

المحاضرة الثالثة عشرة الاستعصاء في الحفر الأفقي

استعصاء مواسير الحفر (Pipe Sticking)

1. تعريف استعصاء مواسير الحفر: يعرف الاستعصاء بالتصاق جزء من مجموعة مواسير الحفر أو الأعمدة بجدار البئر، أي لا نستطيع تدوير مجموعة مواسير الحفر أو رفعها أو إنزالها حتى مع تطبيق جهد أعظمين ، ولا نستطيع إجراء دوران لسائل الحفر.

وتعتبر مشكلة الاستعصاء من المشاكل الشائعة جداً لتشكيلة الحفر عند الرفع أو الانزال أو الحفر الفعلي ، أو عند اختيار الطبقات ، أو عند تشكيل جسر إسمنتي أو سدادة إسمنتية. ويحدث الاستعصاء بشكل عام للأعمدة ورأس الحفر والمحرك المغمور والعازل في جهاز الاختبار، ونادراً ما تتعرض مواسير التغليف للاستعصاء نظراً للتحضيرات التي تجري في البئر قبل إنزالها ، ولكن في حال حصوله يعتبر أخطر من استعصاء مواسير الحفر.

يتطلب معالجة الاستعصاء وقتاً حسب نوعه، وشدته، وعمقه ، مما يرفع من الكلفة الاجمالية لإنجاز البئر ، وأحياناً يعقب حدوث الاستعصاء مشاكل أخرى مثل الاندفاع، والتهدم، وتشكل حفر جانبية ، وقد لا نتمكن من تحرير المواسير المستعصية فيبقى جزءاً منها داخل البئر وهنا نضطر لتمويل البئر.

2. الطبقات التي تسبب الاستعصاء :

1-2. الطبقات الغضارية: وهي طبقات قابلة للانتفاخ عند تعرضها لراشح سائل الحفر ، حيث يزداد حجمها بشكل كبير مما يسبب تضيق قطر البئر ، تكون قوة الاستعصاء تابعة لنوعية الغضار وشرائته فكلما كان الغضار أكثر شراهة كلما امتص ماء أكثر، وزاد حجمه أكثر ، وازداد الضغط على المواسير أكثر ، وتزداد قوة الاستعصاء ، وتزداد الخطورة أكثر .

2-2. الطبقات الغضارية الشاذة: ويمكن أن يوجد الغضار في حالات شاذة كثيرة إلى جانب تكوينه وقد يكون هذا الشذوذ مصدراً للمشاكل أكبر بكثير من تكوين الغضار ومن أهم حالات الشذوذ :

1- الغضار المضغوط (الضغط فوق العادي) :

نتجت هذه الحالة عن ظروف ترسيب الغضار في الأزمنة القديمة حيث حدثت ترسبات فجائية عملت على حبس كميات من الغضار دون أن تجد طريقاً لتفريغ مابها من سوائل حدث تفريغ

جزئي وبقي الغضار محتفظاً بضغطه المرتفع وعند اختراق الطبقة أثناء الحفر و إذا كان ضغط عمود سائل الحفر أقل من ضغط الطبقة عندها يحدث اندفاع سائل الطبقة دافعا أمامه كمية كبيرة من الغضار.

2- الغضار الإسفلتي :

هو الغضار الذي يترافق وجوده مع وجود إسفلت خطر ومثال هذا النوع طبقة الكيرماف في حقل كرا تشوك بشمال سوريا والذي يوجد به أسفلت بشكل يصعب معه الحفر لسائل له ضغط هيدروستاتيكي عادي .

3- الغضار المجهد:

وهو الغضار الذي تعرض لحركات أرضية كالفوالق سببت تكسره وتشقيقه وإضعاف تماسكه وقد يكون أحيانا متطابقاً مع شرائح أخرى من الرمل المشقق أو القابل للتهدم فعند حفر هذه الطبقة فدخل فارق الرشح يخلخل تماسك الغضار والرمال مما يسبب تهدمها بشكل كتل وحتى لو تم طحنها من قبل رأس الحفر فإنه يصعب رفع الفتات بسبب توسع البئر وانخفاض السرعة في المجالات المتهدمة بالإضافة يمكن للغضار أن ينحل بسائل الحفر ويسبب ارتفاع اللزوجة. وقد وجدت طبقة مشابهة بحقل النقب وهذا النوع مشقق باتجاه سطوح التتابع وبه شقوق مجهرية رأسية ويتهدم بشكل كتل كبيرة.

2-2. الطبقات الزاحفة : وهي التي تزحف باتجاه البئر، ليس بسبب امتصاصهما للماء

وانتفاخهما ، وإنما بسبب كون ضغط عمود سائل الحفر في البئر في البئر أقل من الضغط الذي يؤمن لها الثبوتية والسكون ، وتقسم إلى :

1- الطبقات الغضارية الزاحفة :وهو عبارة عن الغضار الصفائحي، وبالتالي عند دخول الماء إليه ستتخلل هذه الصفائح ، فتزحف باتجاه البئر، وعند دخول صفائح الغضار إلى سائل الحفر في البئر ، فإنها ستتوزع فيه ، وستنتفخ في البداية سترفع من اللزوجة، وقد يصبح سائل الحفر غير قادر على الحركة ، وعندها فإن هذه الصفائح ستتوضع على جدران البئر وعلى السطح الخارجي لمواسير الحفر، وبالتالي ستسبب لاستعصاء،

2- الطبقات الملحية : حيث أن الملح صخر لين قابل للانضغاط فعند تقع تحت ضغط مرتفع سيندفع قسم منه باتجاه البئر، وبالتالي ستتناقص سماكته لهذا تتهدم الطبقات التي تعلوه، وبالتالي يحدث الاستعصاء، ولكنه يسبب تهدم الطبقات العلوية وليس بسبب زحف قسم من الملح.

