الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول

Faculty Of Petroleum Engineering

أهمية الإضافات الكيميائية في نجاح تحميض التلامس

The importance of chemical additives in success of acidizing stimulation

دراسة أعدت لنيل الإجازة في الهندسة البترولية

Study prepared for obtaining a Bachelor degree in Petroleum Engineering

إعداد الطالب : إشراف الأستاذ الدكتور:

بسام أيمن الشعار — أدمون سلوم

سمير عواد المحمد

محمود محمد فواز حجا

2016/2017

كلمة شكر

إلى [illegible] الذين [illegible] وقدموا [illegible] لإخراج [illegible] بالشكر [illegible] لاختيار [illegible] .

أود أن أتقدم بالشكر الجزيل والامتنان العميق لكل من ساهم في إنجاز هذا المشروع، سواء من قريب أو من بعيد، وأخص بالذكر :

أساتذة الدكتور أدمون سلوم

الذي أشرف على توجيهي في هذه المذكرة من البداية إلى النهاية، وكان خير مرشد وموجه لي في كل مرحلة من مراحل إعداد هذا العمل، بصبره وعلمه وتوجيهاته القيمة.

الفهرس

مقدمة 4

أهداف وأهمية المشروع 4

الفصل الأول: صناعة آبار المياه الجوفية في فلسطين 5

1-1 مقدمة 6

1-2 خصائص إنتاجية آبار المياه الجوفية 6

1-3 طرق الحفر وتصاميم الآبار ومعدل الضخ من البئر المولدة للمياه الجوفية 10

1-4 خصائص إنتاجية البئر المولدة للمياه 11

1-5 خصائص معدل الضخ من البئر أثناء إجراء اختبارات الضخ المولدة للمياه الجوفية 12

الفصل الثاني: طرق تحسين إنتاجية الآبار 15

2-1 المشاكل الصحية 16

2-2 المشاكل الكيميائية والبيولوجية المسببة لانسداد الآبار 17

2-3 تصنيف الطبقات الخازنة 19

2-4 تشقيق الهيدروليكي 21

الفصل الثالث: تحسين إنتاجية الآبار باستخدام المعالجة الحمضية

3-1 مقدمة 27

3-2 أنواع الحموض 27

3-3 الشروط التي يجب أن تحقق الحمض لكي تستخدم : 29

3-4 مبررات تطبيق نظرية التحريض (النظرية) 29
3-5 عوامل المؤثرة في تفاعل الحمض مع الصخر 30
3-6 المواد المضافة إلى سائل الحفر 36
3-7. أهداف عملية التحريض 42
3-8 المشاكل التي تواجه الحمض في الطبقة 44
3-9 طرق التحريض 46
3-10 إرجاع السائل المحرض من البئر 47
3-11 أسباب فشل عملية التحريض 47
4 الفصل الرابع: تقارير حقيقية عن عملية التحميض . 48
المصادر والمراجع 62

مقدمة:

يعد النفط، منذ اكتشافه وحتى يومنا هذا، مصدرًا للطاقة والمواد الخام التي لا غنى عنها في الحياة اليومية. فهو يدخل في صناعة كل شيء تقريبًا، من البلاستيك والأدوية إلى الأسمدة والوقود. ولا يمكن تخيل الحياة الحديثة بدونه. ومع ذلك، فإن استخراج النفط ومعالجته وتكريره يخلف وراءه كميات هائلة من المخلفات الصناعية التي تشكل تحديًا بيئيًا كبيرًا. هذه المخلفات، التي تُعرف بمخلفات النفط، تتكون من خليط معقد من الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية الأخرى. وتشكل هذه المخلفات خطرًا كبيرًا على البيئة والصحة العامة، خاصة في ظل التوسع الصناعي المتسارع الذي يشهده العالم.

الهدف من الدراسة :

1. دراسة المشاكل البيئية التي يمكن أن تتعرض لها الطبقات الصخرية المسامية أثناء عمليات الحفر على الآبار وطرق معالجة هذه المشاكل .
2. دراسة الطرق المستخدمة في عمليات إنعاش وتنشيط البئر .
3. دراسة على طريقة معالجة الطبقات الصخرية قبل حقن الحموض والحموض المستخدمة في المعالجة وتأثيراتها على النفاذية الابتدائية للطبقة من النفط .
4. دراسة تأثير المواد الكيميائية المضافة إلى السائل الحامض على النفاذية الابتدائية للطبقة ودورها في زيادة الإنتاجية للحمض في الطبقة .
5. دراسة حالات من المعالجات الحمضية التي تتم في الحقل حيث يتم حقن الحمض قبل آبار النفط في الحقل ولوقت محدد ومن ثم إنتاجها .

الفصل الأول :

إنتاج الآبار وانخفاض معدلات الإنتاج

Chapter 1:

Oil and Gas wells production rate reduction

1-1 مقدمة (Introduction):

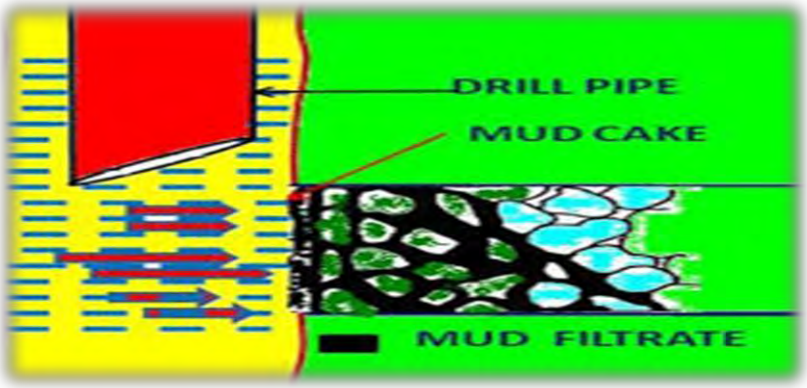
النفط هو أحد مصادر الطاقة المتجددة من حيث كونه منتج غير متجدد ، وهذا ما يجعل إنتاجه يتناقص مع مرور الزمن بغض النظر عن وجود مشكل أو أسباب تؤدي لذلك في سوريا تشير قدرة المنتج الإجمالي النفطي بحوالي ثلاثة آلاف برميل يومياً في عام 2000 بحوالي 600 ألف برميل يومياً في الأعوام الأخيرة قبل الأزمة . أما اليوم وبعد عدة سنوات من ابتداء الربيع العربي فقد أغلب الحقول النفطية وأصبح لا أحد يستطيع أن يتوقع شيئاً حول الإنتاج المستقبلي .

وبشكل عام ، يمكن القول أن هناك تناقص لمعدل الإنتاج من أي حقل نفطي مع مرور الزمن . وهذا التناقص يأخذ أشكال مختلفة ، التي يمكن تلافي هكذا نوع من المحدوديات لمعدل الإنتاج النفطي ولكن يمكن التحكم بمعدل التناقص ، بحيث يصبح الهدف من عملية التحكم هذه بمعدل التناقص هو الحفاظ على الإنتاج المستمر بالتدفق من الماء والغاز إلى البئر وحتى خروجه .

تكمن أهمية هذا الموضوع في تأثيره على الخواص الإنتاجية للمنطقة المجاورة للبئر ، حيث أن هذه المنطقة تشكل صلة الوصل بين الطبقة المنتجة والبئر ، حيث أن قيمة الإنتاجية تتوقف على سهولة مرور الموائع المسامات الطبقة ، وبمعنى آخر على نفوذيتها. من هنا تبرز أهمية الحفاظ على الخواص الإنتاجية لهذه المنطقة . وهذا يتطلب مراقبة تغير هذه الخواص وقياسها ، وذلك بالخيار الإجراء المناسب بعد معرفة الأسباب ، في حال سوء تناقص أسباب انخفاض وفي تطبيقات تنشيط إنتاجيتها الحالية البئر.

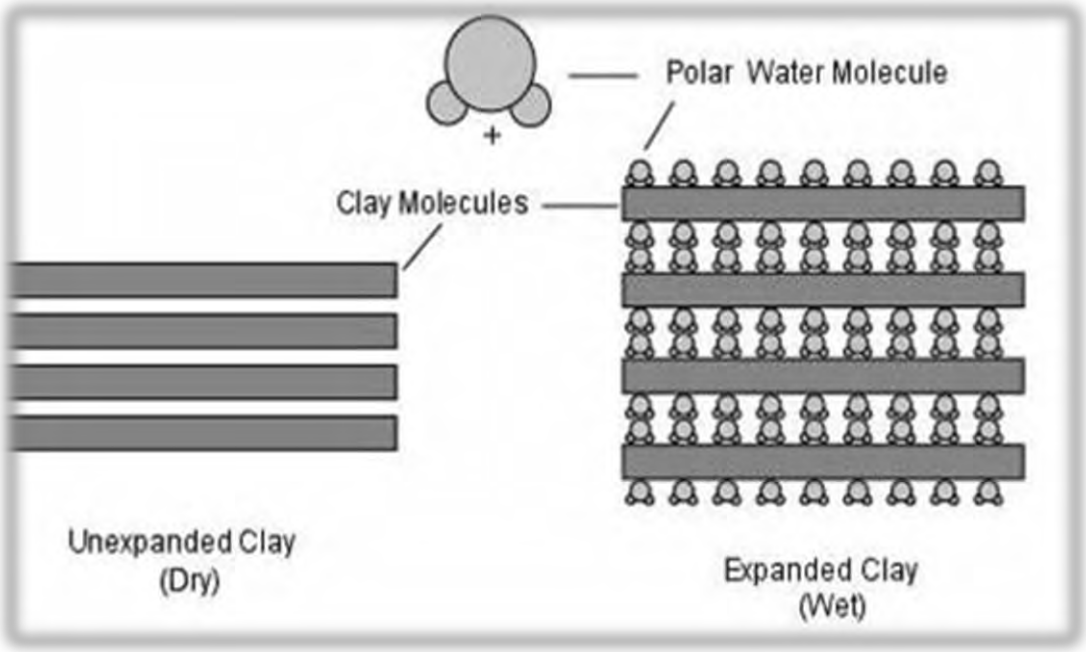
2-1 توصيف إنتاجية الآبار العمودية الحفر :

يشكل عكة الحفر قليل النفوذية الناتجة عن ترسب الطين والمواد الصلبة الموجودة في سائل الحفر على جدران البئر المقابلة للطبقة المنتجة ذات النفوذية العالية ، حيث أن الطور السائل من سائل الحفر يدخل مسامات الطبقة المنتجة ويترك المكونات الصلبة لسائل الحفر لترسب على جدران البئر مشكلة عكة الحفر كما في الشكل (1-1) الأمر الذي يقلل من معدل الإنتاج من الطبقة المنتجة.



الشكل (1-1) يشكل عكة الحفر

2- تتفاعل الحبيبات الغضارية لمعظم الطبقات مع الماء الموجود في الطبقة حيث أن هذا التفاعل يسبب انتفاخ وفتح فراغات الطبقة الغضارية وبالتالي تقوى على حمل الأحمال الواقعة عليها لذلك يستخدم الرمل كمادة مالئة لتحسين خواص الطبقة الغضارية لأن الرمل لا يتفاعل مع الماء ولا يتأثر بوجوده ، وبالتالي تقل الفراغات بين الحبيبات الغضارية ، وبالتالي تقل كمية الماء الموجودة بين الحبيبات الغضارية وبالتالي تقل قابلية الانتفاخ للطبقة الغضارية .



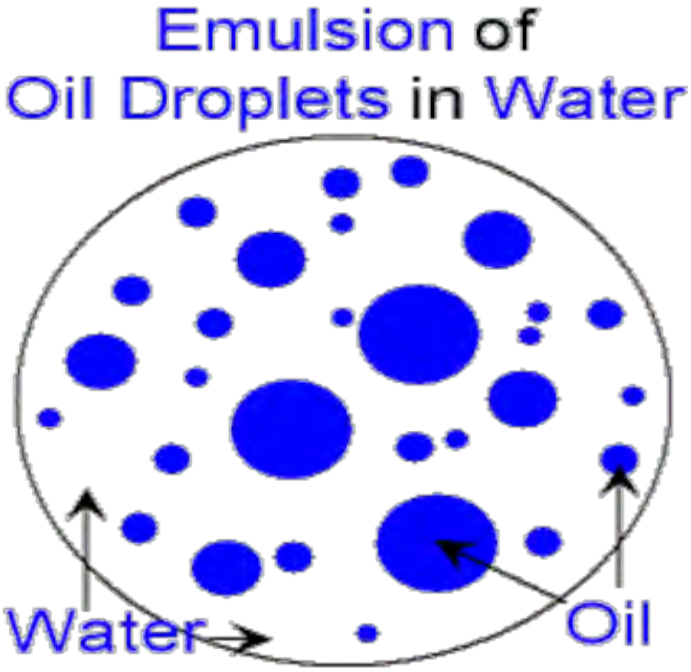
الشكل (1-3) تشتت جزيئات الطفل في الماء

3- يستخدم الرمل كمادة مالئة لتقليل نسبة الانكماش الناتجة عن فقدان الماء من الطبقة الغضارية حيث أن الرمل لا يتفاعل مع الماء ولا يتأثر بوجوده وبالتالي تقل نسبة الانكماش الناتجة عن فقدان الماء من الطبقة الغضارية .

4- يستخدم الرمل كمادة مالئة لتقليل نسبة الانتفاخ الناتجة عن تفاعل الماء مع الطبقة الغضارية وبالتالي تقل نسبة الانتفاخ الناتجة عن وجود الماء في الطبقة الغضارية .

5- تتكون الطبقة الغضارية من حبيبات صغيرة جدا ، وبالتالي تكون المسامية بين الحبيبات الغضارية صغيرة جدا ، وبالتالي تقل سرعة حركة الماء في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل نفاذية الطبقة الغضارية للماء ، وبالتالي تقل سرعة تسرب الماء في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل كمية الماء المتسربة في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل قابلية الطبقة الغضارية للانتفاخ ، وبالتالي تقل نسبة الانتفاخ الناتجة عن وجود الماء في الطبقة الغضارية .

6- تتكون الطبقة الغضارية من حبيبات صغيرة جدا ، وبالتالي تكون المسامية بين الحبيبات الغضارية صغيرة جدا ، وبالتالي تقل سرعة حركة الماء في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل نفاذية الطبقة الغضارية للماء ، وبالتالي تقل سرعة تسرب الماء في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل كمية الماء المتسربة في الطبقة الغضارية ، وبالتالي تقل قابلية الطبقة الغضارية للانتفاخ ، وبالتالي تقل نسبة الانتفاخ الناتجة عن وجود الماء في الطبقة الغضارية .



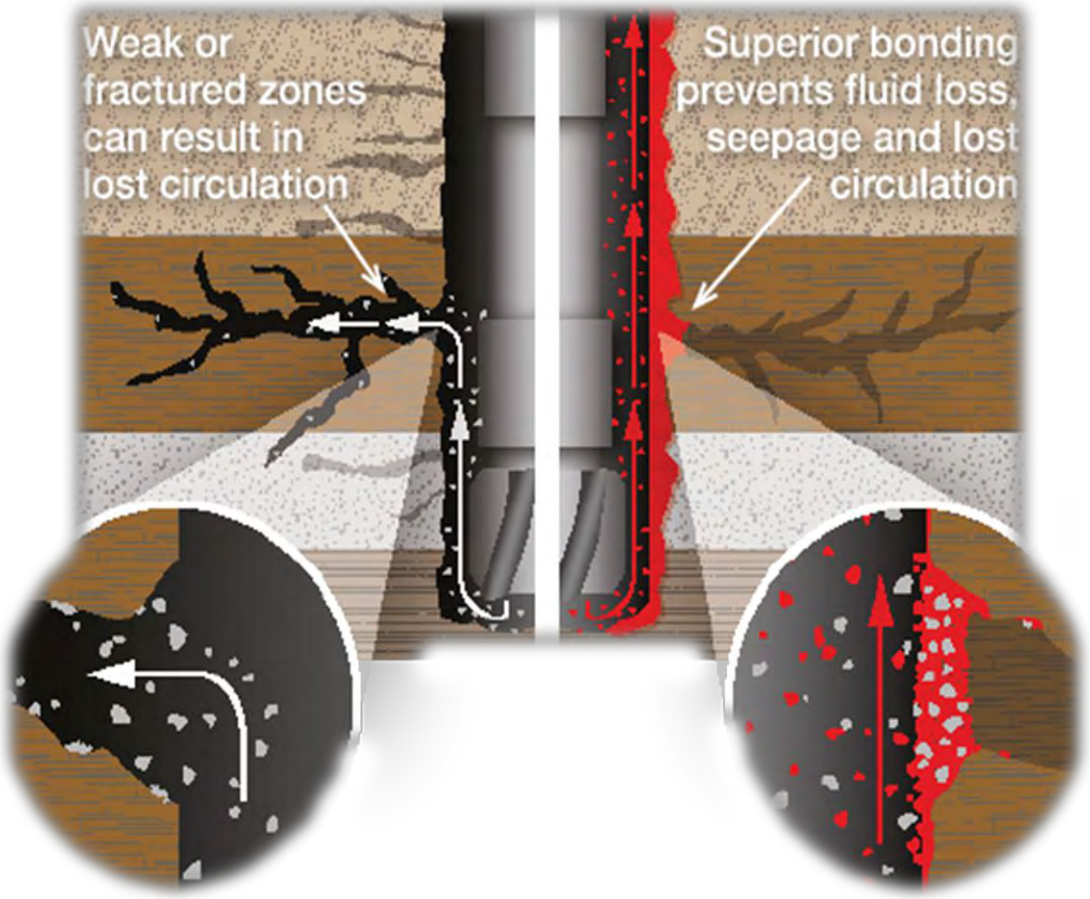
الشكل (1-3): تكوين مستحلب زيت في الماء

6- تشكل مادة طبية قطبية جزيئاتها مع جزيئات الماء روابط هيدروجينية وتزيد من قابليتها للذوبان في الماء.

