

Nedelja 4

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU -

Bušenje čistom vodom; Upotreba glinenih isplaka;
Svojstva isplake; Isplaka na bazi nafte; Polimerne
isplake; Upotreba komprimovanog vazduha; Upotreba
hemijskih preparata - pena; Dodaci isplaci za brže
bušenje

17/12/2015

02/03/2016

Sadržaj:

Nedelja 1. OPŠTE O ISTRAŽNOM BUŠENJU - Kratak istorijat istražnog bušenja; Istražno bušenje i pojam istražne bušotine, nove tehnologije, karakter bušača

Nedelja 2, 3. TEHNOLOGIJA BUŠENJA - Tehnički postupci bušenja; Principi mehaničkog bušenja; Princip rotacionog bušenja; Princip udarnog bušenja; Princip ručnog bušenja; Kombinovano bušenje; Pribor za bušenje

Nedelja 4. UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU - Bušenje čistom vodom; Upotreba glinenih isplaka; Svojstva isplake; Isplaka na bazi nafte; Polimerne isplake; Upotreba komprimovanog vazduha; Upotreba hemijskih preparata - pena; Dodaci isplaci za brže bušenje; Pumpa za isplaku

Nedelja 5. USMERENO BUŠENJE i KRIVLJENJE BUŠOTINE (DEVIJACIJA) - Uzroci krivljena bušotine; Merenje iskrivljenosti bušotine

Nedelja 6. TAMPONIRANJE i CEMENTACIJA ISTRAŽNIH BUŠOTINA i ZAGLAVE i HAVARIJA U TOKU BUŠENJA - Spašavanje zaglavljenog bušačkog pribora; Otklanjanje havarija u bušotini

Nedelja 7. UZORKOVANJE IZ ISTRAŽNIH BUŠOTINA i ISPITIVANJA NA JEZGRU i U ISTRAŽNIM BUŠOTINAMA - Ispitivanja na jezgru istražnih bušotina; Osmatranja merenja i ispitivanja u bušotinama; Praćenje osnovnih parametara bušenja; Hidrogeološka osmatranja i merenja u bušotinama; Geofizička merenja u bušotinama; Geotehnička osmatranja i ispitivanja u bušotinama

Nedelja 8. SPECIFIČNOSTI BUŠENJA U RAZLIČITIM GEOLOŠKIM SREDINAMA - Svojstva stenskih masa; Bušivost stena; Stabilnost zidova bušotine; Izbor opreme i režima bušenja; Izbor opreme; Izbor režima bušenja

Nedelja 9. OSTALE PRIMENE BUŠENJA U GEOTEHNICI - Priprema uzoraka i mernih mesta za "in situ" ispitivanja; Iskop čvrstih stenskih masa miniranjem; Izrada bušenih šipova; Poboljšanje svojstava stenskih masa; Bušotine specijalnih namena

Nedelja 10. ISTRAŽNI ISKOPI - Plitki istražni iskopi; Istražne jame; Istražni rovovi; Istražne raskrivke; Duboki istražni iskopi; Istražna okna, šahte; Istražne galerije, potkopi

Nedelja 11. PRAKTIČNA NASTAVA - Obilazak gradilišta gde se vrši istražno bušenje i upoznavanje sa osnovnim elementima bušačkog pribora i tehnologijom bušenja; Kartiranje i izrada profila istražne bušotine u AutoCad-u

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Radnim fluidima, koji se koriste u toku bušenja, do sada nije poklanjana odgovarajuća pažnja mada, **mnogi problemi koji prate bušenje** uglavnom **su vezani za izbor neodgovarajućeg fluida**. Samo uz odgovarajuću tehnologiju ispiranja i pravilan izbor bušačkog pribora i parametara režima bušenja, moguće je prevazići probleme vezane za: **mali procenat i loš kvalitet jezgra, zarušavanje zidova bušotine, gubitak cirkulacije, zaglave i havarije, veliko habanje bušačkog pribora** i sl.

Medjutim, **sve češći zahtevi za izradom dubokih bušotina**, sve veći troškovi i sve veće poteškoće oko nabavki bušačkog pribora i obložnih kolona, **uslovili su da se radnim fluidima posvećuje sve veća pažnja**, koja im po ulozi i pripada u tehnologiji izrade bušotina.

U toku istražnog bušenja koriste se određeni **fluidi čija se uloga**, izmedju ostalog, **svodi na**:

- **hladjenje i podmazivanje krune i bušačkog pribora**
- **čišćenje orta i iznošenje nabušenih čestica**
- **održavanje stabilnosti zidova**
- **sprečavanje gubljenja fluida iz bušotine**
- **sprečavanje naglih prodora gasova i vode u bušotinu**

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

- **sprečavanje korozije bušačeg pribora**
- **pojednostavljenje konstrukcije bušotine**
- **zmanjenje troškova zacevljenja.**

Hladjenje i podmazivanje krune i pribora za bušenje - Pri razaranju stena, prodiranjem krune pod dejstvom sile pritiska i rotacije, razvija se **ogromna količina toplote**. Da nema cirkulacije radnog fluida dijamantska zrna, ili vidija štapići, bi **pregorevali i ispadali iz krune**, a bušaće šipke bi se usled omekšavanja kidale. **Prisustvo fluida smanjuje trenje bušačeg pribora u toku procesa bušenja**. Takodje, **tanak glineni sloj** koji se formira na zidovima bušotine **olakšava spuštanje i izvlačenje bušačeg pribora i obložnih kolona**. Na taj način proces bušenja se olakšava, a radni vek bušačeg pribora se produžava. Svi fluidi koji se koriste imaju dovoljnu specifičnu toplotu da cirkulacijom u procesu bušenja hlade krunu i imaju moć podmazivanja bušačeg pribora.

Čišćenje orta i iznošenje nabušenih čestica je jedna od osnovnih i najvažnijih funkcija fluida iz sledećih razloga:

- **čisto dno bušotine i produžava radni vek krune**, jer se ne troši na nepotrebno usitnjavanje već nabušenih čestica

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

- čisto dno bušotine **olakšava cirkulaciju fluida** odnosno, omogućava bolje hladjenje
- čist kanal bušotine **smanjuje abrazivno dejstvo nabušenih čestica** na krunu i bušači pribor
- čist kanal bušotine **smanjuje mogućnost zaglavlava**, posebno u slučaju nepredvidjenih prekida u procesu bušenja, i
- čist kanal bušotine **olakšava i skraćuje vreme izvlačenja i spuštanja pribora**

Sposobnost isplake da uklanja i iznosi nabušene čestice sa dna zavisi od specifične težine, viskoziteta i brzine cirkulacije fluida. Čestice imaju tendenciju da propadaju kroz fluid koji ih iznosi krećući se naviše. Da bi čestice bile iznete, sa dna bušotine na površinu, brzina propadanja čestica mora biti manja od brzine kretanja fluida nagore. Relativna brzina iznošenja čestica može se izraziti kao:

$$V_r = V - V_s$$

Gde je, v_r - relativna brzina izdizanja čestica (m/s); v - srednja brzina fluida (m/s); v_s - brzina propadanja čestica kroz fluid (m/s).

Brzina slobodnog padanja čestica, prema **Stoks-ovom zakonu viskoznosti**, iznosi:

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

$$V_s = \frac{2}{9} \cdot \frac{g \cdot d^2 (\gamma_s - \gamma_i)}{\mu} \quad (m/s)$$

Gde je,

v_s - brzina padanja čestica, (m/s)

γ_s - specifična težina čestica, (kN/m³)

γ_i - specifična težina isplake, (kN/m³)

g - ubrzanje sile zemljine teže, (9,81 m/s²)

d - srednji prečnik čestica, (m) i

μ - viskozitet isplake (Pa s)

Vrlo često, za praktičnu primenu koristi se relacija *Rittinger-a*:

$$V_s = K \sqrt{d \frac{(\gamma_s - \gamma_i)}{\gamma_i}} \quad (cm/s)$$

Gde je, K - koeficijent koji zavisi od oblika zrna (čestica) i iznosi: 51,1 - za zrna idealno okruglog oblika; 40,0 - za okruglasta zrna i 26,0 - za zrna duguljastog i nepravilnog oblika.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Kao što se iz navedenih izraza vidi, taloženje u bušotini sprečavaju: male razlike specifičnih težina, male dimenzije čestica, visoki viskozitet i brzine cirkulacije fluida. Ukoliko se zaustavi cirkulacija fluida, a on nije **tiksotropan**, u bušotini će doći do taloženja nabušenih čestica, koje mogu blokirati bušaći pribor, ako se on duže zadrži u mestu. **Tiksotropija je svojstvo fluida da pri mirovanju predje u gel, tako da čvrste čestice ostanu, zarobljene, da lebde na mestu gde su bile u trenutku prekida cirkulacije fluida.**

Isplaka treba da poseduje tiksotropna svojstva. Medjutim, **tiksotropija ne sme biti jako izražena**, jer u suprotnom bilo bi otežano istaložavanje nabušenih čestica na površini. **Oslobađanje čestica nabušenog materijala, u spoljnom sistemu taložnika**, zahteva se kao neophodno svojstvo radnog fluida. Ono, isto kao i istaložavanje u bušotini, **zavisi od brzine cirkulacije fluida**. Znači, što manja brzina fluida to brže istaložavanje. Zato se za istaložavanje nabušenih čestica iz tiksotropnih fluida, sistemom taložnika omogućava široko i tanko tečenje.

