OPTIMIZE GLYCOL CIRCULATION AND INSTALL FLASH TANK SEPARATORS IN GLYCOL DEHYDRATORS

تحسين تدوير الجليكول وتركيب فواصل الخزان الفجائي في عوازل المياه بالجليكول

ملخص تنفيذي

هناك ما يقرب من ٣٦٠٠٠ نظام لعزل المياه باستخدام الجليكول في قطاع إنتاج الغاز الطبيعي. وتُخرج هذه الأنظمة نسبة مقدرة من غاز الميثان تصل إلى ١٥ مليار قدم مكعب في العام إلى الجو. تستخدم معظم أنظمة عزل المياه ثلاثي إيثيلين الجليكول كسائل ممتص لإزالة المياه من الغاز الطبيعي. ولأن ثلاثي إيثيلين الجليكول يمتص المياه، فهو يمتص الميثان أيضاً، إضافة إلى المركبات العضوية المتطايرة والملوثات الجوية الخطيرة. وبما أن ثلاثي إيثيلين الجليكول تتم إعادة توليده من خلال التسخين في معيد الغليان، فإنه يخرج الميثان الممتص والمركبات العضوية المتطايرة وملوثات الهواء الخطيرة إلى الجو مع المياه مما يؤدي إلى إضاعة الغاز والمال.

هذا، وتتناسب كمية الميثان الممتص والذي يخرج إلى الجو بشكل مباشر مع معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول. تنتج الكثير من آبار الغاز المنخفض بشكل كبير عن سعة التصميم الرئيسية لكنها تستمر في تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول بمعدلات أعلى ضعفين أو ثلاثة أضعاف عن اللازم مما يؤدي إلى ضعف التحسن في جودة رطوبة الغاز وزيادة معدلات انبعاث غاز الميثان واستخدام الوقود. يؤدي تقليل معدلات التدوير إلى تقليل معدلات انبعاث غاز الميثان بتكلفة لا تكاد تذكر.

وعلاوة على ذلك، فإن تركيب فواصل الخزان الفجائي على عوازل المياه بالجليكول يعمل أيضاً على تقليل معدلات انبعاث غاز الميثان والمركبات العضوية المتطايرة وملوثات الهواء الضارة كما يعمل على توفير المزيد من الأموال. يمكن إعادة تصنيع الغاز الذي تتم استعادته لماص الضاغط و/أو استخدامه كوقود لمعيد غليان ثلاثي إيثيلين الجليكول ومحرك الضاغط. يوضح التحليل الاقتصادي عوائد تكاليف فواصل الخزان الفجائي المركبة على وحدات عزل المياه خلال ٤ إلى ١١ شهرًا.

طرق تقليل انبعاثات غاز الميثان	معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/ساعة)	مقدار التوفير في معدلات الغاز الطبيعي (بالدولار/سنويًا)[٢]		تكلفة البدء في التنفيذ (بالدولار)	فترة تعويض تكلفة المشروع (بالأشهر)
		تبادل الطاقة	المضخة الكهربائية		
تقليل معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول	٥٠% إلى ٢٠٠ تدوير زائد[١]	٢,٧٥٨ إلى ٢٧٥,٩٤٠ دولار/عام [١]		لا تذكر	فوري
فواصل الخزان الفجائي	١٥٠	٢٥٠١٣ دولار	٨٣٣٨ دولار	٦٥٠٠ - ٧٦٠٠ دولار	٤ - ١١
	٤٥٠	٧٥٠١٩ دولار	٢٤٨٦٩ دولار	٩٥٠٠ - ١٨٨٠٠ دولار	٤ - ٥

[١] تراوحت معدلات التدوير المثالية من ٣٠ إلى ٧٥٠ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول/ساعة.
[٢] بسعر الغاز ٧,٠٠ دولارات/ألف قدم مكعب.
[٣] تتضمن العائد من مبيعات سوائل الغاز الطبيعي الذي تتم استعادته.

