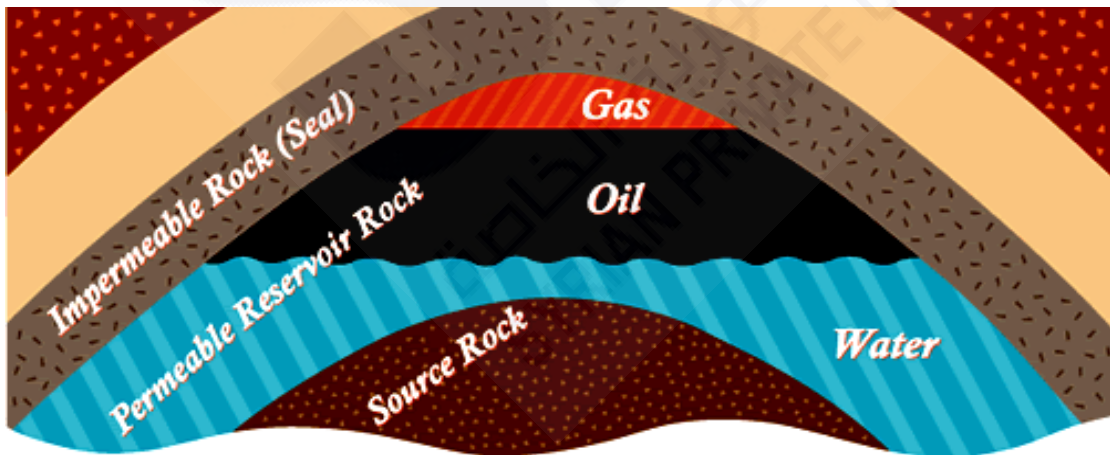


فحوصات الآبار

Well Tests

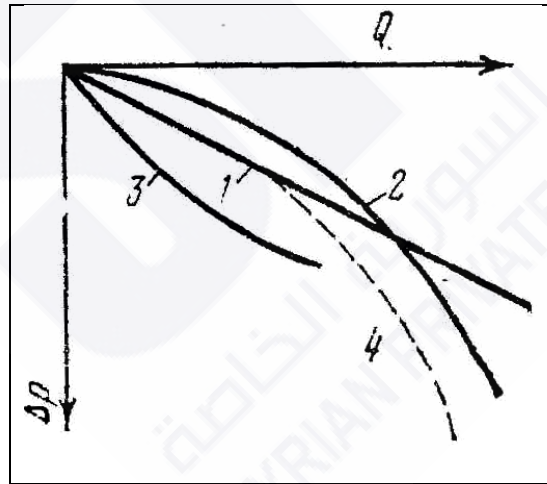
Lecture 2



أسباب انحناء الأدلة البيانية:

أولاً: أسباب انحناء الأدلة البيانية نحو محور الضغط :

1. تشكل منطقة حول البئر ذات ارتشاح ثنائي الطور عندما يكون ضغط القاع أقل من ضغط الإشباع. وكلما زاد الفرق كلما ازداد قطر هذه المنطقة ذات الارتشاح ثنائي الطور (نפט + غاز) وبالتالي مقاومة أكبر للارتشاح، المنحني رقم 4 من الشكل (2).
2. تغير نفوذية الشقوق الميكروية وانفتاحيتها في الصخر عن تغير الضغط داخل الطبقة، المنحني رقم 2 ، 4 من الشكل (2).
3. زيادة سرعة حركة السائل في منطقة قاع البئر وتخطيها للقيم الحرجة والتي عندها لا يمكن تطبيق قانون دارسي للارتشاح الخطي المنحني رقم 2.



