نشرة الدروس المستفادة رقم 7

الوقاية من الحوادث الكيميائية والاستعداد لها

الحوادث الكبرى المرتبطة بالشيخوخة

الهدف من هذه النشرة هو تقديم رؤى حول الدروس المستفادة من الحوادث الواردة في النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) ومصادر الحوادث الأخرى الخاصة بالشركات الصناعية والجهات التنظيمية الحكومية. في المستقبل سيتم إصدار نشرة الدروس المستفادة للوقاية من الحوادث الكيميائية والاستعداد لها (CAPP) على أساس نصف سنوي. يركز كل إصدار من النشرة على موضوع معين.

ملخص

الشيخوخة هي ظاهرة موجودة في جميع صناعات المعالجة الكيميائية في جميع أنحاء العالم. يُعتقد خطأ في بعض الأحيان أن الشيخوخة تعني مدى قدم المنشأة أو المعدات. لكن شيخوخة المصانع الكيماوية تتسم بمعنى أوسع يتجاوز إدارة التآكل. فكل ما يتعلق بالموقع وعملياته المختلفة قد يتقادم في السن، ولا يقتصر ذلك على المعدات فحسب، بل يشمل أيضًا الأفراد والإجراءات.

الرجاء ملاحظة ما يلي:

اعتمد وصف الحوادث والدروس المستفادة على تقارير الحوادث المُرسلة إلى النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى.

https://emars.jrc.ec.europa.eu

وكذلك على مصادر مفتوحة أخرى. تتكون قاعدة بيانات النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (EMARS) من أكثر من 900 تقرير عن الحوادث الكيميائية قدمتها الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي ودول منظمة التعاون والتنمية.

تتضمن أيضًا الحالات المحددة عددًا من الدروس المستفادة، لم يتم توضيحها جميعًا. تسلط النشرة الضوء على ما تعتبره أكثر أهمية لهذا الموضوع، مع قيود عدم توفر التفاصيل الكاملة للحادث غالبًا واستناد الدروس المستفادة إلى ما يمكن استنتاجه من الوصف المزود. يشكر المؤلفون مندوبي البلدان الذين أمدونا بالنصائح لتحسين شرح الحالات المختارة.

الحادث 1: الاهتزاز الناتج عن التجويف

تسلسل الأحداث

تعرّض مصنع متخصص في صناعة المطاط لحادث تسرب لمحلول الهكسين من شفة تصريف مضخة أثناء الاستخدام. اشتعل بخار الهكسين عن طريق شرارة كهربية ساكنة مما أدى إلى نشوب حريق. وعلى ما يبدو، فقد انفكت الشفة بفعل اهتزازات المضخة. كانت هناك عمليات تشغيل روتينية جارية في الموقع في وقت وقوع الحادث. شملت عملية التشغيل نقل محلول الهكسين من صهريج استعادة المواد الخام غير المتفاعلة إلى عملية الغسل من خلال منفذ الشفة الأولى للمضخة. وقد حدث تسرب لمحلول الهكسين، ثم اشتعل، واحترق. تكبد المصنع تكاليف مالية كبيرة جراء عمليات إعادة التشغيل وخسائر الإنتاج.

الأسباب

وقد نتج الحادث عن وجود شفة مرتخية أدت إلى تسرب مادة قابلة للاشتعال. خلال العملية، أدى التجويف الذي لم يتم كشفه من قبل في المضخة إلى حدوث اهتزاز كبير نتج عنه انفكاك الشفة. نتيجة للاشتعال، ذهبت الآراء إلى أن الهكسين قد تم شحنه لدى انسكابه من الشفة، وتم تفريغ شحنات كهربية ساكنة، ثم اشتعل بخار الهكسين مسببًا نشوب الحريق.

نتائج مهمة

- وكشفت التحقيقات أن اهتزازات المضخة قد تسببت في انفكاك الشفة. ولم يتم الكشف عن سبب وجود التجويف في تحليل الحادث، بالرغم من إمكانية إرجاع هذا الأمر أيضًا إلى الشيخوخة (التلف والبلى، أو التآكل) أو وجود عيب في التصميم. ومع ذلك، فقد كان الاهتزاز قويًا بما يكفي لفك الشفة، الأمر الذي كان ينبغي أن يكون مدعاة للقلق قبل وقوع الحادث بفترة كبيرة.
- وذهب الرأي إلى احتمال زيادة قوة الاهتزاز بفعل مرور تكتل بوليمر غير قابل للذوبان عبر المضخة، وهو ما سبب تشوهًا في المادة المكونة على جدار الأنابيب. بالإضافة إلى ذلك، فقد كانت هناك وصلة مصغرة تصل بين شفة مقاس 75 ملم (3 بوصات) في مضخة التفريغ وأنبوب مقاس 150 ملم (6 بوصات). ربما زاد انفكاك الشفة عندما تمت إضافة قوة الاهتزاز إلى الأنابيب.

الدروس المستفادة

- قد تؤدي المعدات المهتزة إلى زيادة احتمالات حدوث الكسور الإجهادية والفجوات نتيجة الوصلات المركبة دون إحكام، وقد تكون كلها مصادر للتسريبات، قد تؤدي، في حالة عدم كشفها، إلى وقوع حوادث. من الضروري تولية اهتمام كاف بالمعدات المهتزة، وبخاصة المضخات التي قد تكون موجودة في العديد من العمليات في جميع أنحاء الموقع. قد تتضمن إجراءات الرقابة التي تهدف إلى التخفيف من حدة المخاطر المحتملة عمليات التفتيش المجدولة بصورة منتظمة بما يتماشى مع المعايير التقنية الحالية أو الخبرة الداخلية، والاهتمام الخاص بالأنابيب صغيرة القطر (المعرضة للجُهْد)، وتركيب جهاز مراقبة الاهتزازات لكشف أنماط الاهتزازات غير الطبيعية، بالإضافة إلى التدابير الأخرى المتاحة في الإرشادات الخاصة بالاهتزازات الصادرة عن جهات عديدة.
- ينبغي أيضًا أن يكون المشغل على دراية بإمكانية حدوث تجويف، لا سيما في الأنابيب ووصلات الأنابيب بالأنابيب والأوعية الأخرى. قد تؤدي الانسدادات في جانب الشفط أو التفريغ إلى حدوث عدم توازن في الضغط داخل المضخة.

