التغليف: أهدافه- مبرراته- مراحله

1-1- أهمية التغليف :

قبل اختراق الصخور بالحفر تكون الصخور في حالة توازن ، أي أن محصلة القوى المؤثرة في أية نقطة من القشرة الأرضية تساوي الصفر . بعد الحفر يختل هذا التوازن ، إذ تبقى القوى المؤثرة على الصخور والناتجة عن تلك المحيطة بها ثابتة ، بينما تتغيّر القوة داخل البئر بسبب إبعاد الصخور منها واستبدالها بسائل الحفر ، أي أنه يحدث خلل في القوى المؤثرة على الصخور عند جدران البئر، والذي قد يتسبب في انهيارها تحت تأثير قوى إصلاح الخلل، وإعادة التوازن الأولي للصخور. يعتبر انهيار جدران البئر أحد المشاكل الرئيسية التي تحدث أثناء الحفر وتعيق متابعة إنجاز البئر . ولا يحدث الانهيار بعد الحفر مباشرةً، بل بعد فترة من الزمن ، تتوقف قيمتها على العوامل الآتية[2,5,29]:

١ -**نوعية الصخور وخصائصها:** وتشمل التركيب المنرالوجي للصخور وخصائصها الفيزيائية والميكانيكية، ودرجة تغير هذه الخواص عند الانتقال من طبقة إلى أخرى، ونوعية الموائع المتواجدة في الصخور ودرجة تشبعها بها . فكلما كانت قساوة الصخور والترابط بين حبيباتها أكبر، كانت قابليتها للانهيار أقل، أما الصخور الطرية والضعيفة التماسك فإن زمن بقائها متوازنة قليل، حيث تبدأ الصخور بالانسلاخ عن جدران البئر بسرعة .

٢ -**نوعية البئر المفتوحة:** وتشمل قطر البئر ودرجة خطيتها وشاقوليتها. فالبئر الشاقولية التي لا تحوي مجالات للميل أو لتغيّر الاتجاه تكون درجة ثبوتيتها كبيرة بالمقارنة مع البئر المائلة وغير الخطية .

٣ -**نوعية وخواص سائل الحفر :** عند استخدام سائل حفر مناسب وبخواص صحيحة يمكن زيادة ثبوتية جدران البئر ، أو على الأقل عدم الإساءة إليها .

من خلال تحليل العوامل السابقة نلاحظ أنه لا يمكن التحكم بخواص الصخور أو التأثير عليها. ومن أجل زيادة ثبوتية جدران البئر المكونة من صخور معينة، يجب اختيار سائل الحفر المناسب من حيث نوعيته ، وتحديد خواصه بما يتلاءم والشروط الطبقية ، ثم العمل على إنجاز البئر بأكبر شاقولية ممكنة .

يحقق سائل الحفر ذو الوزن النوعي المحدد وفقاً للضغط الطبقي ضغطاً معاكساً على جدران البئر ، مزيداً من زمن توازنها. إن إطالة فترة التوازن هذه محددة بمجموعة من العوامل، منها ما يرتبط بحفر البئر، ومنها ما يتعلق بالاستثمار اللاحق للبئر. من هذه العوامل نذكر[5,29]:

1- نوعية الصخور نفسها، التي لا تسمح دائماً بالوصول إلى العمق النهائي للبئر .

2- إن البئر سوف توضع في الإنتاج فور الانتهاء من حفرها، أي أن الضغط داخل البئر سوف يخفّض إلى ما دون الضغط الطبقي. يستمر هذا الفرق في الضغط طيلة فترة الإنتاج من البئر ، الذي يقدّر بعشرات السنين، علماً أن الضغط الداخلي يتناقص باستمرار مع انخفاض الطاقة الطبقية. في هذه الحالة - وإضافةً لإبعاد الضغط المعاكس على جدران البئر الذي كان يشكّله عمود سائل الحفر الذي يعمل على زيادة ثبوتيتها - تم إحداث خلل كبير في الضغط بين الطبقة والبئر، وهذا ما يزيد من احتمال انهيار الصخور عن الجدران وردم البئر.

3- أثناء الإنتاج، فإن استثمار محتويات الطبقة يترافق عادةً بصعوبات جمة، ناتجة عن دخول كميات كبيرة من الحبيبات الرملية الحرة مع الموائع الطبقية إلى داخل البئر (بسبب الخلل في الضغط بين الطبقة والبئر)، وما تسببه هذه الرمال من

تآكل للمعدات المعدنية داخل البئر وعلى السطح، أو تشكيلها لسدادات رملية داخل البئر، مقللةً من معدل الإنتاج بشكل كبير. هذا الأمر يؤدي إلى التوقف عن الإنتاج لتنظيف البئر من هذه السدادات الرملية بين فترةٍ وأخرى .

