasteretnog ventila kako bi se spriječilo otvaranje najnižeg rasteretnog ventila u fazi istiskivanja kapljevine iz komore. Najniži rasteretni ventil se obično postavlja 10 do 20 metara iznad radnog (komornog) ventila. Upravo takva ugradnja rasteretnog ventila isključuje mogućnost neuspješnog rasterećenja komore, do kojeg bi došlo zbog povratnog slijevanja kapljevine u nju. Količina plina za komorni plinski lift se računa na isti način kao i kod povremenog plinskog podizanja. Potrebno je s plinom ispuniti unutrašnjost uzlaznih cijevi ispod stupca kapljevine. Jedina razlika u odnosu na povremeno plinsko podizanje je u tome što se duljina početnog stupca ne oduzima od dubine radnog (komornog) ventila. Potrebna količina plina se može izračunati i na drugi način – preko raspona djelovanja radnog ventila. Raspon djelovanja ventila ovisi o promjeru zaštitnih cijevi. Što je promjer zaštitnih cijevi veći, to će trebati koristiti radni ventil s manjim rasponom djelovanja. Komora ima ulogu akumulacije maksimalne količine kapljevine pri minimalno ostvarenom protutlaku na ležište. Duljina komore ovisi o veličini tlaka utiskivanja plina. Uobičajeno je da je tlak utiskivanja plina jednak tlaku otvaranja radnog ventila u razini njegovog postavljanja. Tlak utiskivanja mora savladati maksimalni tlak stupca kapljevine u uzlaznim cijevima, uvećan za protutlak separatora, težinom stupca plina iznad stupca kapljevine i hidrauličkim otporima koji se javljaju u uzlaznim cijevima i priključnom naftovodu. Do maksimalne visine stupca kapljevine u tubing-u dolazi kada je njegova visina iznad pete uronjene cijevi a postiže se u trenutku kada se iz prstenastog prostora komore istisne sva kapljevina. Tada je najveći tlak stupca kapljevine u uzlaznim cijevima. „ Da bi se stupac kapljevine dizao odgovarajućom brzinom, obično se uzima, da planirani tlak utiskivanja iznosi 60% - 75% od tlaka, koji nam za utiskivanje stoji na raspolaganju, odnosno od tlaka otvaranja radnog ventila na razini njegova

postavljanja “ (Zelić, 1977). Upravo ta razlika između raspoloživog tlaka utiskivanja i tlaka stupca kapljevine u uzlaznim cijevima dovoljna je za odgovarajuću brzinu podizanja kapljevine i najmanje povratno slijevanje kapljevine. Obično u praksi u plitkim bušotinama planirani tlak utiskivanja iznosi 75% od tlaka otvaranja radnog ventila. S povećanjem dubine ugradnje komore i sa sve većim i većim promjerima uzlaznih cijevi se planirani radni tlak utiskivanja plina mora približavati 60% od tlaka otvaranja radnog ventila (Zelić, 1977).

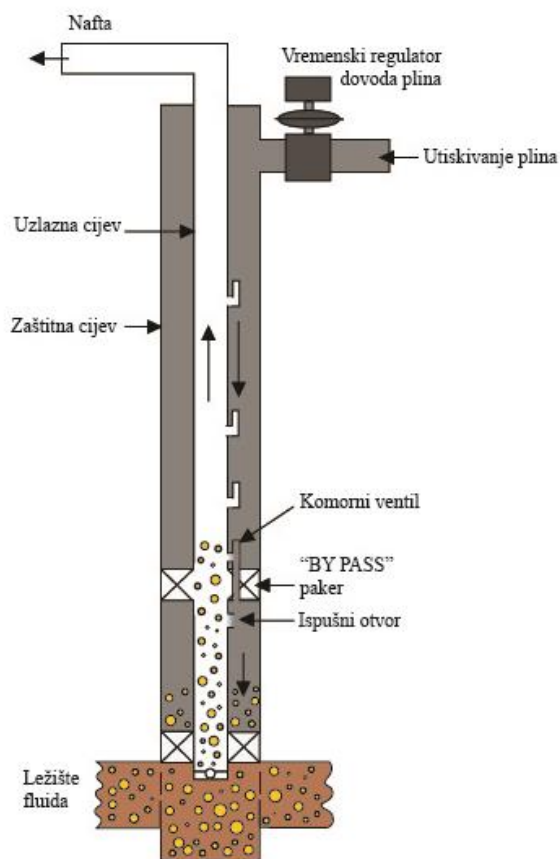
2.4. Vrste komornog plinskog lifta

Postoje nekoliko verzija komornog lifta: komorni lift s umetnutom komorom, komorni lift s dva pakera i komorni lift s produženim grlom komore.

Naravno, pri izboru konstrukcije komornog lifta odlučuju karakteristike pojedine bušotine i cijena opreme. Ukoliko se raspolaže dovoljnim financijskim sredstvima koji omogućuju raspolaganje i dostupnost specijalnih pakera, koji su opremljeni mimovodom (BY-PAS-om) te ako se razina kapljevine nalazi iznad perforacija (na razini vrha komore) tada se preporučuje primjena komornog lifta s dva pakera.

2.4.1. Komorni lift s dva pakera

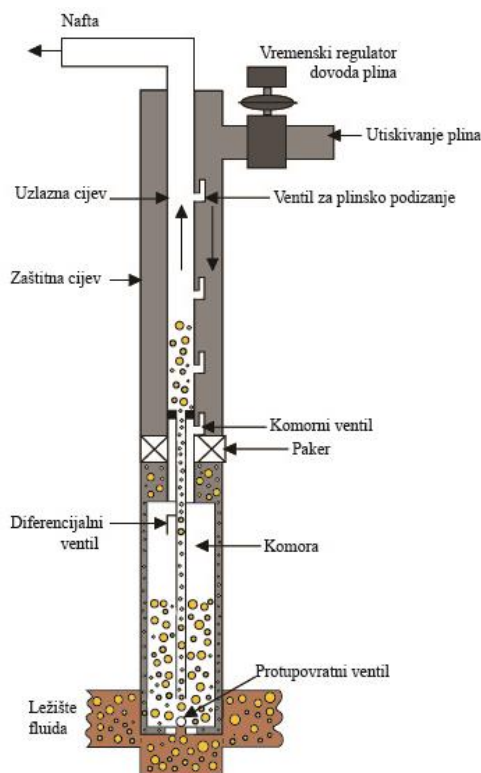
Komorni plinski lift s dva pakera se sastoji od komore koja je sa gornje i donje strane ograničena sa pakerima, uronjenje cijevi, protupovratnog ventila i diferencijalnog ventila. Uloga uronjene cijevi je omogućavanje lakšeg vađenja i spuštanja protupovratnog i diferencijalnog ventila. Promjer uronjene cijevi je jednak promjeru uzlaznih cijevi. U nekim slučajevima umjesto diferencijalnog ventila može biti i samo otvor koji služi za ispuštanje zaostalog plina iz komore u uzlazne cijevi. To se radi prilikom ponovnog punjenja komore kapljevinom. Vađenje i spuštanje ventila se obično zbog ekonomičnosti, brzine operacije i jednostavnosti radi s opremom na žici (Zelić, 1977). Na slici 2-2. prikazan je komorni lift sa dva pakera.