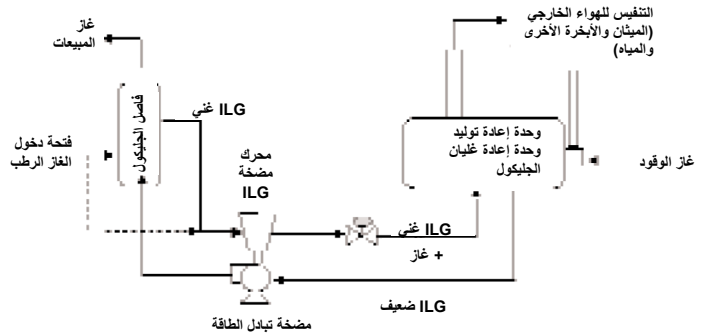
هذه سلسلة واحدة من "ملخصات الدروس المستفادة" التي أعدتها "وكالة الحماية البيئية" (EPA) بالتعاون مع جهات صناعة الغاز الطبيعي بخصوص التطبيقات الفائقة ل"أفضل ممارسات الإدارة" (BMPs) والفرص المذكورة من جانب الشركاء (PROs) التابعة لبرنامج ستار للغاز الطبيعي Natural Gas STAR.

الدروس المستفادة

الخلفية الفنية

يستخدم الكثير من المنتجين ثلاثي إيثيلين الجليكول في عوازل المياه من أجل إزالة المياه من مجرى الغاز الطبيعي والوفاء بمعايير الجودة في خطوط الأنابيب في نظام ثلاثي إيثيلين الجليكول العادي، الموضح في الرسم التوضيحي (١)، يتم ضخ ثلاثي إيثيلين الجليكول "الضعيف" الجاف إلى موصل الغاز. وفي الموصل، يمتص ثلاثي إيثيلين الجليكول المياه والميثان والمركبات العضوية المتطايرة وملوثات الهواء الضارة (بما في ذلك البنزين والتولوين والإيثيل بنزين والزيليين (BTEX)من غاز الإنتاج الرطب. يترك ثلاثي إيثيلين الجليكول "الغني" (الرطب) الموصل مشبعًا بالغاز على ضغط خط أنابيب المبيعات، وعادة ما يكون ذلك بين ٢٥٠ و٨٠٠ رطل لكل بوصة مربعة. يمتد الغاز المحمل في الجليكول الغني إضافة إلى الغاز الرطب الذي يتم تجنيبه في الموصل خلال محرك تبادل الطاقة لمضخة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول. وحينئذ، يتم تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول من خلال معيد الغليان حيث يتم غلي المياه والمركبات العضوية المتطايرة وخروجها إلى الغلاف الجوي. ثم يتم إرسال ثلاثي إيثيلين الجليكول الضعيف من خلال مضخة تبادل الطاقة مرة أخرى إلى موصل الغاز وتتم إعادة الدورة.

الرسم التوضيحي (١): نظام ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي لا يحتوي على فاصل الخزان الفجائي



المصدر: إكسون الولايات المتحدة الأمريكية

نتيجة لكون النظام سالف الذكر قد تم تصميمه خصيصا لإزالة المياه من مجرى الغاز، يمكن أن تنتج عنه كمية كبيرة من انبعاثات الغاز أيضا. ولحسن الحظ، هناك العديد من الخطوات التي يمكن للمشغلين اتخاذها لتقليل خسائر الغاز:

(١) تقليل معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول.

تعاني حقول إنتاج الغاز من انخفاض الإنتاج حيث تتم إزالة الضغط من الصهريج. تم تصميم عوازل المياه باستخدام الجليكول أعلى البئر ومعدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول الخاصة بهم لمعدل الإنتاج الأولي الأعلى وعليه، فإن حجمها يصبح أكبر من المعتاد كلما كبر البئر. من الشائع أن يكون معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول أعلى من اللازم بحيث يفي بمواصفات غاز المبيعات فيما يتعلق بمحتوى الرطوبة. تتناسب انبعاثات غاز الميثان في عازل المياه بالجليكول بشكل مباشر مع كمية ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي يتم تدويره خلال النظام. كلما كان معدل التدوير أعلى، زادت كمية الميثان الخارج من وحدة إعادة التوليد. هذا ويؤدي التدوير الزائد إلى زيادة انبعاثات الميثان دون تخفيض كبير في محتوى الرطوبة في الغاز. لقد توصل شركاء ستار (STAR)للغاز الطبيعي إلى كون أنظمة عزل المياه غالبًا ما تقوم بإعادة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول بمعدلات أعلى من اللازم بضعفين أو ثلاثة أضعاف. يمكن للمشغلين تقليل معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول ومن ثم تقليل معدلات انبعاث غاز الميثان دون التأثير على أداء عزل المياه أو إضافة أي تكلفة أخرى.

