الفصل السادس

طرائق إزالة الرواسب الصلبة المشعة طبيعيا (NORM) وغير المشعة في صناعة النفط والغاز.

obeikandl.com

٦ -١ المقدمة

توجد طرائق عديدة لإزالة الملوثات المشعة وغير المشعة من المعدات المستخدمة في صناعة النفط والغاز.سبب إزالة ترسبات (NORM) والأوحال من المعدات والأجهزة لغرض زيادة الإنتاج أو لغرض الوقاية الإشعاعية يحتاج إلى سياقات مناسبة للوقاية الإشعاعية. بالإضافة إلى مخاطر الإشعاع المنبعث من هذه الترسبات فهناك مخاطر أخرى غير إشعاعية تحتاج إلى حيطة أكثر ومن هذه المواد كبريتات الهيدروجين، الزئبق، والهيدركواربونات «البنزين».

ويفضل إزالة تلوث التجهيزات من المواد المشعة من قبل أشخاص متخصصين. ويتوقف اختيار الطريقة المناسبة على عدة عوامل منها توفر وسائل العمل والموازنة بين الكلفة المترتبة على إجراء مثل هذه العمليات و قيمة التجهيزات التي ستخضع للتنظيف. تتطلب عملية الإزالة الحصول على ترخيص من قبل السلطة الرقابية و أن تُتبع إجراءات خاصة لوقاية العاملين من الإشعاع عند إجراء هذه الأعمال.

٦ – ٢ طرائق إزالة التلوث عن الاجهزة والمعدات الملوثة.

إزالة التلوث الاشعاعي عن الاجهزة والمعدات في الموقع تكون مطلوبة في أحيان كثيرة وخاصة عندما يتداخل وجود هذه الترسبات والأطيان مع معدل إنتاج النفط أو الغاز وعندما لا يمكن تعويض المعدات التي تحتوي على تلك الترسبات. أكثر هذه الطرائق شيوعا وفعالية وأمناً التنظيف اليدوي ، ،القشط التنظيف بالرمل المضغوط (Sand blast) والتنظيف بالماء تحت ضغط (HPWJ) وهي أكثر الطرائق ولكن كمية الملوثات المتولدة كبيرة وتوجد طرق اخرى موضحة في الجدول (٦–١).

أهم الطرق الشائعة هي:

١ -التنظيف اليدوي

وهي من ابسط وأسهل طرائق الإزالة يجري فيها الغسل اليدوي للتجهيزات بالمحاليل الكيميائية و الماء. و تجري عمليات إزالة الوحل من الخزانات الملوثة بالمواد المشعة يدوياً، فيقشط الوحل من المعدات و تجمع في حاويات ثم تغسل المعدات بوساطة الماء من مضخة بسيطة. و لهذا تعد الطريقة اليدوية بسيطة وغير مكلفة و لكنها ذات فعالية منخفضة إضافة إلى خطورتها الاشعاعية المرتفعة على عاملي الازالة لاحتمال التلوث الداخلي عن طريقالتنفس اوالابتلاع.

٢ - التنظيف بالماء المضغوط (HPWJ)

تستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع لإزالة الرواسب الصلبة الحاوية لمواد مشعة طبيعية. لتنظيف المعدات الكبيرة ، مثل أجهزة فصل النفط عن الماء و خزانات النفط، و كذلك شبكات الأنابيب الطويلة من الرواسب الصلبة. تحتاج عمليات تنظيف الرواسب الحاوية لمواد مشعة إلى الماء المقذوف بضغط عالي يتراوح بين ١٠ – ٢٥٠ Mpa وذلك باستعمال مضخات خاصة. و يعطي تطبيق هذه الطريقة إزالة فعالة للرواسب إضافة إلى قلة خطورة انطلاق الغبار الحاوي لمواد مشعة، إذ يحافظ تطبيقها على بقاء المواد المشعة في حالة رطبة. ويمكن استخدامها في المواقع البرية والبحرية (on shore).يتم نظيف الأنابيب باستخدام أنبوب طويل يتدفق الماء بقوة من فتحة صغيرة شكل(٦– ١). ويمكن لهذه الأنبوب الوصول إلى داخل أوعية طويلة باستخدام خراطيم طويلة. لهذه الطريقة بعض الأخطار المرافقة لتطبيق الضغط العالي، إضافة إلى انتشار التلوث على مساحة كبيرة وصعوبة استخدامها لازالة التلوث عن السطوح الخارجية نتيجة لانتشار رذاذ الماء الملوث. و لهذا يفضل أن تكون أنظمة الغسيل بالضغط العالي محكمة الإغلاق، و لاّ يسمح للماء الملوث والناتج عن الازالة بأن ينتشر إلى البيئة، بل يجب أن يعبأ أو يعاد استخدامه في نظام مغلق أو أن يمرر عبر مرشحات

