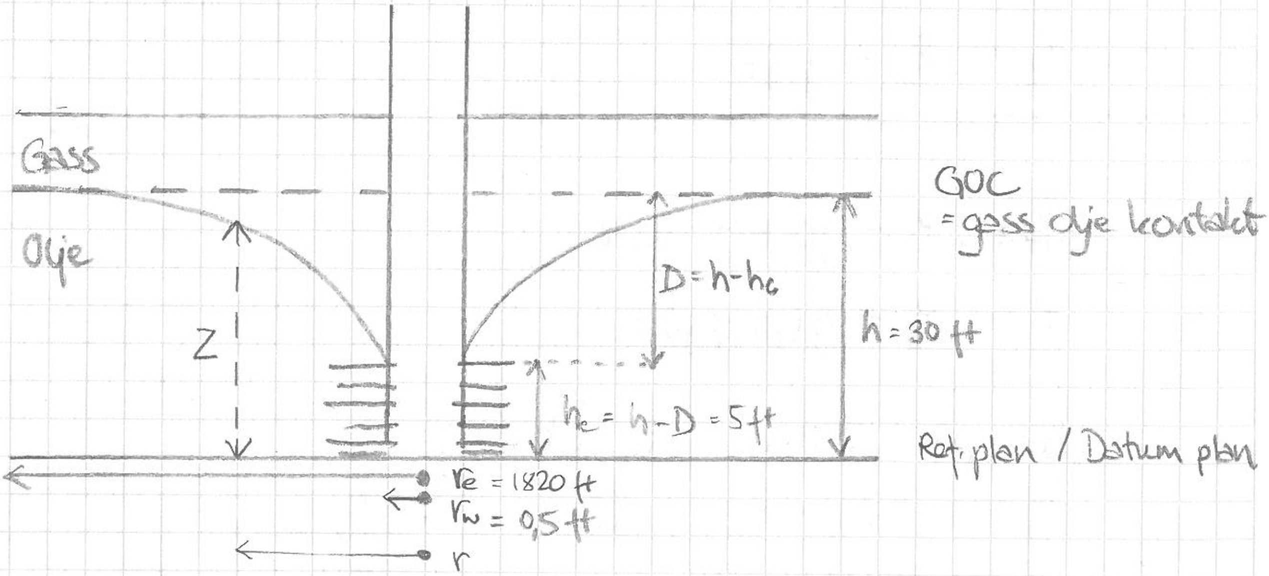
LØSNINGSFORSLAG

OPPGAVE 8

GASSKONING

Gitt et horisontalt sirkulært oljereservoar med gasskappe over og et impermeabelt lag under.



a) Perforeringsintervallet plasseres langt borte fra GOC for å unngå gasskoning. Pga impermeabelt lag i bunn av oljesonen, kan perforeringene plasseres helt i bunnen av oljesonen.

b) Vis at maksimum gassfrie oljeproduksjonsrate er gitt ved:

$$q_o = C \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \left[h^2 - (h-D)^2\right]$$

C = systemkonstant når k_o (darcy), μ_o (cP), ρ (g/cm³), h (ft), q_o (resbbl/D), D (ft)

1. Må lose oppgaven vha tykkpotensialer, r og z er variabler.

Ved radius r og hoyde på konen over datum plan:

I GOC: Antar at $P_c = P_o - P_g = 0 \Rightarrow P_o \approx P_g$

$$\Psi_o = P_o + g\rho_o z$$

$$\Psi_g = P_g + g\rho_g z$$

$$\Psi_o = \Psi_g - g\rho_g z + g\rho_o z$$

$$\Psi_o = \Psi_g + g(\rho_o - \rho_g) z$$

Ser på strom i z-retning:

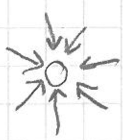
Gassen strommer ikke: $\frac{\partial \Psi_g}{\partial z} = 0$

Ψ_g er konstant.

$$\frac{\partial \Psi_o}{\partial z} = \frac{\partial \Psi_g}{\partial z} + g(\rho_o - \rho_g) z$$

$$\frac{d\Psi_o}{dz} = g(\rho_o - \rho_g)$$

2. Bruker Darcys lov for radiell strom inn mot bronnen



$$q_o = -\frac{k_o A}{\mu_o} \cdot \frac{d\Psi_o}{dr}$$

$$q_o = -\frac{k_o A}{\mu_o} \cdot \frac{\partial \Psi_o}{\partial z} \cdot \frac{dz}{dr}$$ fra kjerneregel

$$q_o = -\frac{k_o \cdot 2\pi r \cdot z}{\mu_o} \cdot g(\rho_o - \rho_g) \frac{dz}{dr}$$

$$q_o \cdot \frac{dr}{r} = -\frac{k_o \cdot 2\pi}{\mu_o} g(\rho_o - \rho_g)\, z\,dz$$ Differensialligning

Vil finne $q_{o,max}$ – maksimal oljestrøm inn i brønnen. Må ta hensyn til gasskonens form.

$$q_{o,max} \int_{r_w}^{r_e} \frac{dr}{r} = -\frac{k_o \cdot 2\pi}{\mu_o} g(\rho_o - \rho_g) \int_{h-D}^{h} z\,dz$$

3. Integrerer:

$$q_{o\,max} \cdot (\ln r_e - \ln r_w) = -\frac{k_o \cdot 2\pi}{\mu_o} g(\rho_o - \rho_g) \cdot \frac{1}{2}(h^2 - (h-D)^2)$$

$$q_{o\,max} \cdot \ln \frac{r_e}{r_w} = -\frac{k_o \cdot \pi}{\mu_o} \cdot g(\rho_o - \rho_g) \cdot (h^2 - (h-D)^2)$$

$$q_{o\,max} = -C \frac{k_o \cdot (\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \cdot \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} (h^2 - (h-D)^2)$$

Raten er negativ fordi oljen strømmer fra høyt til lavt trykk

c) Antakelser:

1. Ren radiell strøm av olje.

- Strømningslinjene bøyer av nedover ettersom en nærmer seg brønnen.
- Vi har antatt uendelig permeabilitet i vertikal retning, dvs. ingen strømningsmotstand.
- Vanligvis er $k_v < k_h$ pga lagdeling.