7- أثناء عملية التخليق الكيميائي، يمكن أن تحتوي المنتجات النهائية على شوائب ناتجة عن تفاعلات جانبية غير مرغوب فيها أو مواد متبقية من المواد الأولية. يمكن أن تؤثر هذه الشوائب على جودة المنتج النهائي وسلامته، لذلك من الضروري إزالتها من خلال عمليات التنقية.

8- عند إضافة مادة صلبة إلى سائل، يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة في حجم السائل بسبب حجم المادة المضافة. هذا الارتفاع في مستوى السائل يحدث لأن المادة الصلبة تزيح كمية من السائل تساوي حجمها، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى السائل في الوعاء.

9- خاصية الكثافة في السوائل تشير إلى مدى تراص جزيئات السائل معًا في حجم معين. السائل الأكثر كثافة يحتوي على جزيئات أكثر تراصًا في نفس الحجم مقارنة بالسائل الأقل كثافة. عندما يتم إضافة سائل أقل كثافة إلى سائل أكثر كثافة، فإن السائل الأقل كثافة يطفو فوق السائل الأكثر كثافة بسبب قوة الطفو التي تؤثر عليه. (الشكل 4-1).



الشكل (4-1)

تسرب السوائل الحافرة في طبقة

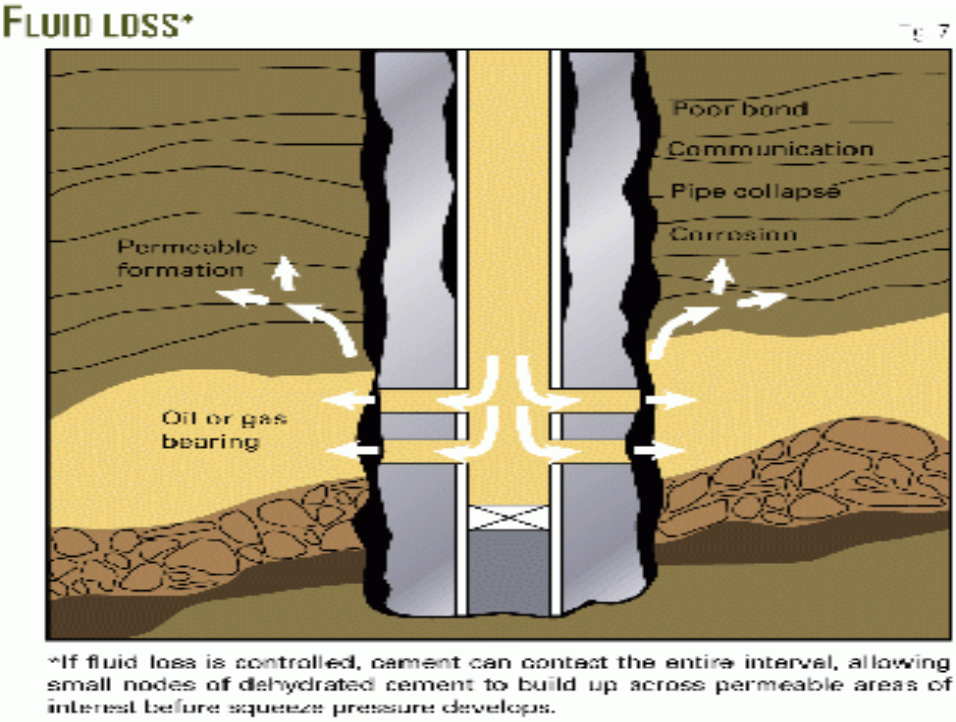
1- حدوث الطبقات المفككة وعدم تماسكها وانزلاق جزء من البئر على السطوح الضعيفة:

تحدث الطبقات المفككة عن تأثير قوى الاحتكاك بين السوائل الحافرة المتحركة والطبقات المفككة :

1. تآكل جدران البئر بفعل السوائل الحافرة المتحركة بسرعة عالية وخاصة في الزوايا الداخلية للبئر .

2. دخول الطين المتآكل من جدران البئر إلى السوائل الحافرة وإحداث زيادة في كثافتها ولزوجتها مما يؤدي إلى صعوبة التحكم بخواص السوائل الحافرة .

3. تراكم الطين المتآكل من جدران البئر في الزوايا الداخلية للبئر كما في الشكل (5-1)



الشكل (1-5)

خروج السائل الإسمنتي في الطبقة

2- الخصائص الإنتاجية للبئر :

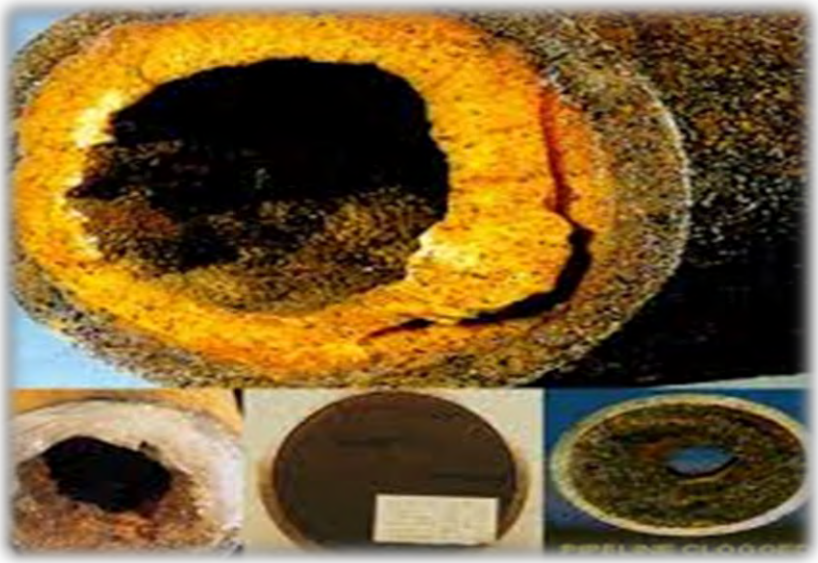
1- تحتاج عملية تحضير البئر للإنتاج إلى عملية تكسير الطبقة المنتجة للنفط، حيث يتم ضخ سائل التكسير بسرعة أكبر من سرعة امتصاص الطبقة له، وبالتالي يحدث تشقق في الطبقة، حيث يتم وضع مادة الحصى في هذه التشققات لمنع انغلاقها بعد انتهاء عملية التكسير، وتسمى هذه العملية بالتدعيم، وذلك لتسهيل عملية تدفق النفط من الطبقة المنتجة إلى البئر ومن ثم إلى السطح.

2- عند دخول النفط إلى البئر فإنه يحمل معه كميات من الرمال الناعمة، وبالتالي فإن هذه الرمال تسبب تآكل في المعدات الموجودة في البئر، وبالتالي تؤدي إلى انسداد البئر، لذلك يتم فصل الرمال عن النفط قبل ضخه إلى السطح.

3- عند ضخ النفط من الطبقة المنتجة إلى البئر فإنه يحمل معه كميات من الغاز، وبالتالي فإن ضخ النفط مع الغاز يؤدي إلى انخفاض الضغط في الطبقة المنتجة، لذلك يتم فصل الغاز عن النفط قبل ضخه إلى السطح.

4- تحتاج عملية ضخ النفط من البئر إلى السطح إلى طاقة كبيرة، وبالتالي فإن هذه العملية تحتاج إلى تكاليف كبيرة، لذلك يتم ضخ النفط من البئر إلى السطح بسرعة أقل من السرعة القصوى للبئر، وذلك لتقليل التكاليف.

5- أخيراً يتم تقييم الطبقة المنتجة وعمل تقارير دورية عن حالة البئر والطبقة المنتجة.



الشكل (6-11) رسوبيات الفلوي نات خلال البئر في المنطقة المجاورة

6-5 بعض المشاكل التي تواجه أثناء إجراء عملية الحفر في البئر:

إن تضرر الطبقة المنتجة أثناء عملية الحفر الطبقة الفعالة والغازية التي تشق – التي تحتوي النفط والغاز – حقن الماء والبترول – حقن الغازات – حقن المواد الكيميائية ..... (التي تستخدم في عملية الحفر أو التي تتفاعل مع الطبقة المنتجة ، مؤدية إلى انخفاض نفاذية الطبقة المنتجة وتغيرها ، ويؤدي هذا إلى انخفاض إنتاجية البئر كما في الحالات التالية :

1. عدم إجراء عملية التحضير المناسبة للطبقات المنتجة قبل عملية الحفر مما يستدعي إلى استخدام محاليل حمضية ذات تركيز عالي لإزالة الكلس الذي يغلق مسامات الطبقة المنتجة ، وقد يؤدي هذا إلى تخريب الطبقة المنتجة بسبب عدم توافق المحاليل الحمضية مع الطبقة المنتجة ، ومن هذه المشاكل :

- ترسبات الكبريتات الناتجة عن تفاعل الحمض مع الكبريتات الموجودة في الطبقة المنتجة على شكل جص ($CaSO_4.H_2O$) أو أنهيدريت ($CaSO_4$) وذلك حسب درجة حرارة الطبقة .
- ترسبات هيدروكسيد الحديد ($Fe(OH)_3$) وهيدروكسيد الألمنيوم ($Al(OH)_3$) .
- ترسبات السيليكات .

كما أن الحمض بعد زمن التعادلي تصرف الماء حيث يؤدي الانفاخ الجيبات الغضروفية تشغل هذه الجيبات جزء من القنوات المسامية.

كما أن الحمض بعد زمن التعادلي تصرف الماء حيث يؤدي الانفاخ الجيبات الغضروفية تشغل هذه الجيبات جزء من القنوات المسامية. ومن الحيوية أخرى تنتج عن تفاعل الحمض مع الفحم أحماض قوية غير متوازنة تتوضع على المسامات وقنوات البطقة مقللة من نفوذيتها ، أما تفاعل الحمض مع عضل الشوارد الموجود في مياه البطقة يؤدي لحدوث رسوبات مثل آزوتات الحديد والألمنيوم وأوكسيدات البراوم .

2. عند إجراء عملية تشقيق البولي كيلوطبقات لانتاج قطع حساسة في إنتاجها وكانت الشروط غير مدروسة بشكل جيد فأن ذلك يعود بالضرر على إنتاجية البطقة من العوائق من الأسباب التالية :

- تشكل سدادة من الجير انوتخرج من الإنتاجية البئر من الخيار الخاطئ لحجم أو نوع أوتالي الجيبات مما تستخدم الحفاظ على الشقوق مفتوحة حيث تشكون أقطار هذه الجيبات أكبر أو أصغر بكثير من قطر الشق المحدث .

تشكل مسحلب استعاق جيان لعوائق إنتاجية البئر تتيجة الخيار الخاطئ لسائل التشقيق .

- انتفاخ أوان الالحيبات الصلبة تستخدم الحفاظ على الشقوق مفتوحة نتيجة تأثر بعض أنواع التشقيق أو السوائل الموجودة في البطقة .

إن حقن المياه في المكمن بغية دعم ضغط البطقي والحفاظ عليه، قد يكون له آثار تعكس سلباً على فوذية البطقة انتاجيتها في حال تم الماء بدون دراسة دقيقة لمواصفاتها وكيمياء الشوارد التي تحويها والتي تؤدي تفاعلها مع الصخر ولمياه البطقية الموجودة لمشاكل البطقة إلى ترسبات استعاقية إلى انسداد البئر كما تؤدي الانفاخ الغضاري في حال وجود في البطقة نتيجة امتصاص للماء.

4. أن الخيار غير الصحيح لمواصفات الزلايا وقت التوقيف يمكن أن يؤثر عكسياً ، وذلك إذا لم تتم مراعاة تدريجي بالصخر ونوع الفطوم الموحة لمياه المرافقة ، حيث يمكن أن ترسب وتخفض من حجم فراغات في البطقة ، كما أن هاي يمكن أن تتقوى بدور عكسي يسيء لمرور الماء أو الغاز إلى البئر بدلا من فط .

مما سبق يمكن القول، بأن طبقات الانتاجة عرضة للتلوث ، والتي تقلص انفوذيتها وبالتالي تخفض من معدل الإنتاج من آبار . ولذلك يتوجب على مهندس البترول ، أن يتعامل بدقة على تشخيص الأسباب التي تؤدي للتلوث ، واقتراح الحلول المعالجة التي سنستعرض أهدافها في الفصول القادمة .

الفصل الثاني :

طرق تحسين إنتاجية الآبار

Chapter 2:

Wells production enhancement methods

2-1 المعالجة الحمضية :

يعتبر التحميض من الطرق الشائعة المتبعة في تحسين إنتاجية الطبقة من خلال حقن الحمض عن طريق أنابيب الإنتاج إلى الطبقة المنتجة للنفط والغاز مما يؤدي إلى إذابة الصخور الكربونية في الطبقة ولزيادة مسامات وتشققات الطبقة المنتجة وبالتالي توسيع مسارات جريان السوائل (الشكل 2-1). يرتبط نجاح المعالجة الحمضية بعوامل عديدة أهمها اختيار الحمض المناسب والتركيز المناسب له وكذلك ربطه بالمواد المضافة له لمنع تآكل أنابيب الإنتاج وكذلك منع تكون الرواسب الناتجة عن تفاعل الحمض مع الصخر . من الجدير بالذكر أنه يجب مراعاة ضغط التحميض بحيث يكون أقل من ضغط تشقق الصخر الطبقي وإلا فإن الحمض سيتسرب إلى الطبقات المجاورة وبالتالي تقل كفاءة المعالجة الحمضية .



الشكل (2-1):

توسيع مسارات السوائل في الصخر المكمن بالتحميض

2-المعالجة الكيميائية والحرارية للطبقات المنتجة:

2-2-1مبدأ المعالجة الكيميائية والحرارية للطبقات المنتجة:

تجمع هذه الطريقة في معالجتها للطبقات بين المعالجة الميكانيكية التي تعرض (والمعالجة الحرارية، وذلك برفع درجة الحرارة عن درجة تلدين الطبقة المنتجة ، وهو يؤدي إلى زيادة في الطبقة الحامضية على الخرسانة ، وكذلك على المواد المضافة في مسلماته .

إن درجة الحرارة تؤدي دوراً في تفاعل الحامض مع الطبقة ومن جهة أخرى تؤدي إلى انصهار البلورات التي تسرب في مسامات الطبقة جوار جدران البئر. من أجل رفع درجة الحرارة في الطبقة المراد معالجتها بالحامض يتم إضافة بعض المركبات التي تتفاعل مع الحموض وتطلق كمية كبيرة من الحرارة،و من هذه المواد :

الصوديوم (أو البوتاسيوم) والمغنيزيوم (– ألمنيوم) AL (والمغنيزيوم Mg .

2-2-2طرق المعالجة الكيميائية والحرارية:

1.المعالجة الكيميائية والحرارية في البئر :

وفي هذا الوضع يتم ضخ الحامض من جهاز خاص ينزل في البئر، ومن ثم يتم تحقن الحلول الحامض المكونة من الماء Hcl إلى التشكيلات داخل البئر وفق الطبقة المنتجة يتم ضخ الحامض بأكبر معدل ممكن، وذلك إلى أقصى زمن تلامسه مع المعدات الموجودة في البئر. تنفذ طريقة المعالجة الكيميائية والحرارية بإحدى الطرق التالية :

أ المعالجة الكيميائية والحرارية الفاعلية:

وفق هذه الطريقة يتم استهلاك الحامض الذي في الجهاز الحاوي على المغنيزيوم ، والهدف منها رفع درجة الحرارة في البئر عند مستوى الطبقة المنتجة ، حيث يتم سحق من الحرارة المتولدة)40%(على الطبقة المسفدة من تجاور البئر يتم الحد على كمية الحرارة الناتجة عن التفاعل وعلى القيمة التي تصل خورل الحرارة .

تساعد هذه الطريقة إلى إذابة الترسبات الموضوعة داخل البئر وكذلك في الطبقة بجوار البئر وتقلل من لزوجة الفط في المنطقة المجاورة للبئر ،والتالي تزيد من حركية السائل التي هي عبارة عن النسبة بين النفوذية الفعلية للطبقة على لزوجة الفط)K/ µ(.

تتم هذه الطريقة المعالجة بتنظيف البئر من الترسبات والشقوق ورفع الجهاز الذي يحوي على المغنيزيوم .

ب المعالجة كيميائية حرارية لتصفية المحاليل:

وهي عبارة عن الجمع بين الطريقتين ، حيث أن المعالجة الكيميائية الحرارية تُجرى بهدف تنظيف قاع البئر ، وكذلك جدران الطبقة المنتجة وإزالة الترسبات ، أما عملية التصفية فتهدف إلى إزالة الطبقة الرسوبية المكونة على سطح المرشح الذي سيدخل إلى الطبقة التي جب تنظيف البئر منها وتأتي عملية المعالجة الكيميائية الحرارية .

