تقييم أدائية تدفق الطبقة الغازية T_1 المنطقة X حقل يوجناروسكايا، روسيا الاتحادية.

د. سليم قادري محمد صالح

جامعة عدن - كلية النفط والمعادن – شبوه

الملخص

الفحوصات الأولية للمكامن الغازية تعطي معلومات هامة عن خواص الصخر المكمني الجيوفيزيائية، الخواص الفيزوكيميائية للموائع المشبعة له، أدائية تدفق المكمن، حالة منطقة قاع البئر وغيرها. تستخدم هذه المعلومات في التخطيط لاستثمار الحقول الغازية (توضيح أدائية عمل الطبقة الإنتاجية، تحديد شروط إنتاج الغاز، تعيين النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار المكمن، إيجاد احتياطي الغاز الجاف وناتج التكثيف المستقر في المكمن). حقل يوجناروسكايا واحد من حقول الاحتياطي الاستراتيجي الروسي. الطبقة الغازية T_1 أحد المكونات الجيولوجية لهذا الحقل، الذي يقع في أقصى الشمال الروسي. تحتوي الطبقة T_1على العديد من المناطق التي بحسب المعلومات الجيولوجية يتوقع احتوائها على هيدروكربونات، المنطقة X أحد أهم تلك المناطق.

تكمن أهمية فحص المنطقة X في الطبقة الغازية T_1 في الحصول على العديد من المعلومات الجيولوجية والتقنية والتي من أهمها: -

١- معرفة نوعية وكمية الهيدروكربونات المشبعة للطبقة.٢- تعيين أدائية الجريان للطبقة.٣- إيجاد النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار الطبقة.

في هذا البحث تم تبيين وتحليل نتائج عملية فحص المنطقة X في الطبقة الغازية T_1باستخدام طريقة الجريان المتعاقبة. نتائج الفحص بينت ان الطبقة مشبعة بالغاز الطبيعي الجاف في الأعماق التالية: 2612.5-2640.4 ft. ,2647.0-2653.5 ft. ,2661.7-2697.8ft. اتضح أيضا ان نظام العمل على الخانق Ø 0.39 in. يمثل النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار الطبقة X.إنتاج الطبقة المستقر من الغاز في النظام المثالي.3200.14 Mscfd. من خلال فحص المنطقة X باستخدام العازل الغازي أتضح عدم احتوى المنطقة X على سوائل هيدروكربونية. تم تعيين معادلة الجريان، التي باستخدامها يمكننا تحديد قيمة أي معدل جريان عند أي فرق ضغط مسلط على قاع البئر. كما تم إيجاد أعلى معدل للجريان AOF (5132.93 MMscfd.).

الكلمات المفتاحية: فحوص الطبقات، النظام الأمثل، بئر استكشافية، طبقات غازية، احتياطي الغاز.

المقدمة:

المكامن الغازية تتعرض للعديد من أعمال الفحص والمتابعة المختلفة. الهدف من تلك الفحوصات هو الحصول على معلومات عن المعاملات الجيوفيزيائية للصخور المكمنية، الحالة الإنتاجية للطبقة، خواص السوائل والغازات المشبعة للمكمن، وحالة منطقة قاع البئر وخطوط النقل .... الخ.

الفحوصات التي تنفذ على المكامن في فترة الاستكشاف تعرف بالفحوصات ألأولية. هذه النوع من الفحوصات تنفذ أثناء عملية التنقيب والاستكشاف وتجهيز الحقول الغازية للعمليات التطبيقات الصناعية. في الفحوصات الأولية تستخدم الطرق المباشرة والغير مباشرة من اجل إيجاد الأبعاد الجيومترية للمكمن، معاملات الطبقة الجيوفيزيائية الترشيحية والحجمية للطبقة، مواصفات تماسك الصخر المكون للطبقة، التركيب والخواص الفيزيائية للغازات والسوائل المشبعة للمكمن، ظروف تجمع وانتقال السوائل والغازات من المكمن إلى قاع البئر ومن ثم إلى السطح وكذلك ظروف عمل الآبار الهيدروليكية والحرارية. كل المعلومات السابقة التي تم الحصول عليها من الفحوصات الأولية تستخدم عادة من اجل تحديد شروط إنتاج الغاز، النظام التكنولوجي الامثل لاستثمار البئر، ايجاد احتياطي الغاز الجاف وناتج التكثيف المستقر في الطبقة المعينة، تجهيز واستخدام ناتج التكثيف وغيرها.

الارتفاع في أسعار النفط والغاز في منتصف العقد الأول من الألفية الثالثة جعل الحكومة الروسية تقوم بإدخال بعض حقول الاحتياطي الاستراتيجي في عملية الاستثمار. حقل يوجناروسكايا النفط – غازي أحد تلك الحقول الاستراتيجية.