Tanko tečenje fluida veoma je teško održati ako je tiksotropija visoka. U tom slučaju, za odstranjivanje peska i suspendovanih čestica iz fluida, koriste se mehaničke sprave: vibraciona ili rotaciona sita ili cikloni.

<https://www.youtube.com/watch?v=S8gP3yWsloc>

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Stvaranje tankog nepropusnog filma na zidovima bušotine je takodje, važno svojstvo radnog fluida. Da bi fluid cirkulisao mora se izazvati **razlika hidrostatičkog pritiska**. Zbog povećanih pritisaka fluid teži da prodre u okolnu stenu. Ako su pore male, u njih ne mogu prodreti suspendovane čestice već se one talože na zidovima bušotine stvarajući **tanki vodonepropusni film (isplačni ili glineni kolač)**.

U ispucalim, tektoniziranim, kaveroznim i veoma poroznim stenama, suspendovane čestice i fluid pod pritiskom otiču u stensku masu. Ova pojava naziva se **gubitak cirkulacije**.

Debljina isplačnog kolača i količina fluida koji se gubi u stenskim masama imaju značajan uticaj na bušenje.

Debeo kolač se stvara kada su stene velike propustljivosti (permeabilnosti) te pod pritiscima velike količine fluida otiču u okolnu stensku masu. Debeo kolač najčešće:

- otežava kretanje bušačkog pribora, i aparature za merenja u bušotini
- izaziva zaglave, blokiranje, bušačkog pribora
- zatvara produktivne vodonosne, gasonosne i druge slojeve

Velike količine infiltrirane vode u glinovitim, škriljavim formacijama, otežavaju bušenje jer:

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

- izazivaju bubrenje stena,
- Izazivaju zaglave bušačeg pribora i druge opreme
- otežavaju otklanjanje havarija u bušotini.

Stabilizacija zidova bušotine - Pri nailasku na rasedne, milonitske i zone raspadnutih stena, usled lake erodibilnosti fluidom, dolazi do zarušavanja zidova bušotine. **Povećanjem tiksotropnih svojstava radnom fluidu povećava se i debljina glinenog kolača**, koji stabilizuje zidove bušotina, a ujedno smanjuje i gubitke fluida u takvoj zoni.

Do zarušavanja zidova bušotine usled loma, može doći u stenama sa malim mehaničkim čvrstoćama na velikim dubinama, a posebno ako je razlika specifičnih težina radnog fluida i okolnih stenskih masa velika. U ovakvim slučajevima, povećanjem specifične težine radnog fluida odnosno, pritiskom stuba fluida mogu se zidovi bušotina održati stabilnim. **Hidrostatički stub fluida može donekle sprečiti** iznenadne i nagle prodore voda i erupcije gasova odnosno, **zarušavanje zidova bušotine** koje, po pravilu, redovno prati ove pojave.

Pojednostavljenje konstrukcije bušotine i smanjenje troškova zacevljenja - Vrlo često, zbog neodgovarajućeg izbora radnog fluida mora se smanjiti prečnik bušenja, a prethodni interval se mora zaceviti. To znatno usporava bušenje, smanjuje efikasnost i sigurnost daljeg bušenja.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Često, zbog korišćenja **fluida koji ne zaptiva dobro zidove**, a delom i zbog lošeg postupka pri zacevljenju, **veći deo obložnih kolona ostaje u bušotini jer se kasnije ne može izvaditi iz nje**. Izborom dobrog radnog fluida moguće je bušenje i do 300 m bez zacevljenja bušotine, jer to omogućava koloidni kolač. Upravo zbog toga, konstrukcija bušotine može biti znatno pojednostavljena, efikasnost i sigurnost bušenja povećana, a troškovi zacevljenja svedeni na minimum.

Zaštita od korozije bušaćeg pribora - Bušaće šipke, koje rotiraju velikom brzinom i pod velikim pritiskom, često su izložene korozivnom delovanju nabušenih čestica.

Takodje, **pri bušenju kroz pojedine sredine**, rudnih ležišta, dolazi do **kontaminacije radnog fluida** solju. Da bi se sprečilo korozivno delovanje, **nagrizanje, bušaćeg pribora**, posebnim postupkom obrade iz radnog fluida treba odstranjivati zagađivače. Da bi radni fluidi obavljali sve ove funkcije neophodno je da im se fizičko-mehanička svojstva održavaju u okviru planiranih granica.

Uspešnost ostvarivanja napred navedenih funkcija radnog fluida u toku bušenja, zavisi od fizičko-mehaničkih svojstava stena kroz koje se buši, tehnologije bušenja, dubine bušotine, fizičko-mehaničkih svojstava i brzine cirkulacije fluida.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Mogućnost primene pojedinih vrsta fluida za bušenje, uglavnom zavisi od njegovog delovanja na okolnu sredinu. Radni fluid ne sme štetno da deluje na okolne stene, jer to se može negativno odraziti na efekte bušenja i podatke prikupljene bušenjem. Odnosno, radni fluid ne treba, ili u što manjoj meri, da:

- ispira, eroduje i ruši jezgro
- izaziva fizičko-hemijske procese u stenskoj masi, bubrenje, rastvaranje
- zagadjuje okolnu sredinu, hemijski, bakteriološki
- smanjuje filtraciona svojstva vodonosnih sredina
- otežava cirkulaciju i dovodi do stvaranja velikih gubitaka

Pri bušenju u geotehničke svrhe, kao radni fluid, najčešće se koristi:

- **voda**
- **glinena isplaka**
- **isplaka na bazi nafte i emulzije**
- **pene, hemijske materije specijalnih osobina**
- **komprimovani vazduh**

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Bušenje čistom vodom - Istražno bušenje pomoću čiste vode izvodi se u čvrstim stenskim masama, sa stabilnim zidovima, ali i u nevezanim i poluvezanim sedimentima. Pri bušenju u sredinama koje su lako erodibilne, rastvorljive, sklone zarušavanju i bubrenju, obavezno je zacevljivanje zidova bušotine.

Osnovni razlozi za bušenje čistom vodom, pre svega, su:

- očuvanje prirodnih uslova sredine
- mali viskozitet i lak rad
- lako izdvajanje nabušenih čestica u spoljnom sistemu cirkulacije
- prozračnost, neophodna za neka ispitivanja u bušotini optičkim metodama
- ekonomičnost (mali troškovi)

Upotreba čiste vode pri bušenju, i pored navedenih prednosti, ima i izvesnih **nedostataka** koji uslovljavaju mogućnost njene primene. U izvesnim slučajevima određene poteškoće u toku bušenja sa čistom vodom mogu nastati usled:

- slabog iznošenja nabušenih čestica
- narušavanja stabilnosti zidova, zbog rastvaranja i erodovanja stena

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

- sužavanja kanala bušotine, zbog omekšavanja i bubrenja glinovitih stena
- prestanak cirkulacije, zbog velikih gubitaka
- male težine hidrostatičkog stuba i zarušavanja bušotine
- mržnjenja u zimskim uslovima

Neki od navedenih problema i nedostataka, koji se pojavljuju pri bušenju sa čistom vodom, mogu se otkloniti sledećim postupcima:

- **povećanjem kapaciteta pumpe odnosno, brzine cirkulacije**, poboljšava se iznošenje nabušenih čestica, te se samim tim smanjuje mogućnost zaglavlja i havarija u bušotini
- **oblaganjem zidova bušotine**, zacevljenjem, sprečava se njihovo zarušavanje a ujedno se smanjuju i gubici isplake
- **dodavanjem vodi oteživača**, uglavnom soli, povećava se težina hidrostatičkog stuba koja doprinosi stabilizaciji zidova bušotina
- **dodavanjem vodi kuhinjske soli snižava se tačka mržnjenja**, što joj omogućava primenu i u zimskom periodu