ج المعالجة الحرارية :

وهي شبيهة للطريقة السابقة من حيث جمع المحاليل والمعالجة الحرارية ، لكنها تهدف إلى إنقاص زمن المعالجة ، ولهذا فإن زمن المحلول في جهاز الحاوي على المغنيزيوم يظهر حيث يبقى في الأبعاد خروجه من الجهاز ، أي لا يستهلك بالكامل بتفاعل مع المغنيزيوم بل يبقى قادراً على التفاعل في الطبقة كيميائياً بالكيلوناتيد من نفوذيتها من الوسع قنوات حيث انخفاض في الطبقة .

د المعالجة كيميائية حرارية في الطبقة:

تتفاعل جيبات المغنيزيوم إلى الطبقة تتجمع قبل نزول المحلول الذي يتفاعل مع المغنيزيوم والخارج أبعاد جيبات المغنيزيوم جب تشكون أقل من قطر فراغات في الطبقة , يتم إدخال هذه الطبقة بواسطة أنبوب تعلق حيث تسع من المغنيزيوم بتركيز ما بين (20-50 Kg) لكل متر واحد من سطح هذه الطبقة وفق المراحل التالية:

1. يضخ الماء في البئر .

2. يضخ المحلول الذي يحوي جيبات المغنيزيوم مع قليل من الماء ، فإن المولي التفاعل يتم على سطح الطبقة .

3. تضخ كمية من الماء لغسل المحلول .

4. يضخ المحلول الحمضي .

5. يضخ الماء بحجم مواسير الإنتاج وحجم الفراغ في الطبقة المنتجة لتأمين دخول المحلول الحمضي في الطبقة .

6. يغلق البئر فترة محددة يتم خلالها تفاعل المحلول الحمضي من جهة وكل من جيبات المغنيزيوم والخارج من جهة ثانية بعد فتح البئر وتوضع مجدداً في الإنتاج .

7. يغلق البئر فترة محددة يتم من خلالها تفاعل الماء المحلول الحمضي من جهة وكل من جيبات المغنيزيوم والخارج من جهة ثانية بعد فتح البئر وتوضع مجدداً في الإنتاج .

يتم اختيار آلية العمل المناسبة لعمق حوالي (1000 m) لمعالجة هذا الطريق الذي موحر راي تشكل خاص ، حيث تتوفر شروط ضغط عالية في الطبقة المنتجة داخل البئر أو حتى داخل الطبقة المجاورة للبئر .

2- تحفيز الطبقات الخازنة:

عند امتلاك الطبقات المنتجة قوة فلترة منخفضة وذوات تفويق قليل يمكن زيادة نفوذية هذه الطبقة .

تعتمد هذه الطريقة على تفجير كمية معينة من المواد المتفجرة عند قرب البئر مقابل الطبقة المنتجة والذي يؤدي إلى إحداث شقوق عديدة في الطبقة المجاورة للبئر مشكلة قنوات لجريان النفط باتجاه البئر .

يمكن تلخيص أثر هذه الطريقة على الشكل التالي :

تزداد نفوذية الطبقة فإن المواد المتفجرة تحول بكامله أو بشكل مفاجئ من الحالة الصلبة أي الأساسية إلى الحالة الغازية وتحت ضغط شديد وكذلك درجة الحرارة التي تتشكل بها جوار جهاز التفجير من طبقة شديدة بالغازات تحت ضغط وتسخن تحاول أن تشغل حجما أكبر من حجمها لأن الطبقة كانت قوية جدا .

كذلك تتزايد نفوذية الطبقة فإن الصخور المحيطة تتعرض لصدمة عنيفة ولموجات اهتزازية عنيفة تؤدي ذات شدة لتبريقات وزعزعة في بنية الصخور وتحدث تجزئ للصخور المجاورة للبئر مؤدية إلى تحسين الطبقة أمام فتحات البئر .

وبدعم تشكل الطبقة المتصدعة فإن الغازات تتوافق ضغط شكلي ريتية تتمدد وتلي فإن حجمها يزداد ودخولها في الصخر يؤدي إلى اهتزاز الصخر وقد تصل حتى عشرة أمتار .

طريقة التفجير هذه ذات فائدة في تجديد الطبقات المنتجة ذوات الفلترة القليلة التي تحوي من الطبقة ذوات الضغط العالي النفط لكنها غير متصلة مع البئر .

المواد المتفجرة الخاصة التي تستخدم في التفجير لذلك تتألف من أنبوب معدني أسطواني الشكل وصاعق في وسط هذا من المواد المتفجرة . يمكن أن يتم تشغيل الصاعق كهربائيا عن طريق الكبل الذي ينزل بواسطته الجهاز في البئر استعمال مبدأ النبض الموقوت حيث أن التفجير يحدث بعد زمن يحدد على السطح.

إن المواد المتفجرة المستخدمة في طريقة التجريب يجب أن تحقق المتطلبات التالية :

1. أن تطلق كمية كبيرة من الطاقة عند التفجير.
2. أن لا تتأثر بالمياه.
3. أن تكون ذات استطاعة كبيرة أي استعمال حجم صغير من المتفجرات ولد طاقة كبيرة عند التفجير

4. أن تتسبب درجة أفضل في الشكل الخطورة عن الطريقة التي هو تخزين .

لكمية لمواد لتفجر لمعالجة لطبقة لتي تتمدد على لمواد لتالية :

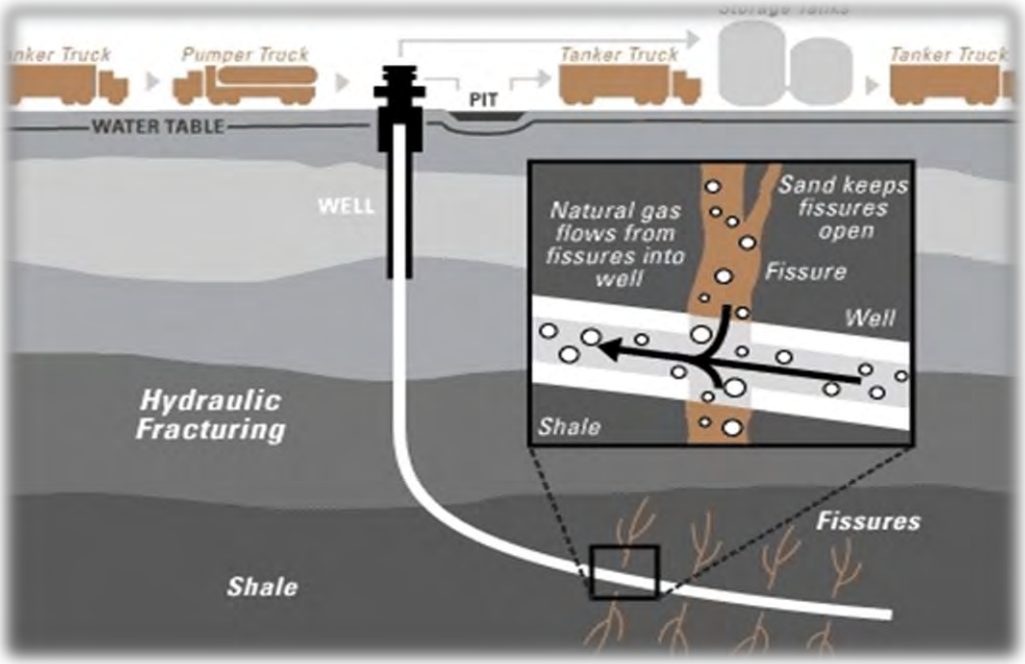
1. لطرائق لبئر لذي سيوفر مواد لتي تغلي لإنتاجية .

2. أبعاد لمنطقة لمراد معالجة هذه الطريقة .

3. خواص لمواد لتفجر .

4. خواص لصخور لمعرضة لتأثيرات لتفجر.

2. لتشققي لهيدروليكي:



لشكل (2-2):

عملية لتشقيق لهيدروليكي

تعتبر هذه لطريقة من أحدث لطرائق لتي تستخدم في لآبار لتي تنتج من لصخر لزيتي أو لغازي لتي تحتوي على نسبة قليلة من لنفاذية لتي تجعل لبئر ألكبر من لضغط لطبيعي لتكوين لطبقة لتي حدث لتصدع لصخور لطبقة لتشققي لهيدروليكي لمجاورة لبئر لتي تقوم بإنتاج لغاز لطبيعي من لطبقة لتي يوجد لتشقق لهيدروليكي

2-4-1 العوامل التي تؤثر على اختيار سائل التشحيم المناسب :

هناك عدة عوامل يعتمد عليها في اختيار سائل التشحيم المناسب:

1- لزوجة سائل التشحيم ومواد الحفاظ على السائل.

2- ضغط التشحيم.

3- سرعة ضخ السائل.

هناك أيضا عوامل خاصة بطريقة المعالجة :

وهي تعتمد على الخواص الفيزيائية لطريقة مثل الفولاذية القاسية ، درجة التماس ، وجود التشحيم ، وسماكة المعالجة وبطبيعة الموقع الموجود فيه الطبقة .

2-4-2 السوائل المستعملة في التشحيم :

1- السوائل ذات الأساس البترولي .

2- السوائل ذات الأساس المائي.

3- السوائل الصلبة.

خلال عملية التشحيم يجب أن تراعى الزوجة السائل التشحيم .

حيث أن التآكل يبدأ التشحيم عند التصاق بعض نوعان السوائل ففي بداية يستعمل سائل ذو لزوجة قليلة كي يتمكن من إحداث التشحيم وبعد ذلك يستعمل سائل ذو لزوجة التي تحقق الحماية التشحيم .

أهم الدور الذي يلعبه السائل هو أبعاد التشحيم وتحاول تبريد الأجزاء المتلامسة وتحمي السطح من التآكل وتعمل على إزالة الشحوم والأوساخ من على السطح وكذلك تبريد الأجزاء المتلامسة وهي أكبر مشكلة من مشاكل التشحيم هو ارتفاع درجة الحرارة بين السطحين المتلامسين وكذلك اللزوجة.

2-4-3 مجال استخدام طريقة التشحيم وبالسوائل :

تستخدم طريقة التشحيم بالسوائل في :

1- آلات التي تخترق مجموعة طبقات نتيجة التحويل في حيث تتحول على المياه أو الغازات في حال احتواء الطبقة على بعض الغازي ومياه طبقي يجب أن يختار المجال الذي يعزل التشحيم بحيث يبقى بعيدا عن الآلة بعيدا عن كل من الغازات أو المياه الطبقية .

2آلبارالتيتكونفيهامواسرالتغليفذاتمقاومةكبيرة .

3آلبارالحديثة)لمينتجمنهاعدد (ولتيالحظشأناءاخرقالطبقاتلنتجةأن نفونيقليلة .

4آلبارالتيتعطيمردوداقيالعندوضعفيالانتاجمقارنةمعآلبارالمجاورةأوفي حالعدمتمكنمنوضعهايالانتاجبختلفالطرقاألخرى.

2-4-4حضرآلبارالتشقيقيةهيولوجيكي :

1يراسمعدلإنتاجالبئرفيضغطداخلهاعندمستوىالطبقةلنتجة .

2فحصعربلبئرتوقيفهمعجدرانبلبئرمقابلالطبقةعندوجودتسباتأوجباتر طبية .

3فحصمواسيرالتغليفالتأكدمن الحيتهاوإمكاريةلنزالمواسيرلحقنمالكحتى مستوىالطبقة .

4فحصرصواسيرلحقنتوقيفهامن لداخل .

5فحصرأسلحقنوتجيبعضغطيساويضغطلحقن .

6عندعدمتوفرالمعلوماتعنطاعةالطبقةلبلسائليجريفيبدايةحقنلتأكد منقابليتها .

2-4-5مراحلإجراءعمليةالتشقيقيةهيولوجيكيفيالوقعلعلى :

1قياسالضغطالتشقيقيقبلضغطألعظميلجهازلحقنحتىتصدعلطقةوتحدثلحقن.

2حقنسائلالتشقيقيمعالحباتلولياتلحفاظعلىالشقوقباستعمالضغطألعظمي أيضاوبدونانقطاعمعمعدلمساويعلىالأقلالمعدلذيحقنبهسائلالتشقيقيلخلي من الرمليثنتائجفيبذلتوضعالرملعلىقعرالبئروالتيإعادتنسدالشقوقبعدسحب السوائلمن لطبقة .

3قياسالضغطالنهائيمنالضغط.

4قياسمحلولالمزوجقبلضغطألعظميلجهازلحقن .

5قياسالمسافةمنلسائلالمتبقيفيلحجملداخليبمواسيرلحقنوحجمبلبئر لقابلطبقةلنتجةلتأكدمندخولسائلالتشقيقيفيالطبقة .

6.إالقالبئروتركهاتحتضغطتركهالزمنيتراوحبينيومين .

تعني انخفاض في معدل التدفق عبر الغشاء الراشح بسبب تراكم المواد المرفوضة على سطح الغشاء الراشح. يمكن أن يحدث هذا الانسداد بسبب تراكم الجسيمات الصلبة أو الأملاح المترسبة على سطح الغشاء الراشح. يمكن أن يؤدي انسداد الغشاء الراشح إلى انخفاض كفاءة عملية المعالجة وزيادة تكاليف التشغيل والصيانة.

الفصل الثالث :

تحسين إنتاجية البئر

بالتحميض بمستحلب

الحمضية العضوية

Chapter 3:

Acidizing

Stimulation

3-1.مقدمة (Introduction):

إن تناقص الكميات المكتشفة من النفط الخفيف بشكل مستمر مع مرور الزمن ، وبالتالي انخفاض هذه الإنتاجية لعدد من الآبار أو مناطق النفوذية الخازنة .

ولزيادة إنتاجية الآبار تستخدم عدة طرق لزيادة النفوذية الطبقية الناتجة وخاصة لمناطق الحوض بالقرب من البئر ، والتي تتعرض لتلوث الذي يسبب بنقصان النفوذية بشكل أكبر من غيرها من المناطق .

وتعد عملية التحميض من أقدم و أهم الطرق المستخدمة حيث تحسن الإنتاجية من الطبقات الحاملة للنفط وقد بدأ تطبيق هذه الطريقة منذ عام (1930) حيث عولجت الطبقات الحاملة بمحمض مركز إلى عميق عن طريق إذابة بعض المعادن ، وكذلك أثر على إسفنجية الطبقات الصخرية .

أما استخدام الحمض لتنظيف جدران البئر من آثار السوائل الحافرة والمواد الدخيلة الأخرى الموضوعة على الجدران فقد طبق منذ عام (1891) .

3-2أنواع الحموض :

يوجد أربعة أنواع رئيسية من الحموض التي تستعمل في عملية التحميض الطبقات و هي :

1.حمض كلور الماءHCL:

هو سائل مخرش يؤثر على الجلد لدى ملامسته معه ويتفاعل معه ، ويؤثر أيضاً على الأغشية المخاطية عن استنشاقه ،لذلك يجب التقيد بشروط السلامة العامة عند التعامل مع هذا الحمض ، وهو يتفاعل مع الصخور الكربونية ومع المواد الطينية بين الحبيبات الحاملة في الصخور الرملية ويعطي أملاحاً تنحل في الماء أو كلور الكالسيوم وكلور المغنزيوم (وغازثاني أكسيد الكربون والماء.

ويتراوح تركيز هذا الحمض التجاري بين 30-34% يستخدم في المنطقات الحمضية بتواكيز مختلفة وهو يعبأ في عبوات بلاستيكية محكم الإقفال يحوي على شوائب أهمها الأشياء الحديد – حمض الكبريت – الأشياء الكبريتية .

2.حمض فلور الماءHF:

و سائل سام مخرش يجب التعامل معه وفق شروط السلامة المهنية ، وهو يتفاعل مع الإسمنت والكربونات ، إلا أنه يتفاعل مع الكربونات تفاعلاً بطيئاً وفلور الكالسيوم يترسب هذا الحمض التجاري) 38-40% (يستعمل أساسياً لتحميض الصخور الرملية ، ويمكن مزجه مع حمض كلور الماء لكي يشكل حمض الطفلة أو يمزج مع الحمض العضوي مثل حمض الخل أو حمض النمل.

3. الحموض العضوية :

تستخدم في آبار الإيقاف ذات الحرارة العالية التحريضية وفي هذه الطبقات ،نظراً لأن سرعة تفاعلها مع الكربونات أقل من سرعة الحموض العضوية و أهم هذه الحموض حمض الخل هو حمض لخل وحمض لنمل ومن المعروف أن الحموض العضوية أضعف من الحموض المعدنية وتفاعلها ببطء لكبير وتظهر آثارها على المعدات.

4. الحموض المركبة :

يمكن خلط ومزج حمض الكبريت مع الحموض العضوية بهدف إطالة زمن التفاعل وذلك في الطبقات ذات درجات الحرارة العالية كحمض الخل أو حمض النمل للحصول على حمض بطيء التفاعل (مثبط) يدخل في الطبقة ويتفاعل مع بطء عند مزج الحموض من المعلومات المتوافرة لدينا يشكل الحموض المثبطة ، وذلك من أجل اختراق أعمق للطبقات الحاوية على الحجارة الجيرية.

ويعرف الحمض المثبط :بأنه حمض ذو صفات فيزيائية ميكانيكية وتركيز معين من الحمض بحيث لا يزيد من أطوال الشقوق الناتجة عن الضغط لكسر لتحقيق عمق اختراق أكبر.