Slika 2-2. Komorni lift s dva pakera (Zelić, 1977)

2.4.2. Komorni lift s posebno ugrađenom komorom

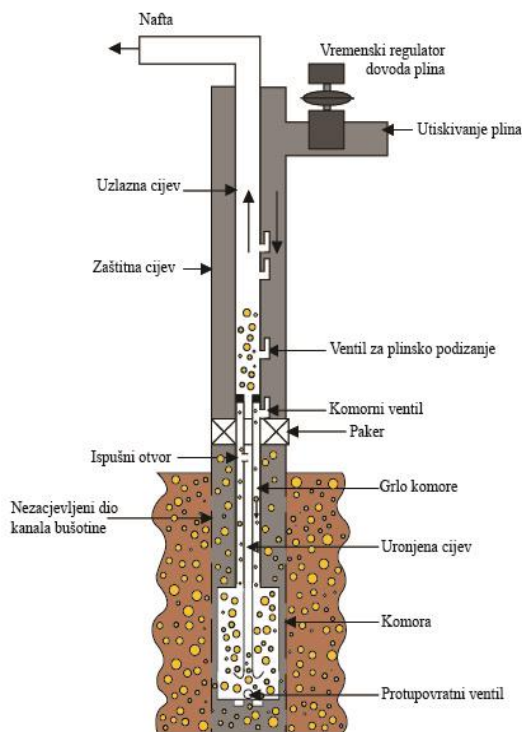
Komorni plinski lift s posebno ugrađenom komorom se ugrađuje u bušotine gdje se razina kapljevine ne podiže puno više od razine perforacija. Ovaj tip komornog plinskog lifta se ugrađuje i u bušotine koje imaju otvoreni kanal (bez zaštitnih cijevi i perforacija). Ova verzija komornog lifta se sastoji od cijevi većeg promjera (koji ima ulogu komore), jednog pakera, cijevi manjeg promjera i diferencijalnog ventila. Sama konstrukcija omogućava utiskivanje plina u prstenasti prostor između uronjene cijevi i komore. Kao i u prethodno opisanoj verziji i ova verzija ima ili diferencijalni ventil ili otvor malog promjera. Nedostatak ove verzije komornog plinskog lifta naspram komornog plinskog lifta s dva pakera (kod kojeg je moguće po potrebi vaditi i spuštati ventile) je u tome što nije moguće vaditi i spuštati ventile opremom na žici jer je cijev koja je uronjena u komoru manjeg promjera nego promjer uzlaznih cijevi (Zelić, 1977). Na slici 2-3. prikazan je komorni lift s posebno ugrađenom komorom.



Slika 2-3. Komorni lift sa posebno ugrađenom komorom (Zelić, 1977)

2.4.3. Komorni lift s produženim grlom komore

Komorni plinski lift s produženim grlom komore sastoji se od grla komore koje je produljeno ispod pakera. Ovaj tip komornog plinskog lifta ima bezbroj prednosti kao i mjesta primjenjivosti/korištenja. Primjenjuje se često u bušotinama s malim ležišnim tlakom i u bušotinama gdje je veliki raspon perforacija. Nadalje, koristi se kod bušotina gdje je veliki udio kiselih plinova koji mogu dovesti do stvaranja korozije zato što se oprema, uključujući i uronjenu cijev može ugrađivati i vaditi pomoću opreme na žici. Velika prednost ovog plinskog podizanja je što se ova izvedba komornog plinskog lifta može primjenjivati u bušotinama s velikim postotkom proizvodnje pijeska i u bušotinama s otvorenim kanalom bušotine. U otvorenom kanalu bušotine uzlazne cijevi se ugrade ispod pakera pa se donji dio bušotine koristi kao komora. S obzirom na to, duljina uzlaznih cijevi ispod pakera je ujedno i duljina komore koja se primjenjuje u tako opremljenoj bušotini. Na slici 2-4. prikazan je komorni lift s produženim grlom komore (Zelić, 1977).



Slika 2-4. Komorni lift s produženim grlom komore (Zelić, 1977)

2.4.4. Analiza komornih plinskih liftova

Kod konstrukcije komornog plinskog lifta s dva pakera, gdje je gornji paker sidreni paker, poželjno je da gornji paker ima mimovod odnosno by-pass. Kod komornih plinskih liftova s dva pakera, uronjena cijev je istog promjera kao i tubing radi lakšeg i bržeg vađenja i ugradnje pojedine opreme (ponajprije se tu misli na diferencijalni i protupovratni ventil). Kod plinskih liftova s ugrađenim (umetnutim) komorama promjer uronjene cijevi manji je od promjera tubinga. Prednost smanjenog promjera je povećan kapacitet komore. Nedostatak smanjenog promjera je, da se brzina protjecanja kapljevine kada uđe u tubing (u područje većeg promjera) smanjuje, te se plin lakše probija kroz naftu. Samim time je i povratno slijevanje kapljevine veće.

2.4.5. Prednosti plinskog komornog lifta

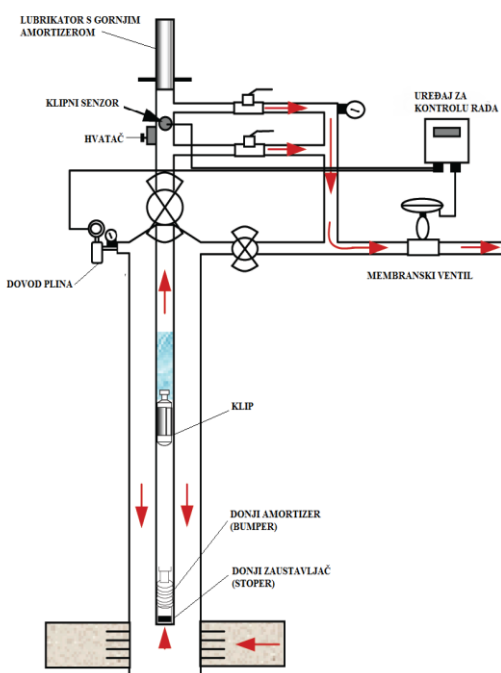
1. komornim plinskim liftom se može postići manji protutlak na ležište za razliku od protutlaka koji se postiže povremenim plinskim podizanjem. Samim time se može i povećati dotjecanje kapljevine u bušotinu;
2. zbog manjeg prodiranja utisnutog plina u stupac kapljevine i zbog manjeg povratnog slijevanja kapljevine, iznošenje kapljevine prema površini je bolje i potpunije;
3. pošto se po ciklusu dobiva veća količina kapljevine, potrebna je manja dnevna količina plin;
4. mjesto utiskivanja plina kod komornog plinskog lifta s ugrađenom (umetnutom) komorom može se nalaziti na samoj razini perforacija;
5. komorni plinski lift je najbolje upotrebljavati na bušotinama s malim ležišnim tlakom, te visokog i niskog indeksa proizvodnje;
6. komorni plinski lift se može ugrađivati sve do 3 500 metara.