Pri bušenju Wire Line sistemom čista voda je posebno pogodna jer je njome, zbog malog viskoziteta, olakšano ispiranje uzanog zazora između bušačkih šipki i zidova bušotine.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Upotreba glinenih isplaka - Za razliku od čiste vode koja se veoma često koristi za bušenje, rastvor gline u vodi odnosno, **glinena isplaka, poseduje znatno veće mogućnosti podešavanja čitavog niza svojstava**. Podešavanjem određenih svojstava omogućava se da isplaka uspešnije obavlja predviđene funkcije. **Isplaka se spravlja rastvaranjem glina u vodi** odnosno, ona predstavlja fizički rastvor minerala glina u vodi. Za spravljanje isplake obično se koriste lokalna pozajmišta glina. Medjutim, **za spravljanje kvalitetne isplake ne mogu se koristiti sve gline**. Grubu i brzu, procenu kvaliteta gline za spravljanje isplake možemo izvršiti na terenu. **Pogodne gline za spravljanje isplake obično su visoke plastičnosti, plavičaste ili sive boje, lepljive za jezik, a pod zubima se ne oseća sadržaj peska**. Pre bušenja dubljih bušotina, ili u slučaju potrebe za korišćenjem većih količina glina, spravljaaju se probne količine isplake čija se svojstva ispituju posebnim postupcima.

U slučaju da u blizini bušotine nema glina, **ili se korišćenjem glina sa lokalnih pozajmišta ne mogu ostvariti zahtevana svojstva isplake, za njeno spravljanje koristi se bentonit**. Bentonit, osušen, samleven i obradjen, prodaje se u vrećama kao fabrikat.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Spravljanje isplake izvodi se dodavanjem gline u vodu, uz stalno mešanje.

Mešanje se obično izvodi ručno, a kod većih količina koriste se mikseri. Težinski odnos gline i vode, zavisi od zadatih svojstava tj. željenog kvaliteta koji treba da poseduje **isplaka**. Količina isplake u sistemu cirkulacije, pre svega, zavisi od konstruktivnih elemenata odnosno, dimenzija bušotine.

U zavisnosti od lokalnih geoloških uslova i tehničko-tehnoloških okolnosti, za bušenje se koriste isplake različitih svojstava. Uspeh bušenja često zavisi od kvaliteta isplake, te je ovom pitanju neophodno pokloniti odgovarajuću pažnju.

Svojstva isplake treba prilagođavati odredjenim zahtevima koji se javljaju u procesu bušenja. **Najvažnija svojstva isplake koja se ispituju**, pre i u toku bušenja, **su: specifična težina, viskozitet, koloidnost, tiksotroija, filtracija, alkalnost, čistoća** odnosno, **sadržaj sitnih frakcija**.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Svojstva isplake - Specifična težina predstavlja težinu jedinične zapremine isplake. Određuje su uz pomoć vage ili hidrometra, a u terenskim uslovima uz pomoć džepne vage (slika). Posuda, poznate zapremine napuni se isplakom, a potom se izmeri njena težina. Na bazi poznate zapremine posude i izmerene težine sračunava se specifična težina isplake. **Merenje specifične težine isplake obično se izvodi nekoliko puta u toku smene.**

Specifična težina isplake, u prvom redu, zavisi od koncentracije i težine glinenih materijala u njoj. Veoma je važna za iznošenje nabušenih čestica, naročito pri bušenju na velikim dubinama i sa velikim prečnicima. Takođe, od specifične težine zavisi i hidrostatički pritisak kojim isplaka deluje na zidove bušotine odnosno, njena mogućnost stabilizacije zidova bušotine i sprečavanje iznenadnih prodora gasova i voda. **Prema specifičnoj težini isplake se mogu svrstati na način prikazan u narednoj tabeli.**



Džepna vaga za merenje specifične težine isplake

Tabela 8. Podela isplake prema specifičnoj težini.

Vrsta isplake	Specifična težina (kN/m^3)
Laka isplaka	10,5 - 11,0
Isplaka normalne težine	11,0 - 13,0
Teška isplaka	13,0 - 20,0
Veoma teška isplaka	preko 20,0

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Pri bušenju za geotehničke svrhe obično se koriste lake isplake, a ređe, isplake normalne težine. Na osnovu samog podatka o veličini specifične težine, ne može se dati ocena o kvalitetu isplake, već se samo mogu nasluti ostala njena svojstva. Takođe, na osnovu promene specifične težine u toku bušenja može se pretpostaviti i o promenama ostalih njenih bitnih svojstava vezanih za funkcionalnost isplake.

Viskozitet - predstavlja unutrašnji otpor kojim se pojedini slojevi tečnosti suprostavljaju kretanju jednog u odnosu na drugi. Otpor proticanju zavisi od kocentracije molekula i međumolekulske interakcije. Veća kocentracija i veći stepen raspršenosti čestica povećava viskozitet i obrnuto. Takođe, viskozitet zavisi od temperature i pritiska koji vladaju u bušotini. U toku bušenja viskozitet se menja, zbog prisustva nabušenih čestica, pa su neophodna češća merenja. **Merenja viskoziteta isplake, u terenskim uslovima, izvode se uz pomoć Marsh-ovog levka, (slika pored), a u laboratoriji uz pomoć Stormer-ovog viskozimetra (slika).**



Marshov levak za merenje viskoziteta isplake



Digitalni Stormer-ov viskozimetar

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

U terenskim uslovima, merenje viskoziteta isplake izvodi se na sledeći način: Kroz sito na Maršovom levku sipa se isplaka do vrha, a ispust na dnu se zatvara prstom. Kada je levak napunjen do vrha, u njemu staje oko **1 500 cm³**, uklanja se prst sa dna levka i pusti da isplaka ističe u podmetnutu graduisanu posudu. Štopericom se meri vreme koje je potrebno da iz levka istekne **1 000 cm³** isplake. Viskozitet isplake meren na ovaj način izražava se u sekundama. **Za vodu iznosi 26 s, a za dobru isplaku potrebno je 35 - 45 s da istekne iz levka.** Postupak merenja viskoziteta Maršovim levkom je relativna i dosta subjektivna metoda koja sa sobom nosi mogućnost greške pri merenju. Zato se u laboratorijskim uslovima ili na većim dobro opremljenim radilištima viskoznost isplake određuje uz pomoć Stormerovog viskozimetra.

Merenje se vrši pomoću aparata čiji je izgled prikazan slici na prethodnom slajdu. Proceđeni uzorak isplake sipa se u posudu, koja se potom postavlja na postolje instrumenta. Isplaka se dobro izmeša rotiranjem mešalice. Zatim se dodaju tegovi, na dugom kraju, dok se uz pomoć konca namotanog preko osovine rotora ne **ostvari 600 ob/min**. Kada se ostvari potreban uslov, na osnovu težine tega, sa dijagrama, koji je sastavni deo viskozimetra, očitava se viskozitet isplake u Pas (Paskal sekunda).

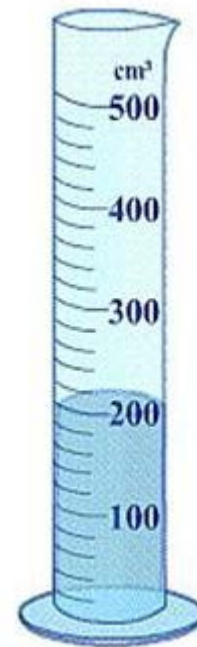
UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Viskozne isplake gliniraju zidove bušotine, čime se sprečava zarušavanje, a u poroznim sredinama, stvaranjem glinenog kolača, sprečava se gubitak isplake. Manji viskozitet isplake olakšava rad pumpe.

Koloidnost je sposobnost delića gline da se u isplaci zadrže u lebdećem stanju, kao i da zadrže odnosno spreče nabušene čestice da se talože u bušotini ako dođe do prekida cirkulacije.

Merenje koloidnosti vrši se graduisanom menzurom (slika pored), u koju se stavi 100 cm³ isplake i ostavi da miruje 24 h. U gornjem delu menzure stvara se prozirni sloj vode, a u donjem dolazi do taloženja čvrstih čestica. Debljine gornjeg i donjeg sloja utoliko su veće ukoliko su slabija koloidna svojstva isplake. Ako se za 24 h iz isplake odvoji 3 cm³ vode i za isto vreme istaloži 2 cm³ čvrstih čestica, onda je koloidnost isplake 95%.