4- إن خواص الطبقات التي تخترق أثناء الحفر تتغيّر بشكل كبير، وخصوصاً الخزنية منها (المسامية، النفوذية، درجة التشبع بالموائع الطبقية . . . إلخ) ، ففي حين يحافظ بعضها على نفوذية مرتفعة، تؤمن حركية جيدة للموائع الطبقية خلالها، فإن البعض الآخر – وربما مجالات معينة ضمن الطبقة المنتجة – ينخفض نفوذها إلى قيم صغرى. وعند استثمار هذه المكامن ذات الخواص الخزنية غير المتجانسة – في حال فتح كامل الطبقة على البئر – فإنه سوف يتم سحب كميات كبيرة من محتويات المجالات ذات النفوذ المرتفع، على حساب تلك ذات النفوذ الضعيف، أي أن استثمار المكمن يتميّز بعدم الانتظام، وتهدر طاقته الطبيعية بشكل غير سليم.

5- أثناء الحفر تخترق طبقات تحتوي على موائع مختلفة التركيب (غاز ، نفط ، ماء)، والتي قد تقع على أعماق مختلفة. إن دخول هذه الموائع من الطبقات العليا – التي لا تشكّل الهدف النهائي للبئر – أثناء الحفر يؤدي إلى مصاعب كبيرة تنتج عن تغيّر خواص سائل الحفر. أما دخولها مجتمعةً أثناء الإنتاج فيؤدي إلى هدر غير مبرر لطاقة الطبقة (حيث يتم إنتاج النفط اعتماداً على ضغط القبعة الغازية، أو على طاقة المياه الطبقية القاعية أو الجانبية) بالإضافة إلى التقليل من نسبة النفط التي يمكن استثمارها قبل غمر المنطقة النفطية بالمياه أو الغازات، التي تتحرك بسرعة أكبر من النفط باتجاه البئر، نتيجة اللزوجة المنخفضة لهذه الموائع.

مما ذكر أعلاه يتبين لنا ضرورة تدعيم جدران البئر ، لزيادة ثبوتيتها، وعزل الطبقات المخترقة عن بعضها. وهذا ما يتم بالتغليف، **الذي يعرّف بأنه سلسلة من العمليات الضرورية لإنزال مجموعة من الأنابيب المعدنية في البئر ، التي حفرت برأس حفر ذي قطر معين حتى عمق محدد ، أي استبدال جدران البئر الصخرية بأخرى معدنية أكثر مقاومة .**

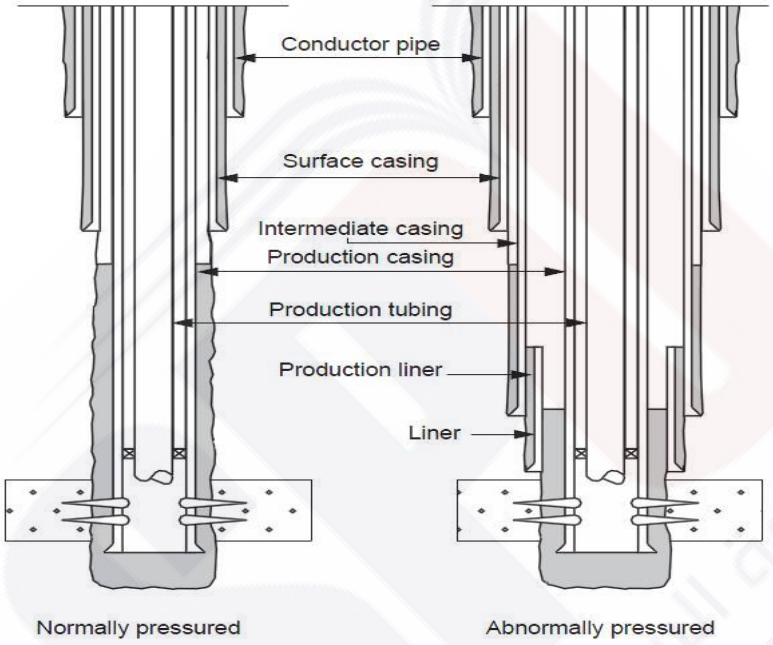
1-2- أهداف التغليف :

يجب أن يؤمن تغليف البئر الأهداف الآتية[5,17,28,29]:

١ -إنجاز بئر جيدة من الناحية الفنية، أي تتمتع بمقاومة ميكانيكية كبيرة، والمحافظة على هذه المقاومة لزمن كبير كافٍ لاستغلال كامل محتويات المكمن النفطي أو الغازي، والذي يقدّر بعشرات السنين .
٢ -تأمين استمرار عملية الحفر حتى الوصول إلى العمق النهائي المقرر للبئر، أو الوصول إلى الطبقة التي يستهدفها برنامج الحفر في المنطقة .
٣ -تأمين إمكانية تطبيق نظام الإنتاج المقرر للمكمن .
٤ -الاستغلال الأقصى والكامل للطاقة الطبيعية في نقل النفط والغاز من الطبقة إلى السطح.
٥ -العزل المحكم للطبقات الحاملة للغاز والنفط والمياه عن بعضها، ومنع انتقال هذه الموائع من مجال إلى آخر عبر البئر .
٦ -أن تكون الكلفة الإجمالية للبئر أقل ما يمكن.
٧ -أن يمكّن من إجراء عمليات الإصلاح والصيانة داخل البئر أثناء مراحل الإنتاج المختلفة .