2.4.6. Nedostaci komornog plinskog lifta

1. kod komornog plinskog lifta ograničen je maksimalni tempo crpljenja;
2. kada dođe do situacije da je dinamički tlak na dnu veći od tlaka utiskivanja plina, tada nije prikladno koristiti komorni plinski lift;
3. ako imamo mali promjer zaštitnih cijevi i veliku duljinu perforiranih razmaka, tada se ograničava djelotvornost komornog plinskog lifta;
4. ako nam iz ležišta dotječe zapjenjena i plinizirana kapljevina tada nam je djelotvornost komornog plinskog lifta jako mala - manja je i od djelotvornosti povremenog plinskog podizanja;
5. ukoliko bušotine uz kapljevinu proizvode velike količine pijeska, upotreba komore je ograničena zbog poteškoća prilikom vađenja komore i ostale opreme.

3. KLIPNI LIFT

Klipni lift koristi energiju koja je akumulirana u stlačenom plinu u prstenastom prostoru kako bi se potisnuo stupac kapljevine na površinu. Klipni lift može se opisati kao sisaljka čiji cilindar predstavljaju uzlazne cijevi, a po cijeloj dužini cijevi putuje metalni klip. Klip se cijelo vrijeme spušta kroz uzlazne cijevi do dna bušotine i putuje natrag na površinu. Klipni lift se na dno spušta na temelju svoje vlastite težine. Pri kretanju klipa prema gore njegov radni ventil je zatvoren i to omogućava iznošenje stupca kapljevine na površinu. Kada se klip kreće prema površini on udara u gornji prigušivač udarca, koji se nalazi na odbojniku tubinga. Isto tako na određenoj dubini se nalazi i donji zaustavljač (donji prigušivač udarca) na koji klip udara i zaustavlja se. Kod udarca na donji zaustavljač ventil klipa se zatvara pa ciklus podizanja stupca kapljevine započinje iznova. Klipni lift može biti dizajniran kao obični sistem plinskog lifta (količine plina za podizanje se osiguravaju iz posebnih izvora), ali isto tako se može primjenjivati u bušotinama koje raspolažu dovoljnim količinama vlastitog naftnog plina (Rukavina, 2015).



Slika 3-1. Shema bušotine opremljene za rad klipnim liftom (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

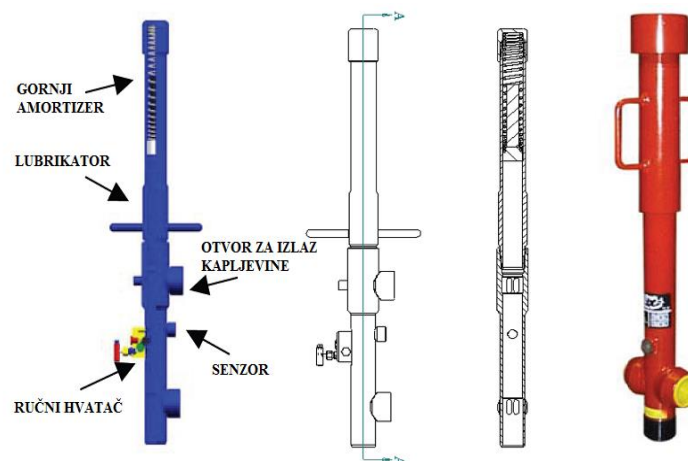
3.1. Oprema klipnog lifta

Opremu klipnog lifta čine:

- uzlazne cijevi;
- zaštitne cijevi;
- lubrikator s gornjim amortizerom;
- klip;
- kontrolni uređaja i upravljački mehanizam za rad ventila;
- donji amortizer;
- donji zaustavljač;
- magnetski davač impulsa.

3.1.1. Lubrikator

Lubrikator je dio nadzemne opreme. Glavna uloga lubrikatora je da prihvati klip na površini. Lubrikator može biti izveden u dva načina. Prvi način je da ima samo oprugu ako se radi o klipu sa šipkom ventila (jer tada ta šipka otvara protupovratni ventil), a ako se radi o klipu koji nema šipke ventila tada se unutar lubrikatora mora nalaziti šipka koja služi za otvaranje protupovratnog ventila (Perinović, 2000). Na slici 3-2. prikazan je lubrikator.



Slika 3-2. Lubrikator (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

3.1.2. Klip

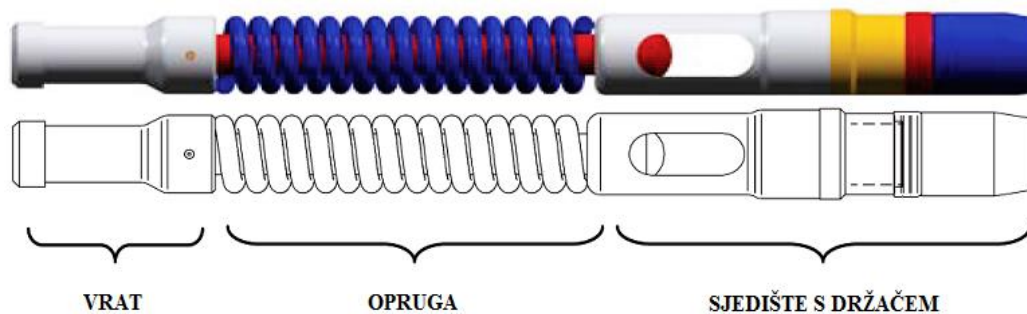
Klip je glavni dio ovog načina pridobivanja kapljevine. Klip treba zadovoljiti postavljene zahtjeve (velika otpornost materijala na naprezanje i trošenje, otpornost na zaglavu klipa, sposobnost klipa da brzo tone i da dobro brtvi za vrijeme svog kretanja prema gore), a koji ovise od bušotine do bušotine. Zadovoljavanje tih uvjeta se postiže građom klipa. Klip se sastoji od tijela, vrata za prihvat alatki na žici, brtvenog elementa i protupovratnog ventila. U praksi se najčešće koriste klipovi promjera 5,08 i 6,35 centimetra (2" i 2 ½") (Petroleum Engineering Handbook, 2007). Na slici 3-3. prikazan je klip



Slika 3-3. Različite konstrukcije klipova (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

3.1.3. Donji amortizer

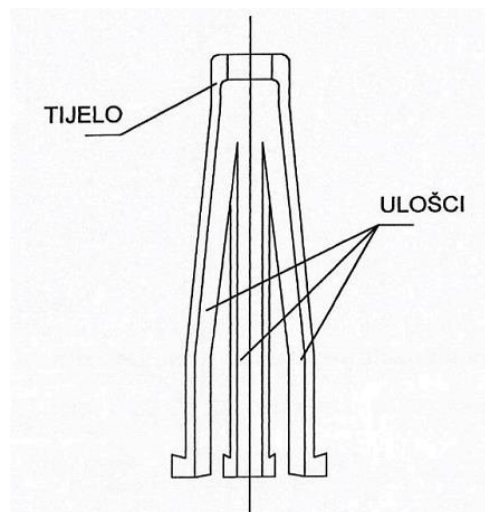
Donji amortizer udaraca se ugrađuje u bušotinu slobodnim padom, a izvlači se odgovarajućom alatkom na žici (Rukavina, 2015). Na slici 3-4. prikazan je donji amortizer.