[http://www.sozogaku.com راجع أيضًا: حادثا EMARS رقما 395 و507؛ رقم ARIA 19423 ARIA: تأثيرات الزمن على المنشآت الصناعية عبر: http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/]

نشرة MAHBULLETIN

وحدة تقييم تكنولوجيا الأمن
مؤسسة حماية المواطن وأمنه
المفوضية الأوروبية
إيطاليا (VA) Ispra 21027
https://ec.europa.eu/jrc/

العدد 7
يونيو 2015
JRC96479

حقوق الطبع والنشر © محفوظة للاتحاد الأوروبي، 2015

الحادث 2
تدهور حالة الخرسانة

تسلسل الأحداث

في الرابع من فبراير من عام 2005 انفجر صهريج تخزين يحتوي على 16300 طن من حامض الكبريتيك المفجر بنسبة 96%. انسكبت جميع محتويات الصهريج في الجدار الواقي ثم انسابت إلى المنصة المجاورة. كانت العواقب البيئية المترتبة على هذا الحادث كبيرة للغاية، وكان لانبعاث حامض الكبريتيك تأثير خطير على النباتات المحلية داخل الميناء وفي الأجزاء الأعمق منه وفي منطقة مدخل الميناء. عندما لامس حامض الكبريتيك المياه المالحة، حدث تفاعل باعث للحرارة نتج عنه تكون سحابة من البخار مكونة من كلوريد الهيدروجين انحرفت شمالاً بطول الساحل في اتجاه الرياح. لحسن الحظ، كانت الرياح تهب باتجاه البحر بعيدًا عن المناطق المأهولة بالسكان ثم تضاءلت السحابة بسرعة كبيرة. بعد التسرب، ظل ما يقرب من 2000 طن من حامض الكبريتيك الملوث في الجدار الواقي. وغمر الحامض أيضًا ما يقرب من 100000 متر مربع من الأرض المحيطة بالانسكاب.

الأسباب

كان سبب هذا الحادث هو وجود تسريب في أنبوب تزويد المبرد تحت الأرض المصنوع من الخرسانة المسلحة والمركب منذ أكثر من أربعين عامًا، وقد أدى هذا التسريب إلى ضعف الأرض تحت الصهريج. على ما يبدو، حفرت المياه طريقًا لها خارج الأنبوب، مما أدى إلى تآكل الأرض بالقرب من صهريج حامض الكبريتيك وحوله. وأدى هذا التآكل إلى إتلاف الأرض الموجودة تحت الصهريج الذي سقط في النهاية بسبب عدم وجود دعم من أرضية الصهريج. تشير دراسة أجريت على شكل الجزء المعني من أنبوب تزويد المبرد إلى حدوث التآكل نتيجة الهجوم الحمضي على الخرسانة.

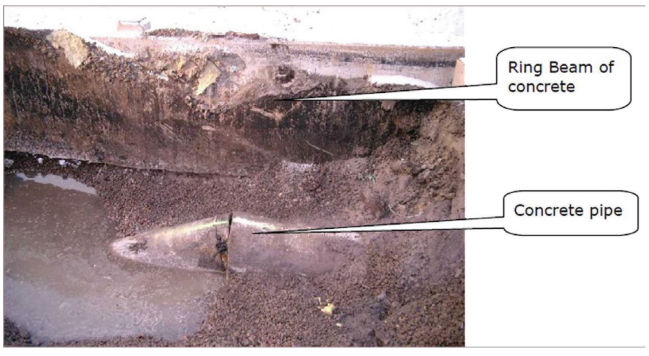
نتائج مهمة

- يشير التلف إلى حدوث التعرض الحمضي على مدار فترة طويلة من الزمن. ومع ذلك، لم يكن من الممكن تحديد الفترة الدقيقة لهذا التعرض.
- فقد تم استخدام هذا الأنبوب على مدار سنوات عديدة ولم يكن لدى المشغل أي شك في أن الأنبوب يعاني من هذا التدهور الشديد. وكشف فحص الأنبوب التالف بعد وقوع الحادث عن عدم وجود تآكل داخلي أو وجود قدر قليل للغاية منه، ولكن كان هناك تآكل خارجي كبير في طبقة من الخرسانة. في بعض الأماكن، تآكلت طبقة الخرسانة بدرجة شديدة للغاية مما أدى إلى كشف حديد التسليح.
- وفقًا للمعيار الألماني DIN 4030 (المكافئ للمعيار الأوروبي EN 260) يحدث هجوم قوي على طبقة الخرسانة إذا كان مستوى الحموضة في المياه المحيطة بها أقل من 5.5 وقد يحدث هجوم قوي للغاية إذا كان مستوى الحموضة أقل من 4.5. قبل خمسة عشر عامًا من الحادث، تم إجراء دراسة عن تلوث الأرض في المنطقة كانت خلالها إحدى نقاط جمع العينات قريبة من أنبوب تزويد المبرد التالف. في هذه المرحلة، تم قياس مستوى الحموضة وبلغ 4 في المياه الجوفية الضحلة. بهذه المعرفة، توصلت الشركة إلى استنتاج مفاده أن مستوى الحموضة هذا انطوى على مخاطر حدوث هجمات حمضية قوية على طبقة الخرسانة.