1-3- مراحل تغليف البئر (Casing stages) :

يتميز تغليف الآبار بطابعه الدوري المتقطع مهما كانت طريقة الحفر المتبعة، حيث يتم حفر مجالات معينة، ثم تنزل مجموعة من مواسير التغليف التي تثبت بالإسمنت، الذي يملأ الفراغ الحلقي بينها وبين جدران البئر بشكل كامل أو جزئي، كما تثبت على السطح بوصلها مع المجموعة السابقة. يتابع الحفر بعد ذلك من خلال هذه المواسير باستخدام رأس حفر جديد ذي قطر أصغر من السابق، حتى الوصول إلى عمق معين جديد، حيث تنزل مجموعة أخرى من مواسير التغليف. تكرّر العملية بين حفر وتغليف حتى الوصول إلى العمق النهائي المقرر للبئر. يعتمد عدد مراحل التغليف وكذلك أقطارها، والعمق الذي تنزل إليه كل مرحلة على الشروط الخاصة لكل حقل. والشكل (1-1) يبين مراحل التغليف العامة لآبار النفط والغاز



الشكل (1-1) : مراحل التغليف العامة لآبار النفط والغاز .

المسميات على الشكل:

Conductor pipe (المرحلة الدليلة). Surface casing (مرحلة التغليف السطحية). Intermediate casing (المرحلة الوسطية). Production casing (المرحلة الإنتاجية). Liner (مواسير التغليف الضائعة).

يتألف برنامج التغليف من المراحل الآتية: الدليلة، السطحية، الوسطية، الإنتاجية. وفيما يلي سوف ندرس كل مرحلة من هذه المراحل[1,3,5,29].

1-3-1- المرحلة الدليلة (Conductor pipe) :

تنجز حفرة مربعة الشكل عند فوهة البئر يتراوح طول ضلعها بين 0.8 – 1.0 m وعمقها بين 3 – 6 m . تنزل في الحفرة ماسورة تغليف بقطر كبير (أكبر من أقطار بقية المراحل التي سوف تستعمل أثناء إنجاز البئر) يتراوح بين 500 – 600 mm . يرفع رأس هذه الماسورة عن سطح الأرض بحوالي 1.5 – 2.5 m حسب نوع جهاز الحفر المستخدم ، بحيث تصل إلى مستوى منصة الطاحون. يملأ الفراغ خارج الماسورة بالإسمنت. يطلق على هذه الماسورة اسم المرحلة الدليلة لأنها تحفظ فوهة البئر من انجراف التربة السطحية. ويمكن أن تتشكل هذه المرحلة من عدة مواسير، وذلك في حال كون الطبقات السطحية ضعيفة التماسك، وفي هذه الحالة يتم الحفر آلياً باستخدام جهاز الحفر نفسه، وتكون الحفرة أسطوانية الشكل .

تؤدي ماسورة التغليف الدليلة الوظائف الآتية[5,7]:

1 – تحافظ على ثبوتية جدران البئر حتى العمق الذي تنزل إليه .

2 – تغلق الطبقات السطحية التي يمكن أن تسبب تسرباً لسائل الحفر فيها ضمن مجال إنزالها أيضاً .

3 – تغلق الطبقات السطحية الحاوية على مياه عذبة وتحفظها من التلوث لاحقاً بمكونات سائل الحفر الكيميائية المختلفة (CMC; NaOH ، النفط أو مشتقاته . . . إلخ) .

4 – تحفظ فوهة البئر والقواعد الإسمنتية التي يثبت عليها جهاز الحفر من التأثر المستمر بسائل الحفر، الأمر الذي في حال حدوثه يضعف من مقاومتها، وتكون سبباً لمشاكل كثيرة لاحقاً .

5 – تؤمن صعود سائل الحفر الخارج من البئر إلى ارتفاع قريب من مستوى الطاحون، حيث يجري بشكل حر باتجاه أجهزة تنظيفه من نواتج الحفر، ثم إلى الخزانات . ومن أجل تحقيق هذه الوظيفة الأساسية لهذه الماسورة يتم لحم وصلة تصريف جانبية عند طرفها العلوي بقطر 8 – 10 in لخروج السائل عبرها .

يمكن الاستغناء عن مرحلة التغليف الدليلة عندما تكون الطبقات السطحية جيدة التماسك ولا تحوي شقوقاً وفجوات يمكن أن تتسبب في تسرب سائل الحفر فيها .