Slika 3-4. Donji amortizer (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

3.1.4. Donji zaustavljač

Donji zaustavljač ili stoper ima zadatak da zaustavi klip prilikom njegovog kretanja prema dolje te osigurava veliku površinu protjecanja, a ne može se izbaciti iz bušotine bez obzira na brzinu plina ili kapljevine koja prolazi kroz njega. Spuštanje i vađenje donjeg zaustavljača se radi opremom na žici (Benjaro, 1980). Na slici 3-5. prikazan je donji zaustavljač.



Slika 3-5. Donji zaustavljač (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

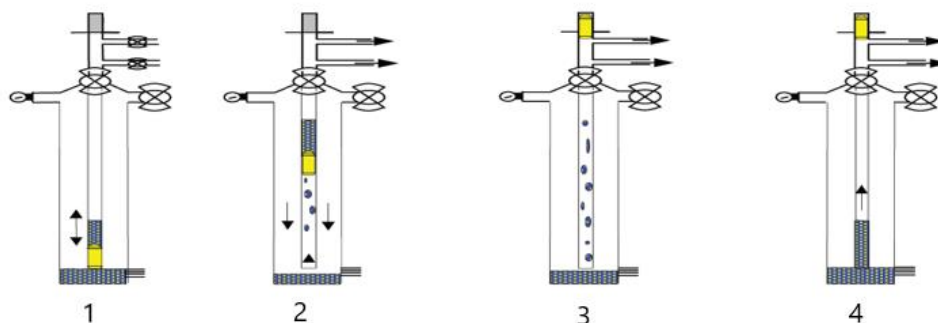
3.1.5. Magnetski davač impulsa

Uloga magnetskog davača impulsa je da prilikom dolaska klipa na površinu privlačne sile, između klipa i magneta, omogućuju stiskanje opruge. Stiskanjem te opruge plinu se omogućava aktiviranje regulatora (motornog ventila) koji se zatvara. Magnetski davač impulsa je uređaj koji se sastoji od magneta koji je smješten u magnetskom kućištu (Benjaro, 1980).

3.2. Ciklus rada klipnog lifta

Rad klipnog lifta se sastoji od 4 dijela tijekom kojega se obavi jedan puni ciklus.

- 1) Prvo se dešava kretanje klipa prema dolje. U tom periodu je protupovratni ventil klipa otvoren kao što prikazuje slika 3-6.
- 2) Kada klip dođe na donji zaustavljač, u tom trenutku se zatvara protupovratni ventil klipa. Klip stoji na dnu sve dok tlak iz prstenastog prostora ne dosegne zadanu veličinu (onu koja je podešena na regulatoru).
- 3) Kada tlak u prstenastom prostoru bude dovoljan, membranski ventil se otvara na priključnom naftovodu i uzrokuje kretanje klipa prema gore, čime se iznosi stupac kapljevine na površinu.
- 4) Kada klip dođe na površinu, on istiskuje kapljevinu u priključni naftovod. Kada je kapljevina istisnuta klip udara u šipku lubrikatora i tada se otvara protupovratni ventil. Istovremeno uređaj za kontrolu zatvara motorni ventil čime se omogućava ponavljanje ciklusa.



Slika 3-6. Ciklusi rada klipnog lifta (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

Kod bušotina gdje je postavljen vremenski regulator, bušotina se ne zatvara s dolaskom klipa na površinu, nego kada istekne vrijeme na koje je vremenski regulator podešen te se tek tada klip počinje spuštati na dno (Petroleum Engineering Handbook, 2007)

3.3. Primjena klipnog lifta

Klipni lift se može koristiti u plinskoj bušotini, naftnoj bušotini te u bušotini s plinskim podizanjem. Može se primjenjivati u slučajevima gdje dolazi do akumuliranja vode, parafina i emulzije na dnu bušotine. Kod primjene klipnog lifta slijevanje/vraćanje tekućine (dio tekućine koja se izgubi zbog zaostajanja) je manje zbog toga što klip omogućava „čep“ između plina i tekućine. Jedna od prednosti klipnog lifta je u tome što sadržaj vode klipnom liftu ne smanjuje djelotvornost. Zbog toga se upotrebljava u bušotinama s velikim udjelom vode u stupcu kapljevine. Sljedeća prednost mu je korištenje u bušotinama koje imaju veliko odlaganje parafina. Nasuprot tome, klipni lift se ne preporučuje koristiti u bušotinama gdje da će se proizvoditi veliki udio pijeska (Petroleum Engineering Handbook, 2007). Bušotine koje imaju malu proizvodnju nafte, a visoki plinski faktor su također pogodne za primjenu klipnog lifta, kao i bušotine sa velikim kutom otklona. Nadalje, klipni lift se može ugrađivati u bušotine koje imaju niski statički tlak na dno i visoki ili niski indeks proizvodnje, kao i u bušotinama s visokim statičkim tlakom na dno, ali sa niskim indeksom proizvodnje.

Oprema za ugradnju je identična, jedina razlika je u regulacijskom sklopu. Kod plinskih bušotina regulator djeluje ovisno o vremenu trajanja jednog ciklusa, dok se kod naftnih bušotina regulator podešava tako da djeluje na tlak. Plinske bušotine ne sadrže paker, nego su opremljene za proizvodnju plina kroz prstenasti prostor (Perinović, 2000). Ukoliko se ugrađuje paker u plinsku bušotinu to je u svrhu odjeljivanja i izoliranja pojedinih intervala u bušotini. Ukoliko se ugrađuje paker, potrebno je 50% više plina za iznošenje kapljevine u odnosu na klipni lift koji nema ugrađen paker. Tlačni regulator ima svrhu povećanja broja ciklusa koji omogućavaju veću proizvodnju kapljevine. Vremenski regulator se za razliku od tlačnog koristi u bušotinama koje imaju visoki plinski faktor (Benjaro, 1980).

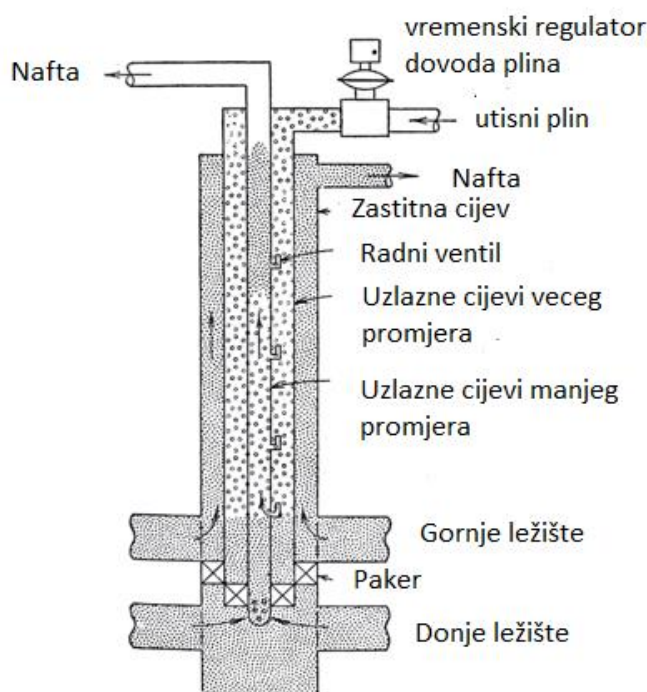
4. DVOSTRUKI PLINSKI LIFT

S razvojem i modernizacijom tehnologije i tehnike sve češće se primjenjuje dvostruki lift za iskorištavanje naftnih ležišta. S obzirom na promjer i položaj uzlaznih cijevi, dvostruki lift može biti koncentrični i usporedni uređaj. Opremanje bušotine ovisi o svojstvima ležišnih stijena i o načinu pridobivanja kapljevine.