(٢) تركيب فاصل خزان فجائي

ترسل معظم عوازل المياه في قطاعات الإنتاج والمعالجة خليط الجليكول/الغاز من مضخة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول مباشرةً إلى وحدة إعادة التوليد حيث يخرج جميع الميثان والمركبات العضوية المتطايرة المحملة في ثلاثي إيثيلين الجليكول الغني إلى الغلاف الجوي. لقد توصلت إحدى الدراسات الصناعية إلى كون فواصل الخزان الفجائي لم تكن مستخدمة في ٨٥% من وحدات عزل المياه التي تقوم بمعالجة أقل من مليون قدم مكعب قياسي، وفي ٦٠% من الوحدات التي تعالج من مليون إلى ٥ مليون قدم مكعب قياسي وفي ٣٠ إلى ٥٠% من الوحدات التي تعالج ما يزيد على خمسة ملايين قدم مكعب قياسي.

في فاصل الخزان الفجائي، يتم فصل الغاز والسائل على ضغط نظام عازل الوقود أو على ضغط ماصة الضاغط بمعدل من ٤٠ إلى ٨٠ رطل لكل بوصة مربعة. في ظل هذا الضغط المنخفض ودون حرارة إضافية يكون الغاز غنياً بالميثان وتكون المركبات العضوية أقل لكن المياه تظل في المحلول مع ثلاثي إيثيلين الجليكول. يُمسك الخزان الفجائي بـ٩٠% من الميثان تقريبا ومن ١٠ إلى ٤٠% من المركبات العضوية المتطايرة المحملة في ثلاثي إيثيلين الجليكول وعليه، يؤدي ذلك إلى تقليل الانبعاثات. يتدفق ثلاثي إيثيلين الجليكول الرطب، الذي يتم تخفيض نسبة الميثان والهيدروكربونات فيه بشكل كبير، إلى معيد الغليان/وحدة إعادة التوليد بالجليكول حيث يتم تسخينه لتبخير المياه الممتصة والميثان والمركبات العضوية المتطايرة المتبقية. عادة ما تخرج هذه الغازات إلى الغلاف الجوي وتتم إعادة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول إلى موصل الغاز. يوضح الرسم التوضيحي (٢) عازل المياه بثلاثي إيثيلين الجليكول مع فاصل الخزان الفجائي.

الدروس المستفادة

ملحوظة: قد تكون هناك حاجة إلى تركيب فواصل الخزان الفجائي على عوازل المياه الكبرى من أجل تحقيق الالتزام بمعايير تكنولوجيا التحكم القصوى المتاحة بموجب معايير الانبعاثات القومية لملوثات الهواء الضارة. عند كون هذه التركيبات لازمة بموجب القانون، يجب أن يذكر الشريك تخفيضات الميثان المرتبطة في التقارير السنوية لشركاء ستار (STAR) للغاز الطبيعي.

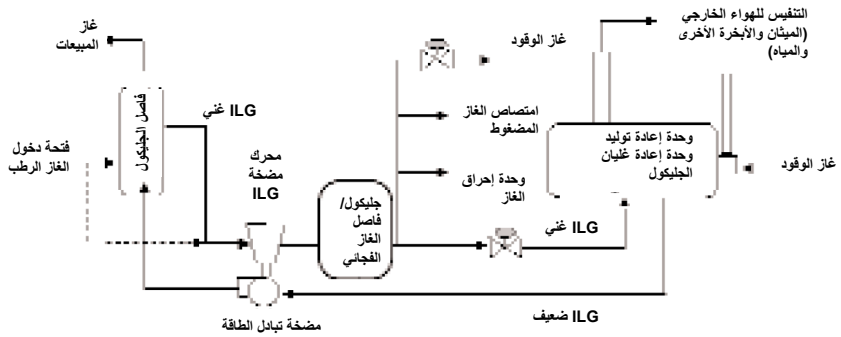
لوائح معايير الانبعاثات القومية لملوثات الهواء الضارة "إن إي إس إتش إيه بي" (NESHAP)

