الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول

استخلاص معزز

1000

٢٠١٥-٢٠١٦

Scanned by CamScanner

الفصل الأول

تلوث الآبار ومعالجتها

مقدمة

يعتبر تنشيط الآبار الحاوية على النفط الخام من العمليات الهامة جداً في تحسين الإنتاج من هذه الآبار . كما تعتبر المنطقة المجاورة للبئر مباشرةً من أهم المناطق التي يجب تحسين خصائصها نظراً لتأثيرها الكبير على معدل الإنتاجية .

إن المنطقة المجاورة للبئر – التي تشكل صلة الوصل بين البئر والطبقة – يجب صيانتها من وقتٍ لآخر لتؤدي وظيفتها بالاتجاهين (طبقة – بئر ، بئر – طبقة) حيث يمكن أن نستخدم بعض الآبار المنتجة ، وبعد مرحلة معينة من الإنتاج ، كآبار حقن لموائع مختلفة حسب نظام دفع الطبقة .

تتغير قدرة البئر الإنتاجية أو قدرته لتقبل موائع حقن فيه وفق عوامل عديدة تجتمع في معادلة ديوبي المثالية ، وذلك بفرض أن الجريان هو في مستوى نصف قطري والسوائل متجانسة وغير انضغاطية والوسط متجانس والبئر تامة من وجهة نظر هيدروديناميكية :

$$Q = \frac{2\pi . K . h (P_L - P_C)}{\mu . Ln \frac{R_K}{r_c}} \qquad (1\text{-}1)$$

حيث :

Q – معدل الإنتاج ، m^3/day .

K – نفوذية الطبقة ، darcy .

h – ثخانة الطبقة الفعالة ، m .

P_L – ضغط الطبقة ، Kg/Cm^2 .

Scanned by CamScanner

P_c – ضغط القاع ، Kg/Cm^2 .

r_c – نصف قطر البئر ، m .

R_K – نصف قطر محيط البئر ، m .

μ – لزوجة المائع ، Cp .

اعتماداً على هذه المعادلة نلاحظ أن زيادة معدل الإنتاج تتناسب طـــرداً مـــع ومع ($P_l - P_c$) وعكساً مع μ .

إن زيادة فرق الضغط بين الطبقة وقاع البئر الذي يتم إما بإنقاص الضغط عنـــد قعر البئر أو بزيادة ضغط الطبقة ، يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار العلاقة مـــا بيـــن الصخر والسائل وتأثير الظاهرة السطحية وإمكانية تخفيض التوتر السطحي إلى أدنى قيمة ممكنة . في حين نلاحظ أن لزوجة السائل μ تؤثر عكساً على معدل الإنتـــاج وبالتالي يجب تخفيض μ لتحقيق زيادة معينة في الإنتاج .

1-1- تلوث المنطقة المجاورة للبئر

يسبب دخول سائل الحفر عند اختراق الطبقة المنتجة أو في أثناء إجراء بعـــض عمليات الإصلاح على البئر والتي تتم بتشكيل ضغط معاكس على الطبقة سائل حفر ذي وزن نوعي معين بحيث يشكل ضغطاً أكبر من ضغط الطبقـــة لمنـــع حـــدوث الاندفاعات منها ، هذه السوائل تؤدي إلى دخول مختلف الشوائب في الفراغات التي يجري خلالها السائل قرب البئر مما يؤدي إلى تخفيض نفوذية هذه المنطقة ، وذلك للأسباب التالية :

أ- انتفاخ حبيبات الغضار إذا كانت سوائل الحفر ذات أساس مائي مما يـــؤدي إلى تناقص حجم الفراغات .

ب- تناقص النفوذية النسبية للنفط أو الغاز بسبب تشكل منطقة مشبعـــة بالمـــاء بجوار البئر نتيجة فاقد الرشح .

ت- تشكيل مستحلب ذي لزوجة عالية من النفط والماء .