نكتشف وجود الملح عن طريق :

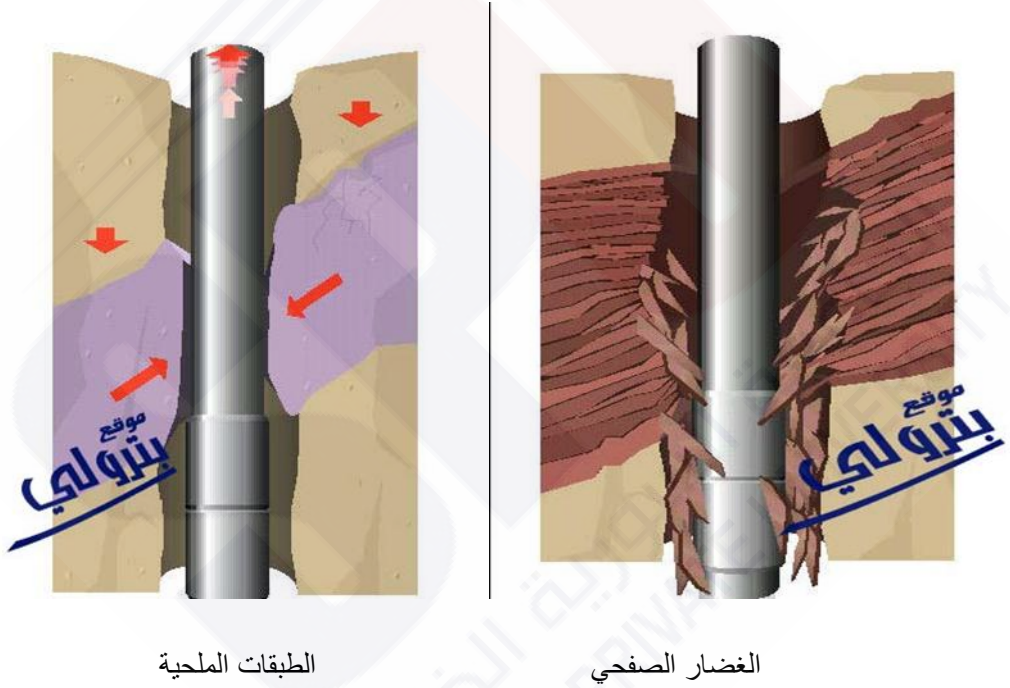
. زيادة سرعة الحفر الميكانيكية بشكل كبير، عندها من الخطأ أن نتابع الحفر بل لابد من التوقف لمعرفة ما هو سبب زيادة السرعة.

. ارتفاع فاقد الرشح بشكل كبير.

. ارتفاع اللزوجة بشكل كبير في البداية.

. عن طريق المذاق أو قياس درجة الملوحة .

. كما أن هناك مخابر مؤتممة على الحفارة تعطي خصائص سائل الحفر لحظياً.



3- الإسفلت : حيث أن الإسفلت كان صخر خازن هاجر منه النفط لسبب ما فتحول إلى الإسفلت ، ونظراً لبقاء جزءاً من المركبات الثقيلة للنفط فيه اكتسب لونه الأسود ، ويقسم الإسفلت من حيث درجة خطورته إلى :

- **إسفلت عادي :** وهو الذي يتواجد على السطح، أو بالقرب من السطح وهو يعتبر إحدى الدلائل الحسية على تواجد النفط بهذه المنطقة ، ولكن هذا الإسفلت يتم التعامل معه وكأنه صخر عادي لأنه حيادي بالنسبة للماء ، فهو لا يتأثر به ولا يؤثر فيه.

- إسفلت متوسط الخطورة : وهو الذي يتواجد على أعماق متوسطة وعند حرارة (deg100) حيث يصبح هذا الإسفلت بسبب درجة الحرارة (وليس الضغط) ذو ليونة معينة، وليس صخر حيادي ، أي أنه قد يزحف إذا توفرت له الظروف المناسبة، وعند مصادفة هذا الإسفلت لابد أن نتعامل معه بدقة ، حيث أنه إذا دخل إلى البئر، عندها سيتصلب (لأن سائل الحفر وظيفته التبريد)، وبالتالي سيحدث هناك استعصاء، ولكن سيبقى ليناً ، بحيث أن قوة الاستعصاء قليلة .

- إسفلت شديد الخطورة : وهو الذي يتواجد على أعماق كبيرة ودرجة حرارة عالية، عندها سيتحول هذا الإسفلت إلى مادة سائلة ، وسيتحرك بسهولة إلى البئر، فهذا الإسفلت لا يتواجد ضمن مسامات الصخر، ولكنه يشكل طبقة بحد ذاتها ، وهذا الإسفلت فضلاً عن مصادفته سنقع في مشكلة حقيقية لأن هذا الإسفلت حتى يبرد يحتاج لفترة كبيرة ، حيث أن سائل الحفر يبرد بشكل تدريجي وليس لحظي، وهذا ما يسمح بدخول كميات أكبر من الإسفلت ، وبعد أن يتصلب هذا الإسفلت سيأخذ قسم كبير من الفراغ الحلقي وسيكون على تماس مع سطح كبير من مواسير الحفر .