Kvalitetne isplake imaju koloidnost veću od 94%. Jako koloidne isplake smanjuju filtraciju na najmanju moguću meru, što je povoljno pri bušenju u stenama sklonim bubrenju.



*Menzura za
određivanje koloidnosti
isplake*

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Tiksotropija je svojstvo isplake da iz tečnog pređe u polučvrsto (želatinasto) stanje po prestanku cirkulacije, i obrnuto. Naime, u isplaci koja je u stanju mirovanja, usled polarizacije glinenih čestica, dolazi do njihovog povezivanja i stvaranja skeletne strukture. Rastvor zbog toga gubi pokretljivost i prelazi u poluplastično stanje. Tada, nabušene čestice, obuhvaćene skeletnom strukturom, ostaju u lebdećem položaju odnosno, sprečeno je njihovo padanje na dno bušotine. **Pri mehaničkom delovanju**, potresanju, mućkanju, mešanju i sl., **dolazi do kidanja strukturnih veza, i isplaka postaje ponovo pokretljiva.**

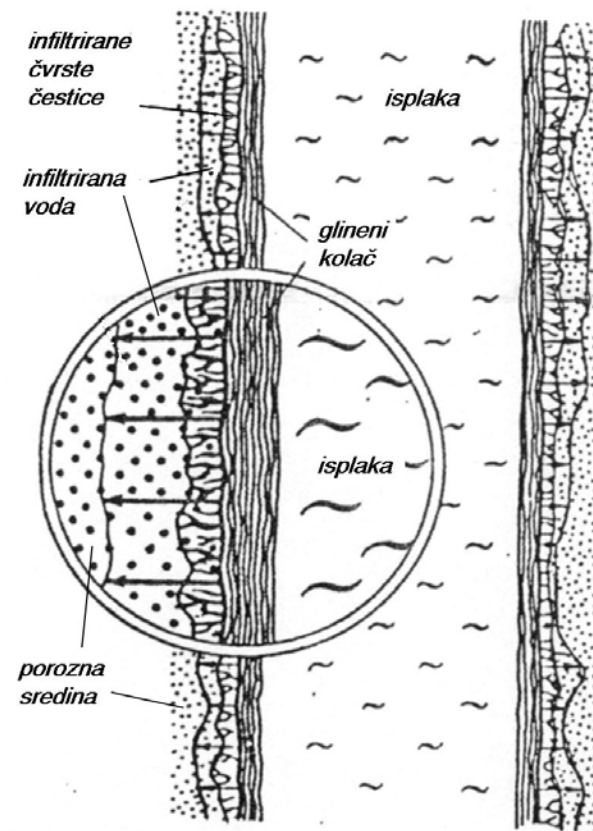
Za merenje tiksotropnosti u terenskim uslovima najčešće se **koristi Maršov levak**. U levak se sipa isplaka kojoj je prethodno izmeren viskozitet. Posle 10 min. mirovanja ponovo se meri viskozitet. Ukoliko se drugo merenje razlikuje za više od 10 sekundi, smatra se da je tiksotropnost isplake dobra. Preciznija merenja tiksotropije izvode se u laboratorijskim uslovima uz pomoć Stormerovog viskozimetra, po proceduri sličnoj kao i u terenskim uslovima.

Filtracija i stvaranje glinenog kolača - Pod dejstvom visokog hidrostatskog pritiska, iz isplake se deo vode izdvaja i filtrira u okolne stene. Usled toga, na zidovima bušotine lepe se čestice gline, stvarajući tanku elastičnu oblogu, glineni kolač.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Kada su čestice gline neznatno manje od pora, one će prolaziti kroz njih, a posle izvesnog vremena, zapuniće ih i zapušiti. Istovremeno obrazovaće čvrstu, stabilnu i vodonepropustljivu koru na zidovima bušotine (slika).

Međutim, ako je glina od koje je napravljena isplaka lošeg kvaliteta, na zidovima bušotine stvaraće se debeo, nestabilan glineni kolač, koji ne sprečava dalju filtraciju te se prečnik bušotine smanjuje, što stvara velike poteškoće pri bušenju. Step en filtracije i debljina glinenog kolača zavise od parametara režima bušenja, poroznosti sredine, i svojstava glinene isplake. Filtracija i stvaranje glinenog kolača može korisno poslužiti za stabilizaciju zidova bušotine, smanjenje gubitaka isplake, olakšavanje manipulacije i rada bušačim priborom i sl. Međutim, ukoliko isplaka ima veću filtraciju, osim stvaranja debelog glinenog kolača, infiltrirana voda može izazvati zarušavanje i bubrenje u glinovitim sredinama odnosno, može da ugrozi bušenje.



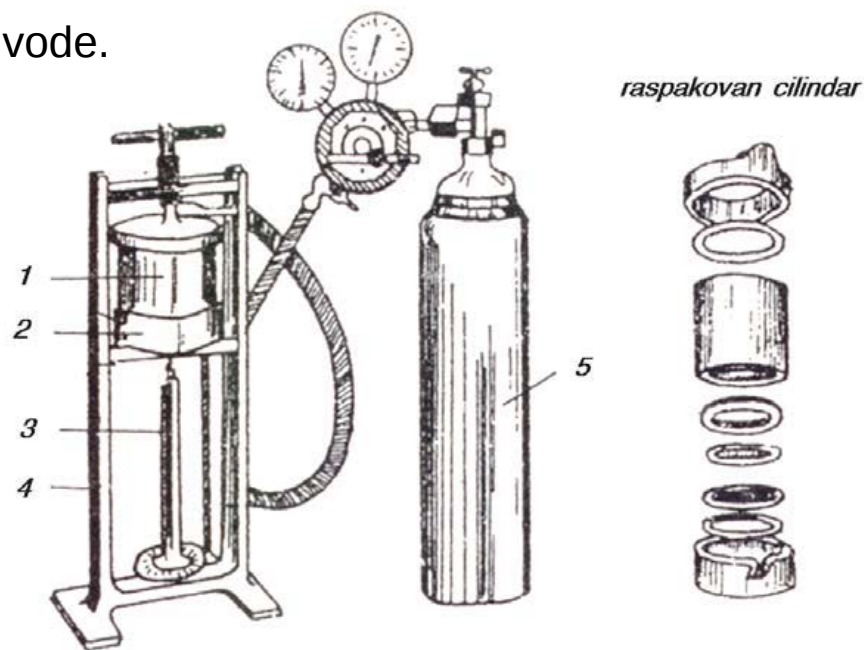
Šematski prikaz filtracije
isplake /21/

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Takođe, povećana filtracija isplake, u vodonosnim sredinama, može znatno smanjiti izdašnost izdani, odnosno, bunara ako se bušotina izvodi u te svrhe.

Filtracija isplake utvrđuje se pomoću filter prese (slika). Na dno cilindra, preko sita postavlja se filter papir, a cilindar se napuni sa cca 600 cm^3 isplake. Sve se spoji i zategne. Cilindar se stavlja u presu, a ispod njega se postavlja gradušana menzura. Potom se cilindar sa isplakom izloži pritisku od $0,7 \text{ MPa}$, uz pomoć boce sa komprimovanim vazduhom. Po isteku 30 min, cilindar sa isplakom se otvara i meri se debljina glinenog sloja na filter papiru. Istovremeno očitava se i količina filtrirane vode u menzuri. Dobre, koloidne isplake stvaraju glineni sloj debljine 1 - 2 mm i $5 - 15 \text{ cm}^3$ filtrata vode.

Filter presa: 1 - cilindar, 2 - dno cilindra, 3 - menzura, 4 - postolje, 5 - boca sa gasom pod pritiskom



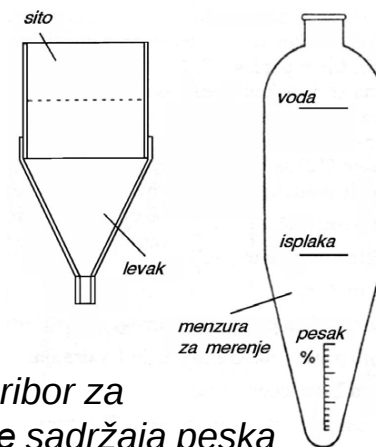
UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Sadržaj peska - Pri cirkulaciji, u toku bušenja, isplaka se zagađuje nabušenim česticama. **Prisustvo krupnozrnih čvrstih čestica** (peska) **zbog svog abrazivnog delovanja, veoma nepovoljno utiče na rad pumpe, potisne vodove, bušaću glavu, bušaći pribor i krune.** Osim toga, **visok sadržaj peska u isplaci pogoršava kvalitet isplake, povećava se gustina, smanjuje se transportna moć, koloidnost i tiksotropnost, povećava se filtracija.** Često, u ovakvim slučajevima, pesak se taloži na dnu bušotine što dovodi do zaglavlja.