Scanned by CamScanner

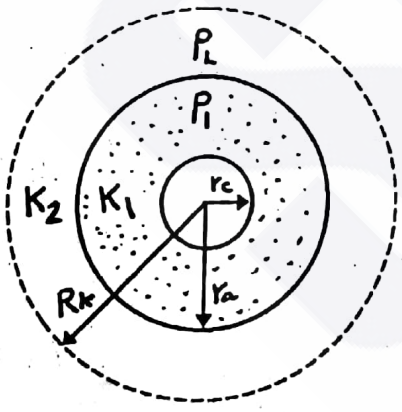
ث- دخول الحبيبات الصلبة التي تؤدي إلى إغلاق بعض المسامات أو إغـــلاق الفراغات بالحبيبات الرملية التي يحملها معه السائل من الطبقة باتجاه البئر .

كما يمكن أن تتوضع في المنطقة القريبة من البئر في أثناء عمل البـــئر بعـض البرافينات والراتنجات والأسفلتيات . . . . الخ ، مشكلةً منطقة ملوثة مجاورة للبـــئر يختلف نصف قطرها حسب فرق الضغط بين الطبقة والبئر وكذلك حسب النفوذيـــة الأولية للطبقة وخواص السائل المُلوِّث .

يكون نصف قطر المنطقة الملوثة بالسائل أكبر من نصف قطر المنطقة الملوثـــة بالحبيبات الصلبة خاصةً إذا علمنا أن التلوث بالحبيبات الصلبة يعتمد أيضـــاً علـــى أبعاد هذه الحبيبات . يمكن أن يصل نصف قطر منطقة التلوث بالسائل إلى خمســـة أمتار في حين يبلغ هذا القطر كحد أقصى في حالة التلوث بالحبيبات الصلبـــة 50 Cm .

1-2- تأثير المنطقة الملوثة على إنتاجية الطبقة

تعتبر نفوذية المنطقة البعيدة عن البئر والتي لم يصل إليـــها التلـــوث K_2 وهـــي النفوذيـــة الأصلية للطبقة بينما تعتبر المنطقـــــة الملوثـــة الممتدة حتى مسافة r_a ضمـــــن الطبقـــة ذات نفوذية مختلفة أقل من K_2 ونرمز لها بالرمز K_1 . ولذلك نأخذ منطقتين متمركزتين يعيـــن كل منهما واقع المنطقة وخصائصها ، كما هـــو موضح في الشكل (1-1) .



الشكل (1-1)

يمكن تعيين معدل الإنتاج من هذه الطبقة باستخدام نفوذية وسطية $\bar{K}$ للمنطقتين . ومن أجل تحديد $\bar{K}$ نفرض أن معدل الإنتاج Q ثابت على طول الطريـــق مـــن الطبقة حتى البئر .

Scanned by CamScanner

$$Q=\frac{2\pi.h.K_1(P_1-P_C)}{\mu.Ln\frac{r_K}{r_c}}=\frac{2\pi.h.K_2(P_L-P_1)}{\mu.Ln\frac{R_K}{r_a}}=$$

$$=\frac{2\pi.h.\overline{K}(P_L-P_C)}{\mu.Ln\frac{R_K}{r_c}} \qquad (2\text{-}1)$$

حيث أن :

P_1 – ضغط السائل عند عبوره من المنطقة ذات النفوذية الأولية K_2 إلى المنطقة الملوثة ذات النفوذية K_1 .

$\overline{K}$ – النفوذية الوسطية للطبقة ككل .

r_a – نصف قطر المنطقة الملوثة .

ولكن :

$$P_L - P_C = (P_L - P_1) + (P_1 - P_C) \qquad (3\text{-}1)$$

$$P_L - P_1 = \frac{Q.\mu.Ln\frac{r_K}{r_a}}{2\pi.h.K_2} \qquad (4\text{-}1)$$

$$P_1 - P_C = \frac{Q.\mu.Ln\frac{r_a}{r_c}}{2\pi.h.K_1} \qquad (5\text{-}1)$$

$$P_L - P_C = \frac{Q.\mu.Ln\frac{r_K}{r_c}}{2\pi.h.\overline{K}} \qquad (6\text{-}1)$$

