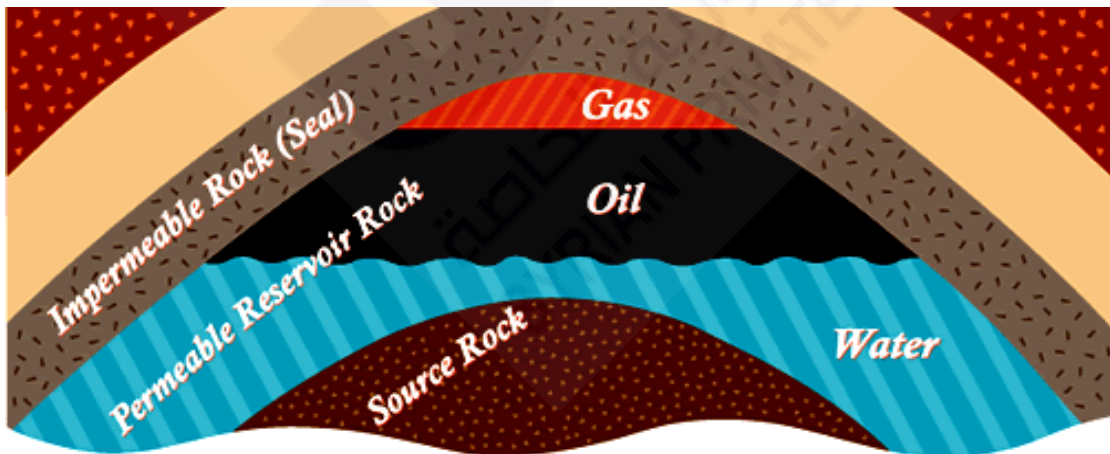


فحوصات الآبار

Well Tests

Lecture 12



يحسب نصف قطر البئر الفعال أو المصغر (r_{CR}) من العلاقة :

$$r_{CR} = \sqrt{\frac{2.25 \times \aleph}{10 \frac{A - P_{WF}^2 - bq^2}{m}}} \quad (3 - 59)$$

عندما يكون ($t_p < 20 \Delta t$) فهذا يعني أن الطبقة المنتجة صغيرة ، وعند ذلك يستخدم تقريب يعتمد على عمل "ارنوفسكي وجينكتر" بإيجاد الحلول العددية للمعادلات التفاضلية الجزئية التي تصف الجريان الشعاعي للغاز المثالي .

اعتمادا على ما سبق يمكن التعبير ، وبدقة مقبولة ، عن معادلة استعادة الضغط مع الأخذ بعين الاعتبار لوغاريتم نسبة الزمن لـ "هورنر" ، بالصيغة التالية :

$$P_{ws} = P_i - 162.6 \frac{q_{sc} \times \mu_g \times B_g}{K_g \times h} \log \left(\frac{t_p + \Delta t}{\Delta t} \right) \quad (3 - 60)$$

حيث أن :

P_{ws} : ضغط قاع البئر ، Psia .

P_i : الضغط الطبقي الأولي ونحصل عليه من تمديد المنحني ، Psia .

q_{sc} : الإنتاجية قبل الإغلاق ، bbl/day .

t_p : فترة عمل البئر قبل الإغلاق بإنتاجية ثابتة ، بالساعة .

Δt : فترة إغلاق البئر للاختبار ، بالساعة .

B_g : عامل حجم الغاز ، RB \ STB ، ويحسب بأخذ المتوسط الحسابي لضغط قاع البئر والضغط الأولي

أي :

$$B_g = Z \times \frac{T_i}{T_{sc}} \times \frac{P_{sc}}{(P_i + P_{ws})} \quad (3 - 61)$$

تمثل المعادلة (3-60) مستقيماً بالعلاقة بين (P_{ws}) و $(\log \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t})$ ، الشكل (17-3) وهي من الشكل :

$Y = mx + b$ ، ميل هذا المستقيم هو :

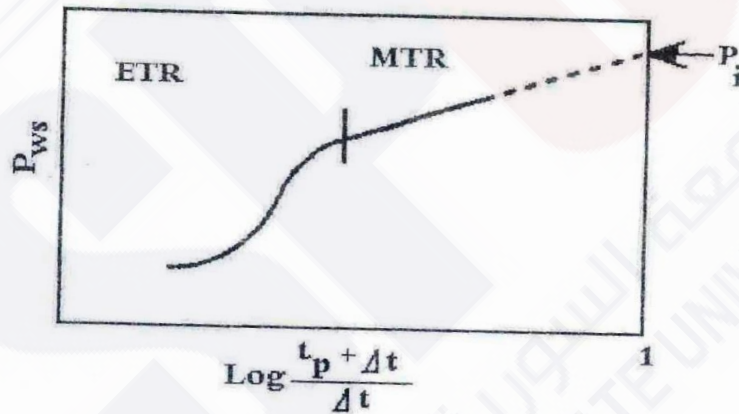
$$m = -162.6 \times \frac{q_{sc} \times \mu_g \times B_g}{K_g \times h} \quad (3-62)$$

من المعادلة (3-62) ، نحسب نفوذية الطبقة كالتالي :

$$K_g = \frac{162.6 \times q_{sc} \times \mu_g \times B_g}{m \times h} \quad (3-63)$$

نحصل أيضاً ، بتمديد الخط المستقيم إلى زمن الإغلاق اللانهائي أي :

$$\frac{(t_p + \Delta t)}{\Delta t} = 1 \text{ على الضغط الأولي } (P_i) \text{ للمكمن ، الشكل (17-3) .}$$



الشكل رقم (17-3) يبين:

منحني استعادة الضغط بالاحداثيات $(\log \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t})$ و (P_{ws})

حيث أن :

ETR : منطقة الزمن الأولي . **MTR** : منطقة الزمن المتوسط .