اكتشف حقل يوجناروسكايا النفط – غازي الذي يقع في أقصى شمال مقاطعة سيبيريا في العام 1969 م. بدأت شركة (Sever Oil and Gaz prom. company) عملية استثمار الحقل في نهاية شهر أكتوبر عام 2007م.

في بحثنا هذا قمنا بدراسة تحليلية لنتائج الفحوصات الهيدروليكية التي نفذت على الطبقة الغازية T_1 وبالتحديد في المنطقة الجيولوجية X بواسطة نظام الجريان المتعاقب بهدف التأكد من نوعية الهيدروكربونات المشبعة للطبقة في بئر الاستكشاف N^0 40، إيجاد معادلة جريان الموائع المشبعة للطبقة أيضا تحديد النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار الطبقة T_1 المنطقة X.

أهمية دراسة الأهداف السابقة تتمثل في زيادة الاحتياطي المتوقع للغاز، النفط وناتج التكثيف وذلك بتحديد نوعية الهيدروكربونات المشبعة للطبقة T_1 المنطقة،X كذلك توضيح الادائية التقنية لعمل المكمن باستخدام

معادلة الجريان التي توضح شروط الإنتاج الأمثل للطبقة T_1 المنطقة X وأيضا الحصول على أفضل إنتاجية للهيدروكربونات المشبعة للطبقة مع اقل استهلاك للطاقة المكمنية من اجل تفادي الأضرار التي قد تلحق بالمكمن والآبار الإنتاجية.

البيانات ومنهجية البحث.

اعتمدنا نتائج الفحص الهيدروليكي بطريقة الجريان المتعاقب الذي نفذ في الطبقة T_1 المنطقة X (البئر N^0 40) بيانات لبحثنا هذا. تطلب الحصول على البيانات اجراء عمليات تقنية متعددة (دراسة الحالة التكنولوجية لبئر الاستكشاف، تثقيب البطانة الإنتاجية، عملية تشغيل البئر، الفحص الهيدروليكي، فحص الغاز المنتج بواسطة جهاز العزل من اجل معرفة نوعية وكمية السائل الذي قد يحتويه الغاز). نتائج الفحص الهيدروليكي استخدمت في ايجاد المعادلة العامة للتدفق في البئر N^0 40 والتي من خلالها يمكن تحديد أي قيمة جريان عند أي قيمة لفرق الضغط، كما يمكن بواسطتها إيجاد القيمة العظمى للجريان. استخدمنا برنامج الاكسل في معالجة نتائج الفحص الهيدروليكي للبئر من اجل ايجاد منحنى ادائية التدفق.

خطوات الحصول على البيانات: [1].

تجهيز البئر N^0 40 من اجل الاعمال الاستكشافية في الطبقة الغازية،T_1 المنطقة،X يستوجب كما ذكرنا سابقا العديد من الأعمال والإجراءات التكنولوجية. سنقوم في هذا الجزء من البحث بالتحدث عنها التفصيل.

عملية تشغيل البئر N^0 40 تمت باستبدال سائل الحفر الذي استخدم أثناء عملية التثقيب بسائل اقل منه كثافة، و ذلك عن طريق ضخ السائل الأقل كثافة في الفراغ الحلقي للبئر و استقبال سائل الحفر من أنابيب الرفع.

بعد نجاح عملية التشغيل، خضع البئر لعملية تنظيف لقاعه من نواتج عملية الحفر والتثقيب عن طريق تجميع الضغط داخل البئر ومن ثم تم تشغيل البئر بمعدلات جريان مختلفة.

طريقة فحص الطبقة الغازية،T_1 المنطقة X بواسطة نظام الجريان المتعاقبة (flow after flow) تتلخص في تشغيل البئر بأنظمة جريان مختلفة مع تسجيل ضغط قاع البئر ومعدل الجريان للغاز لكل نظام وذلك بعد الوصول إلى حالة الاستقرار. الضغط ودرجة الحرارة في قاع البئر أثناء عملية الفحص تم قياسها، باستخدام جهاز خاص قادر على التسجيل الموضعي للقياسات المكمنية في الأعماق، تصميم شركة (Sayoz Jazz Automatic). إنزال و رفع الجهاز من و إلى البئر تمت بواسطة سلك معدني قطره .0.063 in. بكرة السلك المعدني مثبتة في عربة متحركة من نوع (Gazelle (63. إنزال و رفع أجهزة الأعماق المستخدمة في عملية الفحص من و إلى البئر، تتم من خلال جهاز المزلاق (Lubricator)، الذي يثبت بإحكام أعلى رأس البئر، بحيث لا يسمح بتسرب الغاز من البئر مطلقا. قطرجهاز تسجيل القياسات المكمنية في الأعماق .1.26 in، طوله .59.05 in و كتلته .33.1 Ib. درجة حرارة الغاز المنتج أثناء الفحص قيست بواسطة ترمومتر زجاجي ذو تدرج $0.1\ ^0C$.