3- أنواع الاستعصاء:

1: الاستعصاء الميكانيكي (Mechanical Stuck):

يتميز بعدم إمكانية تدوير سائل الحفر وكذلك عدم تحريك مجموعة مواسير الحفر، ويحدث هذا النوع نتيجة أحد الحالات التالية:

1. الاستعصاء الناتج عن انتفاخ الطبقات الغضارية وكذلك عند انزال مجموعة مواسير الحفر بسرعة كبيرة في المناطق الضيقة .
 2. الاستعصاء بسبب تراكم كعكة الحفر : تؤدي النوعية الرديئة لسائل الحفر إلى ترشح كميات كبيرة من الماء إلى الطبقات الرملية والمسامية مما يؤدي إلى تكون طبقة سميكة من كعكة الحفر قد يصل إلى 2/1 أنش مؤدية إلى تضيق البئر ويصبح أصغر من قطر رأس الحفر التي عند سحبها تقوم بقشط كعكة الحفر من الجدار ،حيث تتجمع فوقها مكونة " حشوه تعيق سحب مجموعة مواسير الحفر أو تنزيله.
- وقد لا يمكن إجراء عملية تدوير في هذه الحالة لطين الحفر لأن الفراغ الحلقي يكون مغلقاً. ولغرض تلافي الاستعصاء نقوم بالخطوات التالية :

1. إجراء عمليات السحب والتنزيل القصيرة Short Trip وبصوره مستمرة.

2. تقليل فاقد الراشح لسائل الحفر.

3. إضافة النفط الخام إلى طين الحفر وبنسبة تتراوح بين (5-12)% لغرض السيطرة

على راشح الماء وتسهيل الانزلاق لمجموعة مواسير الحفر في مناطق التضيق.

4. عدم رفع مجموعة مواسير الحفر أو سحبه في مناطق التضيق خلال عمليات السحب

والتنزيل لذلك يجب تدوير سائل الحفر وتحريك أو تدوير مجموعة مواسير الحفر قبل

الاستمرار بالتنزيل أو السحب، إذ أن استعصاء المواسير بقوة 50 طن تحتاج إلى

150 طن لتحريرها.

3. الاستعصاء بسبب تراكم القطع الصخرية فوق رأس الحفر

كثيراً ما تلتصق مجموعة مواسير الحفر أثناء عمليات ربطها بسبب تدهم البئر أو تراكم الفتات

الصخرية المحفورة والموجودة داخل سائل الحفر وفوق رأس الحفر.

ويعود ذلك إلى رداءة خواص اسائل الحفر أو قلة لزوجته أو هلاميته.

وقد يحدث التراكم خلال عمليات الحفر وتدوير سائل الحفر بسبب رداءة خواصه مع قلة سرعة

صعوده في الفراغ الحلقي.

وكذلك عند وجود طبقات ذات تشكيلات غير مدعومة (An unconsolidated formation)

حيث تكون الصخور في هذه الطبقات ذات قوى تلاصق ضعيفة بين الجزيئات أو الصخور

وعند حفر هذه الطبقات فإن الصخرة المساندة تكون ضعيفة مما يؤدي إلى انهيار هذه الصخور

وكذلك يكون التراكم لقطع الصخور فوق رأس الحفر عند الحفر في مناطق تحتوي على صدع

أو فالحق (Fractured & Faulted Formations) ففي هذه المناطق توجد هناك قطع صخرية

وبإحجام مختلفة وأن أي اهتزاز في هذه المناطق أثناء عمليات الحفر يؤدي إلى تراكم هذه القطع

فوق رأس الحفر.

ويمكن التغلب على مشكلة تراكم القطع الصخرية باتباع ما يلي :

ضخ طين ذو لزوجة عالية له القابلية على رفع الفتات الصخري وتنظيف قاع البئر.

1. تحسين خواص سائل الحفر.

2. التأكيد على تطبيق البرامج الهيدروليكية وبشكل مستمر.

3. تقليل سرعة الحفر في بعض المناطق وخاصةً في التجاويف الكبيرة لإعطاء الوقت الكافي

لرفع الفتات الصخري.

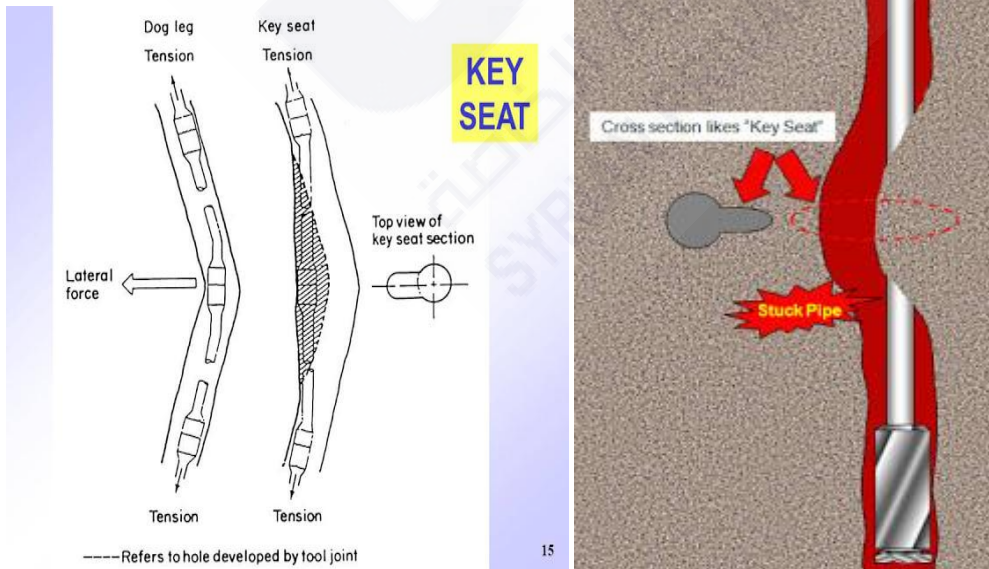
4. في حالة الحفر بدون راجع لسائل الحفر يجب ضخ طين ذو لزوجة عالية قبل ربط ستاند جديد جديد للمساعدة على تعليق الفتات.