الدروس المستفادة

- من الممكن تفسير حدوث تآكلمتفاوت على السطح الخارجي للأنبوب بحقيقة وقوع جزء من طبقة الخرسانة في تدفق للمياه الجوفية. في هذه البيئة، يمكن للحامض المرور عبر الحاجز بسهولة أكبر، ويمكن إذابة منتجات التفاعل (كبريتات الكالسيوم المائية) المكونة بسهولة أكبر. على هذا النحو، لم يكن الحاجز الخرساني فعالاً في هذا الجزء مثل فعاليته في جزء الأنبوب الذي ظل في الأجواء المحيطة الأكثر جفافًا. لذلك، فإن الأنابيب الخرسانية المعرضة للمياه الجوفية يجب أن تخضع لتدابير وقائية ومراقبة وفحص على أن يؤخذ في الاعتبار زيادة خطر التعرض للمياه الجوفية.
- على نحو مماثل، يجب فحص الأنابيب الموجودة تحت الأرض والتي تنطوي على مخاطر مرتبطة بالأساسات وقياسها.
- هناك عدد من الاستراتيجيات التي يمكن تطبيقها على الأنابيب عند وجود احتمال لحدوث تدهور أو تلف متسارع أو عند وجود عواقب شديدة في حالة حدوث تدهور ملحوظ. على سبيل المثال، من الممكن أن يتم اختبار الأنابيب لقياس مدى ثباتها (بقائها في مكانها) وفحصها هيدروليكيًا بصفة منتظمة. أو، ينبغي إيلاء قدر كبير من الاهتمام لوضع الأنابيب فوق سطح الأرض. يمكن أيضًا وضع الأنابيب في أغلفة، خاصة عند احتمال تسبب التسرب في حدوث ضرر على البيئة المحيطة أو عند احتمال تسبب الضغط وتشوه الأرض في حدوث تلف بالأنابيب.

[حادث EMARS رقم 666 راجع كذلك: http://www.havkom.se/
حادث مماثل: http://www.hse.gov.uk/comah/alerts/ong013.pdf
راجع أيضًا:
[IChemE Loss Prevention Bulletin No. 195 pp.22-27



الشكلان 1 و2: الصهريج التالف والأنابيب الممتدة تحت الأرض (المصدر: تقرير لجنة التحقيق السويدية).

الحوادث الكبرى المرتبطة بالشيخوخة

الحادث 3
تدهور المعدات

تسلسل الأحداث

وقع انفجار في مجفف للحبيبات في مصنع متخصص في تصنيع المواد المتفجرة الأولية للصواعق الكهربية. انفجرت مادة دي آزودي نيتروفينول (Diazodinitrophenol)، وهي مادة متفجرة بدائية في الصاعق الكهربي، أثناء عملية التجفيف والتحبيب. ألحق الانفجار أضرارًا بخطوط الإنتاج ونتج عنه تحطم الزجاج في مباني المصنع. لم يصب أي فرد في الحادث نظرًا لأن المنشأة التي وقع بها الانفجار كانت تعتمد على التشغيل الآلي ولم يكن بها أي عاملين. كان العاملون يقومون بإنتاج المتفجرات عن طريق التحكم عن بعد من الخارج.

الأسباب

بالرغم من عدم التأكد من الأسباب تمامًا، إلا أن الشركة ركزت تكهناتها على احتمالين:

1) دخول مادة دي آزودي نيتروفينول عن طريق الخطأ في صدع في لوحة المقسم التي كانت مثبتة في المجفف الخاص بآلة الحبيبات بمادة لاصقة. نتيجة لذلك، اشتعلت مادة دي آزودي نيتروفينول بسبب الاحتكاك، ثم احترقت، وانفجرت.

2) أدى صدأ الحديد إلى تلوث مادة دي آزودي نيتروفينول الموجودة في آلة الحبيبات مما تسبب في زيادة حساسية الاحتكاك الخاصة بها. لذلك، اشتعلت مادة دي آزودي نيتروفينول في عملية التحبيب، ثم احترقت، وانفجرت.

نتائج مهمة

- كان هذا هو الحادث الأول الذي يشهده المصنع. على ما يبدو، فإن الشركة قد اتخذت خطوات عناية غير كافية فيما يتعلق بتدهور عمر المعدات وضعف حالتها.
- ولم تُول إدارة السلامة اهتمامًا كافيًا بالمواد الحساسة، مثل المواد المتفجرة البدائية.

الدروس المستفادة

- بالرغم من أن التآكل يعتبر ظاهرة معروفة جيدًا في معامل تكرير النفط، إلا أنه لا يعتبر خطرًا بالضرورة في مصانع المتفجرات. ومع ذلك، يجب مناقشة هذا السيناريو في دراسات تحديد المخاطر المتعلقة بمثل هذه المواقع. يوضح هذا الحادث أن المخاطر المحتملة للتآكل في تصنيع المتفجرات لا تزداد فقط بتدهور المعدات بل أيضًا بسبب وجود جسيمات الغبار الناجمة عن عملية التآكل.
- تزخر عملية تصنيع المتفجرات بشكل خاص بمخاطر مرتفعة مع وجود احتمال كبير لوقوع حوادث كارثية بسببها. إن الإخفاق في إجراء عملية دقيقة وتفصيلية لتحديد المخاطر وتحليلها ليس واردًا. في مجال صناعة المتفجرات، لا يوجد وقت مطلقًا للتدخل إذا ما سارت الأمور بشكل خاطئ، لذلك يجب تولية اهتمام فائق من جانب المشغل تجنبًا لوقوع أي أخطاء. بالرغم من ارتباط هذا الحادث بوجه خاص بعملية أوتوماتيكية، وعدم وجود عاملين، إلا أن الأضرار المادية التي تكبدتها الشركة كانت جسيمة. حتى العمليات الأوتوماتيكية يجب أن يتم فحصها بشكل روتيني ومراجعتها بدقة في هذه المواقع تجنبًا لحدوث خسائر أعمال كبيرة، وربما حدوث عواقب أخرى غير مقصودة.