وبتعويض العلاقات (1-4) ، (1-5) ، (1-6) في العلاقة (1-3) نجد :

$$\frac{Q.\mu.Ln\frac{r_K}{r_c}}{2\pi.h.\overline{K}}=\frac{Q.\mu}{2\pi.h}\left(\frac{1}{K_2}Ln\frac{R_K}{r_a}+\frac{1}{K_1}Ln\frac{r_a}{r_c}\right)$$

Scanned by CamScanner

والتي تعين منها النفوذية الوسطية للطبقة $\overline{K}$:

$$\overline{K} = \frac{Ln\frac{R_K}{r_c}}{\frac{1}{K_2}Ln\frac{R_K}{r_a} + \frac{1}{K_1}Ln\frac{r_a}{r_c}} \qquad (7\text{-}1)$$

والتي تمكن من تحديد درجة تلوث المنطقة المجاورة للبئر .

مثال :

عين تأثير المنطقة الملوثة على إنتاجية البئر إذا علمت أن :

$K_1 = 5$ md , $r_a = 0.6$ m , $R_C = 0.1$ m , $R_K = 213$ m

$K_2 = 500$ md

الحل :

بتطبيق العلاقة (1-7) تعين النفوذية الوسطية $\overline{K}$:

$$\overline{K} = \frac{Ln\frac{213}{0.1}}{\frac{1}{0.5}Ln\frac{213}{0.6} + \frac{1}{0.005}Ln\frac{0.6}{0.1}} = 0.021\ D = 21\ md$$

بتقسيم هذه النفوذية الوسطية على نفوذية المنطقة قبل التلوث K_2 نجد

$$\frac{\overline{K}}{K_2} = \frac{21}{500} = 0.04$$

وهذا يعني أن البئر تنتج فقط 4 % من المعدل الذي يجب أن تنتجه لو لم يحصل تلوث للمنطقة المجاورة للبئر .

1-3- طرق تعيين درجة التلوث

يمكن أن يكون معدل الإنتاج من البئر قليلاً نتيجة النفوذية الأولية القليلة للطبقة بالأساس ويمكن أن يكون قد انخفض هذا المعدل نتيجة تلوث المنطقة المجاورة للبئر .

Scanned by CamScanner

تعتمد طرق تعيين درجة التلوث على المقارنة بين العناصر التي تؤثر على إنتاجية الطبقة بشكل مباشر أو غير مباشر ، وتتم المقارنة مع بئر مثالية (لا توجد منطقة تلوث) على أن ينتج البئر من نفس الطبقة وتحت تأثير نفس الشروط حيث نعتبر أن انخفاض الإنتاجية في البئر المدروسة ناتج فقط عن تلوث المنطقة المجاورة له .

1-3-1- طريقة معامل الإنتاجية Production Index

يعرف معامل الإنتاجية بالنسبة بين معدل إنتاج البئر وفرق الضغط الذي يتم بتأثيره إنتاج هذا البئر . وعليه يمكن كتابة معامل الإنتاجية كما يلي :

$$PI = \frac{Q}{P_L - P_C} = \frac{2\pi.h.K}{\mu.b.Ln\frac{R_K}{r_c}} \qquad (8\text{-}1)$$

حيث أن :

b – عامل حجم النفط .

ولتعيين درجة التلوث تحدد قيمة معامل الإنتاجية المقابلة للشروط الأولية للطبقة ثم قيمته الأخرى في أثناء إجراء التحاليل على البئر . وبمقارنة القيمتين يمكن تحديد درجة تلوث الطبقة .

عندما يقارن معامل إنتاجية البئر المدروسة مع معامل إنتاجية بئر مجاورة يستعمل معامل إنتاجية خاص من أجل واحدة الثخانة للطبقة :

$$PI_S = \frac{PI}{h}$$

حيث أن : h – ثخانة الطبقة المنتجة

1-3-2- معامل الفعالية Efficiency factor

بعد زمن من الإنتاج يمكن تعيين النفوذية الوسطية للطبقة المنتجة بواسطة الطرق

Scanned by CamScanner

العادية في بحث الآبار عند نظام ثابت ، وبفرض أن البئر تامة هيدروديناميكيا والسوائل متجانسة وغير انضغاطية باستخدام العلاقة التالية :

$$\overline{K} = \frac{b \cdot Q_o \cdot \mu \cdot Ln \frac{R_K}{r_c}}{23.6\, h\, (P_L - P_C)} \qquad (9\text{-}1)$$

حيث أن :

Q_o – معدل الإنتاجية بالشروط النظامية على السطح m^3/day .