Da bi se izbegle negativne posledice, sadržaj peska se mora stalno kontrolisati odnosno, moraju se preduzimati mere u cilju smanjenja njegovog prisustva u isplaci.

Kontrola sadržaja peska u isplaci izvodi se uz pomoć levka, cilindra sa sitom i menzure (slika). Merenje se izvodi na sledeći način:

Razređena isplaka (100 cm^3) procedi se kroz sito.



*Pribor za
određivanje sadržaja peska*

Sito se ispere mlazom vode, a zatim se preko njega postavlja levak. Sito sa levkom okrene se naniže, pa se mlazom vode spere pesak sa sita u menzuru. Sačeka se da se pesak istaloži u graduisanjoj menzuri i očitava se procenat peska u isplaci. Ukoliko je sadržaj peska veći od 2%, a istaložavanje, u spoljnom sistemu cirkulacije kroz kanale i taložnike, nije zadovoljavajuće, isplaku treba očistiti provođenjem kroz hidrociklon ili preko rotacionih odnosno, vibracionih sita.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Alkalnost isplake odnosno, **njenu pH vrednost karakteriše kocentracija vodonikovih jona u rastvoru**. Sa aspekta bušenja poznavanje alkalnosti isplake je vrlo važno, jer **isplake sa pH manjim od 7 su kisele i deluju korozivno na bušaći pribor**. Takođe, u velikoj meri od alkalnosti zavise i skoro sva važna svojstva isplake: viskoznost, koloidnost, tiksotropija i filtracija. Zato se u toku bušenja veoma često meri alkalnost isplake.

Na terenu, **alkalnost isplake meri se uz pomoć indikator papira** (lakmus papira) na sledeći način: Komad trake papira stavlja se na površinu isplake i sačeka se 1 - 2 minuta da promeni boju. Onda se boja papira upoređuje sa skalom indikatorskih boja, koje su po pravilu na kutiji trake (slika na narednom slajdu).

Svakoj boji odgovara određena vrednost pH. **Normalne bentonitske isplake imaju vrednost od 8 - 12, što znači da im je povećana alkalnost**. Promene hemijskog sastava isplake nastaju usled njenih hemijskih reakcija sa stenama kroz koje se buši odnosno, menja se njena pH vrednost. Regeneracija i poboljšanje kvaliteta isplake, u tim slučajevima vrši se, dodavanjem hemijskih reagenasa zavisno od vrste i stepena zagađenja isplake. Uticaji pojedinih hemijskih reagenasa na promene (povećanje ili smanjenje vrednosti) pojedinih svojstava isplake prikazani su u tabeli na narednom slajdu.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

<https://www.youtube.com/watch?v=ILC0CORxPxg>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZoWidsOC6TY>

<https://www.youtube.com/watch?v=neXE7dKaN9s>

<https://www.youtube.com/watch?v=W8dWwV9v9S8>



*Indikator papir za određivanje
alkalnosti isplake*

Tabela 9. promena svojstava isplake dodavanjem hemijskih reagenasa /21/

Reagens	Promena svojstava isplake (+ povećanje, - smanjenje vrednosti)						Količina (kg/m ³)
	Specifična težina	Viskozitet	Tiksotropija	Koloidnost	Filtracija	pH	
Na ₂ CO ₃		+	+		-	+	5 - 10
NaOH		-	+		-	+	5 - 10
NaCl	+			+			30 - 270
Na ₃ PO ₄		-		+			0,5
Na ₂ O·nSiO ₂	+	+	+				20 - 50
CaO		+			+	+	30 - 50
CMC			+		-	+	
Tanin		-	-	+	-		
Hematit	+						
Limonit	+						
Barit	+						

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Isplaka na bazi nafte - Glinenoj isplaci dodaje se 5 - 10% nafte radi smanjenja debljina glinenog kolača, povećanja stabilnosti isplake, boljeg podmazivanja ili radi lakšeg vađenja zaglavljenog bušačkog pribora. Isplaka na bazi **čiste nafte** koristi se pri **spašavanju zaglavljenog pribora u čvrstim stabilnim sredinama**. Dok se u mekim rastresitim sredinama ne koristi zbog male specifične težine i mogućnosti zarušavanja zidova bušotina.

Takođe, njena primena ograničena je zbog **mogućnosti zagađenja okolne sredine**, posebno vode ili nekih drugih korisnih mineralnih supstanci.

Polimerne isplake - Razvoj tehnologije bušenja zahteva stalna istraživanja i izučavanja u oblasti primene bušačkih fluida. Zbog toga se često pronalaze neki novi, a jedan o njih je i **Revert**.

Revert je organski polimer koji se upotrebljava umesto glinene i bentonitske isplake, a sa ciljem otklanjanja nedostataka i problema koji su nastajali pri korišćenju pomenutih isplaka, bubrenje, zarušavanje, prekid cirkulacije, blokiranje pribora.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Sa revertom spravlja se **isplaka boljih svojstava**. Osnovna poboljšanja ogledaju se u sledećem:

- **brzim menjanjem viskoziteta (približno jednakim vodi) sprečavaju se zaglave**
- **istaložavanje nabušenih čestica u taložnicima brže je 50%**
- **manji gubici usled trenja u sistemu cirkulacije, što je posebno značajno pri bušenju većim prečnicima dubljih bušotina,**
- **ne rastvara glinu, nema zamuljivanja taložnika,**
- **gline ne bubre jer ih ne kvasi,**
- **povećan procenat i kvalitet jezgra,**
- **pri promeni viskoziteta menja boju, pa se može brzo reagovati.**

Korišćenje isplake spravljene na bazi reverta opravdano je i zbog ekonomičnosti, jer 1 kg reverta zamenjuje 10 kg bentonita, što znatno skraćuje vreme pripreme i smanjuje troškove transporta.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Upotreba komprimovanog vazduha - Komprimovani vazduh, u toku procesa bušenja, koristi se kao radni fluid za iznošenje nabušenih čestica ili za pokretanje radnih funkcija garniture za bušenje. Praktično, **komprimovani vazduh koristi se umesto isplake za iznošenje nabušenih čestica, hlađenje bušačkog pribora, krune ili dleta za bušenje.**

Za razliku od isplake, **vazduh se karakteriše neznatnom viskoznošću, jako malom specifičnom težinom i gustinom.** Zahvaljujući tome, lako se postižu **velike brzine cirkulacije vazduha**, pri jakoj turbulenciji, **što omogućava gotovo trenutno čišćenje dna bušotine.** Visoko turbulentno kretanje vazduha **dobro hladi krunu i bušaći pribor**, a pritom **ne stvara visoke hidrostaticke pritiske na dnu bušotine čime je olakšano razaranje stena krunama ili dletom.** Zbog toga, **bušenje uz pomoć komprimovanog vazduha, je veoma efikasno u čvrstim formacijama**, kada se stabilnost zidova ne postavlja kao problem, posebno u nadizdanskim ili bezvodnim sredinama. **Pri bušenju kroz vodonosne sredine nema nikakvih zagađenja**, što je ponekad presudno. Takođe, bitno se **uprošćava bušenje kroz kaverozne i druge sredine** u kojima često dolazi do prekida cirkulacije isplake. Bušenje uz pomoć komprimovanog vazduha u odnosu na klasične načine ispiranja bušotina ima **čitav niz prednosti**, a u najznačajnije mogu se ubrojati:

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

- povećana brzina bušenja 4 - 5 puta u tvrdim i 2 - 3 puta u mekšim stenama
- produžetak radnog veka krune 2 - 5 puta
- olakšano bušenje u bezvodnim terenima, stalno zamrznutim stenama, pri niskim temperaturama
- bolji kvalitet jezgra
- očuvanje sredine kroz koju se buši.