[http://www.sozogaku.com/fkd/en/cfen/CC1300005.html]

الحادث 4
المعدات الخطأ

تسلسل الأحداث

في الخامس من شهر يناير من عام 2008، اكتشف عامل إنتاج وجود تسرب نسبي لحامض الفينول في مبيت مضخة الفينول بجوار صهريج تخزين الفينول. تعطلت إحدى حشيات منع التسرب الموجودة على وصلة شفة أنبوب مخرج الصهريج. حاول رئيس قسم العمليات إيقاف التسرب عن طريق ربط سير من المطاط حول الشفة. في هذه الأثناء، قام عامل برش المياه على الشفة لتجنب ملامسة الفينول قدر الإمكان. تم جمع الفينول المتسرب في حفرة صرف بحجم 20 متر مكعب أسفل مبيت المضخة. كانت حفرة الصرف تحتوي على إنذار مرتفع الصوت، لكنه لم يكن يعمل في وقت حدوث التسرب. ولم تكن الشركة على علم بهذا العطل نظرًا لعدم فحص الإنذار بصورة دورية.

تم إجراء محاولة لإغلاق الصمام اليدوي الوحيد الموجود في الأنبوب، والذي يقع بين أغلفة الصهريج المصفحة الداخلية والخارجية، ولكن انكسر عمود دوران الجذع أثناء هذه المعالجة، لذلك فقد تعذر إغلاق الخط. بعد إصلاح مؤقت لوصلة الشفة، استمرت ثلاثة تسريبات في تنقيط حامض الفينول، والذي تم جمعه أيضًا في صهريج صرف. لم يكن مسموحًا للعاملين بالدخول في مبيت المضخة أثناء تسرب حامض الفينول.

لتنظيف حفرة الصرف، وفرت الشركة صهريج نفايات كبيرًا بما يكفي لاحتواء كمية الفينول المتسرب بأكملها. عند البدء في ضخ الفينول من صهريج الصرف إلى صهريج النفايات، اكتشف العاملون أن حفرة الصرف قد فاضت. وانساب جزء من خليط الماء/الفينول عبر حافة الحفرة المفتوحة إلى نظام الصرف الصحي المحلي. في ذلك الحين، لم يكن قد عُرف بعد مقدار الفينول المتسرب إلى نظام الصرف الصحي.

في السابع من يناير من عام 2008 تقرر البدء في عملية إنتاج الدفعات التي تحتوي على مادة الفينول لاستهلاك كل الفينول الموجود في صهريج التخزين حيث كان من اللازم إخراج صهريج تخزين الفينول من الخدمة لاستبدال حشية منع التسرب الموجودة في الشفة. وفي الثامن من شهر يناير، وبعد إنتاج دفعات قليلة، تبين أن مؤشر المستوى الموجود في صهريج تخزين الفينول قد أصبح ثابتًا منذ آخر عملية مراقبة للمستوى في الرابع من يناير (مقارنة قياس المستوى اليدوي بمؤشر المستوى). في تلك اللحظة فقط أدركت الشركة أن 25 طنًا من الفينول قد تسرب من الصهريج. ربما تكون حفرة الصرف قد جمعت معظم كمية الفينول المتسرب، ولكن كان هناك أكثر من 5 أطنان من الفينول قد انسكبت في المجاري المحلية. ولم تتم الإفادة بحدوث أي عواقب جراء تسرب الفينول في المجاري المحلية. تم التعاقد مع شركة متخصصة لإصلاح تسرب الفينول المتبقي.

الأسباب

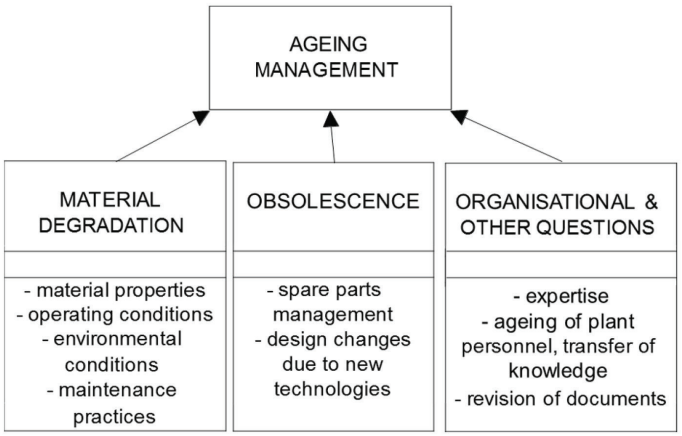
في هذه الحالة، كانت هناك مجموعة متنوعة من الأسباب ساهمت في وقوع الحادث. وكان السبب المباشر في هذا الحادث هو تدهور حشية منع التسرب مما أدى إلى حدوث تسرب. بعد استبدال الشفاه والصمامات عقب الحادث، اكتشفت الشركة أن الصمام قد انكسر نظرًا لأن حشية منع التسرب الموجودة بجواره قد تفاعلت مع الفينول على مدار سنوات عديدة، مما أدى إلى حدوث تشوه صلب حال دون تحرك الصمام، وبالتالي تعذر إغلاقه. وانكسر عمود دوران الصمام اليدوي الموجود في الصهريج نتيجة تشوه حشيات منع التسرب المجاورة.

(تابع في الجزء الخلفي من الصفحة...)

