عمليات إنهاء واستكمال الآبار

Well completion

9-1- مقدمة:

إن البئر هي واسطتنا الوحيدة للاتصال بالمكمن، وإن فاعلية هذه الواسطة تؤثر وبدرجة كبيرة على اقتصاديات المشروع النفطي، حيث تشكل كلفة الآبار الجزء الأكبر من تكاليف تطوير الحقول النفطية. لذلك يجب تصميم إكمال كل بئر لتحقيق أقصى ربح إجمالي على نطاق الحقل. يعرف الإكمال المثالي بالإكمال الذي يتطلب أقل كلفة (آخذين بنظر الاعتبار التكاليف الابتدائية والتشغيلية)، وبنفس الوقت يفي تقريباً بالمتطلبات التي وضع من أجلها لمعظم فترة استثمارها. ويقتضي تصميم إكمال بئر ما بصورة ذكية، تقدير معقول للظروف الإنتاجية التي ستتعرض لها البئر خلال فترة عملها.

9-2- العوامل التي تؤخذ بالاعتبار عند تصميم إكمال البئر:

قبل وضع البرنامج الخاص بتصميم إكمال البئر، هناك جملة من العوامل المهمة التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار من أجل أن يكون إكمال البئر محققاً لأهداف حفر تلك البئر وبأقل التكاليف الممكنة[30,7,3].

9-2-1- الاعتبارات المكمنية:

تتضمن الاعتبارات المكمنية موقع الموائع المختلفة في التكوينات المكمنية، وجريان هذه الموائع خلال الصخور المكمنية، وخصائص الصخور نفسها. ويمكن تلخيص هذه الاعتبارات بما يلي:

آ- معدل الإنتاج (Production rate):

يخطط دائماً للحصول على أقصى كمية ممكنة من المواد الهيدروكربونية بصورة اقتصادية من البئر المحفورة، وعلى ضوء قيمة هذا المعدل وبالإضافة إلى جملة عوامل أخرى يتحدد قطر مواسير التغليف الإنتاجية (Production Casing) أو أنبوب الإنتاج (Production tubing).

ب- إنتاج طبقات مكمنية متعددة في بئر واحدة(Multiple Completion):

قد تخترق بعض الآبار طبقات مكمنية متعددة حاوية على النفط، وفي بعض الأحيان تبرز الحاجة إلى إنتاج هذه الطبقات المتعددة من بئر واحدة، وفي هذه الحالة يمكن أن يأخذ إكمال البئر عدة احتمالات، منها استعمال عدة أنابيب إنتاج داخل بئر واحدة تفصل عن بعضها الآخر بواسطة بواكر إنتاج(Production Packers).

جـ- الطاقة الدافعة في المكمن (Reservoir drive mechanism):

يمكن لنوع الطاقة المكمنية الدافعة أن تحدد المناطق التي يجري تثقيبها. إن نوع الطاقة الدافعة سوف يحدد حركة مستويات تماس الماء بالنفط والنفط بالغاز وتأثير ذلك على المعدلات الإنتاجية في فترة عمل البئر.

د- الاستخلاص الثانوي (Secondary Recovery) :

قد تدعو الحاجة إلى تخصيص عدداً من الآبار لأغراض الاستخلاص الثانوي بالغمر المائي (water flooding) أو بحقن الغاز (gas injection) أو بالاستخلاص الحراري (thermal recovery) . إن تطبيق هذه الطريقة أو تلك قد يتطلب تزويد الآبار بمعدلات ومواد خاصة.

هـ- إنعاش أو تنشيط الآبار (Well Stimulation):

يوضح برنامج تثقيب الآبار سياق يسمح بمعالجة الطبقات المكمنية بالتحميض (acidizing) أو التشقيق (Fracturing) بهدف زيادة إنتاجيتها. كذلك فإن اختيار مواسير التغليف الإنتاجية يتأثر بطريقة المعالجة.

و- مشكلة السيطرة على دخول الرمل إلى البئر (Sand Control Problem):

نظراً لإمكانية إنتاج الرمل مع النفط في بعض المكامن الرملية ، يجب انتقاء طريقة إكمال مناسبة والتي قد تتطلب استعمال أجهزة خاصة بالسيطرة على كمية الرمل المنتج وتقليلها.