في التاسع والعشرين من يونيو/حزيران ٢٠٠١، أتمت هيئة الحماية البيئية "EPA"معايير الانبعاثات القومية لملوثات الهواء الضارة "إن إي إس إتش إيه بي" (NESHAP) لمرافق إنتاج النفط والغاز الطبيعي (٤٠ كود اللوائح الفيدرالية، ٦٣ الجزء الفرعي إتش إتش) (٤٠ CFR 63 SUBPART HH) ولمرافق نقل وتخزين النفط والغاز الطبيعي (٤٠ كود اللوائح الفيدرالية، ٦٣ الجزء الفرعي إتش إتش) (٤٠ CFR 63 SUBPART HH). تضع هذه المعايير أساسًا لسعة المعالجة يعادل ٣ مليون قدم مكعب قياسي/اليوم لمرافق الإنتاج و١٠ مليون قدم مكعب قياسي/اليوم لمرافق النقل والتخزين. ومن أجل الزيادة على هذه المعدلات، يحتاج المشغلون إلى تركيب جهاز لتقليل خروج ملوثات الهواء الضارة من فتحات عازل المياه بنسبة ٩٥% باستخدام أجهزة تحكم مغلقة أو إجراء تعديلات على العملية، أو إحراق ملوثات الهواء الضارة في مستوى أقل من ٢٠ جزءاً من مليون من الحجم الكلي (PPMV) يتم تطبيق هذه المعايير أيضًا إذا تجاوز إجمالي انبعاثات البنزين طنًا واحدًا في العام.

(٣) استخدام المضخات الكهربائية بدلاً من مضخات تبادل الطاقة

لا تتوفر الطاقة الكهربائية في حقول الغاز النائية وتتم الاستعاضة عنها باستخدام مضخات "تبادل الطاقة" لتزويد مضخة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول الضعيف بالطاقة بالنسبة لكل مقدار من الغاز يتم امتصاصه في ثلاثي إيثيلين الجليكول الغني الذي يخرج من الموصل، يجب إضافة مقدارين أو أكثر من الغاز من غاز التغذية الرطب وذلك من أجل تزويد الطاقة الكافية في المحرك لمضخة ثلاثي إيثيلين الجليكول الضعيف. وعليه، وباستخدام مضخة تبادل الطاقة ذات المكبس أو المضخة الترسية، فإن ذلك يؤدي إلى مضاعفة كمية الغاز المحمل مع ثلاثي إيثيلين الجليكول ثلاثة أضعاف ويخرج الغاز إلى الغلاف الجوي عندما لا يكون هناك فاصل للخزان الفجائي. هذا، ويعمل تركيب المحرك الكهربائي بدلاً عن مضخة تبادل الطاقة على تقليل مصدر الانبعاثات الإضافية. غالبًا ما تؤدي مضخات تبادل الطاقة التقليدية ذات المكبس أيضًا إلى تسريب ثلاثي إيثيلين الجليكول الغني (الرطب) في ثلاثي إيثيلين الجليكول الضعيف (الجاف). يمكن أن يؤدي تسرب نسبة ٠,٥% فقط إلى مضاعفة معدل التدوير اللازم للمحافظة على محتوى رطوبة الغاز المُباع ومن ثم زيادة الانبعاثات المحتملة. لمزيدٍ من المعلومات حول هذه الممارسة، انظر *الدروس المستفادة التي وضعتها هيئة الحماية البيئية: استبدال مضخات الجليكول المدعومة بالغاز بمضخات كهربائية*.