طبيعة ظواهر الشيخوخة

طبيعة ظواهر الشيخوخة

الشيخوخة هي ظاهرة موجودة في جميع صناعات المعالجة الكيميائية في جميع أنحاء العالم. يُعتقد خطأ في بعض الأحيان أن الشيخوخة تعني مدى قدم المنشأة أو المعدات. لكن شيخوخة المصانع الكيماوية تتسم بمعنى أوسع يتجاوز إدارة التآكل. فكل ما يتعلق بالموقع وعملياته المختلفة قد يتقادم في السن، ولا يقتصر ذلك على المعدات فحسب، بل يشمل أيضًا الأفراد والإجراءات. لا تدرك بعض ظواهر الشيخوخة أحيانًا إلا من خلال عدسة نشاط محدد، مثل إدارة التغيير (على سبيل المثال، يقوم الموظفون الجدد باتخاذ القرارات دون توفر المعلومات الكاملة لهم، على سبيل المثال، فهم ليسوا على دراية بعوامل ارتباط عملية معينة بعملية أخرى) أو من خلال المراقبة التشغيلية، حيث أصبحت العملية نفسها قديمة بالنسبة لمعايير أداء السلامة الحديثة. في أسوأ الحالات، قد تظهر مشكلة الشيخوخة من تلقاء نفسها من خلال وقوع حادث أو إخفاق وشيك الحدوث. لهذا السبب، فإن فعالية نظام إدارة السلامة بمرور الوقت تعتمد على الوعي المستمر بكل أنواع تأثيرات الشيخوخة - التي تُعرف بشكل عام بأنها التدهور المادي، والتقادم، والشيخوخة التنظيمية - التي تؤثر على المعدات والعمليات والعناصر القائمة على المعرفة.



الشكل 3: فئات الشيخوخة (المصدر: تقرير ESReDA حول شيخوخة المكونات والأنظمة)

التدهور المادي

إلى حد ما، هناك ميل للتركيز على شيخوخة المعدات نظرًا لأن علامات التدهور المادي تكون ملموسة فيها بدرجة كبيرة. بالرغم من ذلك، يظل تآكل الصلب الكربوني الظاهرة الأكثر شيوعًا نظرًا لأن الإخفاق في مواجهة الأعطال الناتجة عن التآكل يعد سببًا رئيسيًا للحوادث الكيميائية. بالإضافة إلى الإجهاد والاهتزاز، هناك أيضًا بعض أشكال التدهور الأخرى التي تلقى اهتمامًا أقل بكثير بل قد يتم تجاهلها، لا سيما تدهور حالة المواد اللافلزية، مثل الألياف الزجاجية والخرسانة.

التقادم

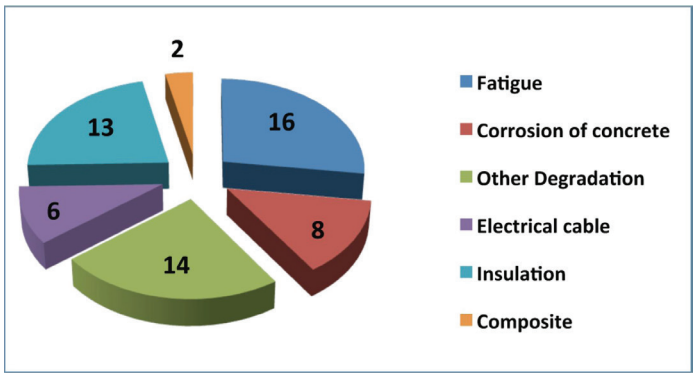
يمثل التقادم ظاهرة قد تؤثر سلبًا على المعدات والعمليات والإجراءات. تصل المعدات إلى نهاية دورة حياتها عندما تتهالك بدرجة شديدة الأمر الذي يتضح من خلال جميع آليات التدهور، وضعف الحالة، وحدوث تغييرات بسيطة في ظروف التشغيل، وتراكم سوائل التشغيل على المدى الطويل بطريقة لا يمكن معها الحفاظ على المعدات في الحالة المناسبة للخدمة. الإجراء المتقادم هو الإجراء الذي لا يمكن اعتباره قابلاً للتطبيق أو مناسبًا نظرًا لأن الوضع الذي ينطبق عليه قد تغير تمامًا. يؤدي استخدام التكنولوجيا المتقادمة إلى مخاطر تتمثل في تعذر إيجاد القطع البديلة أو مخاطر السلامة الكامنة والتي لم تعد مقبولة وفقًا للمعايير الحالية.

الشيخوخة التنظيمية

يتمثل الهاجس الأساسي للمؤسسة المتقادمة في فقدان المعرفة والخبرة. تعتبر ظاهرة الشيخوخة هذه على وجه الخصوص الأكثر تحديًا وصعوبةً من حيث المراقبة والإصلاح بالحلول المنهجية نظرًا لكونها معنية بمحاولة التعويض عن أمر لم يعد موجودًا في الأساس أو لا يمكن الوصول إليه، وهو ما يشير تحديدًا إلى أشخاص ووثائق. في حقيقة الأمر، فإن تدهور الأداء بسبب شيخوخة الأشخاص والإجراءات لا يمكن ملاحظته سوى بشكلٍ مباشر في بعض الأحيان . من ناحية، يجب أن تقترن الإجراءات والوثائق بكل قطعة من المعدات الضرورية للسلامة. عند وجود عيوب معينة في الوثائق، لا سيما بالنسبة للعمليات والمعدات الأقدم المرتبطة بسيناريوهات المخاطر المهمة، ينبغي تقييم الأثر المحتمل لغياب المعلومات ومعالجته. من ناحية أخرى، فإن هناك "معلومات خفية غير معروفة"، كما هو الحال عند فقدان وثائق حول التغيير الذي تم إجراؤه في السنوات الماضية وعدم تذكر أي فرد لحدوث هذا التغيير. من أجل الحد من هذه الأنواع من المخاطر، يجب أن تراعي عمليات التدقيق والفحص الروتينية ديناميكيات الشيخوخة وأن تقوم بالاستقصاء لتحديد مواضع شيخوخة مختلف المعدات والأشخاص والعمليات التي قد تمثل مصدر خطورة جسيمة.

