



Universitetet
i Stavanger

EKSAMEN I: *BIP200 – Bore- og brønnvæsker*

TID FOR EKSAMEN: 28. mai 2015
KL. 09:00 - 12:00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Kalkulator

OPPGAVESETTET BESTÅR AV: 3 OPPGAVER PÅ 3 SIDER +
1 VEDLEGG på 2 sider.

Generell informasjon:

Alle oppgavene skal besvares.

Vektlegging ved bedømmelse:

- Alle deloppgavene teller like mye ved fastsettelse av karakter.

OPPGAVE 1: GENERELL BOREVÆSKEKUNNSKAP

Det skal planlegges produksjonsbrønner på et nytt felt.

- I beskrivelse av trykkforholdene i brønnen bruker vi begrepet "Equivalent Circulating Density" (ECD). Forklar dette begrepet og vis sammenhengen med trykk.
- I praktiske operasjoner får vi et poretrykksplokk fra operasjonsgeologene. Forsøk å skissere et slikt plott. Forklar hva et slikt plott viser og hvordan dette plottet brukes. Hvilke kurver og hvilken informasjon er vanligvis beskrevet i poretrykkplottet, og hvor er disse typisk plassert i forhold til hverandre?
- Det forventes at det er endel montmorillonitt i denne brønnen. Forklar hvordan montmorillonittmineralene er bygget opp.
- Beskriv hvordan vi i laboratoriet finner ut montmorillonittinnholdet i borevæsken. Hvorfor kan vi anta at denne testen gir oss nettopp montmorillonittinnholdet?
- 36"- og 26"-seksjonene ble boret primært med sjøvann. Hvorfor kunne man gjøre dette?

- f) Det ble pumpet uveide bentonittpilller for å ta ut kakset av brønnen. Basert på laboratorieøvelsene, hvordan er et mulig bentonittslam satt sammen?

OPPGAVE 2:**BORING MED VANNBASERT BOREVÆSKE**

Det skal bores en produksjonsbrønn med kun en liten avviksvinkel. Det er behov for en inhibitiv borevæske i seksjonene under 20" sko.

- a) Foreslå en inhibitiv vannbasert borevæske for denne seksjonen. Foreslå en sammensetning av denne borevæsken. Videre, forklar hvilke tilsetningsstoffer som gjør borevæsken inhibitiv.

Borevæsken uten tilsetning av vektmateriale antas å ha en tetthet på 1200 kg/m³. Videre antas barytt å ha en tetthet på 4200 kg/m³. Vektmateriale antas å ha en sfærisk form med maksimalstørrelse på 75 mikrometer (0.075mm).

- b) 17 ½" seksjonen skal bores med med en borevæsketetthet lik 1.40 s.g. Denne skal veies opp med barytt. Hvor mye barytt skal tilsettes pr. m³?

Borevæskerapporten ifra brønnen under boring av 8 ½"-seksjonen viser følgende data:

Viskosimeteravlesning/Gel (Pa)	
600 rpm	148
300 rpm	98
200 rpm	76
100 rpm	48
6 rpm	9
3 rpm	7
10 s gel	3,8 Pa
10 min gel	4,6 Pa

Her er gelen gitt i Pa, mens viskosimeteravlesningene er gitt i lbf/100ft². For å lage en overgang fra lbf/100ft² til Pa, multipliser med 0,511. Skjærraten ved 300 rpm-avlesningen er 511 1/s. Borestrengen antas å ha en diameter på 5". Borekaks antas å ha en tetthet på 2.60 s.g. Det antas for letthets skyld at det produseres sfærisk borekaks med en diameter lik 1cm. Pumperaten er 4000 liter/minutt.

- c) Beregn transporthastigheten av borekaks ut av brønnen i 17 ½"-seksjonen.
- d) Beregn hvorvidt vektmateriale vil falle ut av borevæsken ved borestans.

I 17 ½"-seksjonen skal det plasseres en 13 3/8" casing (foringsrør).

- e) Beskriv hensiktene med en primærsementeringsjobb. Beskriv primærsementeringsprosessen. Nevn mulige tilsetningsstoffer for sementen.
- f) Ved boring av neste seksjon er det fare for sementforgiftning av borevæsken. Beskriv dette fenomenet og hva som kan gjøres for å kurere en sementforgiftning.

OPPGAVE 3: BORING MED OLJEBASERT BOREVÆSKE

Det skal bores enda en produksjonsbrønn. Brønnen er relativt vertikal ned til og med 20". Deretter har brønnen en høy avviksvinkel. Brønnen skal bores med oljebasert borevæske fra og med 17 ½"-seksjonen.