الحالة التكنولوجية لبئر الاستكشاف و التقييم $N^0$40 .

تتلخص أهداف الأعمال الجيو- فيزيائية في بئر التقييم و الاستكشاف N^0 40 في التالي:

- البحث عن الطبقات المشبعة بالهيدروكربونات في التراكيب الجيولوجية (Valengin – Pereas bottom and eastJura،).

- تحويل احتياطي الهيدروكربونات المتواجدة في التكوينات الجيولوجية (T_1, T_2, bK_{12}, bK_{16}, $bK_{17}{}^1bK_{17}{}^2$, bK_{18}, bK_{19}, $bK_{21\text{-}22}$, AT_6,$pT_4{}^0$, pT_4) من المرتبةC_2 إلى المرتبة C_1.

- زيادة الاحتياطي المتوقع للغاز إلىft^3.10^9* 203.39, زيادة الاحتياطي النفطي إلى 10^6*1.8 ton.،رفع الاحتياطي لناتج التكثيف إلى .10^6*0.2 ton.

البئر من السطح وحتى عمق .2712.6 ft ممتلئ بسائل حفر طيني كثافته ft^3 /83.66 Ib.

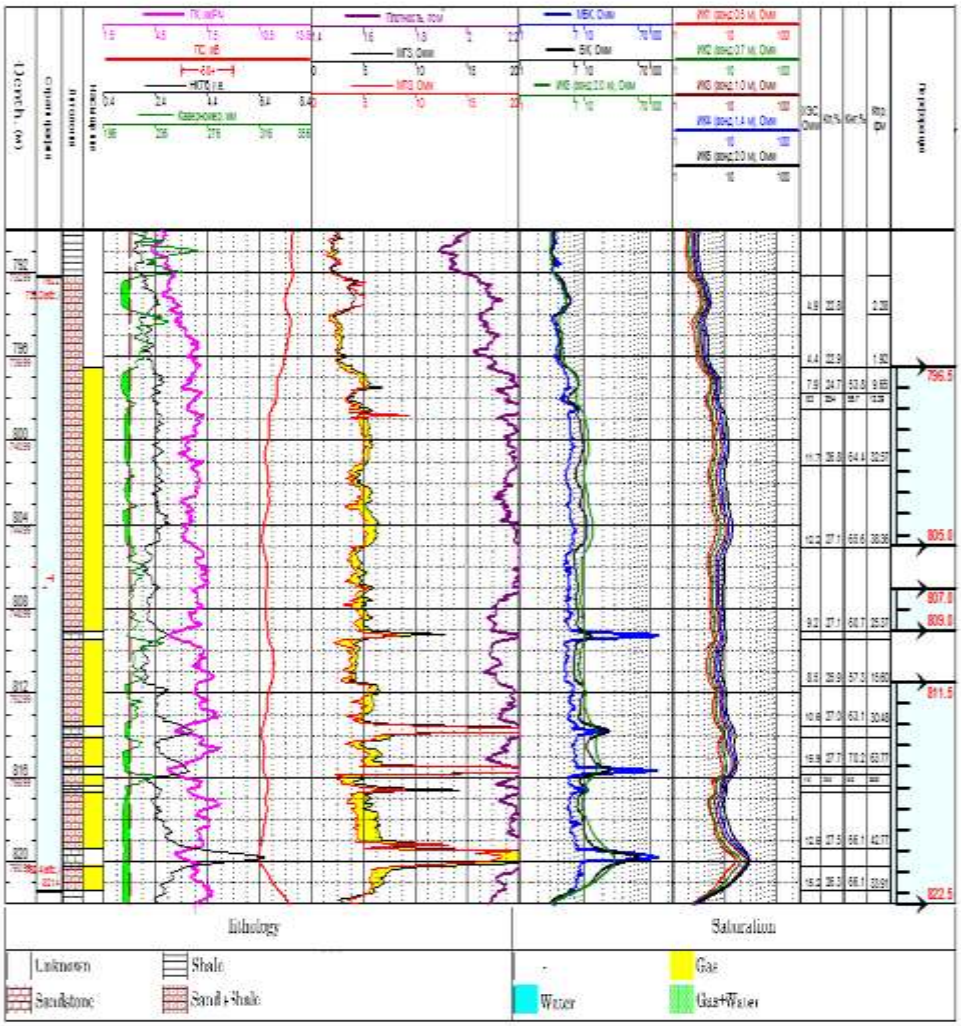
نتائج المسح الجيوفيزيائي للمنطقة، X الطبقة الغازية،T_1 موضح في الشكل 1. من المخطط نلاحظ ان الخواص الصخرية (lithology) توضح ان الطبقة الغازية الطيني على طول المقطع الجيولوجي الطبقة،

([1]) -Report on the test layer T1, Area X, in exploration wells N0 40 Eugna- Russkaya field, Russian Federation. August 2008.