الجدول(٦-١) طرائق ازالة تلوث المواد المشعة طبيعيا (NORM)

الطريقة	الملاحظات
١. التنظيف اليدوي الاعتيادي	طريقة سهلة لا تحتاج إلى معدات ميكانيكية تتضمن غسل المعدات بالماء، تستخدم هذه الطريقة لإزالة الرمل أو الأوحال من الأجهزة
٢. طريقة التوسيع بالمثقب	تستخدم بشكل شائع لإزالة الترسبات الصلبة من الأنابيب والمعدات الملوثة السطوح. وتكون عملية الثقب رطبة لتقليل انتشار الدقائق الشمعة في الهواء، ويجب أن يرشح الماء الناتج عن هذه العملية لعدم مرور الترسبات الصلبة
٣ -التنظيف بالماء تحت ضغط (HPWJ) ٤ - طريقة القشط	تستخدم هذه الطريقة لإزالة الترسبات الصلبة من الأنابيب عال جداً والمعدات الملوثة السطوح وتمتاز هذه الطريقة بأنها فعالة لإزالة الترسبات الصلبة وتقليل تكون الغبار المشع. تستخدم طريقة القشط اليدوية لازلة الملوثات الصلبة من السطوح باستخدام مقاشط من الحديد
٥- طريقة التفريغ	هذه الطريقة قد تكون رطبة أو جافة لإزالة الجزئيات الملوثة العالقة.
٦ - طريقة التنظيف الكيميائي	استخدام مواد كيماوية لإذابة الترسبات الصلبة أو إزالة الطبقات الرقيقة (film) من أنابيب الغاز.
٧ - الصهر(melting) ٨ –التنظيف بالرمل المضغوط	تصهر المعدات كمواد فائضة «سكراب» فتكون معظم مواد (NORM) مع الخبث ولكن النظائر المشعة المتطايرة تخرج من الغازات الأخرى المدخنة. يتم قشط الملوثات المشعة الملتصقة بالمعدات والأنابيب.

لاستخلاص الرواسب منه.

شكل(٦ - ١ازالة التلوث باستخدام الماء المضغوط (HPWJ)

٣ – طريقة القشط (Abrasive)

تستخدم طريقة القشط الجاف والرطب اليدوية لازالة الملوثات الصلبة من السطوح التي يمكن الوصول إليها عمليا وذلك باستخدام قاشطة معدنية حادة. لكن الطريقة الجافة للقشط لايحبذ استخدامها وذلك لانتشار الملوثات في الهواء وتعرض العامل الذي يقوم بعملية القشط الى تعرض اشعاعي خارجي وداخلي كما انها تستغرق زمنا اكثر.

٤ – طريقة التوسيع بالثقب

تستخدم هذه الطريقة في تنظيف شبكة أنابيب الإنتاج. حيث يتم اُدخال مثقب معدني صلد لغرض توسِّيع الفتحات من أحد طرفي الأنبوب و يبدأ بالدوران ليصل إلى الطرف الآخر بحيث يزيل الرواسب العالقة. و هذه الطريقة جيدة لانها تقشط داخل الأنبوب بكفاءة عالية. ومن مساوئها تولد غبار ملوث بالمواد المشعة الطبيعية إذا استخدمت هذه العملية بطريقة جافة. أما إذا استخدم موسع الفتحات بالدوران في جوٍ رطب فان الغبار الملوث المتولد يقل بشكل كبير .فإنها تعد طريقة جيدة إضافة وعند إجرائها ضمن نظام محكم الإغلاق لمنع انتشار المواد الملوثة فتعتبر طريقة جيدة للأنابيب.