قيمة هذه النفوذية لا تمكننا من تقييم الطبقة المجاورة للبئر وما إذا كانت إنتاجيتها القليلة هي نتيجة التلوث أم نتيجة النفوذية الأولية للطبقة .

لذلك نلجأ إلى مقارنة هذه النفوذية مع النفوذية التي تعين في المخبر اعتماداً على العينات الأسطوانية المأخوذة من الطبقة عند اختراقها ولذلك يسمى هذا المعيار أحياناً بمعيار النفوذية .

وبتحويل النفوذية المطلقة إلى نفوذية فعلية باستعمال النفوذية النسبية للنفط يصبح معامل الفعالية كما يلي :

$$= \frac{\overline{K}}{K_r \cdot \overline{K}_C} = \frac{Q}{Q_T} \qquad (10\text{-}1)$$

حيث :

$\overline{K}$ – النفوذية الوسطية الفعلية للطبقة .

K_r – النفوذية النسبية للنفط .

$\overline{K}_C$ – النفوذية الوسطية المطلقة والتي تعين من تحليل العينات الأسطوانية

Q_T – معدل الإنتاج النظري في نظام ثابت للطبقة غير الملوثة .

Q – معدل إنتاج البئر المدروسة .

إذن يمكن استخدام معيار النفوذية فقط في حالة وجود عينات أسطوانية وإمكانية تحليل هذه العينات .

Scanned by CamScanner

مثال :

عين تأثير درجة التلوث على إنتاجية البئر إذا علمت أن المعطيات الناتجة عـــن بحث الآبار هي :

$$P_C = 1755\ Kgf/Cm^2\ ,\ P_L = 210\ Kgf/Cm^2\ ,\ Q_o = 15.3\ m^3/day$$

$$Ln\ R_K / r_c = 3.04$$

ونتيجة تحليل السوائل كانت :

- لزوجة النفط $\mu = 3\ Cp$.
- ضغط الإشباع للنفط $P_S = 170\ Kgf/Cm^2$.
- عامل حجم النفط $b_o = 1.2$.

أما المعطيات الناتجة عن تحليل العينات الأسطوانية فكانت :

مجال العمق ، m	النفوذية المطلقة ، md
1855 – 1853.5	50
1856.5 – 1855	0
1858 – 1856.5	150
1861 – 1858	100

الحل :

النفوذية الوسطية المطلقة الناتجة عن تحليل العينات الأسطوانية هي :

$$\overline{K_C} = \frac{h_1 . K_1 + h_2 . K_2 + h_3 . K_3 + h_4 . K_4}{h} =$$

$$\overline{K_C} = \frac{1.5 \times 50 + 0 + 1.5 \times 150 + 3 \times 100}{6} = 100 \quad md$$

وبواسطة المعطيات الناتجة عن بحث الآبار وخواص السوائل تعيـــن النفوذيـــة الوسطية الفعلية :

Scanned by CamScanner

$$\overline{K} = \frac{b \cdot Q_o \cdot \mu \cdot Ln \frac{R_K}{r_c}}{23.6\, h\, (P_L - P_C)} = \frac{1.2 \times 15.3 \times 3 \times 3.04}{23.6 \times 7.5 \times (210 - 175.5)} =$$

$$= 0.036 \quad D = 36 \quad md$$

وبما أن ضغط الطبقة أكبر من ضغط الإشباع ($P_L > P_S$) يمكن قبول النفوذية النسبية للنفط مساوية الواحد . $K_r = 1$ وبالتالي فإن معامل الفعالية E :

$$= \frac{\overline{K}}{K_r \cdot \overline{K}_C} = \frac{36}{100} = 0.36$$

وهذا يعني أن البئر تنتج 36 % فقط من المعدل الذي كان يجب أن تنتجه لو لم يحصل تلوث للمنطقة المجاورة للبئر .