T_1على طول المقطع الجيولوجي في العموم مكونة من الصخر الرملي و الطيني، يتخللها طبقات صغيرة غير مسامية. من المخطط يتضح ايضا ان الطبقة، T_1 في الاعماق من .2612.5 ft الى .2697.8 ft مشبع بالهيدروكربونات الغازية باستثناء المناطق صغيرة السمك الغير مسامية.

أعمال الاستكشاف و التقييم التي أجريت في البئر N^0 40 كانت باستخدام رافعة تكنولوجية متحركة (SET 60/80) [1].

شكل ١. الخواص الجيولوجية و الجيوفيزيائية لطبقة T_1



تثقيب البطانة الإنتاجية للبئر N^0 40 [2].

اتصال البئر بالطبقة الإنتاجية تم بتثقيب بطانة البئر المعدنية في المناطق المتوقع تشبعها بالهيدروكربونات الغازية والمتمثلة في الاعماق التالية (الشكل ١):

. 2661.7 - 2697.8 ft. , 2647.0 - 2653.5 ft. , 2612.5 - 2640.4 ft.

(1) -Report on the test layer T1, Area X, in exploration wells N0 40 Eugna- Russkaya field, Russian Federation. August 2008.

(2) -Report on the test layer T1, Area X, in exploration wells N0 40 Eugna- Russkaya field, Russian Federation. August 2008.

التثقيب تم بواسطة شحنات من نوع (ZBK-102 C). كثافة الثقوب كانت تساوي 16 ثقب لكل .3,28 ft، مجموع الكلي لعدد الثقوب كان يساوي 344 ثقب. العملية أجريت عند كتم كامل للبئر بسائل طيني كثافته $83.66\ Ib/\ ft^3$. لتفادي عملية انبعاث الغاز أثناء عملية التثقيب، استوجب استخدام جهاز كابح الانبعاث (preventer)، الذي يثبت على رأس البئر. يضمن هذا الجهاز الإغلاق التام للبئر في حالة الانبعاث الغازي وربط البئر بدائرة حقن سائل كتم البئر.

بعد الانتهاء من عملية التثقيب، خضع البئر N^0 40 لعملية مسح جيوفيزيائية دقيقة، من اجل التأكد من صحة عملية تثقيب الفترات المطلوبة.

تشغيل البئر الاستكشافية $N^0$40 [1].

بعد عملية التثقيب والتأكد من دقتها، تم إنزال أنابيب الرفع (tb-2.9 in.) إلى عمق .2616.5 ft بواسطة الرافعة المتحركة SET 60/80.

عملية تشغيل البئر تمت بتغير سائل الحفر الطيني ذو كثافة $83.66\ Ib/ft^3$. بمقدار من ناتج التكثيف حجمه $346.04\ ft^3$. ، وذلك بحقن ناتج التكثيف في الفراغ الحلقي للبئر و استقبال سائل الحفر من أنابيب الرفع.

تنظيف البئر من مخلفات عملية التثقيب وسائل الحفر استدعت تجميع ضغط وصل إلى 276.2 psi ومن ثم تشغيل البئر بفرق ضغط عالي من اجل طرد تلك المخلفات. بعد ذلك تم تشغيل البئر باستخدام حواجز أو خوانق (chook) ذات أقطار داخلية مختلفة .0.47 in.- 0.24 in.

من متابعة عملية تشغيل البئر لوحظ ان النظام المستقر لعمل البئر كان بالخانق الذي قطره .0.39 inعند ضغط ثابت لأنابيب الرفع P_{tub}=155.98 psi و ضغط الفراغ الحلقي P_{ann}=170.16 psi و درجة حرارة $+4,5^0C$. كمية إنتاج الغاز الطبيعي عند هذا النظام كانت تساوي .55.49 Mscfd.

إعادة تثقيب البطانة الإنتاجية للبئر $N^0$40.

الطاقة الإنتاج التي حصلنا عليها للطبقة لم تكن المتوقعة، لذلك تقرر زيادة الجريان عن طريق زيادة الاتصال الهيدروليكي بتكثيف عدد الثقوب. تم إعادة تثقيب بطانة الطبقة الإنتاجية عند العمق .2661.7 - 2697.8 ft بواسطة شحنات (ZBK-102C), كثافة الثقوب 16 ثقب لكل متر. مجموع الثقوب 176 ثقب. عملية إعادة التثقيب نفذت في سائل حفر طيني كثافته.$83.66\ Ib/ft^3$.

تشغيل البئر N^0 40 بعد إعادة عملية التثقيب.

