



Universitetet
i Stavanger

EKSAMEN I: *BIP200 – Bore- og brønnvæsker*

TID FOR EKSAMEN: 02.09.2010
KL. 09:00 - 13:00

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. Vis spesielt hvordan friksjonstrykkfallet beskrives som bidrag til ECD. Vil det være noen forskjell i ECD dersom vi borer vertikalt eller borer en avviksbrønn? I så fall, hvilken forskjell da?
- Fra operasjonsgeologene får vi et poretrykksplott. Skisser et slikt plott. Trykkforholdene skal relatere seg til RKB (Rotary Kelly Bushing). Forklar hva et slikt plott viser og hvordan dette plottet brukes. Hvilke kurver og hvilken informasjon er vanligvis beskrevet i poretrykksplottet.
- Det forventes at det er endel montmorillonitt i denne brønnen. Forklar hvordan montmorillonittmineralene er bygget opp. Forklar hvordan disse mineralene skiller seg fra andre leirmineraler. Beskriv videre hvordan vi i laboratoriet finner ut montmorillonittinnholdet i borevæsken. Hvorfor kan vi anta at denne testen gir oss nettopp montmorillonittinnholdet?
- Beskriv hvordan de ulike reologitestene gjøres.

- e) Forklar hvordan ulike reologiske egenskaper endrer seg ved ulik oppbygging av solidsinnhold i borevæsken.
- f) Beskriv filtertapstesten som gjøres i laboratoriet (fluid loss test). Forklar med matematisk modell hvorfor vi kan lese av filtertaps-verdien for 30 minutters filtrering allerede etter 7.5 minutter.

OPPGAVE 2:**BORING AV PRODUKSJONSBRØNN**

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

- a) I brønnen ble 36"- og 26"-seksjonene boret med sjøvann uten retur til rigg. Det ble pumpet uveide bentonittpiller for å ta ut kakset av brønnen. Basert på laboratorieøvelsene, beskriv hvordan man går fram for å lage et slikt bentonittslam.
- b) Foreslå en inhibitiv vannbasert borevæske for den neste seksjonen. Foreslå en sammensetning av denne borevæsken, og hva som er funksjonen til de ulike komponentene. Er det tilsetningsstoffer fra a) som ikke lenger kan brukes? I så fall vis hvilke og hvorfor de ikke kan brukes.

Borevæsken uten tilsetning av vektmateriale antas å ha en tetthet på 1100 kg/m^3 . Videre antas barytt å ha en tetthet på 4200 kg/m^3 . Vektmateriale antas å ha en sfærisk form med maksimalstørrelse på 75 mikrometer (0.075 mm).

- c) 17 1/2" seksjonen skal bores med med en borevæsketetthet lik 1.50 s.g. Denne skal veies opp med barytt. Hvor mye barytt skal tilsettes pr. m^3 ?

Borevæskerapporten ifra brønnen under boring av 17 1/2"-seksjonen, som skal bores til 2500m RKB ved 2100m TVD RKB, viser følgende data:

Viskosimeteravlesning/Gel (Pa)	
600 rpm	74
300 rpm	49
200 rpm	38
100 rpm	24
6 rpm	5
3 rpm	3
10 s gel	2 Pa
10 min gel	3 Pa

Her er gelen gitt i Pa, mens viskosimeteravlesningene er gitt i $\text{lbf}/100\text{ft}^2$. For å lage en overgang fra $\text{lbf}/100\text{ft}^2$ 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. Pumperaten er 4000 liter/minutt. 1"=2.54cm.

- d) Forklar hvordan ECD kan endre seg ved endring av borehastighet.

- e) Beregn ECD-bidraget fra sirkulasjonen (friksjonstrykktapet) ved TD (Target Depth).
- f) Ved boring av neste seksjon er det fare for sementforgiftning av borevæsken. Beskriv dette fenomenet og beskriv for hvilke borevæsker dette er et problem. Hva kan gjøres for å kurere en sementforgiftning der hvor dette kan inntreffe.

OPPGAVE 3:**BORING AV KOMPLISERTE BRØNNER**

Det skal bores enda en produksjonsbrønn. Brønnen er relativt vertikal ned til og med 20". Deretter har brønnen en høy avviksvinkel. Det skal bores gjennom vekselvis lange sandformasjoner og reaktive leirformasjoner.

- a) Det vil kunne være fare for differensiell fastkjøring. Beskriv dette fenomenet med en forenklet modell. I hvilke formasjoner er dette et problem? Bruk gjerne skisser.
- b) I denne brønnen valgte man å bore med oljebasert borevæske fra og med 17 1/2"-seksjonen. Forklar dette valget både med hensyn til de ulike formasjonene og med hensyn til hullrensing. Forklar hvorfor man normalt borer raskere med oljebasert borevæske.
- c) Beskriv sammensetningen til en oljebasert borevæske, og hvorfor de ulike tilsetningsstoffene brukes. Er det tilsetningsstoffer brukt i vannbaserte borevæsker som ikke brukes her? I så fall, hvilke stoffer er det og hvorfor brukes de ikke?
- d) Forklar prinsippforskjell mellom reologiske egenskaper i vannbasert og oljebasert borevæske og hvilke konsekvenser forskjellen i reologiske egenskaper har for:
 - a. Stabilitet av borevæsken; dvs borevæskens innebygde evne til å vedlikeholde sine egenskaper
 - b. Tappt sirkulasjon
 - c. Hullrensing
- e) Forklar primær "solids control" og videre hvordan en "shale shaker" med to dekk virker. Hvordan bestemmer man screenstørrelser? Kan man bruke for fine screen?

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

- f) Forklar hvilke konsekvenser dette har for
 - a. sammensetning av borevæsken
 - b. bruk av borevæskenForklar videre når man vil kunne velge
 - c. sende boreavfall til land for håndtering
 - d. reinjisere boreavfall

VEDLEGG 1**Beregning av tilsynelatende viskositet i brønnstrømning**

Sammenhengen mellom skjærspenning og skjærrate er for potenslov væske:

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

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 strømnings 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:

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

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:

$$M = \rho V$$

hvor ρ er tetthet.