ز – عمليات الاستصلاح اللاحقة (Workover Frequency):

إن الآبار التي تتطلب وضعيتها إجراء عمليات استصلاح بين حين وأخرى عليها ولأسباب متعددة، لابد وأن يؤخذ بعين الاعتبار أن تكون معدات إكمالها من النوع الملائم لإجراء هذه العمليات، وبصورة خاصة معدات رأس البئر وشجرة الميلاد وأنابيب الإنتاج.

9-2-2- الاعتبارات الميكانيكية:

إن التشكيلة الميكانيكية أو ربط البئر (Well hookup) هي المفتاح الذي يجعل استنزاف المكمن بصورة فاعلة ممكناً، وكذلك التحكم بأدائية البئر وتعديل وضع البئر إذا دعت الضرورة لذلك. وتشمل الاعتبارات الميكانيكية ما يلي[30,7,3]:

آ- استعمال المعدات البسيطة قدر الإمكان مع توفر الخبرة لإدارة وتشغيل هذه المعدات.

ب- الاهتمام بموضوع السلامة وتهيئة عوامل الأمان في كافة مراحل إكمال وإنتاج البئر.

جـ- القدرة على توقع جميع ظروف التشغيل التي ستتعرض لها معدات البئر من ضغط وحرارة.

وبناءً على ما تقدم فإن القرارات المهمة التي يجب الوصول إليها في برنامج الإكمال هي:

آ–طريقة الإكمال.

ب– عدد الطبقات التي يجري إكمال البئر فيها.

جـ– تشكيلة مواسير التغليف وأنبوب الإنتاج ومقاييسهما.

د – المقطع الذي يجري فيه إكمال البئر.

9–3– طرق إكمال الآبار (Types of Completions):

هناك ثلاث طرق رئيسية لإكمال الآبار هي: الإكمال المفتوح، والإكمال المغلف المختزل، والإكمال المغلف[30,7,3].

9–3–1– الإكمال المفتوح (Open Hole Completion):

وهو الإكمال الذي تثبت فيه مواسير التغليف الإنتاجية فوق الطبقة المكمنية الحاوية على النفط قبل حفرها. ويتم الإنتاج أو الحقن في تلك الطبقة مباشرة دون تغليف (الشكل9–1). ومن مزاياه مايلي:

1– إمكانية التحكم بالوزن النوعي لسائل الحفر وتركيبه الكيميائي، وبالتالي تقليل درجة تضرر الطبقة المكمنية.

2– عدم وجود كلف إضافية بسبب مواسير التغليف والسمنتة والتثقيب.

3– إمكانية إجراء الاختبارات المطلوبة للصخور المفتوحة وفي أي وقت.

4– توفر قطر إنتاجي أكبر للبئر.

5– إمكانية تعميق البئر بسهولة إذا اقتضى الأمر ذلك.

6– إمكانية تبديل هذا النوع من الإكمال إلى الأنواع الأخرى لاحقاً إذا دعت الضرورة لذلك.

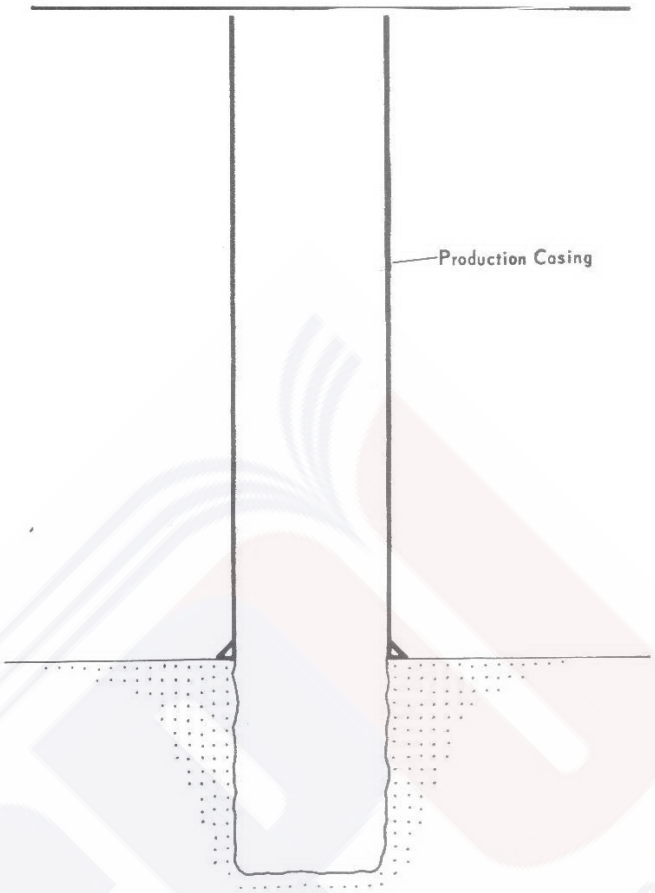
أما سلبيات هذا النوع من الإكمال فتشمل:

1– صعوبة السيطرة على إنتاج الغاز أو الماء.

2– عدم إمكانية إجراء عمليات التحسين لمواضع معينة في المقطع المنتج.

3– قد يتطلب مقطع البئر المفتوح التنظيف بين حين وآخر.

4– لا يمكن الإنتاج من طبقتين في نفس البئر (الإكمال المزدوج).



الشكل (9-1): الإكمال المفتوح.

9-3-2- الإكمال المغلف المختزل (Liner Completion) :

هناك نوعان للإكمال المغلف المختزل هما: الإكمال بالشبكة ومواسير التغليف المختزلة، والإكمال بالمواسير المختزلة المثقبة.

9-3-2-1- الإكمال بالشبكة والمواسير المختزلة(Screen And Liner Completion):

يتم في هذا النوع من الإكمال تثبيت مواسير التغليف فوق الطبقة المنتجة ووضع مجموعة الشبكة والمواسير المختزلة خلال المقطع المنتج (الشكل 9-2). ومن مزاياه ما يلي:

1- عدم وجود كلف إضافية بسبب التثقيب.

2- تقليل التضرر الطبقي عند حفر المقطع المنتج.

3- إمكانية إجراء الاختبارات الطبقية المطلوبة.

4 – عدم الحاجة إلى تنظيف قاع البئر.

5- يستخدم هذا النوع من الإكمال في السيطرة على إنتاج الرمل (Sand Control).

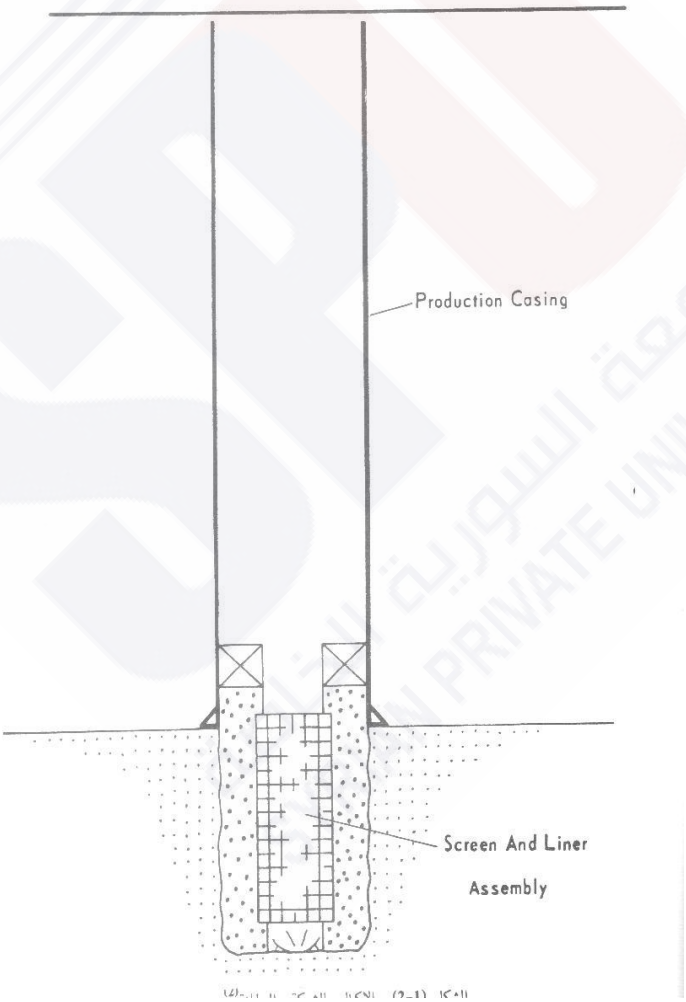
أما سلبيات هذا النوع من الإكمال فتشمل:

1- صعوبة التحكم بإنتاج الماء أو الغاز.