2-3. الاستعصاء بسبب مقعد المفتاح (Key Seat)

ويحدث هذا النوع من الاستعصاء في البئر المائل بمستويين (Dog-Logged Hole)

نتيجة لاحتكاك الأنبوب في الجدار خاصة عندما يكون الميل بصورة حادة، إذ أن الاحتكاك بين المواسير وجدار البئر يولد أخدوداً يساوي قطر مواسير الحفر، حيث يصعب على رأس الحفر أو الأعمدة المرور خلال هذا الأخدود مما يتسبب في حدوث الاستعصاء، لذلك يجب الانتباه إلى تكون الميل عن طريق القياس المستمر للانحراف وملاحظة السحب الإضافي وفي حالة تكرار السحب الإضافي يجب تنزيل القواشط (Reamer) لإزالة الأخدود ومنع الاستعصاء. ويتميز بما يلي:

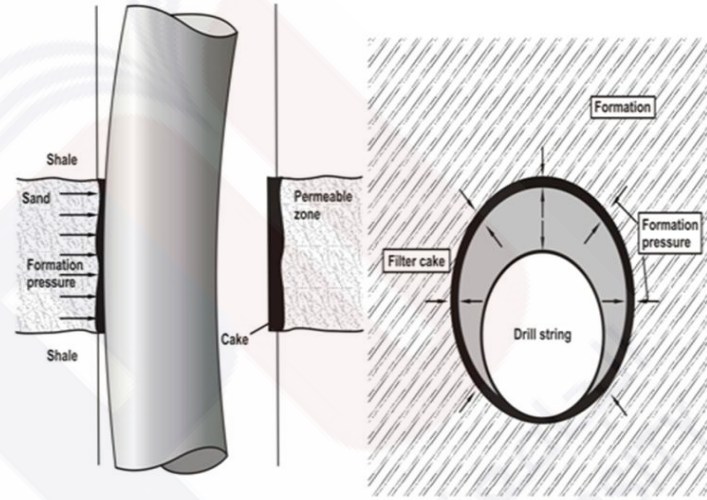
- إمكانية تدوير سائل الحفر.
 - إمكانية تحريك مجموعة مواسير الحفر للأسفل فقط.
 - الضوضاء المتزايدة في الرحي الدوارة.
- أن مشكلة مقعد المفتاح تؤدي إلى تضرر مجموعة مواسير الحفر وربما إلى انقطاعها لذلك من الضروري تنظيف البئر ووضع المواد العضوية مع سائل الحفر وتجنب أي تغييرات مفاجئة في انحراف التجويف. لاحظ الشكل



الشكل استعصاء قفل المفتاح

3-3. الاستعصاء التفاضلي: (Differential Pipe Sticking):

يحدث الاستعصاء التفاضلي لمواسير الحفر عند يكون الفرق بين الضغط الهيدروستاتيكي لعمود سائل الحفر والضغط الطبقي كبير، وذلك مقابل الطبقات المسامية والنفوذة مثل الصخور الكلسية والصخور الرملية، وعند وجود ميل عن الشاقول في منطقة الالتصاق. إن تشكل كعكة حفر سميكة وعدم تدوير مجموعة مواسير الحفر لفترة طويلة يمكن أن تساعد في حصول الاستعصاء التفاضلي. والشكل يبين حدوث الاستعصاء التفاضلي.



الشكل الاستعصاء التفاضلي.

ونستدل على حدوث الاستعصاء التفاضلي من خلال عدم إمكانية تحريك المواسير للأسفل أو الأعلى، مع إمكانية تدوير سائل الحفر، لأن الاستعصاء موجود في جهة واحدة.

وحسب المعادلة التالية يمكن تعريف الاستعصاء:

$$F=(H_s-P_f)*(h*t)*f$$

حيث:

F: القوة التفاضلية

H_s: الضغط التفاضلي

P_f: ضغط التكوين

(h*t): مساحة التماس، sq. in. contact area,

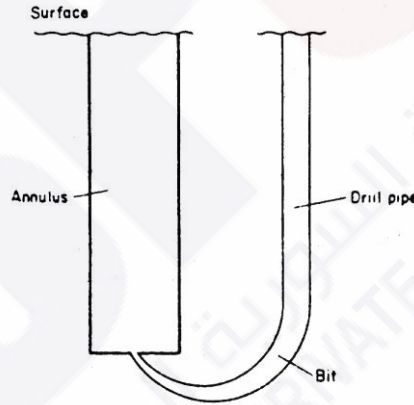
f=معامل الاحتكاك، usually varies from 0.05 – 0.25 friction coefficient,

العوامل الواجب أتباعها لمنع حدوث الاستعصاء نتيجة الضغط التفاضلي:

1. تقليل مساحة التماس بين الأعمدة عن طريق استعمال الممرکزات أو استخدام أعمدة حلزونية (spiral groove) لأن هذه الأعمدة تقلل حوادث الاستعصاء بنسبة 50% مقارنة بالأعمدة الملساء.