الرسم التوضيحي ٢: مخطط عازل المياه مع فاصل الخزان الفجائي



المصدر: إكسون الولايات المتحدة الأمريكية

المزايا الاقتصادية والبيئية

يعمل تحسين تدوير الجليكول وتركيب فواصل الخزان الفجائي على توفير العديد من المزايا البيئية والاقتصادية:

- ★ يعمل تقليل تدوير الجليكول إلى المعدل المثالي على توفير تكاليف استبدال الجليكول واستهلاك الوقود في وحدة إعادة الغليان.
- ★ يعمل تقليل انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة وملوثات الهواء الجوي "بي تي إي إكس" (BTEX) على تحسين جودة هواء المستوى الأرضي. يمكن أن تكون التخفيضات في انبعاثات "بي تي إي إكس" (BTEX) كبرى بالنسبة لعوازل المياه الكبرى.

الدروس المستفادة

- ★ يعمل استخدام فواصل الخزان على وحدات عزل المياه مع المكثف على فتحة وحدة إعادة الغليان على تحسين فعالية المكثف عن طريق إزالة معظم الغاز غير المستهلك وخاصة الميثان. يعمل المكثف على استعادة سوائل الغاز الطبيعي وملوثات الهواء الجوي بشكل أكثر كفاءة عن فواصل الخزان الفجائي وحدها.
- ★ يعمل استخدام الغاز الذي تم استرداده في الخزان الفجائي لغاز الوقود على تقليل تكاليف التشغيل.
- ★ يعمل نقل غاز الخزان الفجائي الذي يتم استرداده إلى ماصة أحد الضواغط أعلى النهر (ممارسة تصميمه شائعة في التركيبات الجديدة) على تقليل تكاليف الإنتاج.
- ★ يسمح نقل الخارج من وحدة إعادة توليد عازل المياه إلى وحدة استعادة البخار باستخدام غاز الخزان الفجائي كغاز نزع في وحدة إعادة الغليان بالجليكول.

عملية اتخاذ القرار

يمكن للمشغلين تقدير تكاليف ومزايا تحسين معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول وتركيب فاصل الخزان الفجائي عن طريق اتباع الخطوات الخمس التالية:

الخطوة (١): قم بتحسين معدل التدوير. يمكن للمشغلين بسهولة حساب معدل التدوير المثالي عن طريق اتباع بعض الحسابات البسيطة. أولا، يتم الحصول على معدل التدوير الحالي عن طريق قراءة جهاز التحكم في التدفق الذي يقوم بقياس الجالونات من ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي يتم تدويره. يتم امتصاص قدم مكعب قياسي من غاز الميثان بالنسبة لكل جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي يتم تدويره، وإذا كان هناك مضخة لتبادل الطاقة في الوحدة، فسوف تكون هناك حاجة إلى ٢ قدم مكعب أو أكثر من الغاز لتشغيل المضخة. يخرج ذلك الغاز إلى الجو عندما لا يكون هناك فاصلا للخزان الفجائي.

وبعد ذلك، قم بتحديد الحد الأدنى من معدل التدوير اللازم لإزالة المياه من مجرى الغاز. يتعلق الحد الأدنى من معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول في أحد المواقع بمعدل تدفق الغاز ومحتوى المياه في الغاز الداخل ومحتوى المياه المطلوب من الغاز الخارج ويتعلق معدل إزالة المياه بمعدل تدفق الغاز وكمية المياه التي ستتم إزالتها من مجرى الغاز. تتنوع نسبة ثلاثي إيثيلين الجليكول إلى المياه (كم عدد الجالونات المطلوبة من ثلاثي إيثيلين الجليكول لامتصاص رطل واحد من المياه) بين ٢ و٥ جالونات من ثلاثي إيثيلين الجليكول لكل رطل من المياه. تنص القاعدة التجريبية الصناعية المقبولة على ٣ جالونات من ثلاثي إيثيلين الجليكول لكل رطل من المياه تتم إزالته. كلما زاد معدل إزالة المياه أو كلما ارتفعت نسبة ثلاثي إيثيلين الجليكول إلى المياه، ارتفع معدل التدوير. أعلن بعض شركاء ستار (STAR) نسب منخفضة لثلاثي إيثيلين الجليكول إلى المياه عن المعتاد (بمعنى ٣ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول لكل رطل من المياه) ويؤدي ذلك إلى تخفيض معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول المثالية لديهم.