بعد الانتهاء من عملية التثقيب الإضافية والتحقق من دقتها بواسطة عملية التخطيط الجيوفيزيائية، أنزلت أنابيب الرفع في البئر إلى عمق.2684.4ft. من ثم تم تغير سائل الحفر الطيني الذي كثافته .$83.66\ Ib/ft^3$ بسائل كلوريد الصوديوم ذو كثافة $73.67\ Ib/ft^3$ و درجة حرارة $50\ ^0C$ و ذلك بحقن سائل كلوريد الصوديوم في الفراغ الحلقي واستقبال السائل الطيني من أنابيب الرفع. عملية الاستبدال استمرت 24 ساعة. رغم عملية تغير السوائل السابقة لم يحدث تدفق للمائع من المكمن إلى البئر. لذلك تقرر الاستمرار في خفض كثافة سائل كتم البئر، عن طريق استبدل سائل كلوريد الصوديوم ذو الكثافة $73.67\ Ib/ft^3$ بسائل حفر على اساس طيني كثافته $64.31Ib/ft^3$. المحاولة الأخيرة لتشغيل البئر تمت بنجاح.

من اجل تنظيف البئر من مخلفات التثقيب ورفع درجة حرارته، تم تشغيل البئر بأنظمة جريان مختلفة (Ø 0.31- 0.39 in.).

فحص الطبقة T_1, المنطقة X في بئر الاستكشاف N^0 40 [2].

من اجل تقيم أدائية تدفق الطبقة الغازية،T_1 المنطقة X في بئر الاستكشاف N^0 40، تم إجراء الفحص الغاز هيدروليكي عليها بطريقة الجريان المتتابع باستخدام الخوانق Ø 0.31 , 0.47 in. - 0.39 بالشوط الأمامي (من النظام الصغير إلى النظام الكبير). أثناء ذلك، تم اخذ قراءات البئر المختلفة (الضغط، درجة الحرارة، معدل الجريان) عند كل نظام جريان. من اجل قياس الضغط الطبقي كان

(1) -Report on the test layer T1, Area X, in exploration wells N0 40 Eugna- Russkaya field, Russian Federation. August 2008.

(2) -H.Dale Beggs, Gas Production Operations, Oil and Gas Consultant International Inc. Tulsa,2002.

لابد من إغلاق البئر لفترة زمنية كافية تسمح باستقرار وثبوت الضغط في المكمن، (مدة إغلاق البئر 24ساعة).

أعيد تكرار خطوات فحص البئر السابقة ولكن بالشوط العكسي من النظام الكبير إلى النظام الصغير باستخدام الخوانق .in 0.24 -0.31 - 0.39 Ø. تم توثيق معاملات منطقة قاع وسطح البئر في كل فحص اجري.

من اجل معرفة احتواء الغاز المنتج من الطبقة T_1 في بئر الاستكشاف N^0 40 على أي سائل هيدروكربوني او غير هيدروكربوني، كان لابد من فحص البئر من خلال جهاز خاص يعرف بالعازل الغازي (Separator). الفترة الزمنية التي تطلبها فحص الطبقة الغازية الكلي باستخدام جهاز العازل الغازي 24 ساعة، منها 20 ساعة عمل فيها البئر بنظام الجريان مستقر، عند ضغط ثابت مقداره $P_{sep.}$= 696.731psi و درجة حرارة تساوي $T_{sep.}$= 11.5 ^{0}C , ضغط الفراغ الحلقي للبئر P_{ann}=1023.768 psi و في أنابيب الرفع P_{tub} = 1010.259, psi و درجة حرارة السطح $T_{wellhead}$ = 4 ^{0}C.

نتيجة فحص الطبقة T_1, المنطقة X في بئر الاستكشاف N^0 40 خلال العازل الغازي لم تظهر احتواء الغاز على أي نوع من السوائل. إنتاج الطبقة أثناء ذلك من الغاز الطبيعي كان 2589.28 Mscfd.

نتائج فحص الطبقة T_1, المنطقة X و تحليلها[1].

الجدول (1, 2) يبينا نتائج الفحص الغاز هيدروليكي للطبقة T_1, المنطقة X في بئر الاستكشاف و التقييم 40. N^0 الجدول (1, 2) تحتوي على تسجيلات دقيقة (نظام الجريان، الفترة الزمنية للفحص، الضغوط المختلفة، درجات الحرارة، كمية الإنتاج، احتواء الغاز المنتج على سائل) تم قياسها أثناء كل فحص هيدروليكي المنطقة X .

جدول 1. نتائج الفحص الغاز هيدروليكي للطبقة T_1, المنطقة X, البئر N^0 40 حقل يوجنا- روسكايا.