3-3 الشروط التي يجب أن تحقق ها الحمض لكي تستخدم :

1. أن يتفاعل مع المعادن أو مع المكونات الأخرى أو مع السوائل بشكل يؤدي إلى زيادة.
2. أن التفاعل بشدة مع الجزء المراد تحريكه إلى حين وصوله إلى آلية الضخ.
3. أن يكون سهل التداول وتكلفته معقولة.

4-3 متطلبات تطبيق هذه الطريقة (التحميض) :

1. أن تظهر الشروخ الموجودة على جدران البئر قبل الطبقة المنتجة ،أو تحدث لتتوضع في القنوات التي تجري خلالها الموائع.
2. تسمية مساحات الصخور بجوار جدران البئر.
3. تسمية تقنية الشقوق الموجودة في الصخور.
4. تشكيل قنوات جديدة في الطبقة المنتجة وذات عمق يكفي لاتصال البئر بالطبقة المشبعة النفط.
5. تسمية عمق طرال البئر.
6. تنظيف المنطقة المحيطة بقاع البئر.

3-5 العوامل المؤثرة على فاعلية الحمض مع الصخر:

إن معرفة العوامل المؤثرة على فاعلية المحاليل الحمضية في إزالة الصخر الخازني يمكن أن يساهم في اختيار نوع الحمض والمواد المضافة التي تحقق أفضل نتائج ممكنة. وهنا عدد من العوامل الأساسية المؤثرة على فاعلية الحمض والصخر :

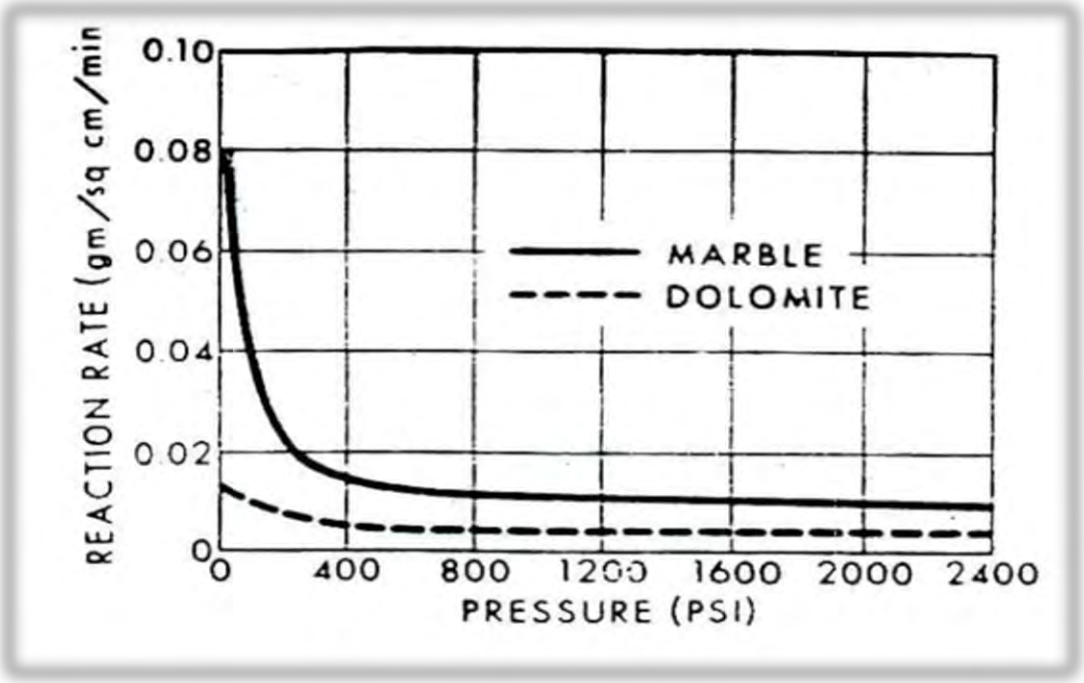
أ- الضغط:

إن سرعة تفاعل الحمض والصخور الكربوناتية تزداد مع زيادة الضغط ويمكن توضيح ذلك بالتفاعل التالي:

$$Ca\,CO_3 + 2Hcl \leftrightarrow Ca\,cl_2 + H_2\,CO_3$$

$$H_2\,CO_3 \leftrightarrow CO_2 + H_2O$$

إن تفاعل المواد الناتجة في حالة ثنائي أكسيد الكربون غازاً يزداد بازدياد الضغط أما عند حل ثنائي أكسيد الكربون في الماء الناتج من تفاعل الحمض مع الصخر أي في حالة ثنائي أكسيد الكربون والماء وغاز ثنائي أكسيد الكربون في حل فيزيائي وتزداد انحلالية ثنائي أكسيد الكربون بازدياد الضغط وبالتالي تتسارع سرعة التفاعل بازدياد الضغط .



الشكل (3-1):

العلاقة بين سرعة التفاعل والضغط

2. الحرارة :

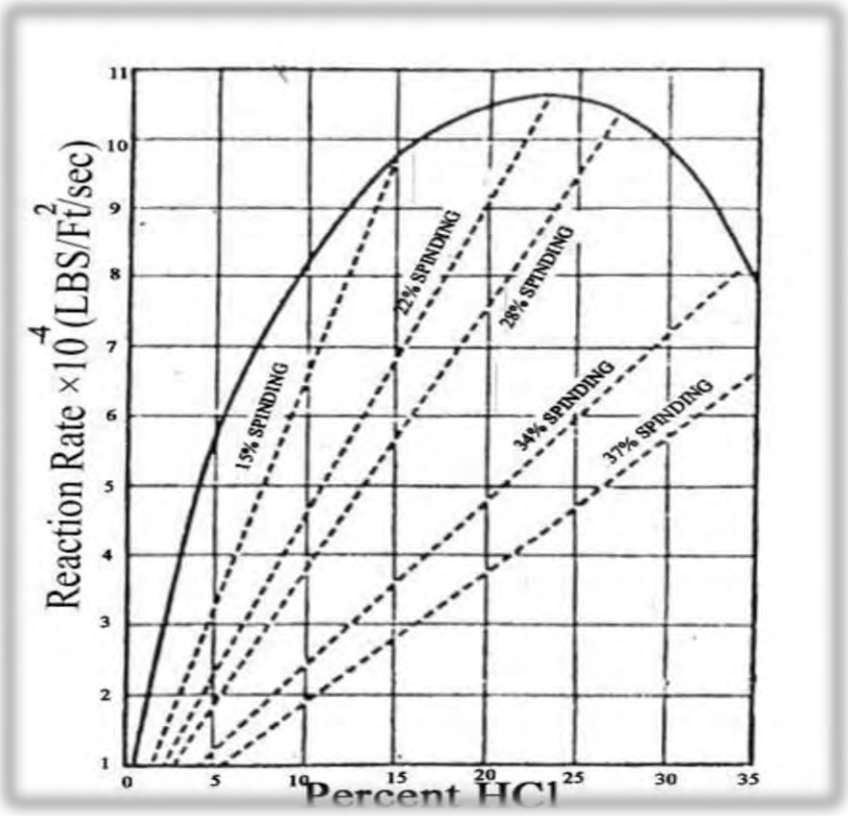
إن سرعة تفاعل الحمض تزداد بشكل مباشر بازدياد درجة الحرارة ويتعادل الحمض في المحلول المنبثق من البئر وبذلك لا تستطيع ضخ كمية كبيرة من الحمض في الطبقة وهنا يجب أن نأخذ بعين الاعتبار درجة حرارة الحمض ودرجة حرارة الخزان لتصحيح الفرق إلى درجة الحرارة الحقيقية الناتجة عن تفاعل الحمض .

يمكن تفادي تأثير الحرارة بتبريد الطبقة أو عن طريق تبريد الحمض قبل استخدامه بطرق أخرى .

3. تركيز الحمض :

عند استعمال محلول حمضي بتركيز كبير يجب ضخ كمية كبيرة من هذا المحلول في الطبقة ، حيث يدخل إلى أعماق بعيدة نسبياً عن البئر وهذا يؤدي إلى تأخير تفاعل الحمض .

- أما عند استعمال محلول حمضي بتركيز قليل فإن تفاعله يزداد لكنه يزول بسرعة بسبب استهلاك الحمض بسبب وجود كميات كبيرة من الكلس في الطبقة مما يؤدي إلى فقدان قوة الحمض بالإضافة إلى أن التركيز المرتفع يشكل خطراً على آلات وتجهيزات الضخ .



الشكل (3-2):

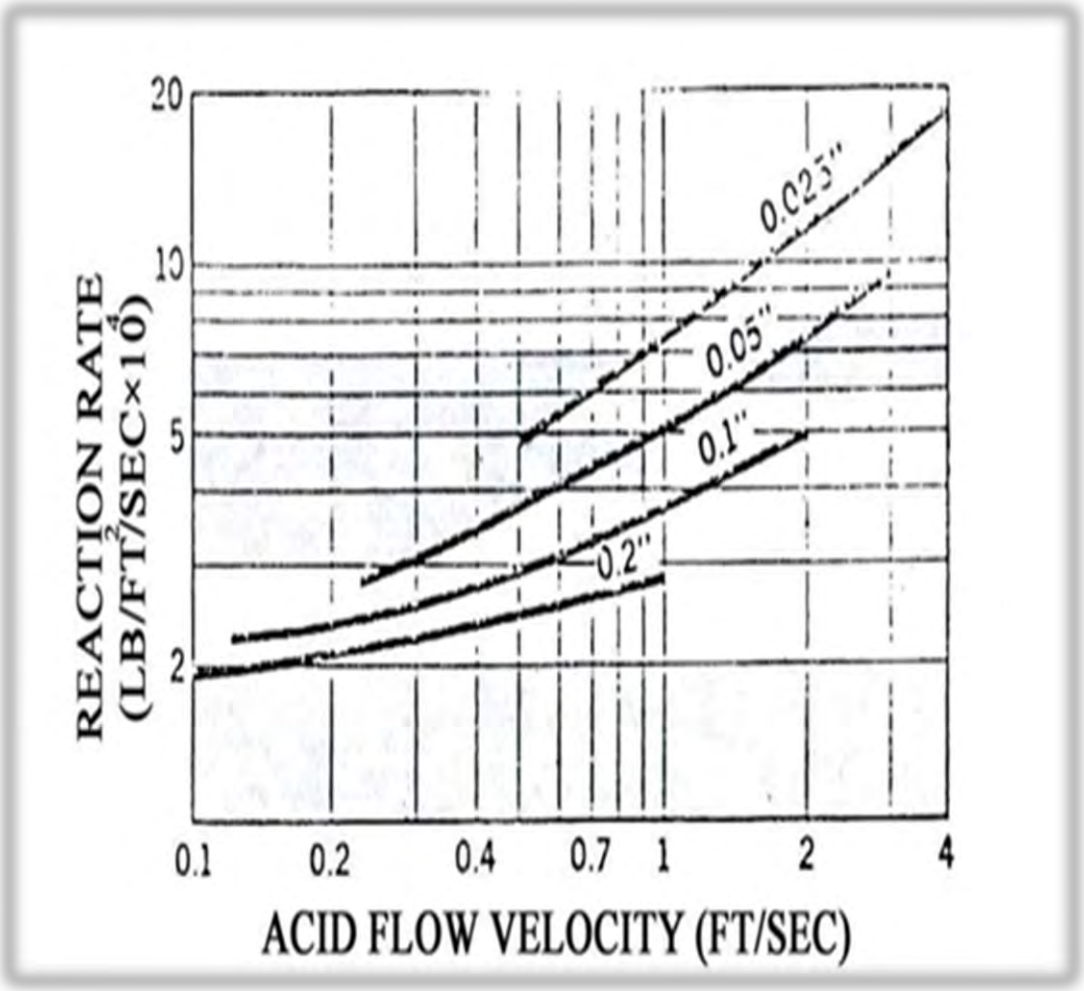
العلاقة بين تركيز حمض الكلور الماء ومعدل التفاعل

وقد تم التوصل إلى أن أفضل تركيز للحمض هو) 10-15% (
وعادةً يستعمل تركيز قوي نسبياً للطبقات ذات الفوالق الطبيعية
الجيدة.

4. سرعة تفاعل الحمض:

إن سرعة تفاعل السائل الحامضي مع الصخور الكربوناتية تؤثر على طول الجزء المنقوع بالحمض داخل الصخر ، وتزداد سرعة تفاعل الحمض مع الصخر عند زيادة معدل ضخ السائل الحامضي في الطبقة ، وتقل سرعة تفاعل الحمض مع الصخر عند انخفاض معدل ضخ السائل الحامضي في الطبقة.

عند زيادة معدل ضخ السائل الحامضي في الشق تزداد سرعة تفاعل الحمض مع الصخر.)الشكل 3-3(.



الشكل)3-3(:

تأثير سرعة تفاعل الحمض على معدل تآكل جدران الشق

5ترتيب بالصخر الخازن:

وهو العامل الأكثر أهمية لذي تحتفظ به المعالجة الحمضية حيث توجد خيارات بين تفاعلات الحمض مع الأحجار السيليكاتية وعلاقتها مع الدولومايت حيث تتجاوز التفاعلات السائدة في المعالجة الحمضية عند وضع خطة المعالجة دراسة الصخر الخازن دراسة مفصلة من حيث التركيب المعدني والتركيب النسيجي – المسامية – النفوذية

إن دراسة التركيب المعدني للصخور الكربونية يمكن أن يوحي للمستخدام نوع خاص من الحموض ، أما معرفة طبيعة التفاعلات المعدنية والتحديد عوامل أخرى مثل كمية الحمض المستخدم في المعالجة.

يؤثر حمض الكلور الماء على الصخور الكربونية (الكلس – دولومايت) وفق المعادلات الآتية

$$2Hcl + Ca\ CO_3 \rightarrow Cacl_2 + H_2O + CO_2$$

$$4Hcl + CaMg\ (CO_3)_2 \rightarrow Cacl_2 + Mg\ cl_2 + H_2O + CO_2$$

6نواتج التفاعل :.

تلعب نواتج التفاعل دوراً هاماً في تحديد التفاعل وسرعته ، ومن هذه النواتج التفاعل هو أن الكتلة النوعية ، وتؤدي إلى تقليل النفوذية المطبقة مما يسيء إلى هدف عملية التحميض ، ومن المواد الناتجة من تفاعل الحمض مع الكلس بشكل الماء الذي يتفاعل الحمض مع عض الشوارد الموجودة في المادة المطبقية مثل شوارد الألمنيوم التي تترسب على شكل هيدروكسيدات ألمنيوم وكذلك شوارد الحديد التي تؤدي إلى تشكل هيدروكسيد الحديد وشوارد الباريوم التي تؤدي إلى ترسب كبريتات الباريوم .

7تأثير الضغط على عملية التحميض :

عند مرور السائل الحمضي في المطبقة يتفاعل مع الصخر وكذلك مع السوائل الموجودة في المطبقة الضغط و ماء (، وإن تفاعل الحمض مع الضغط يؤدي إلى تشكيل رغوة غير مرغوبة تتوضع في مسامات وقنوات المطبقة مما يؤدي إلى تقليل المطبقة ، هذه الرغوة التي تقلل من نفوذية المطبقة ، إلى السوائل والنتيجة التي تعوض عملية التحميض لها يزيد من كمية الوزن الخيميائي التي تتوضع عند ارتفاع pH السائل الحمضي

يتم منع هذه التوضعات بطريقتين :

1مراقبة عمل السائل الحمضي مع تحليل مع جيد للنبات عطية.

2. معالجة السائل الحمضي بمواد تتفاعل مع الحمض لتشكل أملاح مناسبة مثل المواد المرشحة.

8- تأثير المياه الطبيعية على التآكل :

يؤدي تفاعل المياه الطبيعية مع السائل الحمضي المحقون في الطبقة إلى تشكل بعض المركبات غير المنحلة مع تشكل قبشر أو أجزاء أو ترسبات تؤدي إلى انسداد المسامات الطبقة المنتجة مما يؤدي إلى تناقص في الإنتاجية الطبقية وتؤثر المياه الطبيعية على عدة أشكال :

من الشوارد الموجودة في الماء التي تؤثر على التآكل نذكر:

1. شوارد الحديد الثنائي والثلاثي تتشكل مع الحمض ماء اتلاحديد والأمريوم لتعطي رسابة .

2. شوارد الكبريتات تتشكل مع شوارد الكالسيوم لتعطي راسب غير منحل.

3-6 المواد المضافة إلى السائل الحمضي:

المثبط المضاف إلى السائل الحمضي هي عبارة عن أي مادة تمزج مع الحمض من أجل تقليل سرعة تفاعل الحمض في الطبقة قبل الوصول إلى المكان المطلوب معالجته فيه الحمض بالدور الفعال المطلوب في الطبقة أو المحافظة على نفس سرعة تفاعل الحمض أثناء استخدامه في المعالجة الحمضية تتعرض أنابيب الآبار إلى عدة أنواع من التآكل الميكانيكي داخل البئر أو خارجه وبشكل خاص القنوات التي يجري الحمض ضمنه سواء من رأس البئر باتجاه الطبقة أو من الطبقة نحو السطح بعد أن يكون الحمض قد تفاعل مع صخور الطبقة .