خمس خطوات لتقييم تحسين معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول وتركيب فاصل الخزان الفجائي:

١. قم بتحسين معدل التدوير.
٢. قم بتحديد وحدات عزل المياه التي لا تحتوي على خزانات فجائية.
٣. قم بتقدير التكاليف الرأسمالية وتكاليف التركيب.
٤. قم بتقدير قيمة فائض الغاز.
٥. قم بإجراء التحليل الاقتصادي.

قد تظهر بعض المشكلات عند كون معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول منخفضا بدرجة كبيرة. وعليه قد تكون هناك حاجة إلى قدر محدد من التدوير الزائد. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي معدل التدوير الزائد المقيد إلى حدوث مشكلات مع أدراج السوائل الهيدرولوكية وأداء الموصل وإفساد مبادلات الحرارة بالجليكول إلى الجليكول. وعليه، يجب أن يذكر المشغلون هامش الأمان و"منطقة الارتياح" عند حساب الانخفاضات في معدلات التدوير. يتراوح معدل التدوير المثالي لكل وحدة لعزل المياه بين ١٠ و٣٠% أعلى من الحد الأدنى من معدل التدوير. تتضح المعادلات التي يتم استخدامها لتحديد الحد الأدنى والمثالي من معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول في الرسم التوضيحي (٣).

الدروس المستفادة

الرسم التوضيحي ٣: حساب المعدل الأمثل لتدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول

يكون معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول لكل عازل للمياه يشغل ٢٠ مليون قدم مكعب في اليوم ٢٨٠ جالون/ساعة ويكون لمجرى الغاز الرطب ٦٠ رطل مياه/مليون قدم مكعب. تكون هناك حاجة إلى منطقة ارتياح أعلى من الحد الأدنى بـ١٥% يمكن حساب معدل التدوير المثالي لثلاثي إيثيلين الجليكول كما يلي:

المعطيات:

F = معدل تدفق الغاز (مليون قدم مكعب/يوم).
I = محتوى مياه المدخل (رطل/مليون قدم مكعب).
O = محتوى مياه المخرج (رطل/مليون قم مكعب) (القاعدة التجريبية ٤).
G = معدل الجليكول إلى المياه (جالون ثلاثي إيثيلين الجليكول/رطل مياه) (القاعدة التجريبية ٣)
L(min) = الحد الأدنى من معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول
W = معدل إزالة المياه (رطل/ساعة).

الحساب: L(min) = الحد الأدنى من تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/ساعة)

$$L(min) = W * G$$

$$W = \frac{F * (1-0)}{\text{٢٤ ساعة/اليوم}}$$

$$W = \frac{20 * (60-4)}{\text{٢٤ ساعة/اليوم}} = \text{٤٦,٦٦ رطل مياه/الساعة}$$

G = ٣

L(min) = ٤٦,٦٦ * ٣ = ١٤٠ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول/ساعة

يعد ذلك هو الحد الأدنى من معدل التدوير. وبإضافة ١٥% على الحد الأدنى من معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول للوصول إلى منطقة الارتياح، يسفر عن معدل تدوير مثالي ١٦٠ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول/ساعة. على سبيل المثال:

L (OPT) = معدل التدوير المثالي L (opt) = 140 جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول/ساعة * ١,١٥ = ١٦٠ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول/ساعة.

ذكر شركاء ستار (STAR) للغاز وخبراء آخرين في الصناعة خمسة أسباب شائعة تؤدي بمشغلي عوازل المياه باستخدام الجليكول إلى زيادة معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول:

- يمكن أن تؤدي مضخات تبادل الطاقة المدعومة بالغاز إلى تلويث الجليكول الضعيف مما يجعل الجليكول أقل فعالية في امتصاص المياه من مجرى الغاز الرطب. ومن أجل تعويض ذلك، يقوم المشغلون بزيادة التدوير من أجل الحصول على نفس الضغط المنخفض لنقطة الندى والذي قد يتم الحصول عليه من خلال تدوير الجليكول غير الملوث بمعدل أقل.
- يتم تحديد معدلات التدوير بحيث تتماشى مع سعة التصميم بدلاً عن السعة الإنتاجية الفعلية.
- تضمن المعدلات المرتفعة إزالة كافية للمياه على معدلات سعة إنتاجية متقلبة للغاز.
- تؤدي وحدات عزل المياه في المناطق النائية إلى جعل التعديلات المتكررة غير ملائمة.
- يتم تشغيل عوازل المياه من قبل متعهدين مستقلين يكون حافزهم منخفضا بشأن تحسين معدل التدوير وتقليل خسائر الميثان.