N^0 Test	D. chook, in.	Time test,h	Pressure, psi				
			Tubing	Annulus	Separator	Bottom	Formation
						At depth 2624.0 ft.	
1	0.31	10	1014.5	1024.8	-	**1157.4**	-
2	0.39	14	846.9	869.5	-	**920.1**	-
3	0.47	25	679.2	721.1	-	**785.0**	-
4	Pbc	24	1284.7	1283.6	-	-	**1384.5**
5	0.39	8	937.7	979.4	-	1053.3	-
6	0.31	4	1044.2	1075.1	-	1157.7	-
7	0.24	4	1137.9	1154.9	-	**1242.7**	-
8	Pbc	2	1271.9	1272.0	-	-	1385.8
9	0.31/0.39	20	1010.3	1023.8	696.7	-	-

([1])-T.A.Jelmert,Introductory Well Testing, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2013.

جدول 2. تابع نتائج الفحص الغاز هيدروليكي للطبقة T_1, المنطقة X, البئر N^0 40 حقل يوجنا- روسكايا .

N^0 Test	D. Chook, in.	Time test, h	temperature, ^0C			Production rate, Mscfd	
			Well head	Separator	At depth 2624. ft.	Gas	Liquid
1	0.31	10	+3,5	-	+12,16	2624.94	-
2	0.39	14	+4,0	-	+10,43	3200.14	-
3	0.47	25	+3,5	-	+8,850	3800.91	-
4	Pbc	24	-	-	+13,04	-	-
5	0.39	8	+3	-	+11,28	3211.68	-
6	0.31	4	+3	-	+12,56	2632.36	-
7	0.24	4	+3	-	+13,22	1441.00	-
8	Pbc	2	-	-	+13,25	-	-
9	0.31/0.39	20	+4	+4	-	2589.28	-

إيجاد معادلة الجريان الطبقة T_1, المنطقة X.

معادلة الجريان صيغة رياضية توضح العلاقة بين الطاقة الإنتاجية لبئر معين وفرق الضغط بين المكمن ومنطقة قاع البئر. هذه العلاقة مرتبطة بالشكل الهيدروليكي للجريان (معامل الاضطراب) الذي يوضح طبيعة ونوعية الجريان مضطربا كان او انسيابيا. بواسطة معادلة الجريان يمكن تحديد أي قيمة جريان عند أي قيمة لفرق الضغط، كما يمكن بواسطتها إيجاد القيمة العظمى للجريان[1].

معادلة الجريان تأخذ الصيغة التالية:-

$$q = C\,(P_r^2 - P_{wf}^2)^n \text{---------(1)}$$

حيث: -

q - معدل الجريان، Mscf/d

C- معامل الجريان، Mscfd/psi.

P_r- الضغط الطبقي، psi

P_{wf}- ضغط قاع البئر، psi

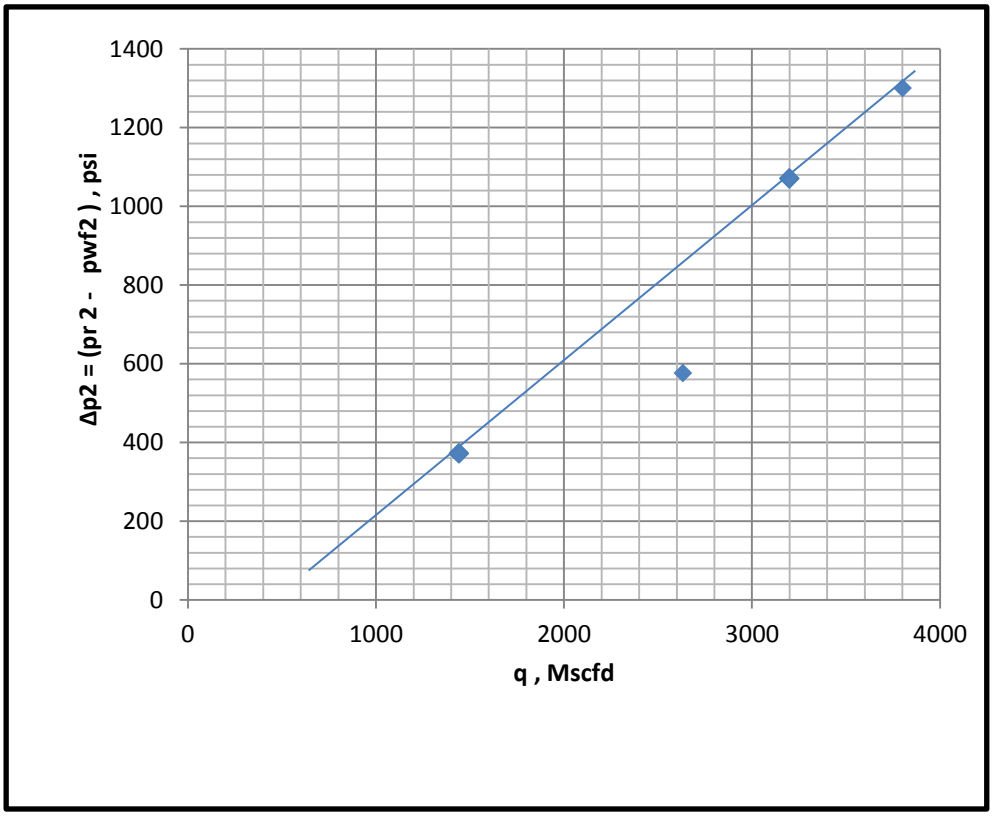
n- معامل الاضطراب.