2- عدم إمكانية إجراء عمليات التحسين لمواضع معينة في المقطع المنتج.

3- يتطلب وقت إضافي لبقاء جهاز الحفر على البئر.

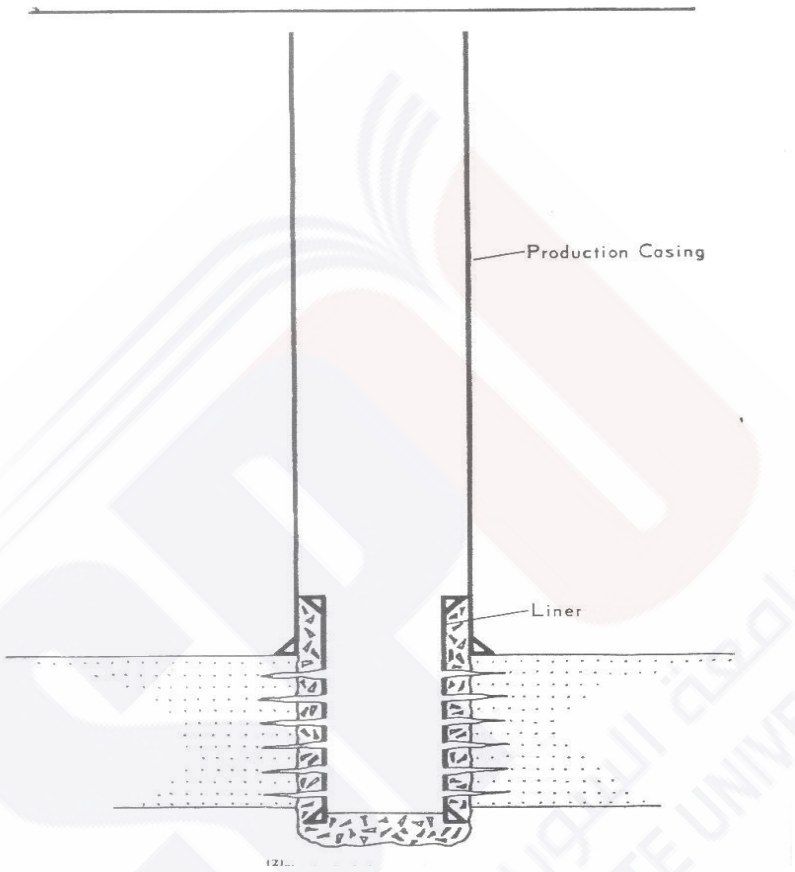
4- تعميق البئر ليس سهلاً.



الشكل (9-2): الإكمال بالشبكة ومواسير التغليف.

9-3-2-2- الإكمال بالمواسير المختزلة المثقبةPerforated Liner Completion:

يتم في هذا النوع من الإكمال تثبيت مواسير التغليف فوق الطبقة المنتجة، ومن ثم تحفر الطبقة المنتجة ثم توضع المواسير المختزلة ويتم عزلها بالإسمنت. بعد ذلك يتم تثقيب هذه المواسير بصورة انتقائية للإنتاج (الشكل9-3) ومن مزاياه ما يلي:



الشكل (9-3): الإكمال بمواسير التغليف المختزلة.

1- تقليل التضرر الطبقي.

2- سهولة التحكم بإنتاج الماء أو الغاز.

3- إمكانية تحسين المقطع المنتج بصورة انتقائية.

4 – إمكانية تعميق البئر بسهولة.

5- المواسير المختزلة نفسها تعيق تقدم الرمل نحو قاع البئر، ومع هذا بالإمكان تعديل هذا النوع من الإكمال ليصبح مناسباً للسيطرة على إنتاج الرمل.