في الحقول النفطية والغازية التي تستخدم فيها الحمض لمعالجة الطبقات على اختلاف أنواعها فإن الحمض يستخدم أصبح تتعرض أنابيب الضخ قبل المعدات المعدنية بشكل خاص لأن أول ما يلاقيه الحمض المضاف إلى السائل الحمضي هو أنابيب الضخ التي تستخدم في المعالجة الحمضية لكامل الموقع التي تستخدم لأول مرة الأولى في التحميض في عام 1932 إضافة إلى ذلك تم بعد فترة وجيزة الوصول إلى مكابات لتحمي أي أخرى وجودها ضروري في التحميض من هذا :

1. بمثبطات التآكل :

هذه المواد تقلل من سرعة تفاعل الحمض مع الصخر وذلك لتزيد في فترة المعالجة اللازمة للبئر فعالية أكبر يتوقف زمن الفعالية هذه المواد على عدة عوامل :

1. درجة الحرارة والضغط .

2. نوع وتركيز الحمض .

3. نوع وتركيز المثبط .

4. نوع المعدن.

5. المواد المضافة إلى الحمض .

رمز المنتج التجاري CD-574 يضاف بنسبة 5-10 لتر لكل متر مكعب من الحمض.

تعمل هذه المواد على الإقلال من سرعة تفاعل الحمض والصخر وذلك لزيادة فترة الجاورة للشقوق أو المسامات الكبيرة وبالتالي توجد نوعان من المعطيات – عضوية – غير عضوية .

2- خصائص التوتر السطحي :

مقاومة التوتر السطحي هي عبارة عن رطبات الكيميائية تتألف من جزيئات قسم منها قابل للانحلال في الماء والقسم الآخر من الجزيئات قابل للانحلال في النفط .

تقلل هذه المضافات الكيميائية من التوتر السطحي بين المواد غير القابلة للامتزاج النفط والسائل الحمضي كما يمكن أن تتمتز على سطح الصخر وتغير من القابلية للبلل الصخر .

و تصنف مقللات التوتر السطحي بحسب انحلاليتها الى :

1. كاتيونية قابلة للانحلال في الماء .
2. أنيونية قابلة للانحلال في الماء .
3. غير أيونية (المتأينة) وهي عبارة عن جزيئات كيميائية قابلة للانحلال في الماء وأخرى قابلة للانحلال في النفط (.

4. مذبذبة (قابلة للانحلال في الماء يمكن أن تكون أنيونية ، كاتيونية ، أو غير مشحونة وذلك يعتمد على درجة الحموضة (.

استخدمت مقللات التوتر السطحي في مجال المعالجة الحمضية كثيرا من المهام التي تشمل :

1. منع تشكل مستحلبات بين النفط والماء .

2. زيادة درجة البلل للصخر السيليكاتي في النفط من البقعة المنتجة وقاع البئر الإنتاجية .

3. فصل الحمض المستخدم إلى أبعد مسافة ممكنة في البقعة .

4. تسهيل عملية استرجاع الحمض المستهلك من البقعة نحو السطح .

5. يمكن أن تؤدي مقللات التوتر السطحي دورا كمواد تعرسب ومانعة لترسيب رغوية.

6. إزالة ترسبات النفط الثقيلة .

3.المواد المضافة التي تخلط مع السائل الحقون:

هذه المواد هي مواد صناعية ومواد صناعية طبيعية ومن أنواع عديدة من هذه المواد التي تستخدم لتليين الشراسة الخارجية من النوع غير الشاردي بنسبة أقل من 0.1-2 % وزنا في حالة التراكيز العالية فإن المعقد الزجة التي تمنح المضخة خصائص انسيابية داخل المسام المتصلة غير قوقنوات الجيل في الطبقة تستخدم زيادة لزوجة المضخة المائية وذلك عن طريق عزل القطيرات الطويلة مما يحث أن زيادة اللزوجة تتسبب بإنشاء شقوق أعرض والتي فإن هذا يؤدي إلى زيادة لتلوث في الملامسة المضخة لوجه الشقوق إلى النبتة التي تمتون تمات من زيادة اللزوجة أي ضخ أسي في التحكم التشاح وهذه العلية هي ألك شقوق تتصاية زيادة لزوجة المضخة.

4.الكالت :

يمكن أن يساعد مزج الكالت المتمثل ليمثل ول والإليزوبوتول مع المضخة في تقليل غ المضخة المستحدثة عن تزاز آبار الغاز وذلك ألن الكالت ولي يقص التوتر الساطح لمواد الحقن ضد بدون حدوث اهتزاز على طبقة كحدوث عن استخدام العوامل الفعالة سطحيا.

تتفاعل الكالت مع المضخة المحلية ولي مع الية لكل ولي يدوك ولي مع الية لكل ولي يدات عضوية من شأنها أن تستمر حفظ الكالت في الحقن التي تتحد بشدة تجاه يار واحد .

يجب إضافة المثول إلى مراحل المضخة في آبار الغاز وإن هذا قد يسبب تشكل لهيدرات الغاز لها بطقة حفرة وإن ذلك يشكل مشكلة مع الية عد الإلتام لهذا قد يشدد حيث أنه قد يحدث بيدل غاز في خرة بئر .

ن الإيزوبوتانول هو مذيب شترك فعال متقارن في آبار الفطيع بسبب استخدام لمواد الفعالة سطحيا أو المذيبات المشتركة أو غاز الإيثروجين أو غاز ثنائي أكسيد الكربون من أجل تعزيز الحجز ان غاز سي لل موقع المسامية.

5.موانع التآكل:

يتميز معقد الكالت المضاف لسائل الضخ بقابليته للاهتزاز على لاس طول الصلبة) سطح الصخر (ومانع التآكل هو عبارة عن شريط سطحي يقوم بوظيفة أساسي قبل حيث وضع على لاس طوح المعدنية) الاسطح الداخلي لهواسير الحقن إلى شكل طبقة تتصق بالاسطح وتحجب شكل بكير من تلامس السائل الحمضي مع المعدن.

لكن تجدر الإشارة إلى أن مواد تآكل التي تقف على التآكل من جراء الحمض نفسها ولما تقلل شكل بكير من هذا بحيث تنتظر من انتهاء على ية التحميض نجاح دون الحاجة إلى هدر تكاليف العلية واستخدام معدات معدنية جديدة إلى بئر وذلك فترة لبي ربح يتصبح العلية غير رقاصادي تواليت في إن مانع التآكل يحمي الأنابيب المعدنية والمعدات من الصدأ الذي يلحق بها من جراء فترة الخدمة الطويلة .

إن الهدف الرئيسي من عملية التآكل وإجراء الاختبارات المختلفة هو أمر مهم جداً للتنبؤ بمعدل التآكل وتحديد الطريقة المثلى لمكافحة التآكل وتحديد نوع الطلاء الواقي المناسب لطبيعة الوسط الذي يتعرض له الفولاذ .

ومن العوامل المؤثرة على معدل التآكل :

1. نوع المعدن .

2. نوع الحمض المستخدم .

3. تركيز الحمض المستخدم.

4. درجة الحرارة .

5. فترة السماح للحمض بالتفاعل مع الفولاذ.

6. تركيز مانع التآكل .

7. زمن تماس المانع للتآكل مع المعدن .

8. تلف مانع التآكل وضياعه.

9. توافق المانع للتآكل مع الحموض والمضافات الكيميائية.

شروط استخدام مانعات التآكل مع الحمض :

1. يجب أن يتمتع المانع للتآكل بثبوتية كيميائية جيدة في درجات الحرارة العالية .

2. يجب أن يؤثر على فعالية الحمض مع الصخر .

3. أن يحافظ على خواص وجودة التفاعل .

4. أن لا يؤدي إلى تشكل مستحلبات بين الفحم والماء .

وإضافة كمية تعادل 0.2% من الحجم الكلي للمحلول الحمضي يقلل من ظاهرة التآكل بمقدار 55-70 مرة . رمز التجاري NcoRoL – AC

6. مواد التثبيت :

تعمل هذه المواد على إعاقة تفاعل الحديد والألمنيوم والمركبات الحديدية مع الحمض مع الأكسيد الحديدي الموجود في الطبقة الصخرية أو في الصخور الطينية. من هذه المواد حمض الخل الذي يستخدم بتركيز 2%-0.8 حجماً .

7. مواد تفاعل الصخر:

من هذه المواد كلوريد الصوديوم الذي يعالج هذا الحمض قبل ضخه عند دمجه مع الطبقة المعالجة على تركيز منخفض من شوارد الكبريتات وخصوصاً في الطبقات الحاوية على الكالسيت

أي صل تلك يوي لك بيو يف ي ه إلى 1000 ppm أوف ي ل ص خ ور ال ت ي ت ح ت و ي ع ل ى ا أل ن ه د ي ت
ي ج ب أ ن ت س ت خ د م م ن ع ا ت و س ب ك ب ي ر ات ال ن ا س ي و م و م ن أ ه م أ ن و ا ع ه ا :

-Phosphonic

Polycrate

8س ت خ د ام N2 و CO2 :

ت س ا ه م ه ذ ه ال غ ا ز ات ف ي ال ت ق و ي ب ق د ر ة غ ا ز ي ة ك ب ر ى ل ك ي ت س ا ع ف ي إ ع ا د ة ال ح م ض ل ت ب د د
و و ض ع ب ل ي ئ ر ف ي الإ ن ت ا ج.

9م ا ي ق ا س ت ال ب :

و ي ض ا ف ب ن ب ة 5 ت ر ل ل ى م ت ر م ك ع ب م ن ال ح م ض DEEMax- 500. ر م ز ال ت ج ا ر ي

و ي ض ا ف ب ه د ف م ن ع ش ل ي ل ت ح ل ب ات ل ز ج ة ه ا ي ن ل س ئ ل ال ح م ض ي س و ا ئ ل ل ط ق ة ي ق و م
ب و ظ ي ف ة م ب ل س ط ح ي ر ل س ا ئ ل و ص خ ور ال ط ب ق ة .

10.ل م و ا د ل م ق ل ة ت ك ي ز ال ح د ي ف ي ل س ا ئ ل ال ح م ض ي :

أ ك ث ر ه ا ش ي و ع ا ا س ت خ د ام ا ه و ح م ض Erythorbic ال ذ ي ي ح ي ف ي ت ر ي ب ه ع ل ى ل ك م ي ة م ن
ف ي ت ا م ي ن C.

ي ض ا ف ه ذ ا ال ح م ض إ ل ى ل س ئ ل ال ح م ض ل ي م س ت خ د م ف ي ال م ع ا ل ج ة ال ح ض ي ة ب ح ي ث ق ل ل م ن
ي أ ون ات ال ح د ي د ف ي ال ح م ض .

11.ل م و ا د ل م ب ث ت ة ل غ ض ار :

ال ف ل ز ات ال غ ض ار ي ة ي م ك ن أ ن ت ت ح ر ف ي ال ط ب ق ة ال ص خ ر ي ة ت و ق ف خ ر ي ة ت ع ي ق ف ر اغ ات ال م س ا م ي ة
ل م و ج و د ة ف ي ال ط ب ق ة و ذ ل ك ع ن د ن ت ا ج ل م ي ا ه ف ي ح ال ك ا ن ت ل م ي ا ع ذ ب ة أ و ل ي ل ة ل م ل و ح ة .

ت س ت خ د م م ب ث ت ات غ ض ار ب غ ر ض م ن ع ه ج ر ة أ و ت ف اخ غ ض ار و ذ ل ك ب ع د ت ف ي ذ ع ل ي ة ال م ع ا ل ج ة
ال ح ض ي ة .

و ه ن ا ل ن و ع ي ن ع ل ي ن ي ن ت س ت خ د م ي ن ل م ب ث ات ال غ ض ار ح ي ث ي ت ب ر أ ح د ه م ا و ق ت ب ح ي ث ت ز و د ن ا م و ا د
ه ذ ا ل ن و ع ب ح ا ج ة ض د ت ف اع ل ط ب ق ة ال ن ا ج م ع ن م ا ئ ع ال م ع ا ل ج ة ف ي ذ ال م ع ا ل ج ة و ث أ ن ا ء
اس ت ع ا د ة ال ح م ض ل ل ط ب ق ة و ا ل ب ا م ا س ي ت خ د م KCL أ و NH4CL ك م ب ث ات غ ض ار و ق ت ة أ م ا ل ن و ع
آ ل خ ر ف ي م ب ث ات غ ض ار ك ا ل ل و ل ي ي ر ات ذ ات ال و ز ن ال خ ي ئ ي ل م ف ع ت ع ط ي ح ا ي ة ذ ات أ م د
ط و ي ل ض د ت ض خ م غ ض ار ال ض اف ة إ ل ى أ ن ه ن ا ب ع ض أ ن و ا ع ل ي ي ر ات ذ ات ال و ز ن ال خ ي ئ ي
ل ن خ ف ض م ت ف ر أ ي ض ا و ي ك ا س ت خ د ا م ا ه ف ي ل ط ب ق ات ذ و ات ر ل ف و ف ي ة ل ن خ ف ض ق ت ع ط ي
ح ا ي ة ط و ي ل ة الأ م د م ث ل ال ج ز ئ ات ل ض خ م ة .

3-7. أهداف عملية التحويض :

يستخدم التحويض من أجل ثلاثة أهداف هي:

1. تنظيف مسار البئر.
2. تحسين إنتاجية الطبقة.
3. التشقيق الحمضي .

1. تنظيف مسار البئر:

يتم غسل البئر عن طريق ضخ السائل الحمضي من خلال مواسير الإنتاج لتنظيفها أيضاً , ويترك الحمض في البئر لتنظيف مسام جدران البئر وقعره , وجدران المصفاة في حال كان البئر غير تام أو مدروز أيضاً.
عن طريق هذه العملية يتم إزالة الرواسب المختلفة (سيليكات..الخ) وبذلك فإن انخفاض معدل التدفق من الطبقة عن طريق البئر وقبل دخول السائل الحمضي داخل البئر مع هذه الرواسب ألمر الذي يؤدي إلى تحسين التدفق في حال عدم استعادة بعد ذلك تتم إزاحة السائل الحمضي من المواسير الإنتاجية حتى تصل إلى مواسير التغليف .

2. تحسين إنتاجية الطبقة:

هو تفاعل السائل الحمضي مع الصخر وهو عبارة عن تفاعل كيميائي بحيث يحدث انشقاق أساسي من الشقوق الطبيعية والمسامات ، لذلك الفتح الطبيعي للطبقة أي كبير على نجاح عملية التحويض .

يمكن تنظيف الطبقة بطريقتين :

1. حل الشوائب نفسها .
2. حل جزء من الطبقة الصخرية التي توجد فيها هذه الشوائب .

3. التشقيق الحمضي:

تهدف هذه العملية بشكل أساسي إلى تحقيق إنتاجية إضافية وتحقيق درجة الخزان الطبيعية ، وذلك عن طريق تشقيق وتوسيع شقوق جديدة لتخترق مسافات جديدة إلى جزء من الطبقة الخزانية ويعتمد نجاح هذه العملية على

نوع السائل.

مدى انخفاض الضغط داخل الخزان.

شكل الشق .

3-8 المضخة التي تخدم الحوض الطبقة:

يدخل الحوض في الطبقة على شكلين:

1. في اتصال مع الطبقة حيث مسافة عين بقنص في قطر R1 .

2. في اتصال مع الطبقة حيث مسافة بقنص في قطر Ri .

تحدد المدة المعظمى التي تدخل الحوض في الطبقة اتصالاً مع الأعلى:

1. سرعة تدفق السائل الحوض في الطبقة.

2. الزمن الذي يستغرقه السائل الحوض في من بداية اتصال السائل مع الطبقة حتى خروج السائل الحوض في وذلك على خواص الخروج.

يتم تحقيق قطر الفص في هذه الأولية من السائل الحوض اتصالاً مع الخروج .

من أجل R1 :

نفرض أن حجم السائل الحوض في وجود في الطبقة وحيث الفص قطر Ri أي :

$$Qi .tr = \pi (R1^2 - rc^2)h.m$$

وحيث h=1 ومن أجل بساطة:

$$qi .tr =\pi (R1^2 - rc^2) m$$

حيث :

R1: نصف قطر المنطقة التي تدخل الحوض اتصالاً مع الخروج (m) .

Qi: معدل التدفق (m^3/s^1) .

qi: معدل التدفق الخاص.

tr: الزمن الذي يستغرقه السائل الحوض في.

h: سماكة الطبقة المعالجة (m) .

m: مسامية الطبقة % .

rc نصف قطر البئر (m) .

من العلاقة السابقة نجد أنه يمكن زيادة R1 عن طريق:

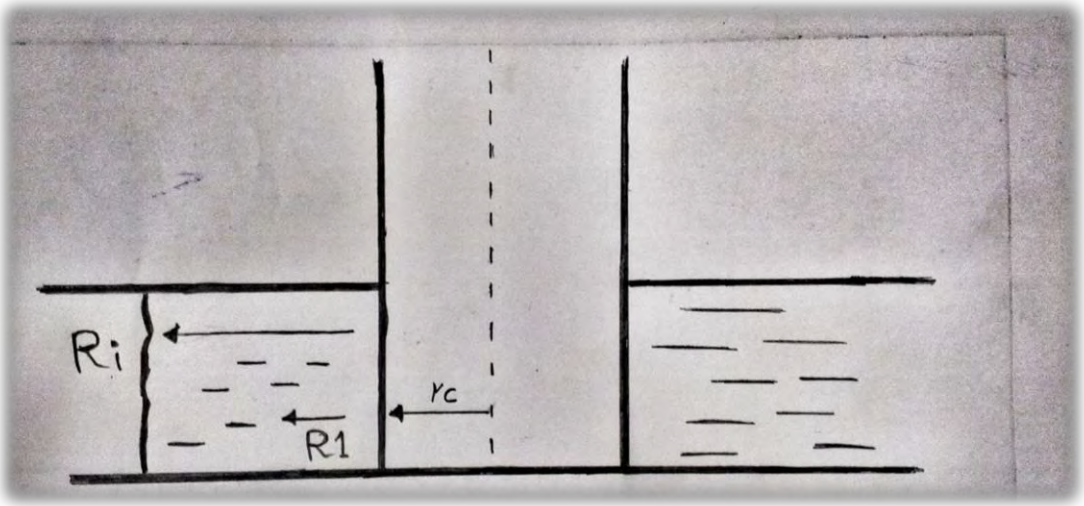
1- زيادة سرعة تدفق السائل الخارج من البئر عن طريق استخدام مضخات ذات تدفق عال.