الإحصائيات

يقدم هذا الإصدار من نشرة الدروس المستفادة رؤية تحليلية حول أهمية التعامل مع الشيخوخة باعتبارها قضية أمن استراتيجي مع أمثلة لحوادث لم تستفد من هذا الدرس سوى بعد المعاناة من العواقب. في إطار إعداد هذه النشرة، تمت دراسة 69 تقريرًا عن حوادث كبرى في eMARS بالإضافة إلى مجموعة مختارة من الحوادث من مصادر عامة ومفتوحة، مثل قاعدة بيانات معارف حالات الفشل اليابانية (*http://www.sozogaku.com*) وقاعدة بيانات ARIA (*http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/*) التي تتولى وزارة البيئة والتنمية المستدامة والطاقة الفرنسية إدارتها. كما تم اختيار أحداث لتقديم وجهات نظر متنوعة حول أنواع ظواهر الشيخوخة التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث كبيرة. يوضح الرسم البياني أدناه تحليلاً للحوادث المحددة، بناءً على نوع ظاهرة الشيخوخة .



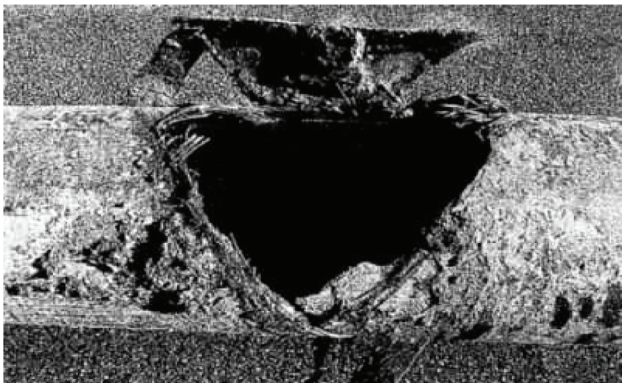
الشكل 4: مجموعة من الحوادث الكبرى الناجمة عن ظواهر الشيخوخة (المصدر: eMARS)

تشمل الحالات المختارة أيضًا عددًا من الدروس الأخرى المستفادة، ليست كلها مذكورة بالتفصيل في هذه النشرة. تسلط النشرة الضوء على ما تعتبره أكثر أهمية لهذا الموضوع، مع قيود عدم توفر التفاصيل الكاملة للحادث غالبًا واستناد الدروس المستفادة إلى ما يمكن استنتاجه من الوصف المزود. يشكر المؤلفون مندوبي البلدان الذين أمدونا بالنصائح لتحسين شرح الحالات المختارة.

الحادث 5
تدهور الأنابيب المركبة

تسلسل الأحداث

في السابع من أغسطس من عام 2002، اكتشف نظام مراقبة الأنابيب وجود تسرب بمقدار 100 متر مكعب/الساعة بمعدل تدفق اسمي يبلغ 500 متر مكعب/الساعة من مياه الصرف الحمضية التي تتدفق من عملية تصنيع أصباغ ومواد ملونة تخص منشأة تعادل تقع على بعد 18 كم من مصنع للمواد الكيميائية. حدث التسرب بسبب وجود صدع بطول 40 سم في خط أنابيب البوليمر المقوى بالألياف الزجاجية (GRP) (أنابيب NB بقطر 400 مم). بين الخامس والحادي عشر من أغسطس، لوحظ وجود سلسلة من عمليات التسرب، ليصل إجمالي عمليات التسرب إلى ثمانية تسربات. من بين هذه الحالات، حدثت ستة تسربات في أول 2 كم من خط الأنابيب. كانت الأنابيب متوافقة مع البنود المذكورة في اللوائح واجتازت اختبار مقاومة الماء بنجاح حتى ضغط 15 بار، وذلك قبل 20 يومًا من حدوث حالة التسرب الأولى. عقب هذه الإخفاقات، تم إغلاق خط الأنابيب في الحادي عشر من أغسطس. بعد سلسلة من عمليات التسرب، تم تركيب خط أنابيب GRP جديد تكلف أكثر من خمسة ملايين يورو شملت أيضًا تكلفة معالجة التربة الملوثة.



الشكل 5: خط الأنابيب التالفة (المصدر: ARIA رقم 23562)

الأسباب

حدث تلف البنية التحتية نتيجةً لحدوث آلية تآكل في البيئة المجهدة حامضيًا. أسهم العديد من العوامل في وقوع هذا الحادث. أحد هذه العوامل كان الشيخوخة. تسبب تآكل مادة الأنابيب في فقدانها الفعال لقوتها. بالإضافة إلى ذلك، فإن تصميم العمليات لا يعالج على نحوٍ كافٍ التمور المفاجئ للضغط الذي قد يحدث عند إغلاق المضخة، وعلى وجه الخصوص، أدت قلة عدد فتحات التهوية إلى صعوبة التكيف مع هذا الوضع الذي يعد جزءًا روتينيًا من العملية. علاوةً على ذلك، فقد كان هناك فشل في التركيب بسبب الإعداد غير الصحيح لضغط غرفة تخميد التمور المفاجئ.