2. المحافظة على استقامة تجويف البئر خلال عمليات الحفر.
3. تقليل نسبة المواد الصلبة في الطين لمنع تكون معجون طين سميك حول جدار البئر.
3. تأمين اقل نسبة كثافة سائل الحفر كافية للسيطرة على عمليات الحفر لتقليل الفرق بين ضغط الطبقة وضغط عمود الطين.
4. تقليل رشح الماء لمنع انتفاخ الطبقات وتكون كعكة الحفر.
5. عدم تشكيلة الحفر في حالة توقف لفترات طويلة نسبياً (إلا إذا كان بسبب عطل ميكانيكي)
6. برمجة التصميم الهيدروليكي للحفر للحصول على أفضل تنظيف.
7. تقليل سرعة الحفر خاصة في التجاويف ذات القياسات الكبيرة لإعطاء الوقت الكافي لتنظيف البئر .

ويمكن معالجة الاستعصاء التفاضلي بتقليل الضغط الهيدروستاتيكي لعمود سائل وذلك بضخ سائل حفر جديد بوزن نوعي أقل من سائل الحفر الموجود في البئر ، أو ضخ سائل ذو وزن نوعي قليل (النفط ، الماء ، زيت الديزل) ، يتم حساب حجم المائع ذو الوزن النوعي القليل بواسطة حساب المقدار اللازم لتقليل الضغط الهيدروستاتيكي ثم تحويل هذه القيمة إلى ارتفاع ، يمكن تمثيل مجموعة مواسير الحفر والفراغ الحلقي بأنبوب على شكل حرف (U) كما في الشكل



الشكل معالجة الاستعصاء التفاضلي

حيث يتم ضخ الكمية المطلوبة داخل مواسير الحفر وبعد ذلك نشدها مع الأخذ بعين الاعتبار مقدار تحمل المواسير لجهد الشد، ويتم إجراء دوران معاكس (Back flow) داخل مواسير الحفر وبفترات متساوية حتى إزاحة كل الكمية إلى الفراغ الحلقي وأثناء التنفيذ يجب مراقبة ضغط مواسير الحفر وضغط الفراغ الحلقي .

4. كيفية تلافي مشكلة الاستعصاء :

1-4. الطبقات الطرية القابلة للانتفاخ :

1. نخترق هذه الطبقات بسائل حفر لا يوفر لها الماء الكافي (الماء العذب فقط الذي يسبب انتفاخ الغضار) ، لهذا لا بد أن نضيف دوماً مقلات فاقد الرشح ، ولكن هذه المقلات هي

عبارة عن أملاح، وعند زيادة نسبتها في السائل أكثر من اللازم ستتصرف بشكل معاكس، وستزيد من فاقد الرشح، وبالتالي فإن درجة فاعلية هذه المقدرات قد لا تكون كافية لتمكننا من اختراق الطبقات الغضارية بشكل سلس دون مشاكل.

2. أو يمكن استخدام سوائل الحفر المشبعة بالملح، فالغضار عندها يتصرف كأبي صخر حيادي، ولكن هذا السائل هو ذو تأثير تآكلي كبير، فالملح (كلوريد الصوديوم) يتصرف مع المعادن كتصرف حمض (HCl) معها، لهذا لا بد من إضافة موانع تآكل، وبالتالي فهذا يحد من استخدام هذا النوع من سوائل الحفر، ولكن إذا لم يكن هناك حل نستخدمه لفترة قصيرة.

3. أو يمكن استخدام سوائل الحفر الكلسية، فالماء الحر بهذا النوع من السوائل يحوي على كلس، مما يحول هذا السائل إلى سائل ممنع، أي له مناعة بأن يتأثر، أو يؤثر على الطبقة، وهذا النوع من السوائل يتطلب المراقبة الدقيقة لتركيز شوارد الكلس، ومن الجدير ذكره أن سائل الحفر الكلسي يتعامل مع الغضار مهما كانت درجة تأثير الغضار بالماء.

4. أو يمكن استخدام سوائل الحفر النفطية، حيث أن الغضار لا يتأثر بالنفط، ولكن من غير المنطقي استخدام سوائل الحفر النفطية لاختراق طبقة غضارية نتيجة لمخاطر هذا النوع من السوائل.

2-4. الصخور الزاحفة :

1. الغضار الصفانحي :يمكن منع زحف هذا الغضار ب :

. استخدام وزن نوعي مرتفع لسائل الحفر، فهذا الزحف أصلاً يحدث بسبب حدوث خلل في الضغط مقابل الطبقة، ولكن لا بد أن ننتبه أن زيادة الوزن النوعي يرافقها استخدام فاقد الرشح. استخدام سوائل حفر مشبعة بالملح، بحيث أن الماء الداخل لا يسبب تفكك لصفائح الغضار وهذا الحل كفيل بوقف أي زحف مهما كان نوعه.

2. الطبقات الملحية :

الحل الأمثل والمنطقي عند اكتشاف وجود الطبقات الملحية هو استخدام سائل الحفر المشبع بالملح، عندها فالملح الذي يحفر بالطبقة لن يذوب بسائل الحفر، وإنما سيخرج على شكل فتاتات ملحية صخرية كأبي صخر عادي، أما الطبقات التي تعلق الطبقة الملحية فلن تتهدم : لأن الوزن النوعي للسائل الملحي كبير، لهذا سيتشكل ضغط معاكس، وبالتالي سيمنعها من التهدم، كما أن

سائل الحفر الملحي عادةً هو مبرّد، لهذا سيحول الطبقات الملحية من زاحفة إلى طبقات ثابتة، حيث أن انحلال الملح بالماء يحتاج إلى درجات حرارة عالية.