4.1. Koncentrični uređaj

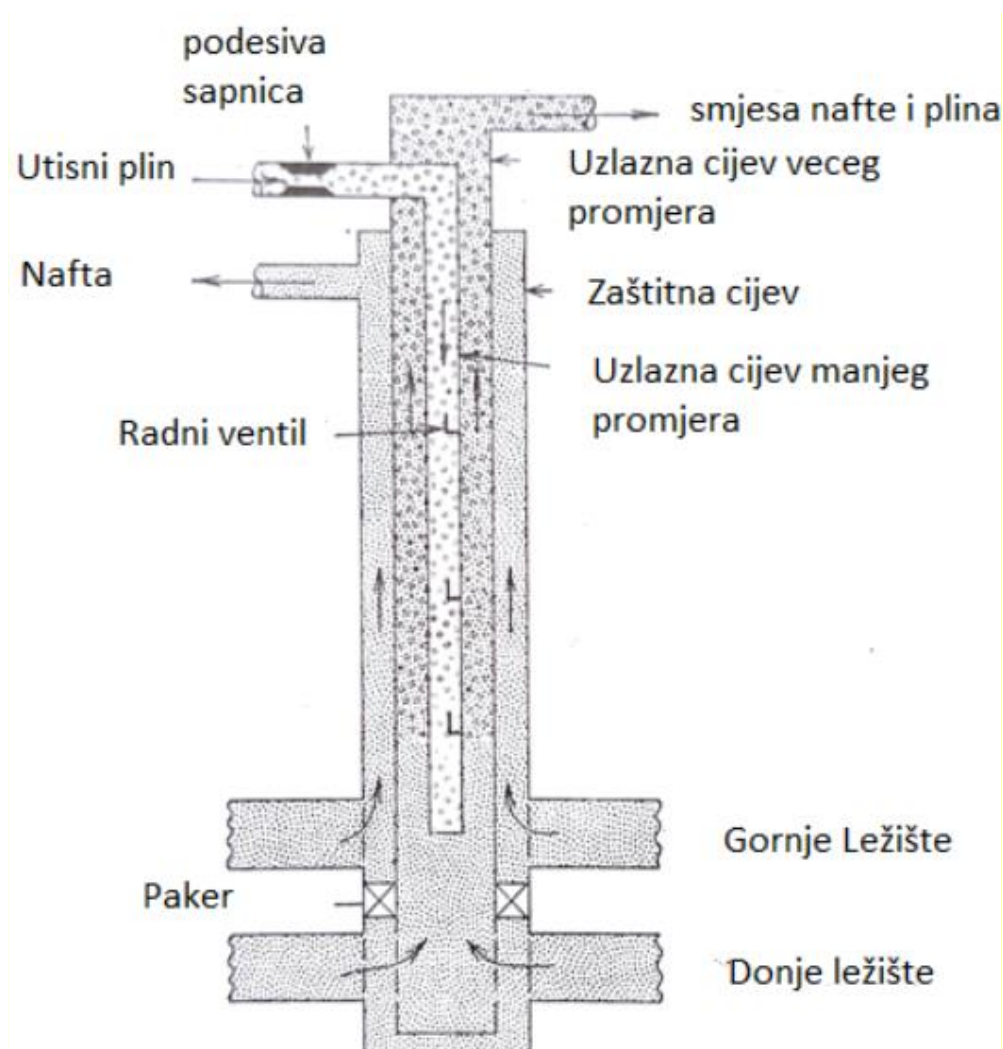
Razlikujemo više vrsta dvostrukog (koncentričnog) opremanja bušotine:

- Jedno ležište se odvojeno eksploatira plinskim liftom, a drugo eruptira. Gornje ležište se iskorištava eruptiranjem, a donje ležište s plinskim liftom. U ovakvom slučaju može se primijeniti koncentrični uređaj. Prilikom tog opremanja, plin se utiskuje kroz prstenasti prostor, a kapljevina se iz gornjeg ležišta koje eruptira diže kroz prstenasti prostor između eksploatacijskih i uzlaznih cijevi (većeg promjera). Dok se kapljevina iz donjeg ležišta diže se kroz uzlazne cijevi manjeg promjera (Zelić 1977).



Slika 4-1. Dvostruki koncentrični plinski lift (Zelić, 1977)

- Na slici 4-2. je vidljiva razlika u načinu opremanja bušotine, a razlika je u tome što se plin utiskuje kroz uzlazne cijevi manjeg promjera, a kapljevina zajedno s plinom se podiže ka površini kroz prstenasti prostor između uzlaznih cijevi manjeg promjera (odnosno kroz tubing većeg promjera).



Slika 4-2. Dvostruki plinski lift opremljen na drugačiji način (Zelić, 1977)

Prednosti koncentričnih uređaja su mala početna ulaganja tijekom opremanja bušotine, brza i lagana zamjena ventila (bez vađenja opreme), a treća prednost je što se kod zamjene ventila, ležište koje eruptira ne mora ugušiti, nego se može iz njega dalje proizvoditi.

4.2. Usporedni uređaj

Usporedni uređaj se može ugraditi na tri načina (Zelić, 1977):

1. Jedno ležište se iskorištava eruptiranjem kroz tubing, a drugo ležište plinskim liftom kroz drugi niz tubinga. Plin se utiskuje u prstenasti prostor i ovo je najčešća način primjene.
2. Drugi način je da se plin utiskuje u jedan od nizova uzlaznih cijevi, a da se kapljevina podiže prema ušću bušotine kroz prstenasti prostor.
3. Treći način je da se plin utiskuje u jedan niz tubinga, a kapljevina se podiže kroz drugi niz tubinga. Ležište koje se eksploatira eruptiranjem podiže kapljevinu kroz prstenasti prostor.

Glavna mana usporednih uređaja su velika početna ulaganja tijekom opremanja bušotine, te u slučaju zamjene ventila, ventili se ne mogu vaditi opremom na žici nego se moraju oba niza tubinga izvlačiti na površinu.