نتائج مهمة

- في المعتاد، كان يتم نقل جزء من المياه الحمضية عن طريق أنبوب NB بقطر 300 مم إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي. وكان الجزء الآخر من المياه يتم صرفه مباشرةً في خليج نهر السين، دون أي معالجة معينة. ومع ذلك، ونظرًا للتوسع في الميناء المجاور للموقع الكيميائي، فقد كان مطلوبًا من مشغل المصنع أن يقوم بنقل خط أنابيب NB بقطر 300 مم التي تحمل المياه الحمضية إلى مرفق مياه الصرف الصحي، بحلول الحادي والثلاثين من يوليو من عام 2002. اختار المشغل أن يقوم بإرسال هذه المياه باستخدام أنبوب NB GRP بقطر 400 مم تم تركيبه قبل عام.
- تمت ملاحظة التسربات في المقام الأول بجوار وصلات الأنابيب المرفقية وخلال التغيرات الاتجاهية. لم يتجاوز الضغط مطلقًا قيمة خمسة بار مقارنةً بضغط التصميم البالغ عشرة بار، في وسط حامض الكبريتيك المخفف بدرجة حرارة أقل من 35 درجة مئوية. وكانت درجة الحرارة القصوى المسموح بها لأنابيب GRP هي 50 درجة مئوية. لذلك، فإن حقيقة وقوع حالات الفشل بالقرب من أو في نقاط مرتفعة أو بالقرب من التغيير في الاتجاه تؤكد الدور الذي لعبته التحولات الهيدروليكية.
- وقد تبين أن الأضرار التي لحقت بالأنابيب تعود إلى آلية تآكل ناتج عن الإجهاد في البيئة الحامضية. التآكل الناتج عن الإجهاد هو آلية تشقق تتطلب مزيجًا من ثلاثة عوامل، مثل الإجهاد أو التشوه الدائم، والمواد الحساسة لهذه الظاهرة، وبيئة التآكل.
- كانت هناك مشكلة تصميم في هذه الحالة، وذلك نتيجة للعدد غير الكافي من فتحات التهوية المتاحة للتعامل مع التمور المفاجئ في الضغط. هذه هي الظاهرة التي عادةً ما تحدث في خطوط الأنابيب الطويلة؛ حيث تكون العوامل الرئيسية هي سرعة السائل وخطوط الأنابيب ومعدل إغلاق الصمام، أو في هذه الحالة، إغلاق المضخة. قد تسبب هذه الظاهرة حدوث تمور عال للغاية للضغط ينتقل بطول الأنابيب بسرعة الصوت في السائل. يتم توفير فتحات التهوية هذه للتخفيف من حدة هذا التمور كما كان في غرفة تخميد التمور- وذلك للحد من أي تمور في الضغط المنخفض عند إيقاف المضخة.
- وقد وُجد أيضًا حدوث بعض حالات العطل المعينة في منطقة محددة حيث كان من الصعب ضغط التربة بشكل صحيح بها، والأنابيب المجاورة، والخرسانة بشكلٍ جيد.
- وقعت الغالبية العظمى من الأعطال، تحديدًا ستة من أصل ثمانية، في أول 2 كم في المنطقة التي وصلت قيم الضغط الهيدروليكي بها إلى أعلى درجة.

الدروس المستفادة

- بالرغم من توافق الأنابيب وطريقة تجميعها مع البنود الواردة في اللوائح المطلوبة بموجب طلب خدمة المشروع، فإن تركيب أنظمة مراقبة الأنابيب والضغط لم يكن متوافقًا مع الأعراف والممارسات السليمة. على وجه الخصوص، لم تكن الأنظمة متوافقة مع مواصفات التركيب الأصلية، وحجم غرفة مخفف الارتداد، وحساب عدد فتحات التهوية المطلوب.
- واستبدل المشغل خط الأنابيب NB بقطر 300 مم الذي ينقل المياه الحمضية إلى مرفق مياه الصرف الصحي بخط أنابيب GRP NB بقطر 400 مم. قد تؤثر التعديلات التي يتم إجراؤها على مصنع التشغيل، سواءً في المعدات نفسها أو في وصلاتها، أو في الأجهزة، أو المواد الكيميائية، أو ظروف التشغيل على سلامة التصميم وتؤدي إلى وقوع مخاطر إضافية. في المعتاد، ينبغي تنفيذ إجراء إدارة التغيير لضمان مراجعة التغييرات بشكلٍ سليم والموافقة عليها قبل البدء في تنفيذها .
- كشفت التحقيقات أيضًا أن إدارة المشروع كانت السبب الرئيسي وراء حدوث العديد من الأخطاء في التصميم والتركيب. وعلى وجه الخصوص، لم تتفق مرحلة الفحص المسبقة المنهجية للحسابات، وظروف تركيب الأنابيب، والتوافق مع القواعد المختلفة لتكييف ضغط المنشأة مع الشروط المنصوص عليها. عند إجراء تغييرات على عمليات قديمة، يكون مديرو المشروعات بحاجة إلى الوصول إلى جميع الوثائق المرتبطة بها.
- ينبغي معالجة أوجه القصور في إدارة المشروعات في نظام إدارة سلامة الموقع وكذلك النظام العام لإدارة الموقع، حيث إن المشروعات التي تتم مراقبتها بشكل ضعيف قد تؤثر على النتائج الأخرى إلى جانب السلامة. ومع ذلك، فهناك أيضًا مسألة ما إذا كان متعاقدي المشروعات لديهم حق الوصول إلى مواصفات التركيب الأصلية أم لا. قد يشير هذا الأمر إلى ضرورة الحفاظ على المعرفة العملية ونقلها. ينبغي أن يبرز تحليل الحوادث هذه الأنواع من الاخفاق الأكثر شيوعًا في المصانع القديمة.
- حتى دون حدوث أخطاء في التصميم والتركيب، فإن تآكل المكونات الأساسية للمعدات قد يؤدي في نهاية المطاف إلى حدوث عطل بها، وبالتالي، ينبغي أن تخضع المكونات لبرنامج فحص منتظم على غرار جميع العناصر الحساسة الخاصة بالسلامة.

[حادث EMARS رقم 417 ARIA رقم 23562 حادث مماثل لحادث EMARS رقم 771]

شعار الفصل الدراسي

جون ف. كينيدي:
وقت إصلاح السقف هو عندما
تكون الشمس مشرقة

نشرة
MAHBULLETIN

(تابع من الحادث 4) المعدات الخاطئة

نتائج مهمة

- كان التسرب يحدث من حشية منع التسرب الخاصة بالشفة ولكن لم تتم ملاحظته سوى بعد حدوثه بفترة. كانت هذه الحشية مركبة منذ حوالي 18 عامًا قبل بناء الصهريج.
- وفقًا لبيانات المورّد، فإن الحشية المعنية كانت حشية "Viton" مقاومة للفينول، إلا أنها تعرضت لتدهور خطير نتيجة التفاعل مع الفينول.
- منذ بدء استخدام صهريج الفينول ووضعه في الخدمة، لم يتم إغلاق عمود دوران الصمام اليدوي مطلقًا أو فحصه.
- ولم يعد مؤشر المستوى الموجود في صهريج الفينول يعمل. ربما كان هذا الخلل حديثًا وذلك نظرًا لمراجعة المؤشر بصورة روتينية أثناء العمليات. قبل الحادث ببضعة أيام، كان المؤشر لا يزال يعمل بشكل صحيح.