1-3-3- معيار نسبة الإنتاجية Ratio of Production

يتم تعيين تغير الضغط عند قعر البئر اعتماداً على بحث الآبار في نظـــام غـــير مستقر استناداً إلى منحني تغير الضغط في القاع وفق المعادلة :

$$P_C = P_L - \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6\, h \cdot K} \cdot \frac{1}{2} Log \frac{t_o + \Delta t}{\Delta t} =$$

$$= P_L + i \cdot Log \frac{t_o + \Delta t}{\Delta t} \qquad (11\text{-}1)$$

حيث أن :

t_o – الزمن الكلي للإنتاج من البئر .

Δt – زمن إغلاق البئر .

i – ميل الجزء المستقيم من منحني تغير الضغط :

$$i = -\frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6\, h \cdot K} \qquad (12\text{-}1)$$

Scanned by CamScanner

تقابل i القيمة الحقيقية من منحني تحول الضغط :

$$i = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{P_{C2} - P_{C1}}{\text{Log } t_2 - \text{Log } t_1} \qquad (13\text{-}1)$$

ونصل في النهاية إلى العلاقة التي تمكن من حساب النفوذية الفعليـــة الوســـطية للطبقة :

$$k = -\frac{1}{2}\frac{Q \cdot b \cdot \mu}{23.6\, h\, i} \qquad (14\text{-}1)$$

ولتعيين درجة التلوث تجري مقارنة بين هذه النفوذية والنفوذية الوسطية الحقيقية للطبقة ككل مع المنطقة الملوثة اعتماداً على العلاقة :

$$\overline{K} = \frac{Q \cdot b \cdot \mu \cdot \text{Log}\frac{R_K}{r_C}}{2.36h\,(P_L - P_C)}$$

ويعرف معامل الإنتاجية بالنسبة ما بين عامل الإنتاجية للمنطقة الملوثة والمنطقة غير الملوثة :

$$\overline{R_P} = \frac{\overline{K}}{K} = \frac{-2i \cdot \text{Log}\frac{R_K}{r_C}}{P_L - P_C} \qquad (15\text{-}1)$$

ويتم تعيين وضع البئر حسب الحالات التالية :

أ- إذا كان $R_P = 1 \Leftarrow K = \overline{K}$ أي لا يوجد أي تغيير في النفوذيـــة للمنطقـــة المجاورة للبئر أو لا يوجد تلوث بهذه المنطقة .

ب- إذا كان $R_P < 1 \Leftarrow K < \overline{K}$ وهذا يعني أن المنطقة المجاورة للبئر ملوثة وهذا هو سبب إنقاص إنتاجية البئر .

ج- إذا كان $R_P > 1 \Leftarrow K > \overline{K}$ وهذا يعني أن نفوذية المنطقة المجاورة للبئر

Scanned by CamScanner

قد تحسنت بعد إجراء إحدى عمليات التحسين والمعالجة وبالتالي فإن الطبقة ذات استطاعة إنتاجية أكبر .

مثال :

بئر حديثة موضوعة في الإنتاج درس منحني تغير الضغط عند القعر فكان ميل الجزء المستقيم يساوي $i = -4.2$. فإذا كانت : $h = 6\ m$ ؛ $P_L = 154$ Kgf/Cm^2 ؛ $P_c = 88\ Kgf/Cm^2$ ؛ $R_K = 222\ m$ ؛ $r_c = 0.1\ m$ ؛ $\mu = 5\ Cp$ ؛ $b = 1.15$ ؛ $Q = 19\ m^3/day$

فهل هذه الطبقة ملوثة بجوار البئر ؟ .