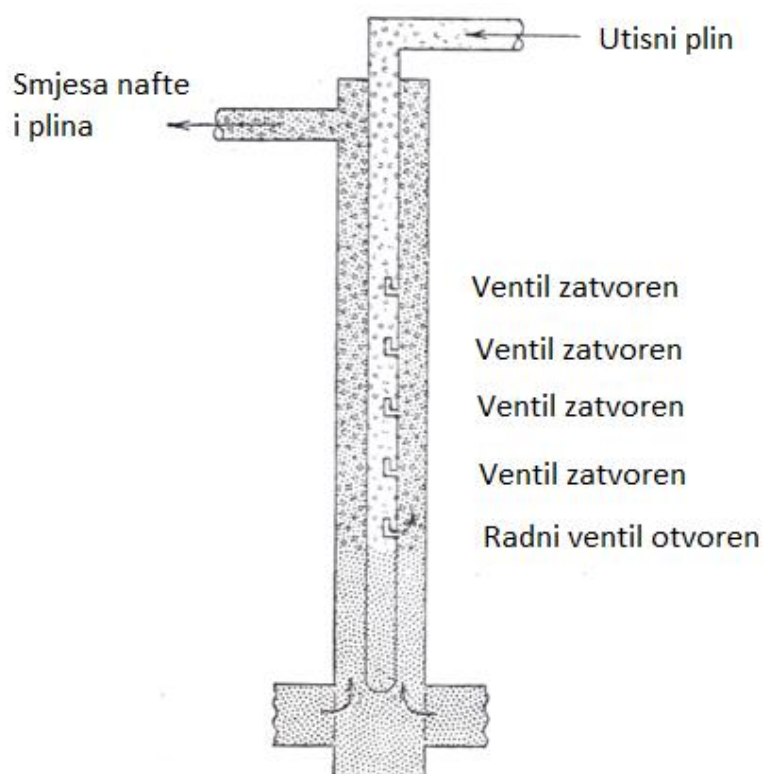
Prednost usporednog uređaja je veća dobava kapljevine.

4.3. Dvije skupine dvostrukog plinskog lifta

Ovisno o izvoru stlačenog plina, dvostruki plinski lift može se podijeliti u dvije skupine. U prvoj skupini dvostrukog plinskog lifta koristimo zajednički izvor stlačenog plina kojim se istodobno eksploatiraju dva odvojena ležišta. Druga skupina koristi različiti izvor stlačenog plina. Prilikom toga nizovi uzlaznih cijevi mogu biti ugrađeni: koncentrično, usporedno ili kombinirano (koncentrično i usporedno) (Zelić, 1977).

5. CENTRALNI PLINSKI LIFT

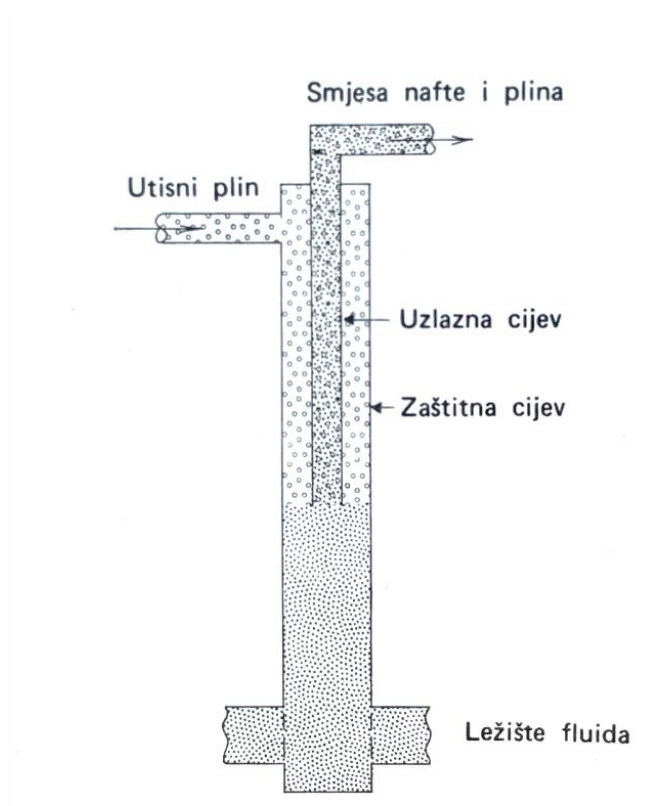
Kod ovog plinskog lifta plin se utiskuje kroz tubing, a smjesa kapljevine i plina se podiže kroz prstenasti prostor do ušća bušotine. Centralni plinski lift se najčešće koristi u bušotinama koje imaju velika davanja iako se može koristiti i kod povremenog podizanja kapljevine na kraju proizvodnog vijeka bušotine kad su davanja puno manja od početnih. Danas postoje primjeri bušotina koje kroz prstenasti prostor neprekidnim liftom ostvaruju protoke između 2 000 i 3 000 m³ kapljevine dnevno. U takvim bušotinama se primjenjuju koncentrični plinski ventili ili ventili koji se ugrađuju u vreteno s bočnim džepom. Takva konstrukcija ventila omogućava utiskivanje plina iz uzlaznih cijevi u prstenasti prostor (Zelić, 1977).



Slika 5-1. Centralni plinski lift (Zelić, 1977)

6. JEDNOREDNI PLINSKI LIFT

U praksi se najčešće primjenjuje upravo ovaj tip lifta odnosno sustav plinskog lifta. Ovaj sustav plinskog lifta se najviše primjenjuje zbog svoje jednostavnosti (sastoji se od jednog niza uzlaznih cijevi). Kod primjene ove metode plinskog podizanja, plin se utiskuje ili u prstenasti prostor ili u uzlazne cijevi. U prvom slučaju kada se plin utiskuje u prstenasti prostor (prostor između zaštitnih cijevi i uzlaznih cijevi) tada smjesa plina i kapljevine protječe kroz uzlazne cijevi. U drugom slučaju kada se plin utiskuje u uzlazne cijevi, tada smjesa plina i kapljevine protječe prstenastim prostorom (Brkić, 2021).



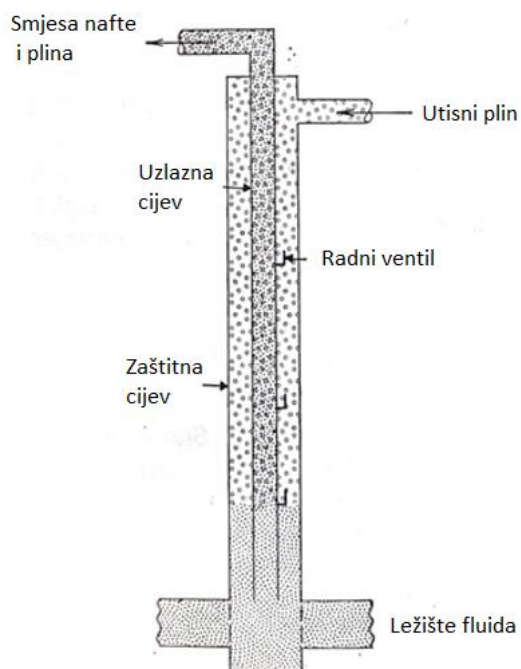
Slika 6-1. Jednoredni plinski lift (Zelić, 1977)

S obzirom na način izvedbe, jednoredni plinski lift može biti

- otvoreni;
- poluzatvoreni;
- zatvoreni.