1-3-2- المرحلة السطحية (Surface casing) :

تعتبر مواسير التغليف السطحية المرحلة الأولى من مراحل تغليف البئر، وإنزالها إلزامي في جميع أنواع الآبار النفطية والغازية (استكشافية، إنتاجية، آبار حقن، آبار مراقبة . . . إلخ) سواءً استخدمت الماسورة الدليلة أم لم تستخدم. تعرف هذه المرحلة بالسطحية كونها تغلق الطبقات السطحية من القشرة الأرضية. عمق إنزال هذه المرحلة يتراوح بين 50 – 300 m

وذلك تبعاً لظروف كل حقل، ويمكن أن يصل عمق إنزالها في بعض الحالات إلى 1000 m . العوامل التي تحدد عمق إنزال هذه المرحلة تشمل: نوعية وخواص الطبقات الجيولوجية السطحية، الشروط الخاصة لكل بئر (العمق النهائي المقرر، نوع الموائع الطبقية المتوقع مصادفتها، الضغط الطبقي، احتمال وجود مجالات ذات نفوذية كبيرة . . . إلخ . تتميز مواسير التغليف لهذه المرحلة بقطرها الكبير عادةً والذي ينحصر بين 24 in - ¾ 10 ، ويعتمد القطر المختار على برنامج التغليف الكامل للبئر، أي عدد المراحل التالية، حيث أنه كلما زاد عدد مراحل إنجاز البئر كلما كبر قطر مواسير التغليف السطحية. كما يعتمد على نوع البئر (استكشافية، إنتاجية، بئر أبحاث جيولوجية)، إذ تستخدم مواسير تغليف سطحية بقطر كبير في الآبار الاستكشافية .

تؤدي مواسير تغليف المرحلة السطحية الوظائف الآتية[5]:

1 – تغلق الطبقات الجيولوجية السطحية ذات التماسك الضعيف بصورة عامة، وبالتالي تؤمن ثبوتية جدران البئر حتى العمق الذي تنزل إليه.

2 – تغلق الطبقات السطحية الحاوية على المياه العذبة وتحميها من التلوث بالمواد الكيميائية التي يعالج بها سائل الحفر في المراحل التالية. يستخدم الماء العذب لحفر هذه المرحلة من البئر عندما تتواجد طبقات غضارية (من النوع البنتونيتي القابل للتشرد في الماء) ضمن صخور هذه المرحلة، ويكفي ناتج الحفر فيها لرفع لزوجة الماء إلى الحد الذي يمكنه من تأدية وظائفه العامة كسائل حفر (تشكيل ضغط معاكس على جدران البئر، رفع نواتج الحفر إلى السطح، تنظيف قاع البئر من نواتج الحفر . . . إلخ). أما في حال عدم وجود طبقات غضارية ضمن المجال السطحي من البئر فتتم إضافة الغضار إلى الماء على السطح دون أية معالجات أخرى (حيث أن الغضار لا يلوّث المياه، بل يستخدم لتنقيتها من الشوائب). كما تحمي هذه المواسير المياه السطحية العذبة – ضمن المجال الذي تغلقه – من التلوث بالموائع الطبقية التي تصادف أثناء حفر المراحل التالية (مياه طبقية مالحة، نفط، غاز)، وتمنع في نفس الوقت دخول هذه المياه إلى البئر، الأمر الذي في حال حدوثه يؤدي إلى تغيير خواص سائل الحفر، وما يتبع ذلك من احتمال حدوث مضاعفات خطيرة أحياناً ناتجة عن ذلك.

3 – تشكل قاعدة لتثبيت أجهزة منع الاندفاع على فوهة البئر، وهي الوظيفة الأساسية لهذه المواسير التي تجعل إنزالها إلزامياً. أثناء حفر هذه المرحلة تكون فوهة البئر خالية من أية معدات، لأنه لا يمكن تثبيتها إلا على قواعد متينة، لذلك فإن عمق هذه المرحلة يحدد بحيث تنزّل حتماً قبل الوصول (أو احتمال الوصول) إلى أية طبقة خازنة للمركبات الهيدروكربونية (نفط، غاز)، لأن اختراق هذه الطبقات مع عدم وجود أجهزة منع الاندفاع على فوهة البئر يمكن أن يتسبب بكارثة عند حدوث الاندفاع الذي لا يمكن السيطرة عليه .

4 – تتحمّل ثقل مواسير التغليف للمراحل التالية (الوسطية والإنتاجية) إضافةً إلى ثقل قسم من أجهزة الإنتاج (مواسير الإنتاج، شجرة الميلاد . . . إلخ)، لذلك فهي تتعرض لقوى ضغط كبيرة جداً قد تتسبّب – في حال زيادتها عن قدرة المواسير – بمشاكل كبيرة، سواءً أثناء الحفر أو أثناء الإنتاج. تعزل مواسير هذه المرحلة بالإسمنت بشكل كامل (من القاع إلى السطح)، وذلك من أجل زيادة قدرتها على تحمّل الإجهادات .