الدروس المستفادة

- يشير الحادث إلى إمكانية تدهور وضعف مقاومة الفينول بمرور الوقت بدرجة تجعل المؤشر يفقد قدرته على مقاومة الفينول تمامًا. حتى المعدات التي يتم تصنيعها لكي تكون مقاومة لظواهر تفاعلية معينة يجب أن تخضع للفحص بشكل منتظم (وفقًا للمعايير المناسبة) وأن يتم استبدالها عند مرحلة زمنية معينة.
- ينبغي اتباع إجراءات عمل آمنة. يتمثل أحد الإجراءات الجيدة في إغلاق الصمام اليدوي بعد كل دفعة من دفعات الإنتاج التي تحتوي على مادة الفينول أو في نهاية أسبوع العمل.
- خلال زيارات سابقة، قام مفتشو سيفيزو بتشخيص نظام تفتيش وفحص غير كاف. بالرغم من القيام ببعض الأعمال بالفعل لتطوير نظام أفضل، إلا أن نظام التفتيش الجديد لم يكن مطبقًا بشكل كامل قبل تسرب الفينول. في هذه الظروف، ربما كان من الضروري إجراء عملية تفتيش للمتابعة من أجل ضمان حداثة نظام إدارة سلامة الموقع.

[حادث EMARS رقم 41]

أسئلة التقييم الذاتي

- هل تستخدم شركتك مؤشرات الشيخوخة؟ إذا لم تكن تستخدمها، فلماذا؟ إذا كانت الإجابة نعم، فما هي المؤشرات التي تستخدمها؟
- هل تمتلك المنشأة وثائق محدثة لجميع المعدات الميكانيكية الخاصة بالسلامة الحرجة (الخزانات، وخطوط الأنابيب، والمضخات) موجودة بالموقع، بما في ذلك جميع قطع المكونات (القطع البديلة، الإضافات،...إلخ.)؟
- هل تصلح جميع معدات السلامة الحرجة للغرض؟ وهل هي موثقة؟
- هل تخطط الشركة لدورة الحياة الخاصة بمصانعها/معداتها، وهل لديها تاريخ للاستغناء عن/استبدال المصنع/المعدات؟
- ما هي السياسات المطبقة لتحديد نهاية العمر الافتراضي للمعدات (يعد التحليل الاقتصادي، ودراسة تكاليف الفحص والصيانة والإصلاح وفشل الإنتاج مقابل تكاليف التفكيك والاستبدال أساسًا جيدًا لتحديد نهاية العمر الافتراضي للمعدات)[1]؟
- هل تم تحديد ومراقبة مؤشرات للشيخوخة، مثل التآكل والتعرية، والإجهاد، والتغير التدريجي والتقادم[2] بالمصنع والمعدات؟
- هل يوجد بالموقع إجراءات وإرشادات واضحة وحديثة متاحة لتغطية حالات التشغيل العادية وحالات الطوارئ وإدارة التغيير؟
- هل يوجد لديك وثائق كاملة عن تاريخ كل معدات السلامة الحرجة، بما في ذلك معلمات الاستخدام والتغييرات والإضافات منذ التركيب؟ إذا لم يكن الأمر كذلك، فكيف تتعامل مع المعرفة غير المكتملة من أجل اتخاذ قرارات الصيانة والتغيير ذات الصلة؟
- هل يمتلك الموظفون والمتعاقدون المشاركون في عمليات الصيانة والتغيير إمكانية وصول لجميع الوثائق ذات الصلة؟
- كيف يمكنك التأكد من نقل المهارات الأساسية، والمعرفة، والخبرات المتعلقة بإدارة سلامة الأصول والشيخوخة والاحتفاظ بها مع الأشخاص الذين تركوا العمل، أو تقاعدوا، أو انتقلوا إلى وظيفة جديدة في الشركة؟
- هل لديك برنامج فحص منهجي مطبق يعالج ظاهرة الشيخوخة من أجل رصد حالة المصنع والمعدات أو التعامل مع التصميم غير الملائم؟
- كيف يمكنك التأكد من التعامل مع أوجه القصور في إدارة المشروعات في نظام إدارة سلامة الموقع وكذلك في النظام العام لإدارة الموقع؟

[1] *TWI Ltd, ABB Engineering Services, SCS (INTL) Ltd and Allianz Cornhill Engineering for the Health and Safety Executive 2006: Plant ageing Management of equipment containing hazardous fluids or pressure http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr509.pdf*

[2] *HSE: COMAH Competent Authority Ageing Plant Operational Delivery Guide Appendix 2 - Site Operator Self-Assessment Question Set (HSE، http://www.hse.gov.uk/comah/guidance/ageing-plant-app2.pdf*

الاتصال

لمزيد من المعلومات حول ما تضمنته هذه النشرة من دروس مستفادة من الحوادث الصناعية الكبرى، الرجاء إرسال بريد إلكتروني إلى

zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu

أو emars@jrc.ec.europa.eu
وحدة تقييم التكنولوجيا الأمنية في المفوضية الأوروبية
مركز الأبحاث المشتركة
معهد حماية
وسلامة المواطن
Via E. Fermi, 2749
إيطاليا (VA) Ispra 21027

https://minerva.jrc.ec.europa.eu

إذا لم تتسلم مؤسستك نشرة MAH بالفعل، فيرجى مراسلة العنوان emars@jrc.ec.europa.eu. الرجاء تضمين اسم وعنوان البريد الإلكتروني لجهة الاتصال في مؤسستك فيما يخص هذه النشرة.

يمكن الاطلاع على جميع منشورات MAHB في Minerva Portal

European Commission