6.1. Otvoreni jednoredni plinski lift

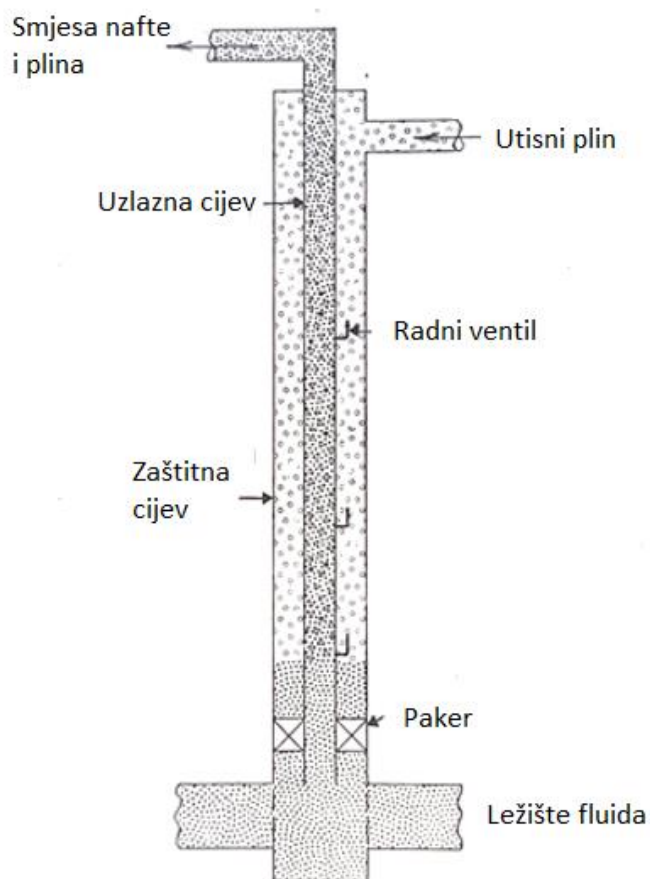
Otvoreni plinski lift je način pridobivanja kapljevine u situacijama kada se u bušotinama na uzlazne cijevi ne ugrađuje paker niti protupovratni ventil. Prednost izostanka ugradnje pakera i protupovratnog ventila je u tome što se otvoreni jednoredni plinski lift može ugraditi u bušotinama s velikim (visokim) dinamičkim tlakovima na dno. Druga prednost ovog plinskog lifta je njegova mogućnost opremanja u bušotinama koje imaju velika davanja i veliki indeks proizvodnje (Zelić, 1977). Na slici 6-2. prikazan je otvoreni jednoredni plinski lift.



Slika 6-2. Otvoreni jednoredni plinski lift (Zelić, 1977)

6.2. Poluzatvoreni jednoređni plinski lift

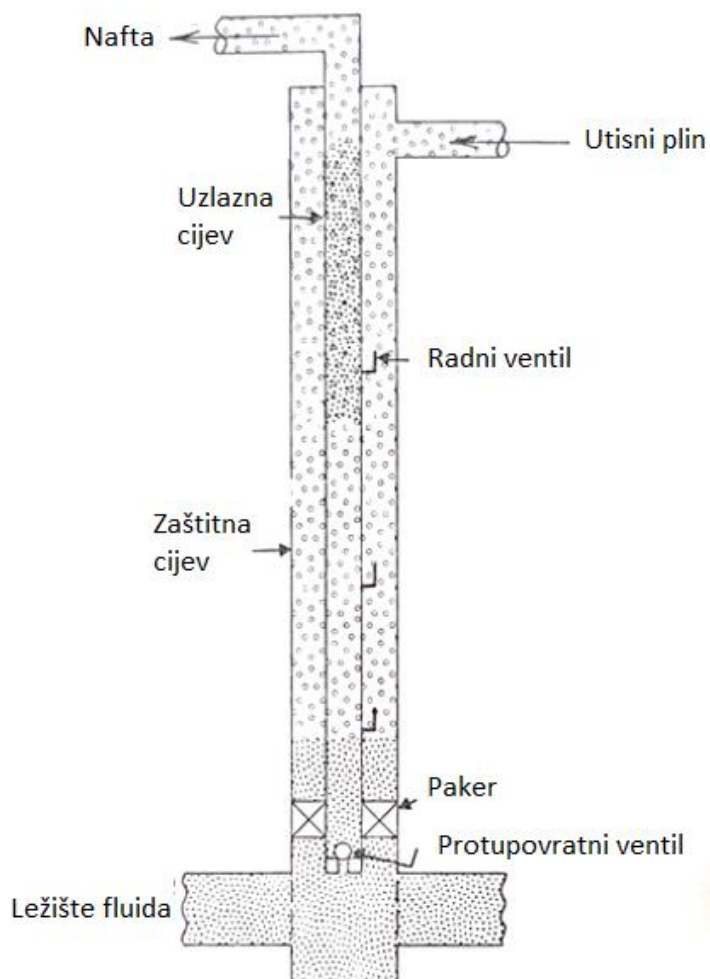
Poluzatvoreni jednoređni plinski lift je lift u kojemu se na uzlazne cijevi ugrađuje paker, odnosno kada imamo sustav paker-tubing. U ovom slučaju ugrađuje se paker kako bi se odijelilo ležište i prstenasti prostor bušotine. Prednosti ovog plinskog lifta je upotreba kod neprekidnog i kod povremenog plinskog podizanja kapljevine te je jednako efikasan u oba slučaja (Zelić, 1977). Na slici 6-3. prikazan je poluzatvoreni jednoređni plinski lift.



Slika 6-3. Poluzatvoreni jednoređni plinski lift (Zelić, 1977)

6.3. Zatvoreni jednoredni plinski lift

U zatvorenom jednorednom plinskom liftu se u razini pete niza tubinga ugrađuje protupovratni ventil. Druga mogućnost ugradnje protupovratnog ventila je ispod radnog ventila. Pogodnost ove izvedbe jednorednog lifta očituje se samo u povremenom plinskom podizanju. Uloga protupovratnog ventila je da omogućava dotok kapljevine iz ležišta u uzlazne cijevi, a da u isto vrijeme sprječava vraćanje kapljevine iz uzlaznih cijevi u ležište (Zelić, 1977).



Slika 6-4. Zatvoreni jednoredni plinski lift (Zelić, 1977)

7. USPOREDNI PREGLED PLINSKIH LIFTOVA

U tablici koja slijedi istaknute su prednosti i nedostaci pojedinih plinskih liftova te je prikazana njihova međusobna usporedba. Također su navedene pojedina karakteristike i parametri koji su važni i o kojima ovisi plinsko podizanje kapljevine sa dna bušotine do priključnog naftovoda.

Tablica 7-1. Usporedni pregled plinskih liftova

	KOMORNI LIFT	KLIPNI LIFT	DVOSTRUKI LIFT	CENTRALNI LIFT	JEDNOREDNI LIFT
Povremeni plinski lift	✓	✓	✓	✓ -	✓
Neprekidni plinski lift				✓	
Veliko davanje				✓	
Malo davanje	✓	✓	✓		✓
Niski ležišni tlak	✓		✓		✓
Visoki ležišni tlak		✓		✓	
Mali indeks proizvodnje	✓	✓	✓		✓
Veliki indeks proizvodnje	✓	✓	✓	✓	✓
Ugradnja pakera	✓		✓		✓
Otvoreni kanal bušotine	✓				
Vađenje opremom na žici	✓	✓		✓	✓
Otpornost na abraziju pijesaka	✓			✓	
Veliki udio vode		✓		✓	
Visoki GOR		✓		✓	

✓ - karakteristika u kojoj pojedina vrsta plinskog lifta ima prednosti i primjenu

Tablica prikazuje da odabir vrste plinskog podizanja uvelike ovisi o svojstvima ležišta. Ne može se govoriti o dominaciji samo jedne vrste plinskog lifta, jer svaki plinski lift u određenim uvjetima ima prednosti zbog kojih se ugrađuje upravo ta vrsta plinskog lifta u određenoj bušotini.