2- ضخ السائل في البئر وليس سحبه منه.

وإن حساب Ri يعتمد على طريقة سحب السائل من البئر حيث يمكن حساب هذه الإضافة Ri على أنها تدفق وهمي يضاف إلى التدفق الحقيقي.

تحسب الإضافة Ri من المعادلة التالية لتدفق وهمي خارج من البئر في طبقة لا نهائية :

$$qi \cdot tr = \pi (R1^2 - rc^2) m$$



الشكل (3-4):

المسافة التي تخترقها المضخة في الطبقة

3- طرق التحميض :

التحميض باستعمال حمض كلور الماء المركز (Hcl) :

إن حمض كلور الماء يستعمل في تحميض طبقات المنتجة ذوات الزيوح بين (15-12%) وبزيادة هذا التركيز إلى حمض فإن له تأثير مرتفع على التحميض، وبالتالي يزيد من إنتاجية الطبقة من خلال النتائج :

1- يؤمن تحقيق قنوات لجريان النفط من خلال إذابته للكربونات تبعاً لمقياس رقم آبار ذوات التشبع المائي ربما الماء، ألن هذا يحافظ على تركيز كان عن دخوله مع المياه الطبقية.

2- يؤدي إلى القضاء على السدادات الطينية بتفتيت الطين وعلى مسامات شبكة القنوات وحجم الصخر.

3- تتيح زيادة التركيز المائي للحمض فإن حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تفاعل الحمض مع الصخور الكربونية هو الذي أيضاً، يؤدي إلى القضاء على الحوظ المزدوجة النفط.

4- حجم CO_2 الحر يكسو يساهم في إعادة سحب السائل الحمضي من الطبقة .

لاستعمال السائل الحمضي لمركبات بترولية وهي تأثيره على المعدات المعدنية داخل البئر وعلى السطح التي تتطلب استعمال مواد عازلة ذات فعالية بترولية .

التحميض باستعمال حموض عضوية:

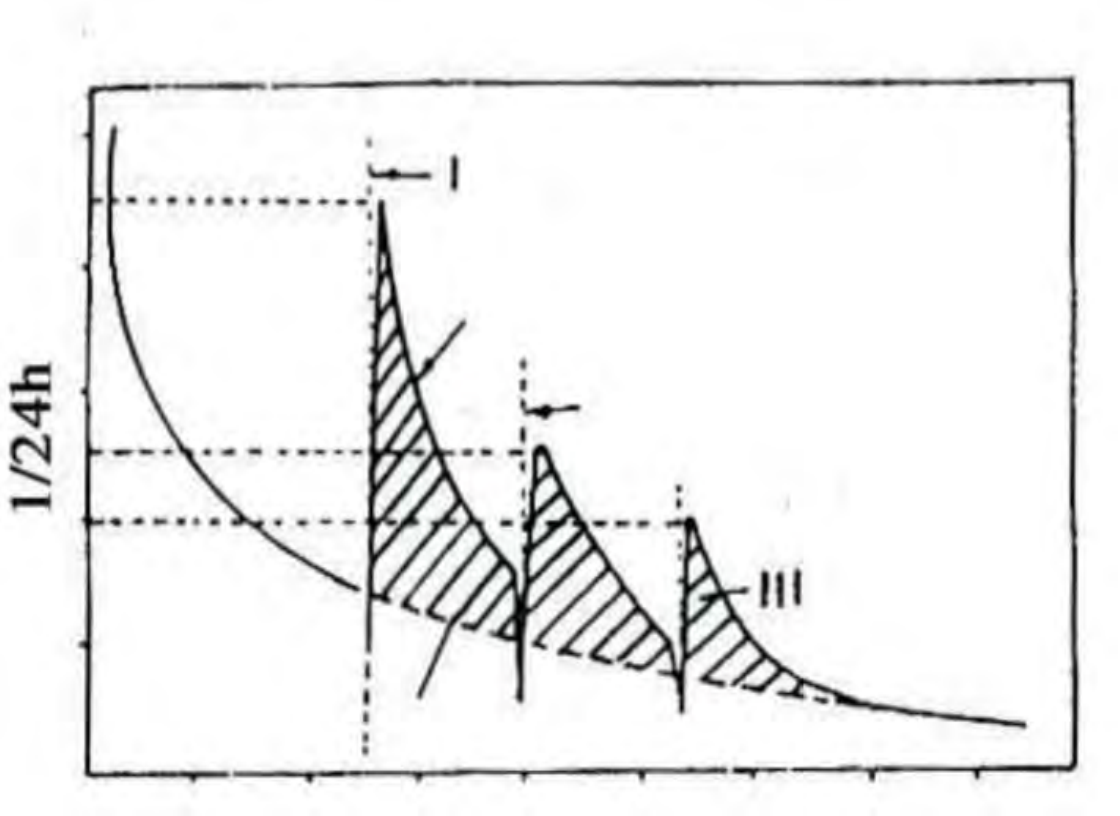
التحميض الحامضي يشفي التحميض بواسطة استعمال حموض ضعيفة من نوع حمض الكربون ، وذلك بحقن CO_2 أو حمض الكبريتي من الحقن SO_2 .

وكذلك استعمال غاز الكلور المزدوجين أو مزيج حمضي (Hcl+ HF) استعمال حموض عضوية أو مزيج من (Hcl + حموض عضوية (واستعمال السوائل حمضي قسرية .

التحميض المتكرر للطبقات:

بعد عملية تحميض ناجحة فإن معدل الإنتاج من هذا البئر يزداد ويستمر الإنتاج من هذا البئر بمعدل أكبر من قبل الإنتاج لفترة عينية تختلف من بئر إلى آخر ، حيث ينقص هذا المعدل من جديد.

عند ذلك تجري عملية تحميض جديدة التي تؤدي إلى زيادة المعدل ولكن بدرجة أقل من الأولى ويستمر هذا المعدل لفترة أخرى حتى ينقص هو آخر ، وبالتالي يجب إعادة التحميض .



الشكل)3-5(:

تحول معدل التبخر أثناء عملية التجفيف

التجفيف بالهواء الحار:

يمكن تجفيف الطين في أفران التجفيف المستمرة إذا ما توفرت فيه الشروط اللازمة لعملية التجفيف على الهواء الحار بالطريقة 4-2.

تجفيف كل مرحلة تتعلق بطريقة وظروف معينة . الزمن بين مرحلة وأخرى يؤخذ من الزمن الذي يلائم عملية التجفيف ، حجم الهواء اللازم لعملية التجفيف في كل مرحلة يتحول) 40-30% (عن المرحلة السابقة والتي تتعلق في تجفيف الطبقة بعد كل مرحلة.

تطبق هذه الطريقة عند وجود احتمال حدوث تسرب انتشاري قبل أثناء عملية تلحيم ، بعد انتهاء المرحلة الأولية من خلال ضخ النيتروجين الخامل الذي يطيل خروج الرابيد وتحميه من أثر الحمض المرحل الذي يدخل إلى مسافة أكبر من الطبقة .

تلحيم الفولاذ المقاوم للصدأ بحمض كلور الماء (Hcl) المرحض في الطبقة:

وهي إحدى المراحل التي يحدث فيها تلحيم وتهدف إلى زيادة المسافة التي يخترقها الحامض بشكل أعلى مع الصخر .

يتم تحضير محلول كلور الماء في الطبقة بالجمع بين كل من كلوريد الأمونيوم NH4 cl ومحلول الهيدروكسيد في وجود الكيتون (CH2-O بوتوكسي-ز) 40-37 % حيث يتفاعلان مع بعضهما

البعض مع عطين حمض كلور الماء.

حمض كلور الماء الذي يتم تحضيره من هذين المحلولين يتميز بقلة حوالي 5% ، وبهذه الطريقة تكون الفترة الزمنية للمواد الأولية لتحضير مركب Hcl الصناعي الذي يستعمل في التلحيم قصيرة إن هذه الطريقة من شأنها استعمالها .

6. طريقة تحضير فوق الباكر:

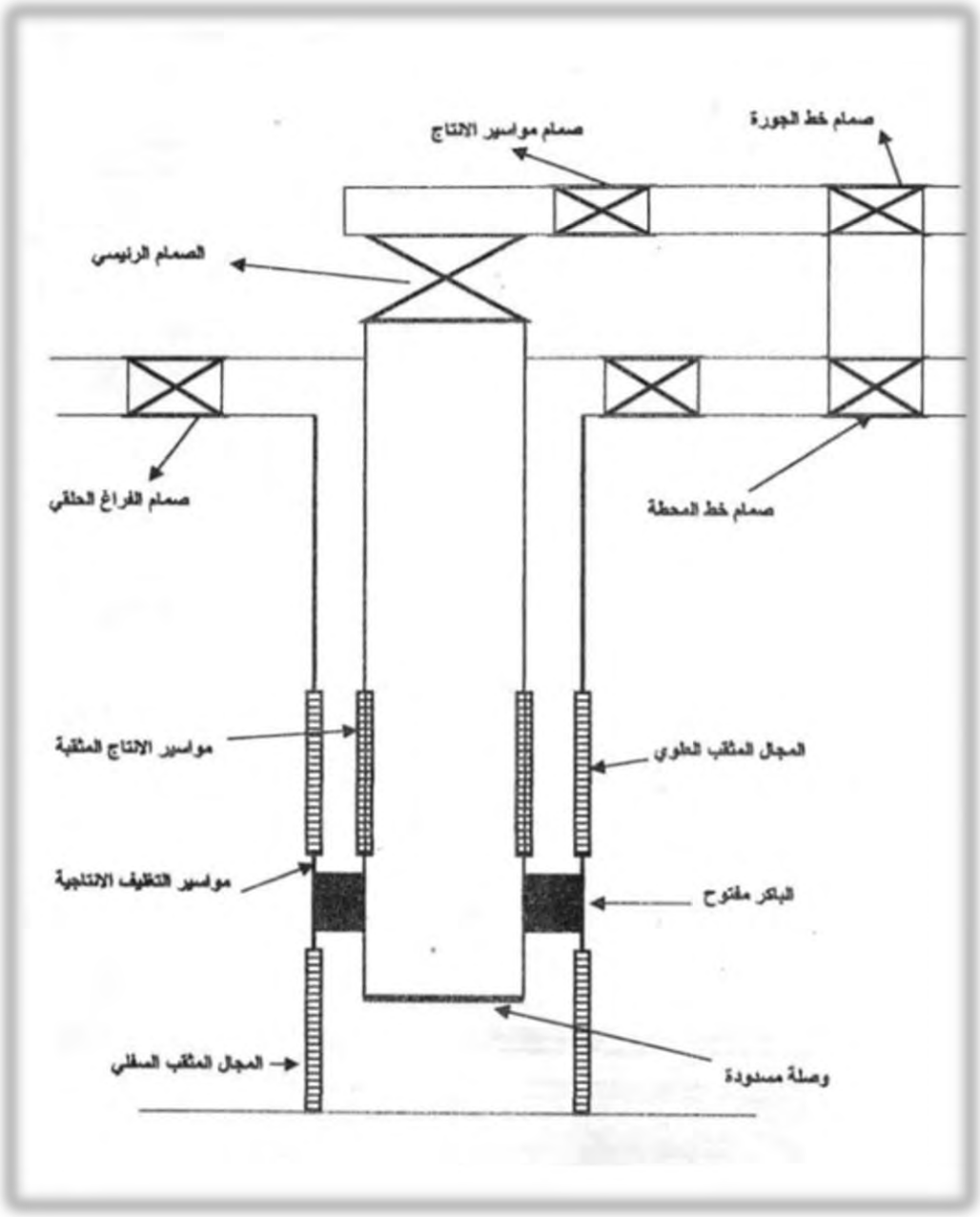
تلجأ إلى هذه الطريقة عند التلحيم في أماكن يحتاج فيها إلى خواص فيزيائية ، كأن تكون في المجال العلوي أقل من في المجال السفلي فيفرق ومع هذه الطريقة عزل المجال السفلي مؤقتاً أثناء عملية التحضير فقط ، وتنفذ عملية التحضير للمجال العلوي وفق الخطوات التالية مواسير الإنتاج كما يلي:

وصلة من دودقثم عدد من مواسير الإنتاج حيث تستعمل الباكر المتوضعين لمخاين ثم الباكر تحضير مواسير إنتاج عديمة الرأس فل المجال العلوي ثم مواسير رن إنتاج عادية على السطح قوب اللبد في ذلك العلي تتفتح الباكر وتعزل عزلية ولكنه قاع البئر أصبح هو خدمة الباكر.

إن تفاصيل ذلك العلي تبين بوضوح على الشكل التالي :

إجراء دوران التأكد من تتبع البئر حيث يشير خروج السائل من ثقوب مواسير الإنتاج إلى فراغ الحلقي ثم ضخ المحلول المحضر وسائل الإزاحة العادية كأنها عملية تحضير عادية.

في حال تلحيم فوق الباكر وأثناء الحقن نراعي ضغط الضخ الأولي سم مراعاة ضغط تحمل كاوتشوك الباكر.



الشكل (3-6):

التحكم في ضغوط البكر

7. عملية التحميض تحت الماء:

عبارة عن نوع من أنواع عملية التحاس ينتمي تنفذ على آلية النفط في قبكمية محددة من الحمض عن طريق مواسير الإنتاج وتحقن في الطبقة قبض غط أعلى من ضغط اختبار البئر ، التي تجاوز هذا الضغط ضغط حمل لئوات شوالبكار

تحضير البئر للعملية:

1. إزالة مواسير الإنتاج من البكر جديد ومشدود قاشرار مع عضاء البعض شكل جيد ، بحيث تنزلت حت البكار 4-5 مسورة حتى لا يتم إزالة البكار ض من المجال المثقب ، ومن أجل غمر المجال المثقب بالحمض شكل كامل.

2. تحضير الحمض بالحجم والتركيز المطلوب.

3. تأمين وسائل الإزاحة ولدوران عكسي.

4. أخذ معلومات كاملة عن البئر .

مراحل التنفيذ :

1 التأكد من عمق إنزال مواسير الإنتاج بحيث تكون نهايته اض من المجال المثقب البكار على بعد 15-20 م من قمة المجال المثقب ، ويتأكد من أن البكار محرر.

2. إجراء دوران مبلش ربل ماء واختبار الخطوط.

3 ضخ حمض مع عادل حجم الإزاحة الأولية بالحمض في حال حجم المضخة أكبر من حجم الإزاحة الأولية البكار محرر.

4 تثبيت البكار بتوطبيق عملية قال عزل.

5 التأكد من أن صمام مولدي الت عفي مفتوح لمراقبة عملية عزل البكار.

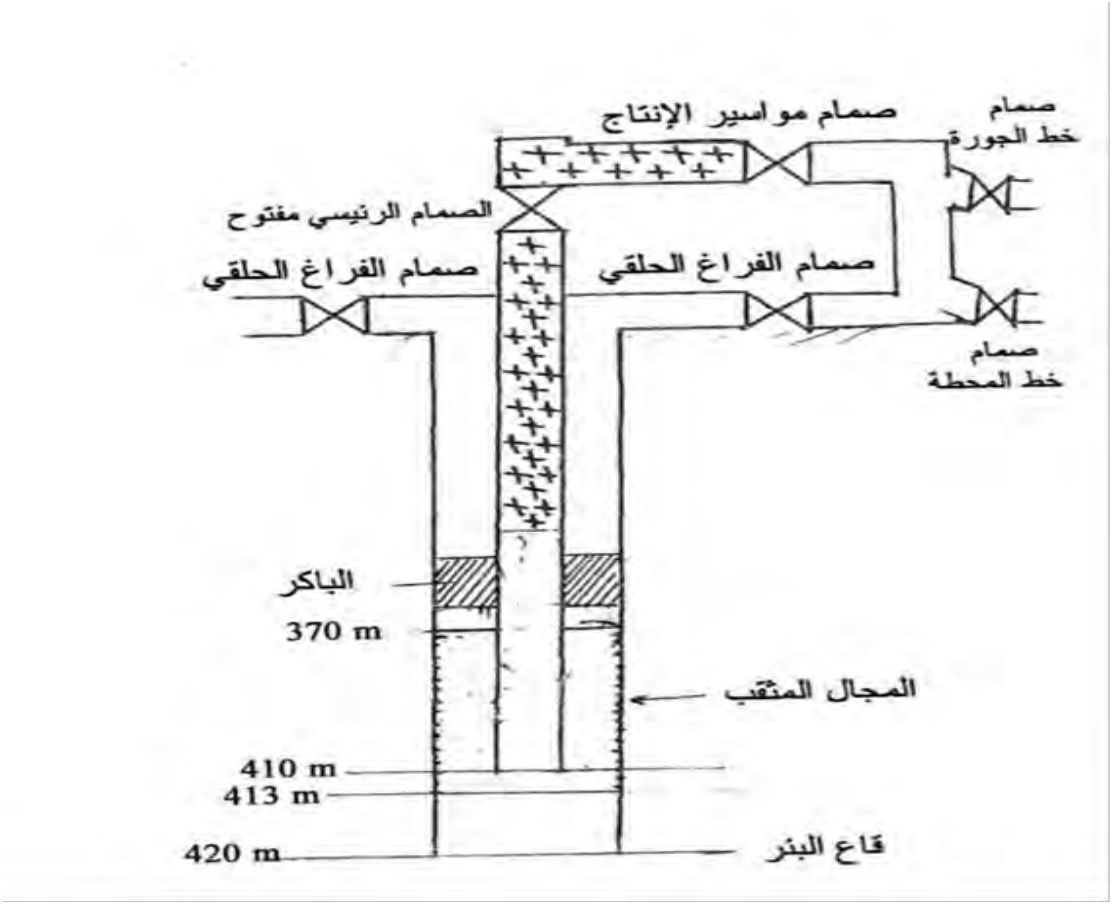
6 متابعة حقن الحمض في الطبقة وقبض غط يات عدى ضغط حمل البكار

7. عمل إزاحة ماء قبل ماء.