الحل :-

تعيين نسبة الإنتاجية :

$$\overline{R}_P = \frac{-2(-4.2)\,.\,Log\frac{222}{0.1}}{154-88} = 0.42 = \frac{\overline{K}}{K}$$

وهذا يعني وجود منطقة ملوثة بجوار البئر أدت إلى إنقاص إنتاجيتها بحيث أنها تنتج فقط 42 % من الاستطاعة الكلية في حال عدم وجود تلوث . ونصل إلى نفس النتيجة بحساب K الفعلية الوسطية للمنطقة غير الملوثة :

$$K = \frac{1}{2}.\frac{19 \times 1.15 \times 5}{23.6 \times 6 \times (-4.2)} = 0.092 = 92\ md$$

والنفونية الوسطية الحقيقية للطبقة :

$$\overline{K}\frac{19.15 \times 5 \times Log\frac{222}{0.1}}{23.6 \times 6 \times (154-88)} = 0.039 = 39\ md$$

وبالتالي فإن نسبة الإنتاجية :

Scanned by CamScanner

$$R_P = \frac{K}{K} = \frac{39}{92} = 0.42$$

كما يستعمل عامل التلوث كمقياس لدرجة تلوث الطبقة :

$$F_C = 1 - R_P = 1 - 0.42 = 0.58$$

أو عامل تحضير البئر للإنتاج Completion Factor :

$$F_P = 100\ R_P = 100 \times 0.42 = 42\ \%$$

1-3-4- معيار الظاهرة السطحية Skin Effect

يفترض هنا أن المنطقة الملوثة ذات قطر صغير جداً بالمقارنة مع قطر منطقة تأثير البئر ويمكن تمثيلها بغشاء رقيق يقوم بدور المصفاة توضع في طريق جريان السوائل من الطبقة باتجاه البئر ليقاوم الجريان وللتغلب على ذلك فإنه يتطلب زيادة في فرق الضغط بين البئر والطبقة والتي تحسب كما يلي :

$$P_S = \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{2.36 h\ K_2} \cdot \frac{1}{2.3}\left(\frac{K_2 - K_1}{K_1} \text{Log} \frac{R_K}{r_C}\right) = \frac{Q \cdot b \cdot \mu}{2.36 h\ K_2} \cdot \frac{1}{2.3} \cdot S \qquad (16\text{-}1)$$

حيث أن :

K_1 – نفوذية المنطقة الملوثة بجوار البئر .

K_2 – نفوذية المنطقة غير الملوثة والبعيدة عن البئر .

r_C – نصف قطر المنطقة الملوثة .

S – الظاهرة السطحية حيث أن :

$$S = \left(\frac{K_2 - K_1}{K_1} \text{Log} \frac{R_K}{r_C}\right) \qquad (17\text{-}1)$$

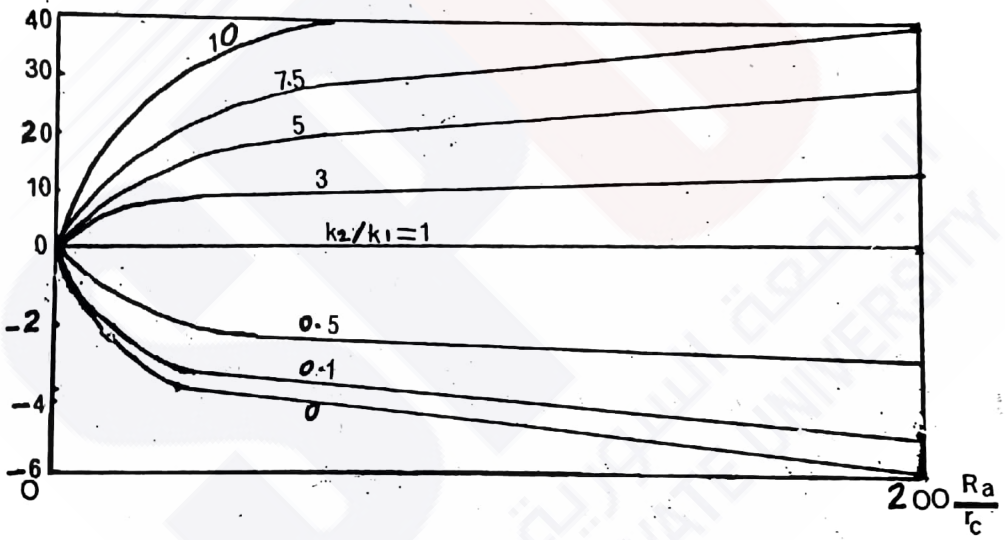
وهنا نلاحظ أن قيمة الظاهرة السطحية تعتمد على نفوذية المنطقة الملوثة