- a) Begrunn hvorfor man valgte å bore med oljebasert borevæske
- b) Beskriv sammensetningen til en oljebasert borevæske, og hvorfor de ulike tilsetningsstoffene brukes.

Nasjonale og internasjonale miljøregelverk setter krav til hvordan man bruker oljebaserte borevæsker.

- c) Forklar hvilke konsekvenser dette har for bruk av borevæsken.
- d) Beskriv ulike håndteringsmuligheter for boreavfall.

I 12 ¼"-seksjonen ble det pumpet med 4000 liter/minutt. Det ble brukt en 5" borestreng.

- e) Forklar prinsippforskjell mellom reologiske egenskaper i vannbasert og oljebasert borevæske og hvilke konsekvenser dette har for:
 - a. Stabilitet av borevæsken
 - b. Tapt sirkulasjon
- f) Beregn ECD-bidraget fra sirkulasjonen.

VEDLEGG 1

Beregning av tilsynelatende viskositet i brønnstrømning

Sammenhengen mellom skjærspenning og skjærrate er for potenslovsvæske:

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

Her kan n finnes ifra:

$$n = \frac{\ln \frac{\theta_1}{\theta_2}}{\ln \frac{RPM_1}{RPM_2}}$$

Potenslovviskositeten K finnes ifra:

$$K = \frac{\tau_1}{\dot{\gamma}_1^n}$$

Her må input være i SI-enheter. Dersom målinger skjer i henhold til API-standard 13 eller 10, finnes SI verdiene ved $\tau = 0.511 \cdot \theta$, hvor θ er viskosimeteravlesningen. Videre finnes skjærraten ved at $\dot{\gamma} = RPM \cdot 511/300$.

Nå kan tilsynelatende viskositet beregnes ut ifra ytre og indre diameter i annulus, samt gjennomsnittshastigheten for væska:

$$\mu_a = K \left(\frac{D_y - D_i}{12\bar{U}} \frac{3n}{2n+1} \right)^{1-n}$$

Her er viskositetsverdien gitt i Pa.s. Uttrykket i parentes er lik veggskjærraten i annulus for laminær strømning.

Trykkfall i annulus

Definerer Reynoldstallet:

$$Re = \frac{\rho_f \bar{U} (D_y - D_i)}{\mu_a}$$

Omslag til turbulens skjer ved: $Re > 3470 - 1370n$.

Trykkfall for laminær strømning er gitt ved:

$$\Delta P = \frac{48\mu_a \bar{U}}{(D_y - D_i)^2} \frac{2n+1}{3n} \Delta L$$

For turbulent strømning beregnes trykkfallet:

$$\Delta P = \frac{2c\rho^{1-b} \mu_a^b \bar{U}^{2-b}}{[0.8165(D_y - D_i)]^{1+b}} \left(\frac{2n+1}{3n} \right)^b \Delta L$$

hvor

$$c = \frac{\log_{10} n + 2.5}{50} \quad \text{og} \quad b = \frac{1.4 - \log_{10} n}{7}$$

Partikkeltransport i vertikale annuli

Alle størrelser må være gitt i SI-enheter.

Definerer Reynoldstallet:

$$\text{Re} = \frac{\rho_f v_p D_p}{\mu_a}$$

For $\text{Re} < 2$ så er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = \frac{1}{18} \frac{D_p^2}{\mu_a} (\rho_p - \rho_f) g$$

I området $2 < \text{Re} < 300$ er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = 0.758 \cdot D_p \frac{(\rho_p - \rho_f)^{2/3}}{(\rho_f \mu_a)^{1/3}}$$

I området $300 < \text{Re}$ er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = 3.17 \sqrt{D_p \frac{\rho_p - \rho_f}{\rho_f}}$$

Tilsetning av faststoff

Basislikninger for beregning av tilsetning av faststoff:

Volum:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{væske}} + V_{\text{faststoff}}$$

Masse:

$$M_{\text{total}} = M_{\text{væske}} + M_{\text{faststoff}}$$

Sammenheng mellom masse og volum:

$$M = \rho \cdot V$$

hvor ρ er tetthet.

Diverse faktorer

$$1'' = 0.0254 \text{ m}$$

$$1 \text{ lbf}/100 \text{ ft}^2 = 0.511 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ cP} = 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$$

Volum og areal av kule:

$$V = (\pi/6)d^3,$$

$$A = \pi d^2$$