8 نتظار فترة تفاعل.

9 تنفيس البئر وعرفة الراجع.

10 تحرير البكار وإجراء دوران عكسي بالماء لطرح نوبك ت حميض.



الشكل (3-7):

التحميض بتحت الكلوريد

8. عملية التحميض الرغوية:

إن عملية التحميض الرغوية هي إحدى الطرق المستخدمة في آبار النفط ذات الضغوط المنخفضة والتي تحتاج إلى زيادة الضغط الهيدروستاتيكي، حيث تهدف هذه الطريقة إلى معالجة المناطق قبل الحمض من الحمض الرغوي مما يساعد في زيادة عمق اختراق الحمض في المكمن وبالتالي زيادة نصف قطر تفاعل الحمض مع المكمن.

2. الكثافة في هذه الحالة تتراوح بين (0.4 to 0.8 g/cm3) والمزوجة التي قد تسبب وجود طور غازي يحتوي على هواء في سوائل الحمض على كامل فترة المعالجة ، مما يتيح للحمض الرغوي أن يجلب التحميض بهذه الطريقة على المكمن ذات الضغوط المنخفضة.

3. إنتاج الطوب المفرغ من نواتج عملية تعويض عن استخدام هذه الطريقة أفضل من غيرها من الطرق بسبب وجود الهواء والمواد المنشطة المضافة التي تحتفظ بالرطوبة التي تقلل من التوتر السطحي التي تحسن من التماسك بين حركيات واتجاهات القاع.

المعدات المستخدمة في عملية تعويض الرغوية:

تتم العملية باستخدام صوبة جيرية قوية الغطاء ذات أكثر حجم الهواء المطلوب ضخه وخلاط) جهاز التحكم في الرغوي (يتوضع على السطح ، يوصل مع الضاغط بخرطوم الضاغط ، يتألف الخلاط من أنبوبين متحدين مركزياً ، الداخلي مغلق بقطر 2 والخارج بقطر ثلاثة ونصف انش يوصل الداخلي مع الضاغط بوصمام عدم رجوع يسمح للهواء بالدخول إلى الخلاط ولا يسمح بالعودة إلى الضاغط يدخل الهواء إلى الأنبوب الداخلي يخرج بضغط ألكبر إلى فراغ الخلية يين الأنبوبين يتلامس مع الحمض الفليبشكل الرغوة هذا السائل الحمضي يطرد سائل رغوي تجاه البئر عبر مواسير الإنتاج يوجد على خط طرد آلية الضخ موصولاً مع جهاز صمام عدم الرجوع أيضاً يمنع الهواء من العودة إلى مضخة الحمض الفائدة الآلية الضخ يقلل من فاقيتها .

مراحل تنفيذ العملية :

1. إجراء دوران بالماء التأكد من حصول الدوران ، في حال عدم إمكانية حصول الدوران بسبب انخفاض ضغط الطبقة يجب ضخ ماء على شكل رغوة بإضافة مثبت لرغوة للماء حتى حصول الدوران على أن تكون غزارة سائل أقل ما يمكن ، وبألبر غزارة ممكنة للهواء .

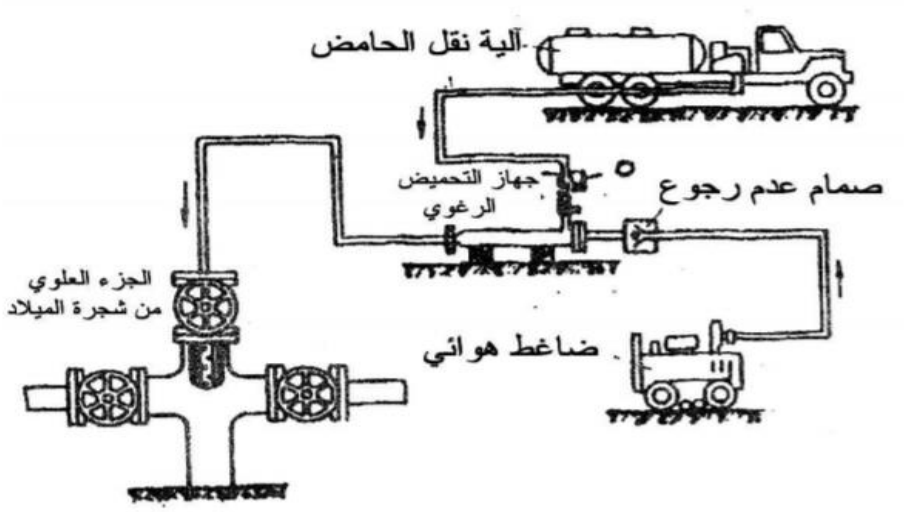
2. القص مع مواسير التغليف البدء بحقن الحمض على شكل رغوي.

حقن سائل الإزاحة المناسبة من المعقد ليس رغوي وذي سوي حجمه الداخلي مواسير الإنتاج + حجم فراغ الخلية بمعدل ثابت دون أي توقف لتأمين الحقن الطبقات الرغوة وأسائل الإزاحة تحطم الرغوة ويفصل الحمض عن الهواء داخل البئر .

4. انتظار فترة تفاعل 2 ساعة على مراحل الرغوة البترولية فصل الحمض عن الهواء داخل الطبقة.

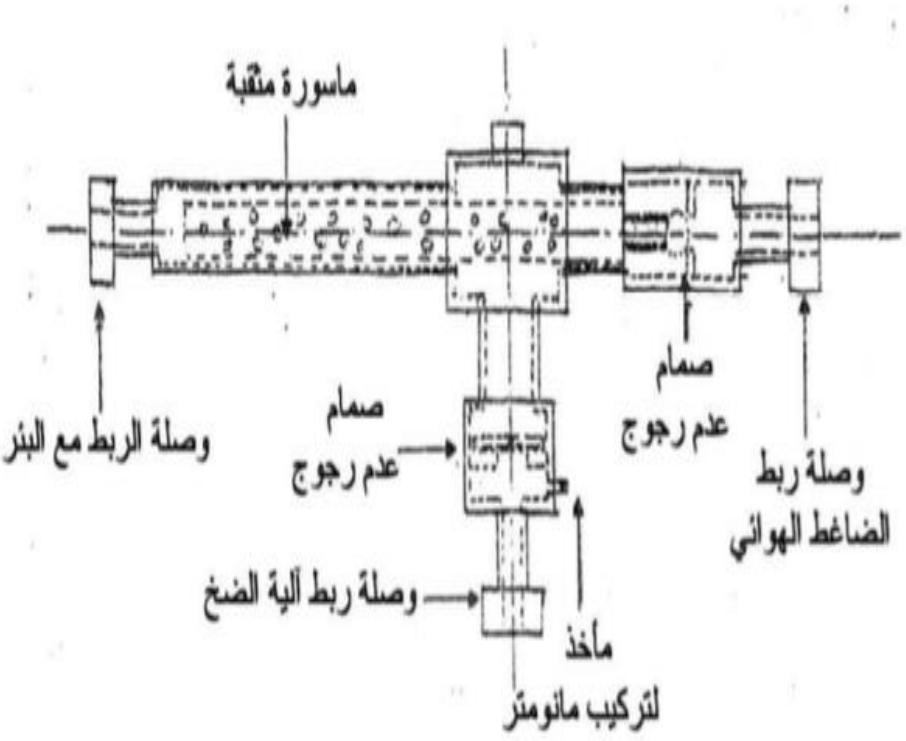
5. إجراء دوران على بماء رغوي تنظيف البئر من نواتج تفاعل وحجم الماء حول ضعف الحجم الداخلي لمواسير الإنتاج.

تنظيف سائل البئر من الهواء والمباشرة بإنزال معدات الإنتاج وفصل سكب الماء إلى البئر لا يدفع تأنبوب رفع مواسير الإنتاج أو إنزال معدات الإنتاج الحقنية .



الشكل)3-8(:

معدات التحميض الرغوي



الشكل (3-9(:

جزء التحميض الرغوي

3-10 احتياطات السلامة لتخزين السوائل الحمضية من البئر :

عند استرجاع السوائل الحمضية من الطبقة يجب مراعاة الأمور التالية :

1. قوة الحمض المسترجع يجب أن تكون أقل من pH=1.8 ومن الممكن تقوية حمض الكلور لماء على سبيل المثال هذا الأمر وفي حالة كان الشركة بيرلك من الآلات المعدات المعدنية الموجودة في البئر أو على السطح ويمنع منعا باتا دخول أي قطرة من الحمض إلى الطبقة .

2. أخذ عينة من الحمض المستعمل وعمل اختبار الحديد لمعرفة مدى تآكل الحمض من شوارد الحديد من أجل اختيار المعدات المناسبة في عملية الحمضة .

3. تحليل السوائل الراجعة بالتأكد من خروج الحمض عن تعادته من الطبقة .

4. الانتباه إلى وجود المستحلبات أو استخدام كوابل رسلات المناسبة .

5. الزمن الالازم لتعادة السائل الحمضي من الطبقة وبقيته على التحويض .

6. نوعية الموائع التي يمكن أن تتفق من الطبقة لخروج سحب الحمض من الطبقة .

7. إمكانية تشكل الرواسب والطرق المستخدمة في معالجتها .

8. كمية الحمض التي يمكن أن تبقى في الطبقة بعد انتهاء عملية المعالجة الحمضية .

9. حدوث تآكل في التجهيزات الموجودة السطحية .

10. الرائب لمن الوجيلات الخروج التي يمكن معالجتها بالسائل الحمضي.

11. ضرورة تنظيف قاع البئر من الحطب والرمال .

3-11 أسباب فشل عملية التحويض :

1 استخدام الحموض العضوية مثل حمض الخل CH3COOH أو حمض النمل HcooH- بتراكيز تقل عن الشركة المعيارية الذي يؤدي إلى تشكل رواسب الت الموي وم و مال الموي وم و هي رواسب صعبة الانالل بالمياه .

2. الحموض الكبريتية)الحموض التي تحوي على تراكيز عال من شوارد الكبريتات (عند استعمال مخلوط الطبقة يمكن أن تؤدي إلى تشكل رواسب كبريتية مع الكالسيوم أو الباريوم.

3. حمض التري يمكن أي شكل من الفط أو الغاز الموجود في الطبقة يمكن أن يشكل زيجا تحفزا وكما أن استخدام مواد تشكل الرواسب قد تلغي بالغرض الأصلي بالنظر لازدياد على سطح الخزان .

4. قبل وضع الحامض في البئر يجب تنظيف مواسير الحقن من الداخل وتنظيف الفراغ الحلقي بواسطة كواشط مناسب قبل عملية الحامض حيث أن تآكل مسار الحامض مع الرواسب الترابية يمكن أن يؤدي إلى تشكيل فراغات وضع عالية الإزالة تولد تآكل في الحامض وخروج مع الرواسب الناعمة على إلى الفراغات السابقة وانعزالها عن الإنتاج.

5. يمكن أن يلعب الحامض المستخدم في المعالجة الحمضية دورًا في التخلص من الترسبات الناتجة عن تفاعل الحامض مع المعادن الموجودة في التكوين الصخري وفي حالة وضع قيود على إنهاء البئر لكن الحامض قد يكون عاجزًا عن التخلص من الرواسب الناعمة الموجودة في قاع البئر أو المرتبط بالتآكل من على التحمض.

6. يمكن أن يحتوي الحامض المتفاعل على إضافات لتقليل التآكل في الأنابيب الحديدية لكن في حالة الخزانات الكربونية التي تحتوي على نسبة عالية من كبريتيد الهيدروجين فإن الحامض في الطبقة المسامية أبطأ بكثير من التآكل.

7. في بعض الحالات، يمكن أن يؤدي تفاعل الحامض مع الطين إلى تشكيل طبقة من الجيلاتين تعيق تدفق السوائل.

8. يجب أن تحقن الحامض على عدة مراحل في البئر ألا تحقن على مرحلة واحدة تزيد من تركيز الحامض وتؤدي إلى تآكل في الطبقة.

9. إساءة استخدام تآكل من الحامض بسبب ضرر في المعدات الموجودة في البئر.

10. عدم استخدام الحامض لأي أغراض غير مناسبة للمعالجة وعدم استخدام مضافات الحامض التي لا تتوافق مع الحامض. يجب أن تكون هذه الإضافات متوافقة مع بعضها.

الفصل الرابع:

تقارير حقلية عن عمليات تحمض الآبار

Chapter 4:

Field reports about acidizing stimulation

4-1 عام عالجات الحمض في الحقول السورية :

Acidizing stimulation in Syrian Oilfields

تتبع هذه الحقول لشركة الفرات للنفط في أقصى الشمال الشرقي للجمهورية العربية السورية وتتبع لمديرية استثمار الحقول الواقعة في منطقة الجزيرة الشمالية وسنعرض بالتفصيل لعمليات التحميض على بعض حقول الاستثمار التابعة لمديرية حقول السكة .

4-1-1 البئر رقم (462) في حقول السويدية :

معلومات حول البئر :

1. طبقة المكمن تتألف بشكل رئيسي من: Massive
80% Limestone
15% dolomite
5 % Clays
2. درجة حرارة المكمن :
178 فهرنهايت
3. المسامية الوسطية للمكمن:
15-20%
4. النفوذية الوسطية للمكمن :
30-50 md
5. العمق الشاقولي للبئر :
1868m
6. قطر مواسير الإنتاج:
3.5 inch
7. طول مواسير الإنتاج :
1824m
8. قطر مواسير التغليف:
7inch
9. طول سوار التغليف :
1888m
10. المجال المثقب:
1828-1798m
11. ضغط الاختبار:
120 atm

خطوات عملية التحميض Acidizing Operation Steps:

تجهيز البئر بالمعدات اللازمة وتركيب أنبوب الضخ بقطر 4 بوصة على عمق 27 متر من سطح الأرض.

الهدف من هذه العملية التأكد من حدوث الدوران الكامل للمائع والتأكد من عدم وجود أي تسرب في مواسير الإنتاج والتأكد من الإتصال الكهربائي بين مواسير الإنتاج وقاع البئر والتأكد إضافة إلى التأكد من سلامة المواسير التي تغلف البئر.

2. إجراء حمام حمضي بقدره 3 متر مكعب من الخلطة الحمضية:

15%wt.HCL+3%wt.HF

بضغط عادل 90atm وبأقصى تدفق ممكن 500 Liter/min ثم الانتظار مدة نصف ساعة .

الهدف من العملية تنظيف المنطقة القريبة من قاع البئر عن المواد الصلبة إضافة إلى اختبار مدى قابلية الطبقة للتحميض .

3. تجهيز البئر بالمعدات من عامل عادل 15 متر مكعب .

الهدف من العملية هو تنظيف البئر من نواتج التحميض .

4. التحميض الأساسية :

تحقن الخلطة الحمضية السابقة بمقدار 15 متر مكعب وبضغط 90atm

وبغزارة 500 لتر في الدقيقة.

مع الانتظار مدة زمنية مقدارها ساعة .

الهدف من العملية هو إنشاء ممرات جديدة من الطبقة المنتجة حتى تخرج البئر .

5. تكسير عملية دوران على الماء بالمعدات مقدارها 27 متر مكعب .

الهدف من عملية التكسير هو تنظيف البئر من نواتج التفاعل التي تخلص من آثار الحمض المتبقية .

الجدول)4-1(نتائج تجربة البئر)462(قبل وبعد عملية التحميض

نتائج البئر قبل عملية التحميض			نتائج البئر بعد عملية التحميض		
التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	مستوى السائل الأمامي M	التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	مستوى السائل الأمامي M
4/2004	13	1140	5/2004	42	800

4-1-2 البئر رقم)655(حقل الوليدية :

معلومات حول البئر :

الطبقة المنتجة :Massive تتكون بشكل تقريبي من:
80% Limestone
15% dolomite
5 % Clays
2.درجة حرارة المكمن :
178فهرنهايت
3مسامية المكمن الوسطية:
15%
4نفوذية المكمن الوسطية :
30-50 md
5القاع الحالي للبئر :
1838m
6قطر مواسير الإنتاج:
3.5 inch
7طول مواسير الإنتاج :
1830m
8قطر مواسير التغليف:
7inch

9.طول مدى الاختراق في :
1853m
10.المجال المثقب:
1815-1833m
11.ضغط الاختبار:
110 atm

خطوات عملية التحميض Acidizing Operation Steps:

1.غسيل البئر بالماء المكيمي قمداره 50متر مكعب وصولا لدون العضد 10متر مكعب من الماء.