3. الإسفلت :

أيضاً عند مصادفة الإسفلت سترتفع السرعة الميكانيكية للحفر بشكل مفاجئ، وبالتالي فلا بد من التوقف عن الحفر لمعرفة زيادة السرعة، والحلول هنا هي :

1. رفع الوزن النوعي إلى أكبر حد يسمح به الجزء المفتوح من البئر، وكون الطبقات الإسفلتية وجودها معروف مسبقاً، فإنه يتم عزلها بمرحلة مستقلة حتى تتمكن من اختراقها بأوزان نوعية عالية .

2. استخدام سوائل حفر نفطية : لأن مكونات الإسفلت ستتصل في النفط، شرط أن تكون درجة الحرارة كافية ، وهي ستكون كافية لأنه إذا كانت درجة الحرارة منخفضة لما زحف الإسفلت .

3. ويمكن تلافي زحف الإسفلت، كما ذكرنا سابقاً باستخدام أوزان نوعية عالية ، أو باستخدام سائل حفر زيتي ، وكلما قمنا بحفر بضعة أمتار نضخ اسمنت ثم نتابع الحفر من خلاله وهكذا حتى تنتهي من هذه المرحلة .

4 - كما يمكن استخدام سوائل حفر ملحية، لأنها تقوم بالتبريد، وعندها سيبرد الإسفلت ولن يزحف باتجاه البئر.

5. خطوات حل مشكلة الاستعصاء:

إن أول ما يلفت نظرنا للاستعصاء هو فقدان الحركة العمودية ، فأتثناء الرفع سيزداد الحمل على مؤشر الوزن بشكل مستمر عندها ستكون المواسير مستعصية ، وبالتالي يمنع الاستمرار، وترفع المواسير ولا بد من حل الاستعصاء على الشكل التالي :

1. نقوم أولاً بتدوير المواسير ، ولكن هذا الدوران قد لا يحل الاستعصاء، فهناك حركة دائرية ولكن غير كافية لحل الاستعصاء، وهذا قد يحدث إذا كان الاستعصاء مباشرةً فوق رأس الحفر.

2. نقوم بالتدوير والشد بوزن إضافي تبعاً لأضعف نقطة في مواسير الحفر.

3. ندور ونشد بعدد دورات أكبر وقوة شد أكبر، وإذا لم تحل المشكلة عندها يكون الاستعصاء كبيراً وغالباً هذا يحدث للأعمدة لأن قطرها كبير.

4. تجري حمام نفطي حيث أن النفط اللزج عند تغلغله في الصخر سيعمل على خلخلته ، حيث يسخن بضعة أمتار مكعبة من النفط ، ثم يتبع بسائل الحفر حتى يصل هذا النفط إلى منطقة الاستعصاء ثم نتوقف (15-30 min) ثم نقوم بالتدوير والشد .

5. تجري حمام حمضي ، حيث يتم اختيار نوع الحمض حسب الصخور المتواجدة وغالباً ما يستخدم (HCL) بتركيز (10-15%) ، وبالتالي سيقوم الحمض بإذابة أكبر قسم من الصخر فنضخ (1-2-3-4 m³) من الحمض تبعاً لسماكة المنطقة المستعصية، ثم ندفعها بسائل حفر ، ثم نتوقف (15-30m³) حتى يحدث تفاعل ثم ندور ونشد مرة أو مرتين وحتى n مرة .

6. إذا لم يحل الاستعصاء ، عندها نقطع المواسير فوق نقطة الاستعصاء، والتي تحدد بالقياسات الجيوفيزيائية، وبالتالي تبقى المواسير المستعصية في أسفل البئر، والآن إذا كنا قريبين من السطح، عندها نهجر البئر، ولكن إذا كنا بالقرب من الهدف النهائي للبئر، نقوم بإجراء عملية اصطیاد المواسير المستعصية ، وإذا لم نتمكن من ذلك نقوم بطحن الجزء المستعصي باستخدام طواحن من الألماس ، أو يمكن أن نميل البئر ولكن هذا ليس بالأمر البسيط. أو نهجر البئر ، أو نقوم بحفر بئر جديدة تبعاً للدراسة الاقتصادية

حل الاستعصاء بالحمام النفطي أو الحمضي

حسابات الحمام النفطي أو الحمضي :

يتضمن حسابات الحمام النفطي أو الحمضي النقاط الآتية:

- حجم النفط الذي يجب ضخه لحل مشكلة الاستعصاء بالعلاقة التالية:

$$V_{oil} = \frac{\pi}{4} [(K.D_B^2 - D_P^2)H_o] \quad (8-2)$$

D_B : قطر رأس الحفر.

K : عامل يأخذ بعين الاعتبار التوسع في قطر البئر (1,05-1,3).

D_P :، القطر الخارجي لمواسير الحفر.

H_o : الارتفاع المطلوب إيصال النفط إليه في الفراغ الحلقي ويرتفع النفط عادة لمسافة (50-

100m) فوق مكان الاستعصاء، وتعطى H_o كما يلي:

$$H_o = L_P - L_{stuck} + (50....100)$$

L_P : عمق إنزال مواسير الحفر.

L_{stuck} : عمق منطقة الاستعصاء.

- حجم سائل الإزاحة : يعطى حجم سائل الإزاحة بالعلاقة التالية:

$$V_{fd} = \frac{\pi}{4} d_i^2 . L_P \quad (9-2)$$

- ضغط المضخات الاعظمي: يعطى كما يلي:

$$P_{max} = P_c + P_\gamma \quad (10-2)$$

P_c : ضغط الجريان وهو الضغط الضائع نتيجة احتكاك النفط مع المواسير والفراغ الحلقي

ويعطى بالعلاقة:

$$P_c = 0,01.H_f + (8..16at) \quad (11-2)$$

H_f : عمق الطبقة .