Pored niza navedenih prednosti, bušenje komprimovanim vazduhom ima i **nekih nedostataka**, a u osnovne se svrstavaju:

- visoka cena bušenja, skupe bušaće garniture i prateća oprema,
- potreba za visokom obučenošću ljudstva, za rad sa komprimovanim vazduhom
- velika abrazija bušaćih šipki nabušenim česticama,
- problemi sa zaštitom ljudstva i prirodne sredine od prašine, koja nastaje u toku bušenja
- otežano bušenje u rastresitim i mekšim, plastičnijim sredinama, kao i u sredinama sa prisustvom vode
- potreba za punjenjem bušotine vodom ili isplakom u slučaju nekih, pre svega, karotažnih merenja u njoj.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

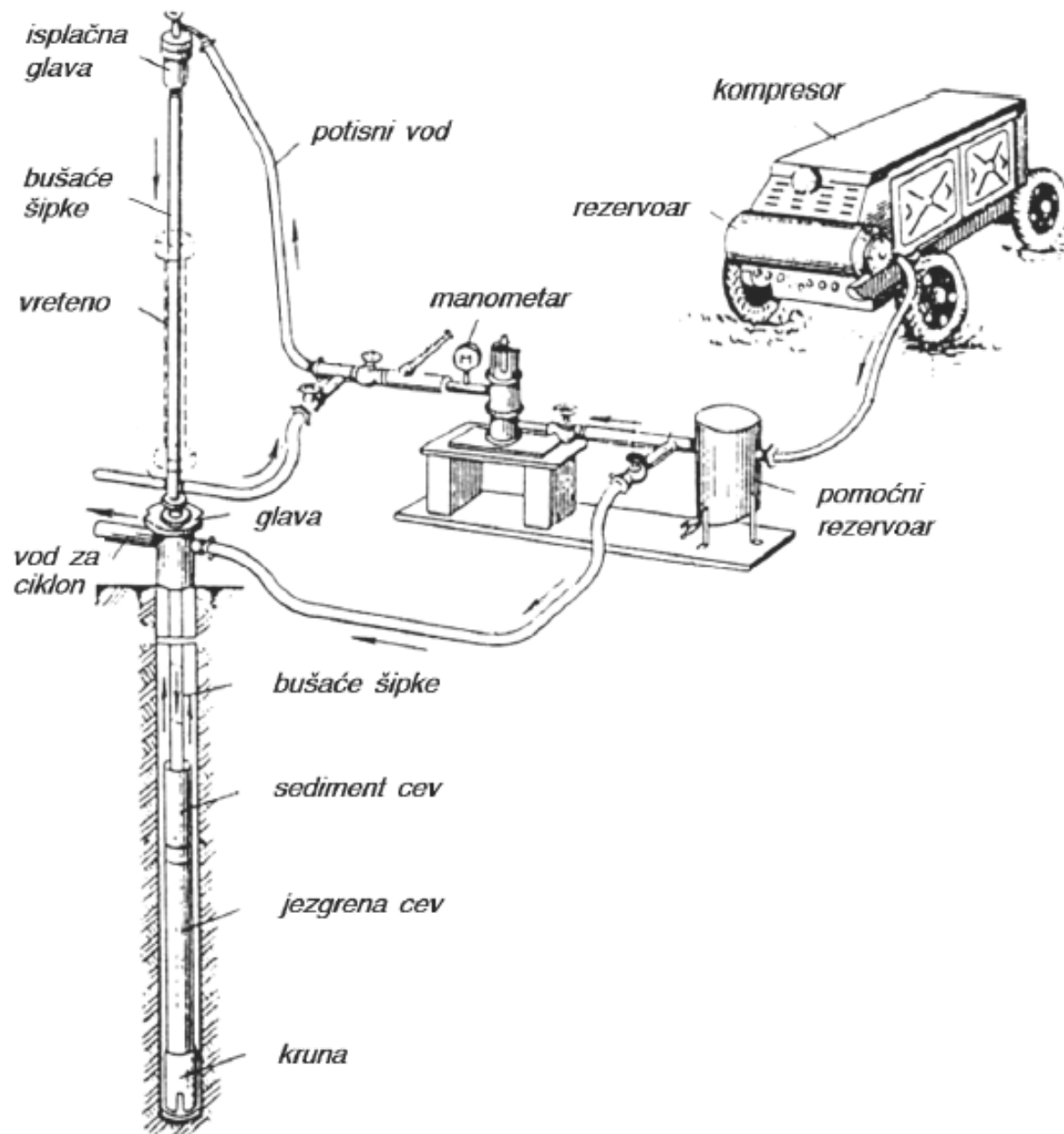
Bušenje uz pomoć komprimovanog vazduha može se primeniti kod bilo koje garniture i sa već postojećim običnim krunama i priborom.

Potreban vazduh obezbeđuje se kompresorom i posebnim sistemom za njegovu cirkulaciju (slika na narednom slajdu). Komprimovani vazduh iz kompresora, pomoću **creva za visoke pritiske**, dovodi se u **rezervoar za kondenzaciju vode**, a iz njega u **pomoćni rezervoar**. Iz pomoćnog rezervoara, preko **isplačne glave**, uvodi se **kroz bušaće šipke do dleta ili krune**. Na dnu bušotine zahvata **nabušene čestice** i **iznosi ih između zida bušotine i šipki**. **Na ustima bušotine** odnosno, cementiranoj uvodnoj koloni, **postavlja se glava sa otvorom za vod do ciklona**, u kome se odvajaju nabušene čestice od vazduha.

Bušenje komprimovanim vazduhom **moguće je sa i bez kontinualnog jezgrovanja**. **U slučaju bušenja sa kontinualnim jezgrovanjem brzina bušenja znatno je usporena**, zbog povećanog manevrisanja bušaćim priborom. **Za normalno iznošenje nabušenih čestica, uzlazne brzine kretanja vazduha moraju biti veće od 10 - 14 m/s pri bušenju sa kontinualnim jezgrovanjem, a do 25 m/s ako se buši bez jezgrovanja.**

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Šema bušenja uz pomoć
komprimovanog vazduha /13/



UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Upotreba hemijskih preparata (pena) - Uz komprimovan vazduh, pri bušenju se koriste i specijalne hemijske supstance koje pene. Penjenjem, one povećavaju zapreminu što im omogućava veoma efikasno iznošenje nabušenih čestica. Pena je posebno pogodna za bušenje u intenzivno ispucalim i karstifikovanim sredinama. **Pena, zadržavajući nabušene čestice u zoni kanala bušotine, sprečava zapunjavanje šupljina i kaverni.** Takođe, u trenutku prestanka bušenja, sprečava istaložavanje nabušenih čestica i moguće zaglave. Pena predstavlja dispergovani sistem od mehurića vazduha, koji su međusobno razdvojeni tankim opnama tečnosti. **Struktura pene određuje se odnosom zapremine gasa i tečne faze.** U zavisnosti od pomenutog odnosa **mehurići mogu imati sferične, sačaste i poliedarske oblike.** Sferični mehurići, koji nastaju pri najmanjem odnosu zapremina gasa i tečnosti, imaju deblje opne koje ih razdvajaju. Povećanjem gasa nastaju poliedarski oblici, koji imaju tanje opne što im daje veću postojanost. **Kvalitet pene** odnosno, njena stabilnost i postojanost, **zavisi od hemijskog jedinjenja za izradu pene, mineralizacije vode, temperature i pritiska.** Za spravljanje pene koriste se različita hemijska jedinjenja, najčešće su to: **sol masnih kiselina ili sapuni, amino soli, fenoli, amidi, amini i dr.**

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Dodatki isplaci za brže bušenje - Isplaci se mogu dodavati razne hemikalije, koje doprinose smanjenju čvrstoće stene, pri čemu se povećava brzina bušenja. One se dodaju isplaci u količini od 0,1 do 1,5%. Isplaka sa dodatkom **omekšivača** koristi se 2 - 3 dana, jer se u toku bušenja smanjuje koncentracija istog. **Za pojedine sredine odnosno, vrste stena, preporučuje se korišćenje sledećih omešivača:**

- **za eruptivne stene** (diorit, dijabaz, sijenit granit) - soda (Na_2CO_3) i natrijum hlorid (NaCl)
- **za stene bogate kvarcom** (kvarcni peščari, kvarciti, granodioriti) - amonijum hlorid (NH_4Cl) i natrijum hlorid (NaCl),
- **za karbonatne stene** (krečnjak, vapnoviti peščari, laporci) - soda (Na_2CO_3),
- **za stene i rudna tela sa mineralima gvožđa** (magnetit, hematit) - aluminijum hlorid (AlCl_3) i natrijum hlorid (NaCl).