نحسب الظاهرة السطحية باستخدام المعادلة الآتية :

$$\dot{S} = 1.151 \left[\frac{P_{1hr} - P_{wf}}{m} - \log \frac{K_g}{\mu_g \times \phi \times C_t \times r_{CR}^2} + 3.23 \right] \quad (3 - 64)$$

نحسب نصف قطر منطقة الاختبار (R_i) ، الذي يهمل عنده تغير الضغط من المعادلة الآتية :

$$R_i = \left(\frac{K_g \times \Delta t}{948 \times \phi \times \mu_g \times C_t} \right)^{1/2} \quad (3 - 65)$$

بتعويض المعادلة (3-61) في المعادلة (3-60) نتوصل إلى :

$$P_{ws}^2 = P_i^2 - 325.2 \frac{q_{sc} \times \mu_g \times Z \times T_i \times P_{sc}}{K_g \times h \times T_{sc}} \log \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t} \quad (3 - 66)$$

تعطينا، هذه المعادلة أيضا، المؤشرات المذكورة سابقا (P_i , S , K_g) .

عند الضغوط تحت (2000 psi) ، يفضل استخدام المعادلة (3-66) .

ينصح باستخدام المعادلة (3-60) عند الضغوط المرتفعة كما يمكن الحصول منها على نتائج مفيدة عند

الضغوط المنخفضة .

في الحقول غير المطورة فإن الآبار الجديدة وذات النفوذية المنخفضة يمكن ألا تصل شروط الجريان المستقر

خلال عدة أسابيع أو حتى عدة أشهر .

لذلك في هذه الحالة ، تحدد النفوذية من خلال معادلة الجريان للحالة غير المستقرة وهي كالآتي:

$$\frac{P_i - P_{wf}}{q_{sc}} = \frac{70.6 \times B_g \times \mu_g}{K_g \times h} \left[\ln \left(\frac{K_g \times t}{1688 \times \phi \times \mu_g \times C_t \times r_c^2} \right) - 2S \right] \quad (3 - 67)$$

حيث إن :

q_{sc} : معدل إنتاج الغاز ، Mscf/D .

B_g : عامل حجم الغاز ، RB\Mscf .

للحصول على نفوذية التشكيلة بحل المعادلة (3-67) ، نستخدم معدل الجريان ، من فترة الجريان ذات الاستمرارية الأطول والتي يكون فيها معدل التغير الطفيف ثابتا .

إن زمن الإنتاج الفعال بالساعات هو حاصل قسمة الإنتاج التراكمي على معدل الجريان ، وبالتالي نحدد نصف القطر الفعال للسحب (r_d) بالمعادلة الآتية :

$$r_d = \left(\frac{K_g \times t}{377 \times \phi \times \mu_g \times C_t} \right)^{1/2} \quad (3 - 68)$$

وبدمج المعادلة (3-68) مع المعادلة (3-67) نحصل على النفوذية (K_g) :

$$K_g = \frac{141.2 \times q_g \times B_g \times \mu_g}{h(P_i - P_{wf})} \left[\ln \frac{r_d}{r_c} - 0.75 + S' \right] \quad (3 - 69)$$

حيث إن :

K_g : النفوذية بـ mD .

μ_g : لزوجة الغاز بـ CP .

t : الزمن الفعال بالساعة hr .

يجب الإشارة إلى أن تقدير النفوذية يبعد عن الدقة إذا كانت معطيات الجريان مشوهة ، بسبب تأثير منطقة قاع البئر ، لذلك نقوم بتحديد النفوذية بالتكرار في المعادلة (3-69) كما يلي :

1. نضع قيمة مقترحة لـ (K_g) ، ومن ثم نحدد قيمة (r_d) من المعادلة (3-68) .
2. باستخدام قيمة (r_d) من المرحلة الأولى في المعادلة (3-69) نحصل على قيمة (K_g) .
3. إذا تطابقت القيمتان التخيلية الأولى والقيمة الثانية نكون قد حصلنا على الحل وإلا نعود ونكرر .
4. نستخدم قيمة (K_g) من المرحلة الثانية لحساب القيمة المحسنة لـ (r_d) .
5. نستخدم القيمة المحسنة لـ (r_d) لحساب (K_g) مرة أخرى .

6. نكرر الخطوتين (3) و (4) حتى تصبح قيم (K) متقاربة جدا . وعادة تتم الحسابات لمرة أو ثلاث ويحصل التقارب .

وأخيرا يجب الإشارة إلى أن منحنيات استعادة الضغط تمكننا من :

- معرفة عدم التجانس في الطبقة المنتجة .
- معرفة التغيرات السحنية .
- معرفة تأثيرات حدود الخزان الغازي والتداخل مع الآبار المجاورة ، وغير ذلك.

نهاية المحاضرة الثانية عشرة