P_γ : الضغط الناتج عن الفرق في الأوزان النوعية ويعطى كما يلي:

$$P_\gamma = L_P (\gamma_f - \gamma_{oil}) \quad (12-2)$$

γ_{oil} : الوزن النوعي للنفط.

γ_f : الوزن النوعي لسائل الحفر.

- الزمن الكلي لعملية الضخ:

$$t = \frac{V_{oil} + V_{fd}}{Q} \quad (13-2)$$

Q: غزارة المضخة.

حالة خاصة:

في حال وجود طبقة خازنة للنفط أو الغاز أسفل منطقة الاستعصاء مع وجود احتمال لحدوث اندفاع من هذه الطبقة يجب ضخ سائل حفر مثقل مقابل هذه الطبقة قبل إجراء عملية الحمام النفطي أو الحمضي، ويعطى الوزن النوعي لسائل الحفر المثقل كما يلي:

$$\gamma'_f = \frac{P_f + P' - H_o \cdot \gamma_{oil} - (H_f - L_p) \gamma_f}{L_p - H_o} \quad (14-2)$$

P_f : ضغط الموائع الطباقية.

P' : الضغط المعاكس على جدران البئر، وتؤخذ قيمة معادلة لزيادة الوزن النوعي لسائل الحفر ($0,04 \text{ ge}_f/\text{cm}^3$) عن الوزن الذي يحقق التوازن في الضغط بين الطبقة والبئر.

مسألة :

حصل استعصاء لمجموعة مواسير حفر (139,7mm.118,7mm) طولها (1400m)، على عمق (1100m)، فإذا علمت أن عمق البئر (1800m)

والوزن النوعي لسائل الحفر داخل البئر ($1,4 \text{ gr}_f/\text{cm}^3$) والوزن النوعي للنفط ($0,85 \text{ gr}_f/\text{cm}^3$) وضغط الجريان (70 at)، غزارة المضخة (9 L/S) وقطر البئر (300mm) أحسب عملية ضخ السائل النفطي لتحرير المواسير المستعصية.

وبفرض وجود طبقة غازية أسفل منطقة الاستعصاء ذات ضغط (240at)

المطلوب: هل يمكن أن يحدث اندفاع للغاز، وفي حال إمكانية حدوث ذلك ماهو الوزن النوعي لسائل الحفر الذي يجب ضخه قبل إجراء عملية فك الاستعصاء.

الحل:

الطلب الأول:

- ارتفاع عمود النفط يحسب كما يلي:

$$H_o = 1400 - 1100 + 100 = 400\text{m}$$

K - حجم النفط يحسب مع الأخذ بعين الاعتبار $1.1 =$

$$V_{oil} = \frac{\pi}{4} [(1,1 \cdot (0,3))^2 - (0,1397)^2] 400 = 24,6\text{m}^3$$

- حجم سائل الإزاحة يحسب كمايلي:

$$V_{fd} = \frac{\pi}{4} \cdot (0,1187)^2 \cdot 1400 = 15,5\text{m}^3$$

- حساب الضغوط:

- من الملاحظ أن النفط يصل إلى رأس الحفر قبل الانتهاء من ضخ كامل الكمية فإن ضغط المضخات الاعظمي يعطى كما يلي:

$$P_{\max} = 70 \cdot \frac{0,85}{1,4} + \frac{1400(1,4 - 0,85)}{10} = 119,5at$$

وفي لحظة وصول النفط إلى نقطة الاستعصاء فإن الضغط يساوي:

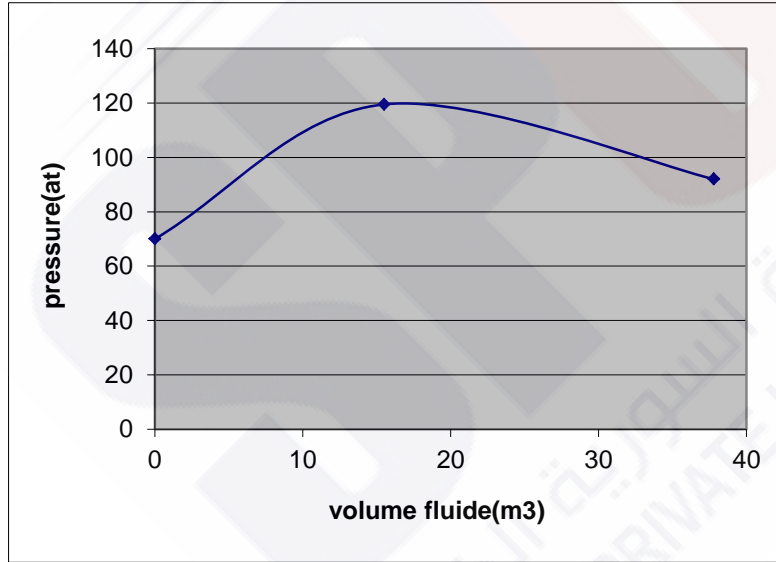
$$P = 70 + \frac{(1400 - 1000)(1,4 - 0,85)}{10} = 92at$$

$$t_{oil} = \frac{24,6 \cdot 10^3}{9} = 2733,33s = 45 \text{ min} \quad \text{- زمن ضخ النفط :}$$

$$t_{fd} = \frac{15,5 \cdot 10^3}{9} = 1722,22s = 28,7 \text{ min} \quad \text{- زمن ضخ سائل الإزاحة :}$$

$$t = 45 + 28,7 = 73,7 \text{ min} \quad \text{الزمن الإجمالي للعملية :}$$

والشكل البياني (4-2) يوضح تغير الضغط مع حجوم السوائل المحقونة أثناء اجراء الحمام



النفطي.