Scanned by CamScanner

والمنطقة غير الملوثة وكذلك على قطر منطقة التلوث . ونميز الحالات التالية :

- إذا كانت $S = 0 \Leftarrow K_2 = K_1$ أي لا توجد منطقة ملوثة بجوار البئر.
- إذا كانت $S > 0 \Leftarrow K_2 > K_1$ أي توجد منطقة ملوثة بجوار البئر تؤدي إلى تقليل الإنتاجية .
- إذا كانت $S < 0 \Leftarrow K_2 < K_1$ أي أن النفوذية تحسنت في المنطقة المجاورة للبئر بفعل عمليات المعالجة والتحسين التي تعرضت لها .

إذا مثلنا بيانياً قيمة S مع النسبة $\frac{r_a}{r_c}$ من أجل نسب مختلفة لـــ $\frac{K_2}{K_1}$ فإننا نحصل على مجموعة من المنحنيات موضحة في الشكل (1-2) .



الشكل (1-2)

تعين قيمة S اعتماداً على منحنيات تغير الضغط عند قاع البئر بالعلاقة التالية:

$$S = 1.151\frac{P_C^* - P_C}{i} - 1.15\,Log\left(\frac{Q \cdot b}{60\,i.h.m.C.r_C^2}\right) \qquad (18\text{-}1)$$

حيث أن :

P_C^* – الضغط بعد ساعة من إغلاق البئر وتؤخذ مقابل الجزء المستقيم من منحني تغير الضغط .

Scanned by CamScanner

P_c – الضغط عند قعر البئر .

C – الانضغاطية للنفط .

r_c – نصف قطر البئر .

m – مسامية الطبقة .

h – الثخانة الفعالة .

i – ميل الجزء المستقيم من منحني ارتفاع الضغط داخل البئر $(\Delta P , t)$

تطبق الطرق السابقة بحالة جريان سائل واحد ضمن الطبقة ولكن يمكن استخدامها عند جريان عدة موائع (ماء – نفط – غاز) وفي هذه الحالة يجب تغيير بعض العوامل المتعلقة بخواص السائل بقيم تمثل خواص الخليط ، حيث :

1. يقاس معدل السائل المنتج من البئر .
2. ينزل جهاز قياس تغير الضغط عند قاع البئر مقابل الطبقة المنتجة .
3. تغلق البئر لفترة من الزمن كافية لتسجيل المعطيات حول تغير الضغط .
4. يرسم منحني تغير الضغط بالعلاقة مع الزمن (لغاريتم الزمن) .
5. تحسب الحركية الكلية للموائع في الطبقة :

$$\lambda_T = \left(\frac{K}{\mu}\right)_T = \lambda_o + \lambda_g + \lambda_w = \frac{K_o}{\mu_o} + \frac{K_g}{\mu_g} + \frac{K_w}{\mu_w} \qquad (19\text{-}1)$$

6. تحسب الانضغاطية الكلية للموائع على الشكل :

$$C_T = C_o + C_g + C_w$$

7. تحسب النفوذية الكلية للنفط والغاز .
8. يعين ضغط الطبقة وتحسب نسبة الإنتاج .

ومن أجل الحصول على نتائج دقيقة يجب استخدام أجهزة حساسة عند قياس الضغط في القاع وكذلك الزمن للحصول على الجزء المستقيم من منحني تغير الضغط .

Scanned by CamScanner

1-4- الأسباب التي تقلل معدل الإنتاج

تكون الأسباب التي تؤدي إلى تدني إنتاجية الآبار عادةً إما طبيعية وإما طارئة ، فالأسباب الطبيعية تنحصر في كون النفوذية الأولية قليلة للطبقة المنتجة أو أن البئر غير تامة هيدروديناميكياً فهي إما لا تخترق كامل الطبقة المنتجة أو أن مقطع الجريان من الطبقة إلى البئر صغير هذا إذا كانت درجة تشبع الصخر جيدة أساساً . أما الأسباب الطارئة فيمكن أن تعزى إلى عدة مراحل قبل حصولها :