⇒ Beregnet strømningsrate er høyere enn virkelig strømningsrate.

2. $P_c = 0$.

- Ingen diffus overgang mellom fasene, olje og gass, ved konen.
- Men metningen av olje nær konen vil avta noe pga en viss gassmetning i transisjonssonen.
- Redusert verdi for k_o nær konen, og totalraten reduseres.

⇒ Vi beregner en høyere strømningsrate enn den virkelige!

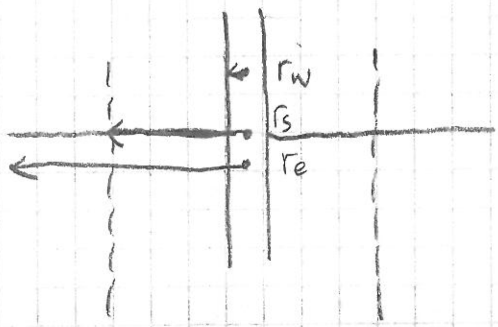
3. Etablert gasskone

- Løsningen gjelder ved steady state, ved konstant trykk og rate.
- Oppbyggingen av konen og tiden det har tatt er ikke tatt med.

Dersom $k_v << k_h$ så vil vi ha strømningsrestriksjoner i vertikal retning, totalraten reduseres.

d) Skin-effekt kan være strømningsrestriksjoner nær brønnen, dersom en sone rundt brønnen har lavere permeabilitet.
Det er lavere permeabilitet k_s i sonen rundt brønnen med radius r_s
r_s = radius til sonen nær brønnen med skin.

k_s = gjennomsnittlig permeabilitet i skinsonen



Vis at $s = \left(\frac{k_o}{k_s} - 1\right) \ln \frac{r_s}{r_w}$

Darcys lov for et sirkulært horisontalt reservoar med radiell strøm:

$$q_o = C \frac{k_o h}{\mu_o \ln \frac{r_e}{r_w}} (P_e - P_w)$$

$C = \frac{7082}{1000}$ systemkonstant m/ petr. enheter

Darcys lov med skin

$$q_o = C \frac{k_o h}{\mu_o \ln \frac{r_e}{r_w} + S} (P_e - P_w)$$

I flg Darcys lov så bestemmer følgende to ligninger oljestrømmen gjennom reservoarskinn:

$$1) \quad P_e - P_s = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \ln \frac{r_e}{r_s} = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \cdot \left(\ln \frac{r_e}{r_w} + \ln \frac{r_w}{r_s} \right)$$

$$2) \quad P_s - P_w = \frac{q_o \mu_o}{C k_s h} \cdot \ln \frac{r_s}{r_w} = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \cdot \left(\frac{k_o}{k_s} \ln \frac{r_s}{r_w} \right)$$

1) + 2) :

$$P_e - P_w = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \left(\ln \frac{r_e}{r_w} + \ln \frac{r_w}{r_s} + \frac{k_o}{k_s} \cdot \ln \frac{r_s}{r_w} \right)$$

$$P_e - P_w = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \left(\ln \frac{r_e}{r_w} - \ln \frac{r_s}{r_w} + \frac{k_o}{k_s} \ln \frac{r_s}{r_w} \right)$$

$$P_e - P_w = \frac{q_o \mu_o}{C k_o h} \left(\ln \frac{r_e}{r_w} + \left(\frac{k_o}{k_s} - 1 \right) \ln \frac{r_s}{r_w} \right.$$

Løser mhp q_o :

$$q_o = \frac{C k_o h}{\mu_o} \cdot \frac{P_e - P_w}{\ln \frac{r_e}{r_w} + \underbrace{\left(\frac{k_o}{k_s} - 1 \right) \ln \frac{r_s}{r_w}}_{= S}}$$

$$\underline{\underline{S = \left(\frac{k_o}{k_s} - 1 \right) \ln \frac{r_s}{r_w}}}$$

ssk

e) $\underline{\underline{q_{o\,max}}} = 1{,}535 \cdot \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \left[h^2 - (h-D)^2\right]$

$$= 1{,}535 \cdot \frac{0{,}078\,D \cdot (0{,}8 - 0{,}12)\,g/cm^3}{2{,}6\,cP \cdot \ln\left(\frac{1820}{0{,}5}\right)} \cdot (30^2 ft^2 - 5^2 ft^2)$$

$$= \underline{\underline{334\ resbbl/D}}$$

Skal finne trykket i brønnen, P_w:

$S = 0.8$

$$q_o = \frac{C k_o h}{\mu_o} \cdot \frac{P_e - P_w}{\ln\frac{r_e}{r_w} + S}$$

$$P_e - P_w = \frac{q_o \mu_o \left(\ln\frac{r_e}{r_w} + S\right)}{C k_o h}$$

$$P_w = P_e - \frac{q_o \mu_o \left(\ln\frac{r_e}{r_w} + S\right)}{C k_o h}$$

$$\underline{\underline{P_w}} = 3480\,psia - \frac{3{,}34\,bbl/day \cdot 2{,}6\,cP \cdot \left(\ln\frac{1820}{0{,}5} + 0.8\right)}{\frac{7082}{1000} \cdot 0{,}078\,D \cdot 30\,ft}$$

$$= 3480 - 4{,}7 = \underline{\underline{3475{,}3\ psia}}$$