1-3-3- المرحلة الوسطية (Intermediate casing) :

هذه المرحلة تلي مرحلة التغليف السطحية، وتعرف أيضاً بمواسير الحماية، لأنها تساعد في الوصول إلى العمق النهائي المقرر للبئر. إن استخدام هذه المرحلة ليس إلزامياً، وفي حال توفر الإمكانية للحفر المستمر دون الاستعانة بها تلغى حتى عند وجودها ضمن برنامج بناء البئر. أما إذا كانت شروط الحفر أكثر تعقيداً، وكان عمق البئر كبيراً، فقد تستخدم أكثر من مرحلة وسطية، قد تصل إلى ثلاث مجموعات (مرحلة وسطية أولى، مرحلة وسطية ثانية، مرحلة وسطية ثالثة)، ونادراً ما تستخدم أربع مراحل وسطية. يتراوح قطر (أو أقطار) مواسير التغليف الوسطية بين in ¾ 16 – 7 . تتم الاستعانة بمواسير التغليف الوسطية عندما تكون العوامل الجيولوجية أكثر تعقيداً، ولا تتوفر الإمكانيات الفنية أو التقنية لمتابعة الحفر بدونها. كما أن الشروط الجيولوجية هي التي تحدد العمق الذي تنزل إليه هذه المواسير، بحيث تعزل حتماً المنطقة أو المجال الذي يسبب المشكلة التي فرضت استخدامها، أي يجب اختراق الطبقة المسببة للمشكلة بكاملها، وبعد ذلك يتم عزلها. تنزّل مواسير التغليف الوسطية لعزل الطبقات الخازنة للمركبات الهيدروكربونية، وتقع على مسافة كبيرة من الطبقة التي تشكل الهدف النهائي للبئر، وذلك لحمايتها من التلوث الشديد بسائل الحفر.

تؤمن مواسير التغليف الوسطية الوظائف العامة الآتية[5,29] :

1 – تعزل الطبقات الحاوية على موائع واقعة تحت ضغط مرتفع (ماء مالح ، غاز) وتمنع دخولها إلى البئر، الأمر الذي يؤدي في حال حدوثه إلى تغيير كبير في خواص سائل الحفر، ويزيد من احتمال حدوث صعوبات أخرى جديدة داخل البئر (تهدم جدران البئر، اندفاع الغازات، استعصاء مجموعة مواسير الحفر . . . إلخ).

2 – تعزل الطبقات أو المجالات ذات النفوذية المرتفعة والمتشققة، والتي يتسرب فيها سائل الحفر، خاصةً إذا كانت الطبقات التي تليها تتطلب استخدام سائل حفر بوزن نوعي مرتفع (تحوي موائع تحت ضغط مرتفع، طبقات قابلة للانهيار . . . إلخ).

3 – تعزل الطبقات ذات الثبوتية الضعيفة، وكذلك تلك التي تتأثر بشدة بسائل الحفر (طبقات ملحية قابلة للانحلال في سائل الحفر، طبقات غضارية . . . إلخ).

4 – تحمي مواسير التغليف السطحية من التعرض للضغوط الطبقية المرتفعة أثناء حفر الطبقات الحاوية على النفط والغاز. ويتم إغلاق أجهزة منع الاندفاع عند حدوث اندفاع للنفط أو الغاز، ويستمر الضغط داخل البئر بالارتفاع حتى يتعادل مع الضغط الطبقي، وتتعرض خلال ذلك مواسير التغليف المنزلة قبل حدوث الاندفاع لتأثير هذا الضغط المتزايد. إذا كانت مواسير التغليف السطحية – وهي ذات مقاومة ضعيفة – هي الوحيدة الموجودة في البئر، فإن الضغط الداخلي الذي سوف تتعرض له أثناء اندفاع الموائع الهيدروكربونية يمكن أن يتسبّب في تشويهها .

1-3-4- المرحلة الإنتاجية (Production casing):

تشكّل مواسير التغليف الإنتاجية المجموعة الثانية الإلزامية في الآبار النفطية والغازية. تنزل هذه المواسير حتى نهاية الطبقة أو مجموعة الطبقات الحاوية على النفط أو الغاز، ويمكن أن تنزل إلى بداية الطبقة المنتجة، وذلك عندما تتكون هذه الطبقة من صخور جيدة التماسك (غير قابلة للانهيار مهما كان فرق الضغط الذي تتعرض له)، وعدم احتوائها على تداخلات تحوي موائع أخرى أو تداخلات غضارية.

يشكّل قطر مواسير هذه المرحلة قطر البئر في هندسة الإنتاج، وهو القطر الذي يتم اعتماده في الحسابات الخاصة بالإنتاجية، وهو يتراوح بين 7 in - ½ 4 . يمكن استخدام مواسير تغليف إنتاجية مركبة من مواسير ذات قطر صغير في الأسفل، وأخرى بقطر كبير في الجزء العلوي.