Takođe, često se **isplaci dodaju emulzije koje koriste metalostrugari pri obradi tvrdih metala**. Njome se povećava brzina bušenja i produžava se vek trajanja dijamantske krune. **Omekšivači mogu, u izvesnim slučajevima, povećati učinak bušenja i do 50%**. Međutim, treba imati u vidu da oni pored delovanja na stenu deluju i na bušaći pribor. **Korozivnim delovanjem znatno smanjuju radni vek pribora**, ali poredeći sa učincima koji se tada postižu, primena omešivača je isplativa.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Pumpa za isplaku - **Pumpa za isplaku** je sastavni deo sistema za cirkulaciju isplake. U procesu bušenja pumpa treba da obezbedi odgovarajuću **brzinu cirkulacije isplake**, u prstenastom prostoru između bušaćih šipki i zidova bušotine. Isplaka je neophodna za efikasno čišćenje dna bušotine i iznošenje nabušenih čestica na površinu. Takođe, pumpa **treba da obezbedi i odgovarajući pritisak** kojim isplaka može da savlada sve otpore koji se javljaju u toku bušenja.

Prema načinu rada pumpe mogu biti centrifugalne i klipne. Za ispiranje bušotina, kod rotacionog bušenja, upotrebljavaju se klipne pumpe. Upotreba centrifugalnih pumpi ograničena je nizom problema kao što su: smanjenje kapaciteta sa povećanjem otpora (pritiska), veliki otpori pri radu sa glinenim isplakama, česta oštećenja i brzo trošenje zbog prisustva nabušenih čestica u isplaci i sl.

Klipne pumpe mogu biti sa jednim, dva ili tri klipa odnosno, jednoklipne, dvoklipne i troklipne. Između ostalog, od broja klipova zavisi i kapacitet pumpi, pa se troklipne i dvoklipne pumpe koriste za bušenje dubljih bušotina i bušotina većeg prečnika. Za bušenje plićih bušotina sa kontinualnim jezgrovanje, što je i najčešći slučaj pri geotehničkim istraživanjima, koriste se uglavnom jednoklipne pumpe.

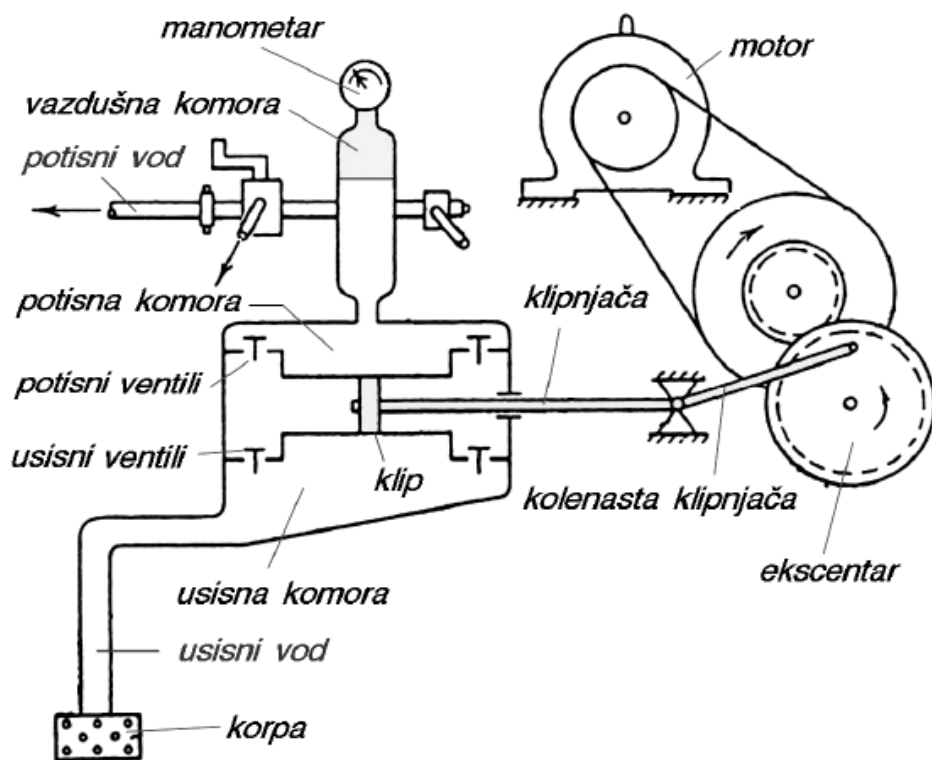
UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Rad klipova pumpi može biti sa jednostrukim dejstvom (simpleks) ili sa dvostrukim dejstvom (dupleks). Pumpe sa dvostrukim dejstvom praktično nemaju praznog hoda, što omogućava veće iskorišćenje snage odnosno, povećanje kapaciteta pumpe. Takođe, oscilacije pritisaka u isplaci, koje nastaje usled neujednačene brzine kretanja klipova u toku rada, manje su, a cirkulacija isplake je ravnomernija. Sve ovo se, u krajnjem slučaju, pozitivno odražava na kvalitet i procenat izvađenog jezgra.

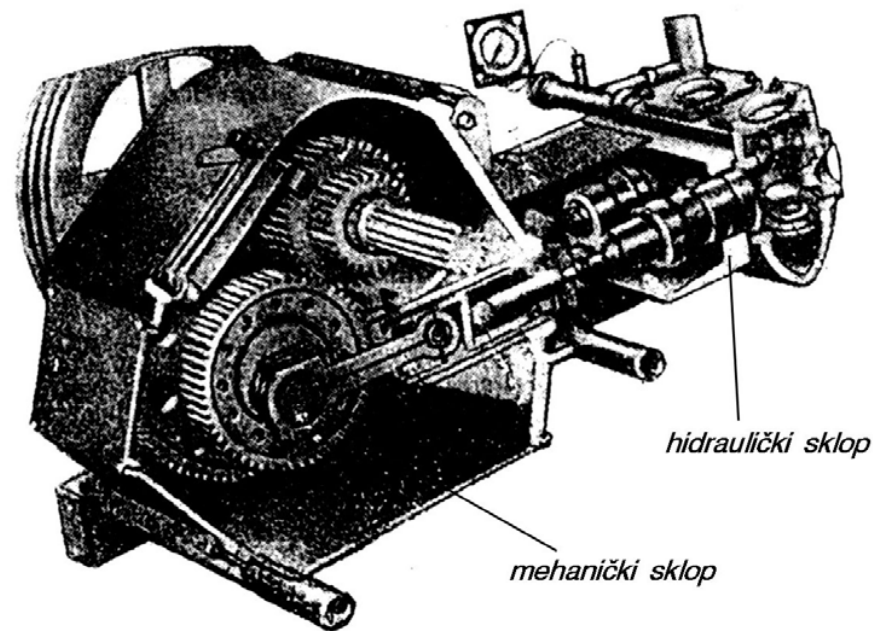
Svi modeli klipnih pumpi su veoma slični u pogledu konstruktivnih rešenja. Na slici na narednom slajdu, prikazana je šema rada klipne pumpe sa dvostrukim dejstvom.

Prema funkciji koju obavljaju sastavni delovi pumpe u toku rada, kod pumpi možemo razlikovati dva sklopa i to: mehanički (pogonski i transmisioni) i hidraulički (radni) sklop, slika na narednom sljdu. Mehanički sklop sačinjava motor sa koga se rotacija sistemom klinastih kaiševa, remenica, zupčanika i ekscentra prenosi na kolenasto vratilo. Uz pomoć kolenastog vratila i ekscentra rotaciono kretanje pretvara se u translatorno i dalje se prenosi na klipnjaču. Hidraulički sklop pumpe sačinjava horizontalno postavljen klip sa dva usisna i dva potisna ventila, usisna komora za koju je vezan usisni vod, i potisna komora sa vazdušnom komorom za koju je vezan potisni vod.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU



Šematski prikaz klipne pumpe



Izgled dvoklipne pumpe /13/

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Pri hodu klipa (kretanju napred ili nazad), u šupljini cilindra iza klipa dolazi do pada i stvaranja podpritiska, usled čega dolazi do zatvaranja potisnog ventila i otvaranja usisnog ventila. Pod dejstvom atmosferskog i podpritiska, izazvanog kretanjem klipa, isplaka se kroz korpu, klapnu, usisni vod, i usisnu komoru usisava u šupljinu iza klipa. Istovremeno, u šupljini cilindra ispred klipa povećava se pritisak, usled čega dolazi do zatvaranja usisnog ventila, a potisni ventil se otvara i propušta isplaku u potisnu komoru. Iz potisne komore, kroz donji deo vazdušne komore i potisno crevo, isplaka se potiskuje u bušotinu. I tako, krećući se naizmenično levo ili desno, klip uvek potiskuje isplaku iz šupljine ispred sebe, a istovremeno usisava isplaku u šupljinu iza sebe. Zbog toga se ove pumpe nazivaju pumpama sa dvostrukim dejstvom.