٥- التنظيف بطريقة المصٍّ بالهواء:

التنظيف بالمِّص الهوائي قد يكون جافا أو رطبا.وهي طريقة فعالة في إزالة الجسيمات الملوثة بالمواد المشعة غير العالقة. و عادة ما تستخدم هذه الطريقة قبل تنظيف التجهيزات يدويا. تستخدم في هذه الطريقة مرشحات خاصة لمنع انتشار التلوث إلى الأماكن المحيطة، و تخفيض احتمال تكوّن المعلقات الملوثة بالمواد المشعة. و يجب أخذ الحذر لضمان عدم تراكم كميات كبيرة من المواد المشعة في جهاز التنظيف وتغير المرشحات بين وقت وأخر للتقليل من خطرها الإشعاعي على العاملين.

ينجم عن أعمال التنظيف هذه نفايات مشعة تحوي تراكيز ملموسة من المواد المشعة الطبيعية، و لهذا يجب أن يجري نقلها أو التخلص النهائي منها بطرائق سليمة و ضمن معايير خاصة بالتخلص من المواد المشعة.

٦ - طريقة إزالة التلوث بالمواد الكيمياوية .

تستخدم هذه الطريقة لإزالة الترسبات من السطوح التي لا يمكن الوصول إليها بالطرق الميكانيكية أو الطرق تؤدي إلى تلف تلك المعدات. المعدات تنظف أولا

بمذيبات عضوية أو قواعد ساخنة قبل الإزالة الكيميائية للتلوث. المـــواد الكيميائيـــة المستخدمة لإزالة التلوث هي الحوامض والقواعد ومواد معقدة. لكل نوع من أنـــواع الرواسب الثلاثة الرئيسية طرائق كيميائية محددة لإزالتهـــا مـــن داخـــل الآبـــار و المعدات. وهي:

أ -ازالة رواسب كبريتات الباريوم ($BaSO_4$):

لغرض إزالة رواسب كبريتات البار يوم بالطريقة الكيميائية تستخدم المواد التالية:

١ – مركبات(EDTA).

٢ –حامض النتروا سيتات الثلاثية (NTA).

٣ –المركبات الكُلاّبيّة (Chelating Agents) . تقوم هذه المحاليـــل فـــي البدايـــة بتحطيم بلورات كبريتات الباريوم وذلك بتحويلها إلى ايونـــات البـــاريوم الموجبـــة (Ba^{++}) و ايونات الكبريتات السالبة (SO_4^{--}) و ترتبط هذه الايونات مع المركـــب الكيميائي ألكلابي لتشكل معقداً منحلاً و مستقراً.

و من المحاليل الفعالة الأخرى المستخدمة لاازالة رواسب كبريتـــات البـــاريوم،هو محلول كلوريد الصوديوم المائي (NaCl). والذي يكون رواسب غيـــر مســـتقرة و تزداد فعالية الانحلال في هذا المحلول عند التسخين. أن تغير الضغط و الحرارة أو المحتوى الملحي يمكن أن تؤدي إلى ترسُّب كبريتات الباريوم مرة أخـــرى، مكوّنـــة بذلك ما يسمى بالرواسب الثانوية. من مساوئ هذه الإزالة أنها تحتـــاج إلـــى وقـــت طويل لاازالة كمية كافية من هذه الرواسب. و يعود ذلك إلى المعدل المنخفض جـــداً لانحلال بلورات كبريتات الباريوم بهذه المُركبات .وهذا يعني أنها تستهلك كميـــات كبيرة من الطاقة لتحطيم البلورات الثابتة لكبريتات الباريوم.