تقوم مواسير التغليف للمرحلة الإنتاجية بالوظائف الآتية[5,17]:

1 – تشكل قناة لاستخراج الموائع الطبقية خلالها من مستوى المجالات المنتجة حتى السطح، مع تأمين ثبوتية جدران البئر خلال كل مراحل الإنتاج (الإنتاج الذاتي، الإنتاج بالضخ، الرفع بالغاز . . . إلخ).

2 – تحمي معدات الإنتاج التي تنزل في البئر من التعرض لتأثير الطبقات الجيولوجية المخترقة (مواسير الإنتاج، المضخات الجوفية، قضبان الضخ، فواصل الغازات داخل البئر . . . إلخ) .

3 – تمكّن من الاستثمار المنفصل للمجالات الخازنة للموائع الطبقية، حيث يتم وصل البئر داخل مواسير التغليف الإنتاجية مع هذه المجالات فقط من خلال التثقيب عند إنزال هذه المواسير إلى نهاية المكمن، أما عند إنزالها إلى بدايته (سطحه العلوي) فمن غير الممكن الإنتاج المنفصل، وهذا هو العيب الأساسي لهذه الطريقة. يتم تقسيم المكامن المنتجة إلى نطاقات تتميز بتجانس كافٍ لجعل الاستثمار يجري بصورة أكثر مثاليةً.

4 – تمكّن من مراقبة الضغط داخل البئر أثناء الإنتاج ، وبالتالي التحكم بقيمته وفقاً لما هو مخطط لذلك .

5 – تمكّن من إجراء عمليات تحسين نفوذية المناطق المجاورة للآبار التي تلوّثت أثناء الحفر أو أثناء الإنتاج (التحميض، التشقيق الهيدروليكي . . إلخ) وذلك لزيادة معدل تدفق النفط أو الغاز منها باتجاه البئر .

6 – تمكّن من حقن الموائع في الطبقة (ماء أو غاز) لزيادة ضغطها – إذا انخفض إلى ما دون ضغط الإشباع للنفط – أو للمحافظة عليه عند قيم ثابتة، وكذلك الحقن أثناء الإنتاج الثانوي للنفط بطريقة الغسل.

ويمكن الاستغناء عن مواسير التغليف الإنتاجية في الآبار الاستكشافية في حال التأكد من عدم وجود النفط أو الغاز ضمن المجال المستهدف للحفر. وإذا كانت شروط البئر الاستكشافية لا تسمح بإجراء الاختبارات المفتوحة بفترات كافية لتقييم الطبقات، فإنه يتم إنزال مواسير التغليف، التي تسمنت بملء الفراغ الحلقي خارجها من القاع حتى نهاية غطاء الطبقة المستهدفة، وتنفّذ بعد ذلك الاختبارات المغلقة، بعد فتح المجالات بالتثقيب على مراحل من الأسفل إلى الأعلى. عندما تكون نتائج هذه الاختبارات سلبية من حيث وجود النفط والغاز، يتم قطع مواسير التغليف لهذه المرحلة فوق منطقة الإسمنت في الفراغ الحلقي، ثم ترفع إلى السطح، ويمكن إعادة استخدامها في آبار جديدة لأعماق أقل، أو في مجالات أخرى غير تغليف الآبار عند فقدانها لجزء كبير من مقاومتها الأولية .

1-4- مواسير التغليف الضائعة (Liner Casing):

تسمّى مواسير التغليف بعمود كامل عندما يكون طولها يساوي طول البئر (من السطح وحتى قاع البئر). يستعمل عمود كامل من مواسير التغليف في المراحل السطحية من الآبار باستمرار، أما في المراحل الأخرى (الوسطية والإنتاجية)

فيمكن استخدام هذا النوع، كما يمكن استخدام مواسير تغليف بطول أقل من طول البئر، أي أنها تمتد من قاع البئر إلى داخل مواسير التغليف السابقة، على ارتفاع 150 m – 50 من نهايتها السفلى. يطلق على هذه المواسير اسم مواسير التغليف الضائعة (Liner Casing). وتسمّى بالضائعة نظراً لعدم إمكانية استعادة أي جزء منها بعد تثبيتها في البئر، وذلك بعكس المواسير الكاملة. تستخدم مواسير التغليف الضائعة في المراحل الوسطية والإنتاجية، وتهدف إلى التقليل من كلفة التغليف، وذلك بإنقاص طول المواسير المنزلة في البئر.

يتم تعليق رأس مواسير التغليف الضائعة بواسطة أجهزة تعليق مناسبة داخل مواسير التغليف السابقة (على ارتفاع 150 m – 50 من نهايتها السفلى كما ذكر أعلاه) إذا كانت طويلة نسبياً، أمّا إذا كانت قصيرة فتترك لتستند على قاع البئر[3,5,29].