النتائج و الاستنتاجات.

عملية متابعة وفحص المنطقة X تمكننا من تحديد الأنظمة التكنولوجية المناسبة لعملها وذلك عن طريق تعين العلاقة بين كمية الغاز المنتج والضغط العكسي المؤثر عليها. تعرف العلاقة السابقة بمنحنى أدائية التدفق [4]. قمنا بإدخال نتائج الفحص الهيدروليكي الذي اجري على البئر في برنامج الاكسل من اجل إيجاد مخطط بياني يوضح العلاقة بين الضغط الطبقي مع الضغط في منطقة قاع البئر $(P_r^2 - P_{wf}^2)$ مقابل الطاقة الانتاجية q للبئر. هذه العلاقة موضحة على الشكل 2.

[1]- A. E. Chirckovski, investment and exploitation of gas and the gas condensate fields, Moscow, Russian Federation, 2001

شكل (2). منحنى أدائية التدفق للطبقة T_1 المنطقة X في بئر الاستكشاف $40N^{0.}$



إيجاد معادلة عطاء الطبقة T_1 المنطقة X [1].

معادلة الجريان هي علاقة بين انتاجية البئر مقابل فرق الضغط الطبقي وضغط منطقة قاع البئر. يؤثر على هذه العلاقة نوعية الجريان الذي يصفه (معامل الاضطراب). الآبار التي يكون فيها معامل الاضطراب مؤثرا تقترب فيها قيمة (n) من 0.5 ويهمل الاضطراب عندما تقترب قيمة (n) من 1.0.

باستخدام ناتج فحصين من الفحوصات التي أجريت على البئر، يمكننا إيجاد معامل اضطراب الجريان بالطريقة التالية:

$$n = (\log q_1 - \log q_4) / \log\Delta(P^2)_1 - \log \Delta(P^2)_4$$
$$n = (3.158 - 3.579) / (2.571-3.114)$$
$$n = 0.775$$

نلاحظ ان قيمة معامل الاضطراب أقرب الى قيمة الواحد الصحيح، هذا يدل على ان تدفق الغاز في البئر بئر الاستكشاف $40\ N^0$ جريان انسيابي.

من اجل حساب معامل العطاء (C) نستخدم نتائج أي فحص من الفحوصات التي نفذت بشرط ان يكون الفحص جرى على جريان مستقر. بما اننا قمنا بأجراء فحص بطريقة الجريان المتعاقب فان جميع

([1])- A. E. Chirckovski, investment and exploitation of gas and the gas condensate fields, Moscow, Russian Federation, 2001

الفحوصات كانت على تدفقات مستقرة. لذلك سوف نأخذ نتائج الفحص 4 ومن حساب معامل عطاء البئر (C).

$$C = q / (P_r^2 - P_{wf}^2)^{0.775}$$
$$= 3800.91 / 54760.295$$
$$C = 0.0694 \text{ MMscfd/psi}$$

بذلك معادلة جريان الطبقة X تكون:

$$q = 0.0694 (P_r^2 - P_{wf}^2)^{0.775} \text{---------- (2)}$$

بتحديد معامل العطاء (C) ومعامل الاضطراب (n) ، نستطيع ايجاد معدل التدفق للبئر الإنتاجي عند إي قيمة فرق ضغط مسلط على المكمن، كما يمكن رسم منحنى أدائية التدفق (Inflow Performance curve) (شكل 2) والذي من خلاله يمكن إيجاد أقصى معدل التدفق المفتوح (AOF) عندما يكون ضغط قاع البئر (P_{wf}) مساوية الصفر. أقصى معدل للجريان او الجريان المفتوح (AOF) للطبقة،T_1 المنطقة X يمكن أيضا إيجاده باستخدام منحنى ادائية التدفق، من دون حساب قيم معامل الجريان (C) ومعامل الاضطراب،(n) وذلك بالدخول إلى الاحداثي الراسي عند القيمة (P_R^2) وقراءة أقصى معدل للجريان المفتوح، والذي يساوي 5132.931 مليون قدم مكعب قياسي. كما يمكن أيضا باستخدام المخطط السابق إيجاد معدل جريان الغاز عند إي قيمة ضغط قاع البئر، وذلك عن طريق تحديد فرق الضغط على الاحداثي الراسي ($\Delta P^2 = P_r^2 - P_{wf}^2$) ومن ثم قراءة معدل الجريان (q) من الاحداثي الأفقي.