ب-ازالة رواسب كبريتات الكالسيوم:

هذه الرواسب عبارة عن مركبات الجبسوم والذي يمكن ازالتـــة باســـتخدام أغلـــب المركبات المستخدمة لإزالة رواسب كبريتات الباريوم وبفعالية أعلى قليلاً. و لكـــن الأمر يحتاج إلى وقت طويل لإنجاز العمل إذا استخدمت المعقدات الكُلاّبيّة. و لمـــا

كان الجبسوم أقل خمولاً من الناحية الكيميائية مقارنةً بكبريتات الباريوم، فإنه يمكن تحويله إلى شكل آخر بواسطة مركبات كيميائية تسمى محولات الجبسوم. تقوم هذه المركبات بتحويل الجبسوم إلى أملاح تنحل بحامض الهيدروكلوريك مكونة نوعاً من الوحل يمكن سحبه بالمضخات إلى خارج البئر. و تساهم هذه المُركبات بإزالة رواسب كربونات الكالسيوم أيضاً، و التي عادة ما تكون مرافقة لكبريتات الكالسيوم.

ج – إزالة رواسب كربونات الكالسيوم:

تعد عملية الحفاظ على معدل إنتاجية كثير من آبار النفط استخدام ازالة التكلسات الصلبة المشعة او الوحل باستعمال حوامض معدنية و غير معدنية لغرض إزالة كربونات الكالسيوم والتي تعتبر من أكثر الإجراءات الناجعة للازالة. مع ذلك، توجد بعض الحالات التي تكون فيها هذه الطريقة غير فعالة، ويعود ذلك إلى تأكّل جدران البئر إذا سُكب الحمض بأسلوب غير صحيح.من أهم الحوامض المستخدمة لإزالة رواسب كربونات الكالسيوم هي حامض الهيدروكلوريك وهو أكثر الحوامض استخداماً. كذلك تستخدم أيضاً بعض الحوامض العضوية كحامض النتريك أو مزيج من عدة حوامض. و يعتمد اختيار الحامض على عوامل عدة اهمها:

١. مكان وجود الرواسب.
٢. الحرارة داخل البئر و التشكيلات الجوفية.
٣. فعالية المزيل لإزالة كربونات الكالسيوم.
٤. التقليل ما أمكن من عملية التآكل للمعدات .
٥. تقليل حدوث عملية إعادة الترسب التي تتولد نتيجة لتفاعلات كيميائية بين الحوامض المستهلكة و المواد الأخرى الموجودة في التشكيلات الجوفية خلال أعمال الصيانة.

مساوئ هذه الطريقة:

ا – تكون سوائل ملوثة كثيرة.

ب – أن بعض مكونات هذه المعدات قد يذوب بالحوامض.

ج – صعوبة استخدام أسلوب الإزالة الكيميائية عندما توجد أنواع مختلفة من الرواسب يصعب التنبؤ بتكوّنها.

٧ - إزالة التلوث بالصهر:

إن صهر المواد المعدنية الحاوية على المواد المشعة الطبيعية تؤدي إلى فصل المعدن عن النظائر المشعة الصلبة والتي ستكون الخبث الذي يطفو علي المعدن المنصهر. وتطبق هذة الطريقة في مواقع مخصصة للصهر. أهم الخطوات في هذه الإزالة هي:

١– نقل المعدات إلى موقع التدوير برا او بحرا باستخدام معدات تحميل مناسبة.

٢– تقطيع المعدات إلى أجزاء صغيرة بواسطة العمليات الميكانيكية أو الحرارية إلى أجزاء قابلة للصهر.

٣– نقلها بواسطة حزام ناقل او رافعة الى أفران الصهر.

٤–إزالة ميكانيكية للخبث الطافي.

٥–إعادة وجمع الغبار الخارج من المداخن.

٨ – القصف بالرمل (Sand blasting) :

يتوجية الرمل الممزوج بالهواء تحت ضغط عال الذي يولده ضاغط باستخدام أنبوب طويل يتدفق الرمل بقوة من فتحة صغيرة .تتميز هذه الطريقة بكفاءتها في ازالة المادة الملوثة الصلبة الملتصقة بالمعدات المعدنية والأنابيب.من مساوئ هذه الطريقة تولد ملوثات صلبة كثيرة مختلطة مع الرمل وكذلك انتشار الملوثات بشكل عوالق في الهواء وتعرض العاملين الى التلوث الداخلي. لذلك يجب على العاملين ارتداء بدلات خاصة محكمة جيدا وكمامات تغطي الوجة باجمعة ويتم التنفس من خلال قناني التنفس الخاصة.