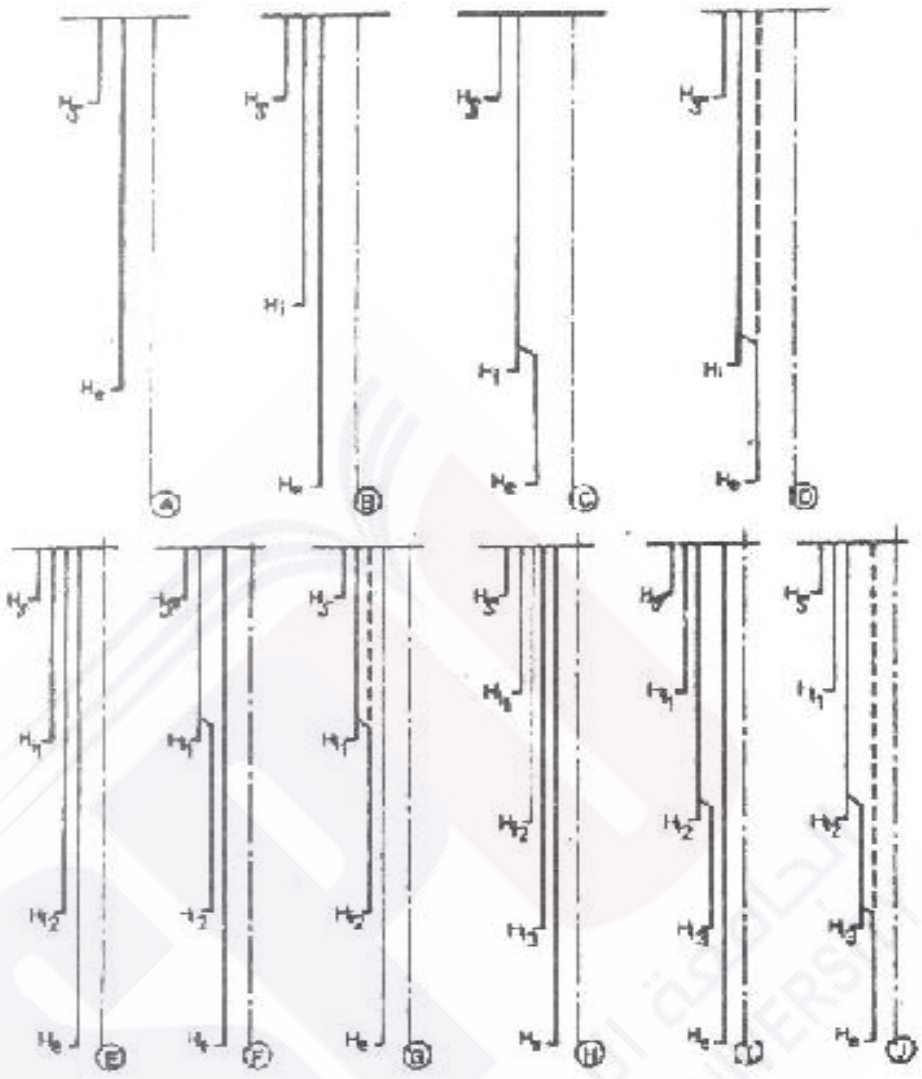
تتميز مواسير التغليف الضائعة بعدة محاسن، أهمها كلفتها القليلة، قياساً مع المواسير الكاملة. إلا أن استخدامها يترافق ببعض العيوب، مثل صعوبة تعليقها داخل المواسير السابقة، وأيضاً صعوبة سمنتتها، وتعريض مواسير التغليف التي سبقتها لضغوط إضافية غير مصمّمة لتحمّلها، نتيجة متابعة عمل مجموعة مواسير الحفر خلالها (حفر المرحلة التي تلي المواسير الضائعة) أو لضغط داخلي أثناء الإنتاج من طبقات ذات ضغوط مرتفعة، لم تؤخذ في الاعتبار أثناء التصميم (لأن هذه المواسير قد تكون سطحية أو وسطية).

يمكن التقليل من عيوب مواسير التغليف الضائعة، خصوصاً تلك الناتجة عن تعرّض مواسير التغليف للمرحلة السابقة لضغوط إضافية، وذلك بإطالتها لاحقاً عندما يلاحظ تناقص ملحوظ في مقاومتها، وتسرّب للموائع من خلالها إلى خارج البئر، أو من الطبقة إلى البئر.

تستعمل مواسير بنفس قطر مواسير التغليف الضائعة المثبّتة بالإسمنت أو أكبر قليلاً، وبطول يساوي طول البئر من رأس المواسير الضائعة حتى السطح. تسمّى هذه المواسير بمواسير الإطالة، وهي مواسير يمكن استعادتها بعد الانتهاء من استغلال البئر.

1-5- نماذج برامج التغليف المطبقة عملياً :

على الشكل (1-2) نبين بعض برامج التغليف التي طبقت حتى الآن في الآبار النفطية والغازية[5،3].