1-4-1- المرحلة الأولى في أثناء الحفر

تتأثر نفوذية المنطقة المجاورة للبئر بشكل كبير في أثناء اختراق الطبقة وخاصةً إذا كان سائل الحفر المستخدم يتمتع بفاقد رشح كبير وبتركيز كبير للحبيبات الصلبة وينتج عن ذلك تشكيل مستحلب مع النفط الموجود في الطبقة ذي لزوجة عالية وتوتر سطحي كبير بين الطبقة والبئر . كما تنخفض النفوذية النسبية للنفط مقابل ازدياد النفوذية النسبية للماء . بالإضافة إلى ذلك فإن الحبيبات الصلبة التي تدخل الطبقة تؤدي إلى إغلاق بعض المسامات وتخفض النفوذية بشكل كبير . كما أن انتفاخ الحبيبات الغضارية المتبعثرة داخل مسامات الطبقة تقلل من حجم الفراغات خاصةً إذا كان سائل الحفر ذا أساس مائي . ولذلك فإنه يجب استعمال سوائل حفر بأقل فاقد رشح ممكن وبأدنى فرق ضغط بين الطبقة والبئر ، وبحيث يكون كافياً لمنع حدوث الاندفاعات من البئر . وبما أن حجم فاقد الرشح في الطبقة يتناسب طرداً مع الجذر التربيعي لزمن تلاصق سائل الحفر مع الطبقة فإنه ينصح باختراق الطبقة المنتجة بأسرع ما يمكن .

يفضل استخدام سوائل حفر ذوات أساس نفطي لاختراق الطبقات المنتجة لأن النفط كفاقد رشح يزيد من تشبع الطبقة وبالتالي يزيد من نفوذيتها الفعلية بالنسبة للنفط .

Scanned by CamScanner

1-4-2- المرحلة الثانية في أثناء الإنتاج

بعد وضع الطبقة في الإنتاج يمكن أن يتناقص معدل الإنتاج منها لأسباب كثيرة ، فالموائع تحمل معها في أثناء حركتها باتجاه البئر الحبيبات الصلبة الحرة والمتبعثرة ضمن الطبقة عندما تكون سرعة جريان هذه الموائع أكبر من السرعة الحرجة اللازمة لحمل هذه الحبيبات ثم تتوضع في المنطقة المجاورة للبئر ، وقد تصل إلى قاع البئر وتشكل سدادة رملية مقابل جدران البئر الداخلة خاصةً إذا كان النفط ذا لزوجة عالية ومن النوع البرافيني ، ويعزى السبب إلى انخفاض درجة حرارة قاع البئر والمنطقة المجاورة له بعد فترة من الإنتاج ، مما يؤدي إلى تخفيض معدل إنتاجية الطبقة .

يمكن أن تتغمر المنطقة المجاورة للبئر بالمياه الطبقية أو بالغازات إذا جرى التثقيب في منطقة قريبة من المنطقة الانتقالية بين الماء والنفط أو بين النفط والغاز ، وذلك لأن حركية كل من الماء أو الغاز هي أكبر من حركية النفط ، مما يؤدي إلى انعدام نفوذية الطبقة بالنسبة للنفط . ولتلافي ذلك يجب التقليل من معدل الإنتاج بحيث تكون سرعة الإنتاج أدنى من السرعة الحرجة لحمل الحبيبات الصلبة وكذلك العمل على تسخين جدران البئر لمنع توضع البرافينات والتثقيب مقابل الطبقة المنتجة وعلى بعد كاف عن المياه الطبقية أو القبعة الغازية (خمس أمتار كحد أدنى) .

1-4-3- المرحلة الثالثة في أثناء إصلاح الآبار

تشمل عمليات إصلاح الآبار عدداً من الإجراءات حسب نوعية الطبقة والنفط الموجود فيها ، مثل التحميض - التشقيق الهيدروليكي - التسخين - حقن CO_2 - بوليميرات - مقللات التوتر السطحي . . . . الخ .

عند عدم مراعاة الشروط الموجودة في الطبقة والخواص الفيزيائية لها وللنفط فإنه من الممكن أن نحصل على نتائج عكسية تؤدي إلى تخفيض إنتاجية الآبار وذلك

Scanned by CamScanner