٦ –٣ طرائق استخدام المواد الكيميائية لتثبيط تكوّن الرواسب في حقول النفط والغاز.

لمنع وتقليل تكوّن الرواسب الصلبة تستخدم مركبات كيميائية بتراكيز منخفضة تمنع تكوّن أو نمو بلورات الرواسب الصلبة بتكوين معقدات كيميائية ثابتة. و تستخدم عادة هذه المواد بتراكيز أكبر من تراكيز مكوِّنات الرواسب الصلبة. من اهم المواد الشائعة الاستخدام الفوسفانات والتي تستعمل في درجات حرارة تصل إلى(150) درجة سليزية،و متعدد كربونات الاكزالات التي تستعمل في درجات حرارة تصل إلى 200درجة سليزية ، و استر الفوسفات والتي تعدّ من المواد الجيدة بالنظر إلى كلفتها الواطئة، و لكن تطبيقها محدود في درجة حرارة أدنى من (100) درجة سليزية. ان اختبارات الفحص هي التي تحدد تركيز المواد الكيميائية لتثبيط تكوّن الرواسب الواجب استخدامها.يعتمد اختيار مثبط تكوّن الرواسب على درجة الحرارة التي يستخدم فيها مانع التكوّن و درجة حموضة الماء المالح و تركيبه في الابار النفطية . و إضافة إلى ذلك تَعتمد كفاءة عمل مانع التكوّن على درجة حموضة الوسط (PH)، إذ يجب زيادة تركيز مانع التكوّن في الأوساط ذات الحموضة المنخفضة.

لتثبيط وتقليل تكوّن الرواسب في الحقول طرائق عديدة لحقن المواد الكيميائية للابار أهمها:

١. حقن المثبطات الكيميائية في التشكيلات الجيولوجية النفطية العميقة دفعة واحدة.
٢. الحقن المستمر للمثبطات الكيميائية إلى داخل فوهة البئر على دفعات متتابعة أثناء الإنتاج ويجري ذلك بحيث يعاكس الحقن خط الإنتاج أو بمد خطوط ضيقة إلى أسفل فتحة البئر و ضخ المادة المثبطة باستمرار.

لكل من هذه الطرائق محاسنها و مساوئها التقنية و الاقتصادية. و يعتمد اختيار الطريقة المناسبة على العوامل الاقتصادية والتقنية في الحقل.

أما مشاكل استعمال المثبطات الكيميائية فهي كثيرة و أهمها ما يسمى بالرواسب الكاذبة وتكوُّن المعلقات.التي تنشأ نتيجة للتفاعلات المتبادلة و الحاصلة بين الايونات الموجبة لكل من المنغنيز (Mg^{++}) والكالسيوم (Ca^{++}) و الباريوم (Ba^{++}) الموجودة في المياه المالحة والايونات الموجودة في المثبطات. فتسلك هذه المركبات المترسبة سلوك الرواسب الصلبة نفسه. و بذلك لا تعمل المواد الكيميائية في منع تكوّن الرواسب فقط بل تسبب مشاكل إضافية بتكون الرواسب الكاذبة.

تنظيف تلوث تجهيزات منشأة الغاز

يمكن أن يحدث التلوث بالمواد المشعة الطبيعية في تجهيزات معالجة الغاز الطبيعي كما يحصل في المعدات النفطية. حيث تتكون طبقات رقيقة غالبا لا تكون مرئية بالعين المجردة و يمكن أن تتألف الطبقات من مواد ذات نشاط إشعاعي مرتفع تلتصق بجدران تجهيزات المعالجة. و يمكن أن تزال هذه الطبقات بالمواد الكيميائية. و يكمن خطر هذه المواد كالرصاص٢١٠ والبولونيوم٢١٠ في التعرض الداخلي فقط،لانها غير باعثة لأشعة كاما التي تؤدي إلى تعرض خارجي ملموس.

ينجم عن أعمال التنظيف هذه نفايات مشعة تحوي تراكيز ملموسة من المواد المشعة الطبيعية، و لهذا يجب أن يجري نقلها أو التخلص النهائي منها بطرائق سليمة و ضمن معايير خاصة بالتخلص من المواد المشعة.