الشكل (2)

أشكال الأدلة البيانية

ثانياً: أسباب انحناء الأدلة البيانية نحو محور الإنتاجية:

إذا كان الانحناء نحو محور الإنتاجية، المنحني رقم 3 فسببه قد يكون قراءات خاطئة للإنتاجية قبل استقرارها أو نتيجة لعدم دخول جميع الطبقات في الناتج بسبب الاختلاف بقيم الضغط الطبقي ضمنها إذا كانت الطبقة غير متجانسة، وعلى سبيل المثال، إذا كان لدينا طبقتان الأولى ضغطها الطبقي P_{k1} والثانية P_{k2} حيث $P_{k1} > P_{k2}$ عند جميع قيم P_c التي تقع في المجال $P_{k2} > P_c > P_{k1}$ فإن تيار السائل سيكون فقط في الطبقة الأولى، وعندما ينخفض ضغط القاع P_c حتى القيمة $P_c > P_{k2} > P_{k1}$ ستعمل الطبقتان سوياً وبالتالي ستزداد إنتاجية البئر. كما وجد أن النفوط اللانيوتونية تؤثر على انحناء الأدلة البيانية أيضاً.

تطبيق رياضي 1 :

تم اختبار بئر نفطية عند النظام المستقر وكانت نتائج القياسات مبينة في الجدول التالي:

| النظام | Q (T/day) | P_c (MPa) |
|--------|-----------|-------------|
| 1 | 33 | 18 |
| 2 | 60 | 16.4 |
| 3 | 95 | 14.2 |
| 4 | 140 | 12 |
| 5 | 0 | ? |

المطلوب :

1- عين الضغط الطبقي واحسب عامل الإنتاجية .

2- أحسب نسبة ضياع الضغط على بعد (1 m, 10 m, 125 m) من البئر إذا كان ضغط القاع (12 MPa)

و ($R_k=250$ m, $r_c=0.1$ m).

الحالة العامة لمعادلة الجريان:

الحالة العامة لمعادلة الجريان كيفما كان اتجاه انحناء الدليل البياني تأخذ الشكل:

$$Q = K(P_k - P_c)^n \quad (14)$$

عندما تكون $n = 1$ فإن المعادلة تصف خطأً بيانياً مستقيماً. وعندما تكون $1/2 < n < 1$ فإن الدليل البياني يكون منحنياً باتجاه محور ΔP .

أما إذا كان $n > 1$ فإن الدليل البياني يكون منحنياً باتجاه محور Q .

بظهور مقاييس الإنتاج البئرية تم التمكن من تحديد الأسباب الحقيقية لانحناء الأدلة البيانية.

عندما $n \neq 1$ فإن العامل K في المعادلة العامة للجريان يفقد فكرته الفيزيائية كمعامل للإنتاجية ويتحول إلى عامل تناسب فقط أو إلى عامل زاوي.

عندما كون الدليل البياني مستقيماً فإن عامل الإنتاجية K يمكن إيجاده من نقطتين حقيقتين على المستقيم كالتالي:

$$K = \frac{Q_1 - Q_2}{\Delta P_1 - \Delta P_2} \quad (15)$$

وبعد معرفة قيمة K يمكن تحديد عامل الناقلية الهيدروديناميكية $\varepsilon = \frac{k \cdot h}{\mu}$ من المعادلات (12) و (8) وبعد

الإصلاح نجد:

$$\varepsilon = \frac{k \cdot h}{\mu} = \frac{K b_o \ln \frac{R_k}{r_c}}{2\pi \rho_o \times 86400} \quad (16)$$

وبمعرفة قيمة h جيوفيزيائياً أو بالمقاييس البئرية العميقة وكذلك قيمة μ مخبرياً يمكن تحديد قيمة k النفوذية في منطقة البئر المدروسة.

R_k - عادةً تؤخذ نصف المسافة بين بئرين متجاورين وتؤخذ عادةً بين 250-500m.

r_c - نصف قطر البئر التام هيدروديناميكاً ويؤخذ r_{eR} نصف قطر البئر المحول إذا كان البئر غير تام.

إذا كان لدينا عدة قياسات حقيقية لـ Q_i وما يقابلها من قيم ضغط القاع فإنه من الممكن تحديد جميع القيم الثابتة للمعادلة العامة للجريان.