أما سلبيات هذا النوع من الإكمال فتشمل:

1- الكلف الإضافية اللازمة للتثقيب والسمنتة ووقت جهاز الحفر الإضافي.

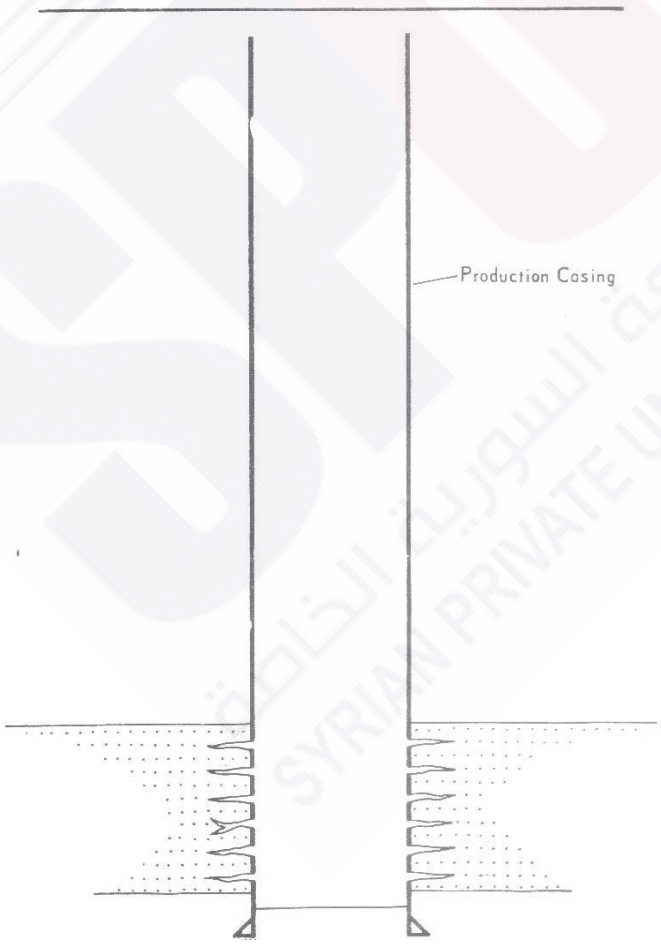
2- عدم إمكانية إجراء أكثر الاختبارات الطبقية.

3- حجب جزء من قطر البئر خلال المقطع المنتج.

4 – صعوبة تحقيق عمليات إسمنتية بنوعية جيدة للمواسير المختزلة مقارنة بالعمليات الإسمنتية الأولية.

9-3-3- الإكمال المغلف (Preforated Casing Completion):

في هذا النوع من الإكمال تتم سمنتة مواسير التغليف خلال المقطع المنتج، ثم يثقب هذا المقطع بصورة انتقائية (الشكل 9-4) ومن مزاياه ما يلي:



الشكل (9-4): الإكمال المغلف.

1- سهولة التحكم بإنتاج الماء أو الغاز.

2- إمكانية إجراء عمليات التحسين للمقطع المنتج بصورة انتقائية.

3- إمكانية تعميق البئر وبسهولة.

4 – الاستفادة من القطر الكلي للبئر خلال المقطع المنتج.

5- مواسير التغليف نفسها تعيق تقدم الرمل نحو قاع البئر، ومع هذا بالإمكان تعديل هذا النوع من الإكمال ليصبح مناسباً للسيطرة على إنتاج الرمل.

6- إمكانية إجراء الإكمال على أكثر من طبقة منتجة واحدة.

7 – الوقت المستغرق في عمليات الإكمال أقصر، وهذا يؤدي إلى وفرة اقتصادية في تكاليف جهاز الحفر والعاملين عليه.

أما سلبيات هذا النوع من الإكمال فتشمل:

1- الكلف الإضافية اللازمة للتغليف والسمنتة والتثقيب.

2- عدم إمكانية إجراء أكثر الاختبارات الطبقية بعد إنزال مواسير التغليف وأيضاً الاختبارات الطبقية الإنتاجية.

3- إنتاجية الطبقة أقل من مثيلتها في الإكمال المفتوح.

4 – الخطورة الناجمة عن التضرر الطبقي خلال المقطع المنتج.