<u>إيجاد النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار الطبقة T_1 المنطقة X</u> [1].

إيجاد نظام تكنولوجي صحيح ومناسب لاستثمار الآبار الغازية يتطلع دائما إلى الحصول على أعلى إنتاجية للغاز مع اقل استهلاك للطاقة المكمنية. النظام الاستثماري المثالي يجب أيضا ان يحقق الشروط التالية:

1) عدم انهيار منطقة قاع البئر نتيجة إخراج حبيبات الرمل و مواد الالتصاق بينها من الصخر.
2) عدم ظهور مخروط المياه القاعدية.
3) منع إمكانية تضرر بطانة الآبار عند إحداث ضغوط عكسية على الطبقة.
4) استبعاد اهتزاز معدات سطح البئر عند الإنتاجية العالية للغاز الطبيعي.

نتائج الفحص الغاز هيدروليكي للطبقة،T_1 المنطقة X أثبتت ان العمل على الخانق (Ø = 0.39 in.) يمثل النظام التكنولوجي المثالي لاستثمار الطبقة. حيث توفرت فيه جميع الشروط السابقة وبطاقة إنتاجية بلغت 3200.14 MMscfd.

<u>الاستنتاجات.</u>

نتائج بحثنا هذا تمكننا من بصياغة الاستنتاجات التالية:

1. الطبقة مشبعة بالهيدروكربونات الغازية في الأعماق: - (2661.7 - 2697.8 ft.), (2612.5 - 2640.4 ft.), (2647.0 - 2653.5 ft.)
2. نتائج الفحص أثبتت ان العمل على الخانق Ø 0.39 in. يمثل النظام التكنولوجي المناسب لاستثمار الطبقة،T_1 المنطقة X، الإنتاجية المستقرة للطبقة من الغاز الطبيعي باستخدام هذا النظام (3200.14). Mscfd.
3. فحص الطبقة، T_1 المنطقة X في البئر الاستكشاف و التقييم N^0 40 من خلال العازل الغازي العمودي (Separator) اثبت عدم و جود سوائل هيدروكربونية أو غير هيدروكربونية.
4. تم إيجاد معادلة التدفق للطبقة T_1, المنطقة X و التي سمحت بتحديد أعلى معدل للجريان المفتوح AOF(5132.931 مليون قدم مكعب قياسي في اليوم). كما يمكنا باستخدام معادلة التدفق تحديد قيمة أي جريان للمكمن عند أي فرق ضغط.

[1]- A. U. Chaudhry, Gas Well Testing Handbook, Advanced TWPSOM Petroleum Systems, Inc. Houston, Texas,2003.

التوصيات.

ان النتائج العملية التطبيقية للفحص الغاز هيدروليكي للطبقة T_1, المنطقة X في بئر الاستكشاف و التقييم N^0 40 و تحليلها، تمكننا من إيجاز بعض التوصيات التالي:

- إدخال الطبقة T_1 المنطقة X في مشروع استثمار حقل يوجناروسكايا النفط –غازي كطبقة مشبعة بالهيدروكربونات الغازية الخالية من إي شكل من أشكال الهيدروكربونات السائلة.

- تصميم وتشيد الآبار الإنتاجية وتجهيزها بالمعدات السطحية المناسبة لاستثمار الطبقة T_1 المنطقة X كطبقة إنتاجية تحتوي على الغاز الجاف.

- اعتماد نظام عمل الآبار الإنتاجية بالخانق (chook) 0.39 in. Ø، كنظام إنتاج مناسب للطبقة T_1 المنطقة X يضمن إنتاجية مثالية، متفادي الإضرار بالمكمن و بمعدات سطح البئر الإنتاجية.

الاختصارات.

(SET) 60/80 - Station of elevator truck.
tb – Tubing.
AOF - Absolute open flow
Mscfd – thousand standard cubic feet per day.
psi – pound per square inch.
pbc – pressure build up carve.

المراجع.

1. Report on the test layer T_1, Area X, in exploration wells N^0 40 Eugna-Russkaya field, Russian Federation. August 2008.
2. H.Dale Beggs, Gas Production Operations, Oil and Gas Consultant International Inc. Tulsa,2002.
3. T.A.Jelmert,Introductory Well Testing, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2013.
4. A. E. Chirckovski, investment and exploitation of gas and the gas condensate fields, Moscow, Russian Federation, 2001.
5. A. U. Chaudhry, Gas Well Testing Handbook, Advanced TWPSOM Petroleum Systems, Inc. Houston, Texas,2003.