بما أن هذه القيم الثابتة n , P_k , K ثلاثة فإنه يجب أن يكون لدينا ثلاثة قياسات لـ Q , P_c على الأقل، وعندها يكون لدينا ثلاث معادلات:

$$\begin{aligned} Q_1 &= K(P_k - P_{c1})^2 & I \\ Q_2 &= K(P_k - P_{c2})^2 & II \\ Q_3 &= K(P_k - P_{c3})^2 & III \end{aligned} \quad (17)$$

بتقسيم I على II وبأخذ اللوغاريتم للطرفين نجد:

$$\begin{aligned} \frac{Q_1}{Q_2} &= \left(\frac{P_k - P_{c1}}{P_k - P_{c2}} \right)^n \\ \ln \frac{Q_1}{Q_2} &= n \ln \frac{(P_k - P_{c1})}{(P_k - P_{c2})} \end{aligned} \quad (18)$$

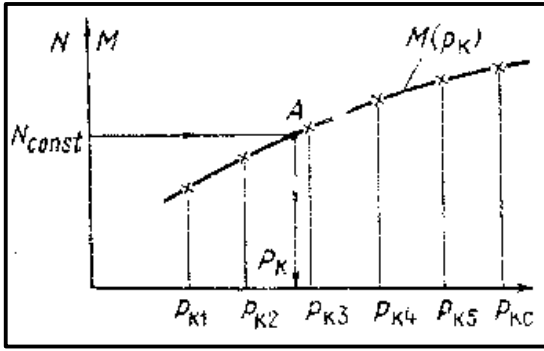
وبنفس الطريقة لـ II و III نجد:

$$\ln \frac{Q_2}{Q_3} = n \ln \frac{(P_k - P_{c2})}{(P_k - P_{c3})} \quad (19)$$

وبتقسيم المعادلة (18) على (19) واختصار n نجد:

$$N = \frac{\ln \frac{Q_1}{Q_2}}{\ln \frac{Q_2}{Q_3}} = \frac{\ln \frac{(P_k - P_{c1})}{(P_k - P_{c2})}}{\ln \frac{(P_k - P_{c2})}{(P_k - P_{c3})}} = M \quad (20)$$

الجزء اليساري من المعادلة (20) معروفة لدينا N لأن Q_1 ، Q_2 ، Q_3 معروفة، ولكن P_k غير معروفة ولهذا يمكن معرفة P_k بيانياً، وذلك بإعطاء قيم للضغط الطبقي قريبة من القيمة الحقيقية ومن ثم حساب M وهي الجزء اليميني من المعادلة (20) ومن ثم رسم المنحني البياني للعلاقة $M(P_k)$ كما في الشكل (3).



وبما أن قيمة $N = \text{const}$ نعينها على محور العينات ونرسم منها خطاً يوازي محور السينات حيث يتقاطع مع المنحني المرسوم $M(P_K)$ بنقطة A، سيناتها هي P_K المطلوبة وهو القيمة لـ P_K التي عندها تكون قيمة $N = M$.

الشكل (3) لتحديد الضغط الطبقي

ثم لتعيين قيمة n نحل المعادلة (18) أو (19) بعد تبديل قيمة P_K نجد:

$$n = \frac{\ln \frac{Q_1}{Q_2}}{\ln \frac{(P_K - P_{C1})}{(P_K - P_{C2})}} \quad (21)$$

وبعد تحديد قيمة P_K و n يتم تبديلها في أي من المعادلات I , II , III نجد قيمة K :

$$K = \frac{Q_3}{(P_K - P_{C3})^n} \quad (22)$$

وبما أن القيم Q_i و P_i تعطي تفاوتاً أثناء الحساب فإنه من نظام المعادلات (17) نحصل على ثلاث قيم مختلفة لـ K و n ولهذا نأخذ المتوسط الحسابي لثلاث قيم وبالتالي تصبح معادلة الجريان في البئر:

$$Q = K_m (P_k - P_c)^{n_m} \quad (23)$$

نهاية المحاضرة الثانية