Vazdušna komora služi da oscilacije pritisaka u isplaci (udare) svede na najmanju moguću meru. Nagle, ritmičke, promene pritiska nastaju zbog neujednačene brzine kretanja klipova u toku rada. Ona se menja od nule, na krajevima cilindra, do maksimalnih vrednosti na sredini cilindra, što je posledica pretvaranja rotacionog kretanja u translatorno, uz pomoć ekscentra i klipnjače.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Pri maksimalnoj brzini hoda klipa deo isplake ulazi u vazдушnu komoru, sabijajući vazduh u njen gornji deo. I obrnuto, pri minimalnoj brzini hoda klipa sabijeni vazduh izbacuje isplaku u potisni vod, na taj način ublažava se neravnomernost potiskivanja isplake.

Neke pumpe nemaju sopstveni pogon, već su montirane u sklopu bušilice i uz pomoć transmisionih uređaja, **za svoj rad koriste motor koji pokreće bušilicu**. Ovakve pumpe često se sreću kod garnitura koje se koriste za izvođenje plićih bušotina.

Za efikasno čišćenje dna bušotine i iznošenje nabušenih čestica potrebna je određena brzina cirkulacije isplake. **Potrebna brzina cirkulacije isplake pri rotacionom bušenju obično varira u intervalu od 0,3 - 0,6 m/s**, dok se **pri udarnom bušenju kreće u granicama 0,5 - 1,0 m/s**. Da bi se ostvarile željene brzine cirkulacije isplake moraju se koristiti pumpe odgovarajućih kapaciteta. Potrebna količina isplake koja će obezbediti efikasno čišćenje bušotine i hlađenje krune, može se sračunati po obrascu:

$$Q = V \cdot F$$

Gde je, Q - potrebna količina isplake, (m³/h); V - brzina cirkulacije isplake, (m/s); F - površina prstenastog prostora između bušaćih šipki i zidova bušotine (m²).

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Površina (F) sračunava se na osnovu geometrijskih odnosa kao:

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \pi/4$$

Gde je, D - prečnik bušotine; d - spoljni prečnik bušačih šipki.

Na osnovu napred navedenih izraza, za željenu brzinu cirkulacije isplake, potrebna količina odnosno, neophodni kapacitet pumpe, može se sračunati:

$$Q = V \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi/4$$

Svaka pumpa ima opis tehničkih karakteristika i uputstvo za korišćenje, kojih se rukovaoc treba pridržavati. Ispravnost i režim rada pumpe prate se preko manometara, a sigurnost rada obezbeđuje se pravilnim rukovanjem sistemom sigurnosnih ventila. Da bi rad pumpe bio što dugotrajniji i što efikasniji, pored ostalog, posebnu pažnju treba posvetiti **odstranjivanju nabušenih čvrstih čestica iz isplake**, jer se ona u procesu bušenja koristi u jednom kružnom ciklusu. Naime, pumpom se isplaka potiskuje kroz potisno crevo i isplačnu glavu u bušaće šipke. Prolazeći kroz bušaći pribor, isplaka čisti dno bušotine, hladi krunu, i kroz prstenasti prostor između zidova bušotine i bušačih šipki iznosi na površinu bušenjem razorene čestice stene. U spoljnom sistemu cirkulacije, isplaka prolazi kroz kanale i taložnike, gde se iz nje istaložuju nabušene čestice.

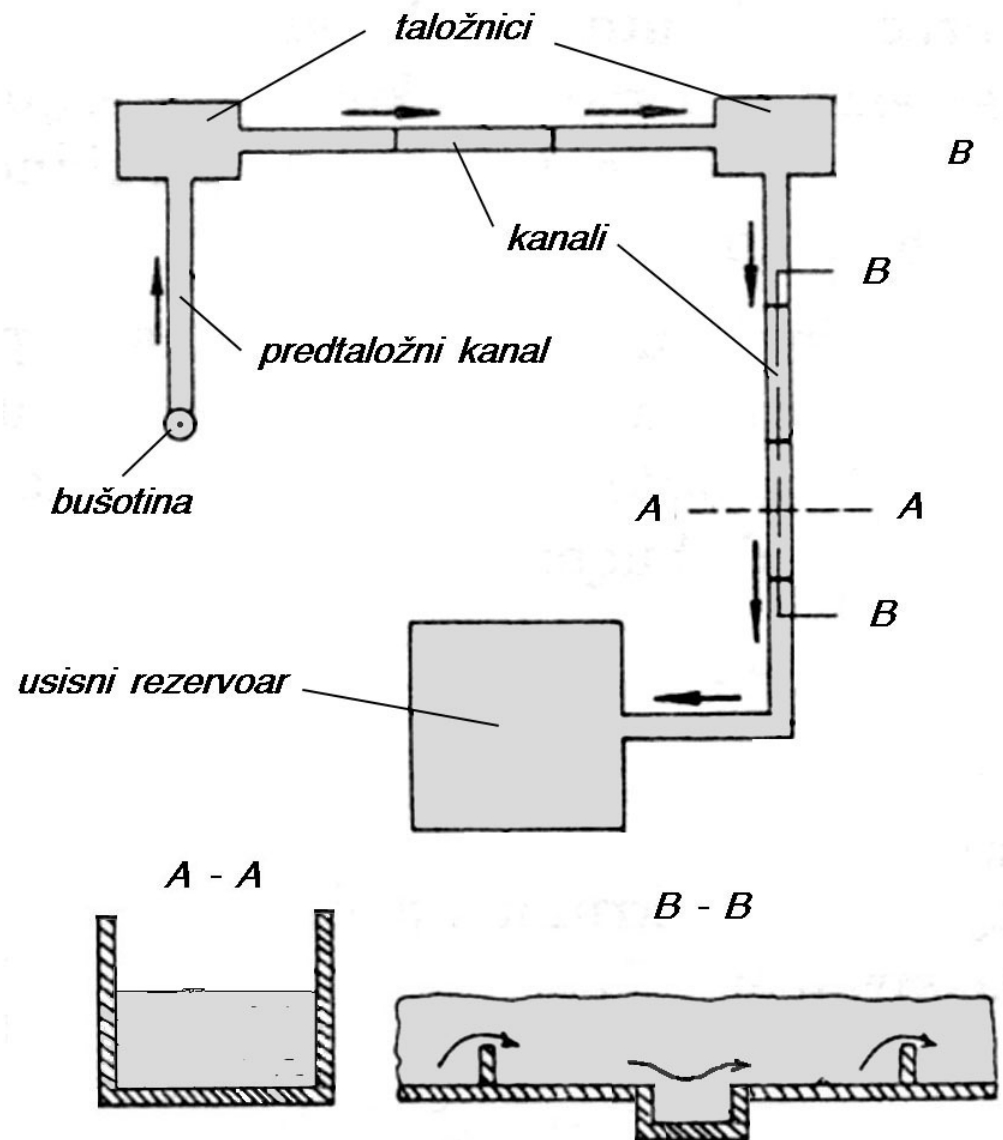
UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU

Tako prečišćena isplaka dolazi u usisni rezervoar odakle se pumpom usisava i ponovo potiskuje na dno. Za uspešno odstranjivanje nabušenih čestica iz isplake, pri izradi sistema za spoljnu cirkulaciju isplake moraju se ostvariti određeni uslovi. **Dužina celokupnog sistema treba da bude što veća, ne manja od 20 m**, kako bi se iztaložilo što više nabušenih čestica. U sistemu se kopaju, obično, **dva taložnika i jedan usisni rezervoar** (slika na narednom slajdu). Usta bušotine povezana su sa taložnicima i usisnim rezervoarom putem kanala. Na određenim mestima, u kanalima se postavljaju prepreke ili se kopaju udubljenja, a sve sa ciljem taloženja što većeg procenta nabušenog i iznetog materijala.

Dimenzije kanala, taložnika i usisnog rezervoara treba prilagoditi uglavnom: dubini i prečniku bušotine, uslovima iskopa, lakoći izdvajanja nabušenih čestica iz isplake i sl. Drugim rečima navedeni parametri određuju se za svaki konkretan slučaj.

Pri izradi sistema za spoljnu cirkulaciju **veoma je bitan nagib kanala kao i površine taložnika. Poželjno je da pad kanala bude što manji, a širina i dužina taložnika što veća**, kako bi se ostvarilo što tanje, što sporije i što duže tečenje isplake u spoljnom sistemu cirkulacije. Povremeno, **kanali i taložnici se čiste**, a obavezno pre zamene isplake. Ako se buši u sredinama koje brzo zagađuju isplaku kopaju se ili se montiraju rezervni rezervoari za svežu isplaku.

UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU



Šematski prikaz sistema za spoljnu cirkulaciju isplake