الشكل (1-2) : بعض برامج تغليف آبار النفط والغاز .

A – برنامج تغليف ذو مرحلتين: سطحية وإنتاجية. يطبق هذا البرنامج في الآبار ذات العمق القليل (بحدود 1500 m)، وكذلك في الآبار ذات الشروط الجيولوجية السهلة (لا تسبّب الطبقات المخترقة أية مشاكل أثناء الحفر). يتميز هذا البرنامج ببساطته وقلة تكاليفه.

B – برنامج تغليف ذو ثلاث مراحل: سطحية، وسطية وإنتاجية، ومواسير التغليف للمراحل الثلاث هي من النوع الكامل. يستخدم هذا البرنامج في الآبار المتوسطة العمق، أو العميقة ذات الشروط الجيولوجية السهلة.

C – برنامج تغليف ذو ثلاث مراحل: سطحية ووسطية من النوع الكامل، أما المرحلة الإنتاجية فهي مواسير ضائعة. ينصح بتطبيق هذا البرنامج في الآبار المتوسطة العمق، التي نضطر فيها لإنزال مواسير تغليف قبل الوصول إلى الطبقة الخازنة للنفط أو الغاز، بهدف التمكين من استعمال سائل حفر مناسب أثناء حفرها، وذلك عندما يكون ضغط المكمن قليلاً، ويكون الوزن النوعي لسائل الحفر خلال المرحلة الوسطية مرتفعاً.

D – برنامج تغليف ذو ثلاث مراحل: سطحية ووسطية من النوع الكامل، أما المرحلة الإنتاجية فهي مواسير ضائعة مدّدت لاحقاً حتى السطح. مجال تطبيق هذا البرنامج يشابه البرنامج (C) ، حيث تتم إطالة مواسير التغليف الإنتاجية بعد فترة معينة من الإنتاج.

E – برنامج تغليف ذو أربع مراحل: مرحلة سطحية، مرحلتان وسطيتان، ومرحلة إنتاجية، وجميع هذه المراحل من النوع الكامل. يعتبر هذا البرنامج مثالياً لتغليف الآبار العميقة، وحتى العميقة جداً، كما يستخدم في الآبار المتوسطة العمق ذات الشروط المعقدة، وخصوصاً في حال عدم توفّر الإمكانات الفنية والتقنية التي تمكّن من الاستغناء عن مواسير التغليف.

F – برنامج تغليف ذو أربع مراحل: مرحلة سطحية، ومرحلة وسطية أولى، ومرحلة تغليف إنتاجية، وجميعها من النوع الكامل، أمّا مرحلة التغليف الوسطية الثانية فهي مواسير ضائعة. يستخدم هذا البرنامج في نفس الشروط التي يطبق فيها البرنامج (E)، ولكن عندما يكون طول مواسير المرحلة الوسطية الأولى كبيراً، بحيث يتم تخفيض هام في الكلفة من خلال استخدام عدد أقل من المواسير في المرحلة الوسطية الثانية (النسبة بين طول مواسير المرحلة الوسطية الأولى وطول المجال المفتوح الذي يجب عزله من قبل مواسير المرحلة الوسطية الثانية هي نسبة مرتفعة).

G – برنامج تغليف ذو أربع مراحل: مرحلة سطحية، ومرحلة وسطية أولى، ومرحلة تغليف إنتاجية، وجميعها من النوع الكامل، أمّا مرحلة التغليف الوسطية الثانية فهي مواسير ضائعة مدّدت إلى السطح (أي أنه مشابه للبرنامج (F) ويختلف عنه بإطالة المواسير الضائعة حتى السطح). ويتم اعتماد الإطالة عند مصادفة طبقات تحوي موائع تحت ضغط مرتفع لا تستطيع مواسير تغليف المرحلة الوسطية الأولى تحمّله.

H – برنامج تغليف ذو خمس مراحل: مرحلة سطحية، وثلاث مراحل وسطية، ومرحلة إنتاجية، وجميعها من النوع الكامل. يتم اعتماد هذا البرنامج المعقّد والمكلف جداً في الآبار العميقة جداً (أكثر من 5000 m).

I – برنامج تغليف ذو خمس مراحل: وهو مشابه للبرنامج (H)، ويتميّز عنه بأن مرحلة التغليف الوسطية الثالثة هي مواسير ضائعة. ويطبق في نفس شروط البرنامج السابق، وعندما يكون طول المجال المفتوح في المرحلة الوسطية الثالثة صغيراً، قياساً مع طول مواسير التغليف للمرحلة الوسطية الثانية.

J – برنامج تغليف ذو خمس مراحل: وهو مشابه للبرنامج (I)، مختلفاً عنه بأن مرحلة التغليف الإنتاجية هي مواسير ضائعة أيضاً، ولكن تمّت إطالتها لاحقاً إلى السطح بعد زمن معيّن من وضع البئر في الإنتاج.