الشكل (4-2) يوضح تغير الضغط مع حجوم السوائل المحقونة

الطلب الثاني:

الضغط على قعر البئر بعد ضخ النفط وإزاحته إلى المكان المحدد هو:

$$P = \frac{(1800 - 400)1,4}{10} + \frac{400 \cdot 0,85}{10} = 230at$$

وبالتالي الضغط على قعر البئر أقل من ضغط الطبقة أي توجد إمكانية لحدوث اندفاع وخاصة بعد رفع مجموعة مواسير الحفر.

الوزن النوعي لسائل الحفر الذي يجب أن يضخ قبل النفط بحسب بالعلاقة (8-3) كمايلي:

$$\text{حجم} - \gamma'_f = \frac{10.240 + 1800.0,04 - 400.0,85 - (1800 - 1400)1,4}{1400 - 400} = 1,57 \text{ gr}_f / \text{cm}^3$$

سائل الحفر الذي يجب زيادة وزنه النوعي هو:

$$V_m = \frac{\pi}{4} (1,1.(0,3)^2 - (0,1397)^2) 100 = 55,5 \text{m}^3$$

- كمية الباراييت اللازمة لتثقيل سائل الحفر بفرض الوزن النوعي للباراييت هو (4,1 gr_f/cm³) تساوي:

$$m_B = \frac{1,57 - 1,40}{4,1 - 1,57} . 4,1 . 55500 = 15289 \text{Kg}_f = 15,3 \text{t}_f$$

$$V_B = \frac{15,3}{4,1} = 3,73 \text{m}^3 \text{ الزيادة في الحجم الناتجة عن إضافة الباراييت:}$$

الحجم الكلي للسائل المتقل: **55,5 + 3,73 = 59,23**

- الحجم الإجمالي للسوائل اللازمة لإتمام عملية الحمام النفطي:

$$\mathbf{V_{total} = 24,6 + 15,5 + 59,23 = 99,33 \text{m}^3}$$

- حساب الضغوط:

في بداية تنفيذ العملية أي عند ضخ السائل المتقل وفي لحظة وصوله إلى رأس الحفر فإن الضغط يأخذ القيمة:

$$P = 70 . \frac{1,57}{1,4} - \frac{1400(1,57 - 1,40)}{10} = 54,7 \text{at}$$

وعندما نبدأ بضخ النفط فإن السائل المتقل يكون ارتفع في الفراغ الحلقي المسافة التالية:

$$l = \frac{55,5 - 15,5}{0,0555} = 720 \text{m}$$

الضغط في بداية ضخ النفط:

$$P = 70 . \frac{1,57}{1,4} - \frac{(1400 - 720)(1,57 - 1,40)}{10} = 66,9 \text{at}$$

وعند وصول النفط على رأس الحفر فإن السائل المتقل سوف يزاح بالكامل إلى الفراغ الحلقي

ويشغل ارتفاعاً قدره (1000m) والضغط في هذه اللحظة يأخذ قيمته العظمى وهي:

$$\text{والضغط في} \quad P = 70 . \frac{0,85}{1,4} - \frac{1400.0,85}{10} + \frac{1000.1,57}{10} + \frac{400.1,4}{10} = 136,5 \text{at}$$

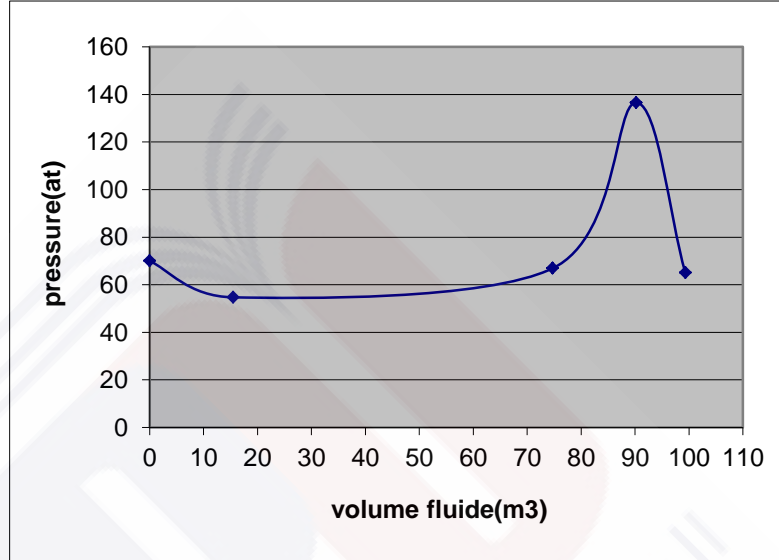
نهاية الحمام النفطي هو:

$$P = 70 - \frac{1400.1,4}{10} + \frac{1000.1,57}{10} + \frac{400.0,85}{10} = 65 \text{at}$$

$$t_{oil} = \frac{59,23 \cdot 10^3}{9} = 6581,11s = 109,6 \text{ min} \quad \text{- زمن ضخ السائل المثقل :}$$

الزمن الإجمالي للعملية: $t = 45 + 28,7 + 109,6 = 183,3 \text{ min}$

والشكل البياني (5-2) يوضح تغير الضغط مع حجوم السوائل المحقونة أثناء إجراء عملية الحمام النفطي.



الشكل البياني (5-2) يوضح تغير الضغط مع حجوم السوائل المحقونة