8. ZAKLJUČAK

Nakon prestanka eruptivnog načina pridobivanja kapljevine, najprihvatljiviji i u ekonomskom smislu najisplativiji te najbližnji način eruptivnom podizanju je plinsko podizanje kapljevine. Primjenom plinskog podizanja se simuliraju uvjeti slični eruptivnom načinu pridobivanja kapljevine. Od pet opisani povremenih plinskih liftova u ovom radu, najčešće se primjenjuju komorni plinski lift, klipni lift i jednoredni plinski lift zbog svojih tehnoloških izvedbi te postignuća i rezultata tijekom eksploatacije kapljevine.

Jedan od mnogobrojnih oblika povremenog plinskog podizanja je Komorni plinski lift. On se koristi kada je ležišni tlak određene bušotine nizak i kada je indeks proizvodnje visok. Drugim riječima komorni plinski lift se upotrebljava u kasnijim razdobljima pridobivanja kapljevine u životnom ciklusu bušotine. Komorni plinski lift zahtijeva korištenje manjih dnevnih količina plina pa mu je to također jedna od prednosti u odnosu na ostale vrste plinskog podizanja. Komorni plinski lift upotrebljava komoru koja služi za sakupljanje maksimalne količine kapljevine i njezino podizanje na površinu do priključnog naftovoda.

Upotreba klipnog lifta izuzetno je efikasna u bušotinama koje imaju visoki tlak na dnu bušotine, mali indeks proizvodnje (manji od $1\text{m}^3/\text{dan}/\text{bar}$), u koso usmjerenim bušotinama te u bušotinama s velikim udjelom otopljenog plina u nafti. Klipni lift je neprimjenjiv u bušotinama s dotok pijeska (jer dolazi do habanja i trošenja materijala) kao i kod bušotina s niskim tlakom. U današnje vrijeme dolazi do sve veće primjene klipnog lifta zbog toga što omogućuje racionalno korištenje energije ležišta, a zbog svoje jednostavne građe i rada omogućava povećani iscrpak kapljevine.

U Republici Hrvatskoj također postoji mogućnost primjene klipnog lifta. Primjena klipnog lifta razmatrana je na naftnim poljima poput Benčanci i Kućanci – Kapelna. Na naftnom polju Kućanci moguće je ostvariti veću dobavu kapljevine u odnosu na sadašnju proizvodnju. Za taj poduhvat potrebne su veće količine plina za podizanje kapljevine. Jedino rješenje tog problema je kupnja plina iz transportnog sustava, što nije isplativo s obzirom na trenutne cijene plina i nafte na svjetskim tržištima. Što ne znači da u budućnosti neće biti isplativo ukoliko cijene nafte porastu. Što se tiče Beničanaca, također postoji potencijal za veću proizvodnju kapljevine s povremenim plinskim podizanjem, no kao i kod prethodno opisanog naftnog polja, postoji

problem nedostatka plina. Rješenje je povećanje proizvodnje kaptaznog plina i puštanje u proizvodnju novih plinskih bušotina.

Na temelju usporedbe različitih metoda povremenog plinskog podizanja prikazanih u ovom završnom radu naglašene su prednosti i nedostaci istih.

Prednosti povremenog plinskog podizanja

- ventile i plinski lift se može lako prilagoditi s obzirom na količinu, dubinu i visinu podizanja kapljevine prema ušću nebitno radi li se o vertikalnim ili koso usmjerenim bušotinama;
- cijena početnog ulaganja u opremu povremenog plinskog lifta je manja nego kod ostalih metoda mehaničkog podizanja kapljevine;
- troškovi proizvodnje plinskim liftom su manje nego kod ostalih metoda mehaničkog podizanja kapljevine;
- povremeni plinski lift je pogodan u bušotinama sa niskim plinskim faktorom (izuzev klipnog lifta);
- plinski lift se može primjenjivati u uvjetima kada znamo da ćemo imati abrazivne tvari, jer abrazivne tvari malo ili uopće ne utječu na djelotvornost plinskog lifta;
- kod većine povremenih plinskih liftova je mogućnost zamjene plinskih ventila pomoću opreme na žici.

Nedostaci povremenog plinskog lifta su

- povremeni plinski lift se ne preporučuje koristiti ako nemamo dovoljnu količinu plina za utiskivanje;
- ako je prevelika udaljenost između bušotina može se spriječiti primjena plinskog lifta zbog centralnog smještaja izvora stlačenog plina;

- povremeni plinski lift se ne može primijeniti u bušotinama s oštećenim uzlaznim cijevima, također ga nije preporučljivo koristiti gdje je veliki udio vode u kapljevini;
- javljaju se problemi istodobnog eksploatiranja dvaju odvojenih ležišta dvostrukim plinskim liftom, kada je donje ležište previše udaljeno od gornjeg ležišta i pri razmjerno malom tlaku na dno bušotine;
- ako je plin korozivan, može dovesti do smanjena djelotvornosti plinskog lifta.

9. LITERATURA

1. BENJARO, M., 1980. Primjena klipnog lifta za iskorištavanje naftnih i plinskih bušotina.
2. BRKIĆ, V., 2021. Predavanje i bilješke sa predavanja iz kolegija Proizvodnja nafte i plina 1 - neobjavljeno.
3. GALOVIĆ, V., 2019. Podizanje kapljevine korištenjem komornog plinskog lifta. Završni rad, Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
4. PERINOVIĆ, I., 2000. Primjena klipnog lifta u proizvodnji iz bušotina s visokim plinskim faktorom na polju Lipovljani. Diplomski rad, Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
5. Petroleum engineering handbook 2007. Volume IV, Production Engineering. SPE.
6. RUKAVINA, H., 2015. Klipni (plunger) lift kao mehanička metoda pridobivanja kapljevine. Završni rad, Rudarsko – geološko- naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
7. ZELIĆ, M., 1977. Tehnologija pridobivanja nafte i plina eruptiranjem i gasliftom. Zagreb: Grafički zavod Hrvatske.

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja i vještina stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, služeći se navedenom literaturom.

Kristijan Panić

Kristijan Panić



KLASA: 602-01/22-01/79
URBROJ: 251-70-12-22-2
U Zagrebu, 08.09.2022.

Kristijan Panić, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/79, URBROJ: 251-70-12-22-1 od 28.04.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

USPOREDBA RAZLIČITIH VRSTA POVREMENOG PLINSKOG PODIZANJA KAPLJEVINE

Za mentora ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv.prof.dr.sc. Vladislav Brkić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Vladislav Brkić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Luka Perković

(titula, ime i prezime)



Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)