2.حمام حمضي قمداره 2متر مكعب من حمض الدوري .

3.الانتظار مدة نصف ساعة تحت ضغط 40 atm.

4.غسيل البئر بالماء المكيمي قمداره 12متر مكعب وصولا لدون العضد 1.5متر مكعب من الماء.

5.تركيب 50 رتينر اهيل افاض يوعكمر 5متر مكعب من المزوت قمداره

من العالق الطفيلي الكاشط إلى داخل الطبقة وتحت ضغط المزوت 60-70 atm .

6.هدف من العملية تنظيف المسام الطبقة من الرواسب الناتجة عن تفاعل الطفل الزجة عن طريق إنبات المزوت .

7.غسيل البئر بالماء مكعب 15متر مكعب

من الهواء وصولا لدون العضد 2متر مكعب من السائل الرغوي.

8.هدف من العملية تفكيك وإزالة الرواسب الناتجة عن أي عراقيل أمام السائل المخترق عن طريق ضخ السائل الرغوي .

9.قمع 2 متر مكعب من الرغوة مع إضافة 2 رتينر من الرغوة لكل 1 متر مكعب من الماء ونفس الكمية من المذيب في الخزان تحت ضغط

70atm.

10.هدف من العملية تحقيق الحمض الهيدروفلوري ذات الطاقة المنخفضة .

7. غسيل التحميض الأساسية :

تحميض بحمض هيدروكلوري رغوي 15% بحجم 20 مترمكعب بغزارة 5 م³/دقيقة إلى البئر

مع 5 مترمكعب بفي الدقيقة من الهواء مع إضافة 2 ليتر من مثبط التآكل رغوي لكل 1 مترمكعب من الحمض كما تمت إضافة مانع تآكل حمضي بمقدار 0.1%vol ومانع استحلاب الحمض بمقدار 0.5 %vol وحمض خلي بمقدار 0.3 %wt لتثبيط وتيرة ضخ الحمض الرغوي بضغط 60-70atm لفترة الاحتفاظ مدة ساعتين .

8. كسح عملية دوران عكسي بالماء بكمية 38 مترمكعب.

الجدول (4-2) نتائج بئر (655) قبل وبعد عملية التحميض

نتائج البئر قبل عملية التحميض			نتائج البئر بعد عملية التحميض		
التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	مستوى السائل الديناميكي M	التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	مستوى السائل الديناميكي M
4/2004	23	460	5/2004	40	290

<u>أسباب اختلاف النتائج بين بئري 462 و 655 بعد انتهاء عملية التحميض بالحمض:</u>

1. في البئر رقم 462 تم استعادة الحمض المستنفد في الطبقة إلى السطح بشكل أسرع من البئر 655 بالتالي حافظ الشقوق والفراغات المسامية في الطبقة على استجابتها الإيجابية لعملية التحميض أما في البئر 655 فإن سحب مادة التحميض من الطبقة استغرق زمنا أطول الأمر الذي أدى إلى تشكل مواد راسبة ناتجة عن تفاعل الحمض مع الصخر الجيرية المسامية الحمض مع الصخر لفترة طويلة هذه الرواسب دخلت مسام الشقوق والفراغات في الطبقة وغلقتها جزئيا وهذا يفسر زيادة كمية الضغط الناتجة من الحمل البئري بشكل أكبر من الصخر بعد انتهاء عملية التحميض .

2. على الرغم من فقدان البئر 462 كمية كبيرة من السائل التي دخلت في البئر 655 وتخصيب البئر الأول من كمية من السائل فإن الفوائد المالية ومواد

الرأسب تمتلك شركة في بلوك رشأن اء ع لي ة الإنتاج ب عدح ق ن الحض في البطق ة ع بر مواس ير
الإنتاج إن هذه المواد لتراكم ق في البئر 655 دخلت مرة ج ي دة إلى الشق وق الموجودة في
البطق ة ع ق ع لي ة الحفر وس ي ع لى تي يق وم به ا الحمض في الطبق ة وبالتالي كان م عدل الإنتاج من
البئر رقم 655 أق ل ب ع د ع لي ة التحميض .

3. ي ف س أي ض ا م عدل الإنتاج البئر ب ع د ت ء ع لي ة التحميض ب ع البئر ع ن م ركز الحمض
وم ن ط ق ة الاعطاف ي .

4 في البئر رقم 655 فإن رواسب ع لي ة التحميض أدت إلى إ الق الم سامات ذات الأل ب ع اد
الص غيرة لكن الم سامات ذات الأل ب ع الكبيرة التي ع ق وإن ما الرواسب ي مكن أن تق لل من
الن فوذية .

5 في البئر رقم 655 نتجت كمية أكبر من الن فط ب الل ب د ع ع لي ة التحميض أي تم استنزاف
هذه البئر بشكل كبير لذلك فإن هذا البئر ق د أعطت إنتاج ا مقارب ا ب ع د ع لي ة التحميض لكنه
ي بس أكبر من إنتاج البئر 462 ب ع د ع لي ة التحميض .

6 إضافة مواد منع تآكل في المضخة في البئر 655 أحدثت شكل قبيح حيث أن منع
التآكل الذي ن سب ص خور البطق ة ول مواد التي تحتوي ها الم سامات وبالتالي يمكن أن ي ع ق هذا
الأمر الدور الذي يلع ب ه الحمض في الطبق ة .

4-1-3 البئر رقم (116) في حقل الربة :

معلومات حول البئر :

الطبقة المنتجة :SHIRANISH تتكون شكلتها في بي من:
90% wt Limestone
10%wt Clays
2. درجة حرارة المكمن :
133 فهرنهايت
3. مسامية المكمن الوسطية:
20%
4. النفوذية المطلقة الوسطية:
40-60 md
5. الحقل الحالي للبئر :
M1413
6. قطر مواسير الإنتاج:
3.5 inch
7. طول مواسير الإنتاج :
1768 M

8.قطر مواسير التغليف:
7inch
9.طول سير التغليف :
1427m
10.المجال المثقب:
1375-1392m
11.ضغط الاختبار:
120 atm

خطوات عملية التحميض Acidizing Operation Steps:

1. تنزل بئر الماء المكية مقدارها 30 متر مكعب يضاف للماء مانع تآكل نفطي بكمية 60 ليتر ويصل الدوران بعد ضخ 15 متر مكعب من الماء.

2. ضخ كمية من النفط الخفيف مقدارها 6.5 متر مكعب بشحنتين 3.5 متر مكعب نفط خفيف يليه شحنة 15 متر مكعب من الذي بالمكون من 5 متر مكعب من المازوت و 10 متر مكعب من النفط الخفيف وذلك بضغط 80atm مع الانتظار 20-15 ساعة.

الهدف من العملية تثبيط المسامات الطبقة من الرواسب البارافينية والإسفلتينية عن طريق إذابتها بالمذيب.

3. تنزل بئر الماء المكية مقدارها 15 متر مكعب ويصل الدوران بعد ضخ 5 متر مكعب من الماء.

4. عملية التحميض الأساسية :

تحميض بحمض هيدروكلوري 15% wt.HCL مقداره 15 متر مكعب يتم ضخه بضغط 20-50atm مع إضافة مانع تآكل خفيف بمقدار 0.1%vol ومثبت الحمض بمقدار 0.5%vol مع الانتظار مدة زمنية مقدارها ساعة.

5. كس حمض بدوران عكسي بالماء بكمية 27 متر مكعب .

الجدول)4-3(لحقل بئر الربة)16(قبل وبعد عملية التحميض

الحقل قبل عملية التحميض			الحقل بعد عملية التحميض		
التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	المستوى الديناميكي بالمتر M	التاريخ MONTH/YEAR	الانتاجية m^3/day	المستوى الديناميكي بالمتر M
3/2004	10	1280	4/2004	24	1000

4-1-4.نتائج عملية التحميض العادية لشهر شباط للعام 2012 في حقل السويدية :

تم اختيار عدد من الآبار لدراسة نتائج عمليات التحميض المختلفة عليها والجدول (4-4) يبين نتائج عمليات التحسين التي أجريت على هذه الآبار :

حيث تمت دراسة الآبار التالية وتنفيذ عمليات التحميض عليها كما يلي :

- 667 س ، تحميض عادي - 50 س ف ، تحميض عادي
- 204 س ف تحميض عادي - 72س ف ، تحميض عادي
- 27 س ف تحميض عادي .

رقم البئر	الطبقة	المؤشرات الإنتاجية				نوع العملية
		قبل التحميض		بعد التحميض		
		سائل M^3/DAY	الإماهة	سائل M^3/DAY	الإماهة	
٦٦٧س	ماسيف	٥٥	٢٠	٥٥	١٧	تحميض
٢٠٤س ف	ماسيف	٤٠	٨	٤٠	٨	تحميض
٢٧س ف	ماسيف	٤٥	٥	٤٥	٥	تحميض
٥٠س ف	ماسيف	٤٨	٢٢	٥٠	٢٠	تحميض

٧٢س ف	ماسيف	٥٥	١٥	٥٥	١٥	تحميض

جدول (4-4) نتائج عمليات التحميض على الآبار

ولتقيم نجاح عمليات التحسين قمنا بحساب المعامل F وذلك بالأخذ بعين الاعتبار قيم الإنتاجية قبل وبعد عمليات التحسين والجدول (4-5) يبين النتائج مع قيم المعامل F :

البئر	العملية	الإنتاجية قبل التحسين Q_1M^3/DAY	الإنتاجية بعد التحسين Q_2M^3/DAY	العامل $F=Q_2/Q_2$
٦٦٧س	تحميض عادي	٥٥	٥٥	١
٢٠٤ س ف	تحميض عادي	٤٠	٤٠	١
٢٧س ف	تحميض عادي	٤٥	٤٥	١
٥٠س ف	تحميض عادي	٤٨	٥٠	١,٠٤
٧٢س ف	تحميض عادي	٥٥	٥٥	١

نلاحظ أنه في عمليات التحميض التي أجريت على الآبار السابقة الذكر كانت أغلب النتائج تدل على عدم زيادة الإنتاجية بشكل فعلي بعد عملية التحميض ، وهذا يعتبر من الناحية الاقتصادية فشل للعملية ولم تؤدي الغرض التي أجريت من أجله . وبغض النظر عن سبب الفشل والمرجح أنه ناتج عن عدم معالجة السائل الحمضي بالإضافات المناسبة والكافية لابد من استخدام الإضافات الكيميائية لعمليات التحميض من أجل تلافي وإزالة الآثار السلبية لعملية التحميض والحصول على نتائج حقلية مرضية بعد إجراؤها على آبارنا النفطية والغازية .

٤-٤- نتائج عمليات التحميض باستخدام المزائج الحمضية في حقل السويدية :

تم استخدام مزيج من (حمض كلور الماء – حمض فلور الماء) لتحميض بعض الآبار في حقل السويدية ومن هذه الآبار :

البئر 420 سويدية يقع هذا البئر في السويدية وذات مواصفات هي :

- قاع البئر 1840 M .

- مواسير التغليف بقطر 7in .

- المجالات المثقبة M (1835-1840) + (1816-1823) + (1797 -1807) .

- طول مواسير التغليف 1866 M .

- طول مواسير الإنتاج 1820M وقطرها IN 1/5 3.

خطوات العمل :

١- رفع التشكيلة الميكانيكية للبئر وتبديل قاعدة الشجرة بشجرة ذاتية .

٢- إنزال مواسير الإنتاج وفي بدايتها كالة مشطوفة بطول 1820M .

٣- إجراء دوران وتنظيف البئر .

٤- إجراء حمام حمضي ب 440 gal ماء إغلاق صمام مواسير التغليف وحقن الحمض في الطبقة بضغط 1764 psi .

والانتظار حتى يتم التفاعل لمدة ساعة واحدة وهبوط الضغط إلى 294 psi .

٥- إجراء دوران عكسي ب 33oo gal من الماء وطرح نواتج التفاعل خارجا .

٦- رفع المواسير كاملة وإنزال برنامج مضخة كالسابق .

وتتم مراقبة إنتاجية البئر قبل عملية التحميض وبعد عملية التحميض ونقارن النتائج :

إنتاجية البئر قبل العملية (وسطي)			إنتاجية البئر بعد العملية (وسطي)		
سائل gal	ماء %	نفط gal	سائل gal	ماء %	نفط gal
4840	25	3740	6820	25	5060

البئر 462 يقع في السويدية ذو المواصفات التالية :

- قاع البئر M 1868 .

- قطر وطول مواسير التغليف الإنتاجية 7in, M 1888 .

- المجال المثقب (1798- 1828) .

- طول مواسير الإنتاج M 1824وقطرها 1/5 3 .

تم إجراء حمام حمضي ب gal 660 من مزيج (HCL بتركيز 15% - HF بتركيز 3%) وتم حقن هذا المزيج في الطبقة بضغط psi 1323 .

وكانت النتائج كما يلي :

إنتاجية البئر قبل العملية			إنتاجية البئر بعد العملية		
سائل gal	ماء %	نفط gal	سائل gal	ماء %	نفط gal
4180	40	2420	7700	45	4180

نلاحظ أن نتائج عملية التحميض باستخدام المزائج الحمضية كانت إيجابية على عكس عملية التحميض العادية .

التوصيات والمقترحات

Recommendations And. Suggestions

من خلال ما تم استعراضه من نظرياً وعملياً ، يمكن أن نتوج بمجموعة من الأمور التي قد تساهم في إضافة عملية التحسين التالية :

1. يجب استخدام الحد الأدنى من المواد الكيميائية عن طريق التحكم في أوقات الري بما يتناسب مع احتياجات النبات أي معالجة مياه الري بطريقة تسمح بإعادة استخدامها في ري نباتات أخرى .

2. الاستفادة من نواتج عمليات معالجة مياه الصرف الصحي عن طريق التعاون مع الشركات الخاصة بمعالجة مياه الصرف الصحي .

3. استخدام المواد المقاومة للتآكل والمطيلة في عمليات تنفيذ شبكات الري لتقليل الفاقد من المياه .

4. إجراء اختبارات دورية على مياه الري للتأكد من خلوها من الشوائب العالقة والكائنات الحية الدقيقة .

5. الاهتمام باستخدام المواد المقاومة للتآكل والمطيلة في إنشاء المآخذ والمحطات الرئيسية لضخ المياه وكذلك في عمليات الربط بين الخطوط الرئيسية والفرعية .

6. استبدال المواد الغازالة الموجودة في الرغوة المستخدمة في عملية تحضير الكونكريت الخامل.

7. يجب مراعاة أن تكون المواد المقاومة للتآكل والمطيلة المستخدمة في عمليات تحضير الرغوة الخاملة لا تؤثر على خواص الرغوة وذلك لتحديد نسب الخلط التي تحقق التوازن المطلوب للحصول على أقل كثافة ممكنة .

8. العمل على إجراء دراسات أكثر تعمقاً في مجال استخدام الرغوة الخاملة لمعالجة الأحماض المختلفة وتحديد أفضل الطرق لاستخدامها مع الأحماض المركزة .

9. استخدام مواد عازلة للتآكل في عمليات الصرف الصحي والمواسير الخرسانية الموجودة في البيئات الحمضية التي تؤثر على المعدات دون الحاجة إلى استبدالها وبذلك تكون قد حققت الهدف الرئيسي من البحث .

10 استخدام مضادات التهاب غير الستيرويدية (بسبب وجود مخاطر مع الاستخدام طويل الأجل، سيما لدى المرضى المسنين، قد يكون أفضل تجنب استخدام مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية في أي ثلث من الحمل)

لا تستخدم أي مضادات التهاب غير ستيروئيدية أخرى بعد 30 أسبوعًا من الحمل بسبب خطر إغلاق القناة الشريانية أو عدم انقباض الرحم بعد الولادة.

المصادر والمراجع

Resources and References

المقالات المأخوذة من المواقع الإلكترونية باللغة العربية

1. أساسيات التعريف في التطوير الحقولي الفلسطيني:

https://sites.google.com/site/sypeteng/research/30

2. المقالات الحديثة في علم المكامن: مشروع خولي - 2009/7/14

https://sites.google.com/site/sypeteng/research/36

3. تحسين إنتاجية آبار النفط الفلسطينية:

https://sites.google.com/site/sypeteng/research/16

4. بترول وجيولوجيا معالجة آبار النفط الفلسطيني قبل الحموضة :

https://sites.google.com/site/peetroly/all/14

5. موقع مجلة (العلوم والتكنولوجيا) مشروع خولي:

http://nok6a.net/author/rashed

المقالات والكتب العلمية من المواقع الإلكترونية الأجنبية

1.Acid additives:

http://petrowiki.org/Acid_additives

2.Causes of acidizing failure:

http://gekengineering.com/Downloads/Free_Downloads/Acidizing.pdf

3.Production Enhancement with Acid Stimulation:

https://books.google.com/books/about/Production_Enhancement_with_Acid_Stimula.html?id=UUprmeNJ9LwC

4.Well stimulation:

https://en.wikipedia.org/wiki/Well_stimulation