الرسم التوضيحي ٤: تحديد حجم الخزان الفجائي

المعطيات: L = معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول بالجالون/الساعة.

T = زمن الاستبقاء بالدقيقة.

الحساب : SV = حجم استقرار السائل (بالجالون).

60 ÷ (T * L) = SV

ملحوظة: تتم إضافة الحجم الخاص بالموقع لتراكم سوائل الغاز الطبيعي من أجل شحنها على أساس دوري.

تعتمد التكلفة الإجمالية لفاصل الخزان الفجائي على (أ) تكاليف رأس المال و(ب) تكاليف التركيب والتشغيل.

(أ) تكاليف رأس المال

يمكن أن تتراوح تكاليف فاصل الخزان الفجائي بين ٣٣٧٥ و ٦٧٥١ دولار بدون تركيب وذلك بناء على تصميم وحجم الخزان. إذا تجاوز الحجم المطلوب أكبر خزان فجائي متاح، يمكن للمشغلين تدبير بناء خزان عادي، أو تركيب العديد من الخزانات الفجائية المتشابهة أو تركيب خزان تجميع سوائل الغاز المستقل.

مؤشرات نيلسون (Nelson) للأسعار

من أجل تقدير التضخم في تكاليف تشغيل وصيانة المعدات، يتم استخدام مؤشرات نيلسون فارار للتكلفة ربع السنوية (المتاحة في العدد الأول الذي يتم إصداره بشكل ربع سنوي في *مجلة النفط والغاز*) وذلك من أجل تحديث التكاليف في الوثائق الخاصة بالدروس المستفادة.

يتم استخدام مؤشر عمليات التكرير من أجل مراجعة تكاليف التشغيل بينما يتم استخدام مؤشر الآلات: التكلفة المفصلة لتكرير النفط من أجل تحديث تكاليف المعدات.

من أجل استخدام تلك المؤشرات في المستقبل، ابحث ببساطة عن أحدث رقم لمؤشر نيلسون فارار ثم تتم قسمة هذا الرقم على رقم مؤشر نيلسون فارار في فبراير/شباط ٢٠٠٦ وفي النهاية يتم ضرب الناتج في التكاليف الملائمة المذكورة في الدروس المستفادة.

(ب) تكاليف التركيب والتشغيل

تعتمد تكاليف التركيب على الموقع والتضاريس والأساس والحماية الجوية (تعتمد قوانين تصنيع الأوعية على كمية كبريتيد الهيدروجين في الغاز) إضافة إلى تجميع سوائل الغاز الطبيعي وقدرة الشحن والأتمتة والتشغيل الآلي. توضح المعلومات التي تقدمها الشركات المصنعة لفاصل الخزان الفجائي متوسط تكلفة تركيب تبلغ ١٠٦٨٤ دولار بما في ذلك تكاليف التوصيل والتجميع وتكاليف العمالة. يمكن أن تزداد هذه التكلفة بنحو ٨٠% بناء على العوامل الخاصة بالموقع.

يتم تصنيع فواصل الخزان الفجائي التي يتم تركيبها في وحدات عزل المياه الحالية مقدما وتتضمن شبكة الأنابيب والصمامات والمعدات المرتبطة. يمكن أن يتم التركيب مع تقليل زمن التوقف إلى الحد الأدنى. من أجل تقليل تكاليف التركيب، يقترح الشركاء تركيب فاصل الخزان الفجائي عند إصلاح وحدة عزل المياه أو أثناء إصلاحات النظام الأخرى.

لقد تم تصميم الخزانات الفجائية كأوعية ضغط بسيطة مع قليل من الأجزاء التشغيلية وبناء عليه، فإن تكاليف التشغيل والصيانة تكاد لا تذكر. لقد توصل الشركاء إلى كون صيانة فاصل الخزان الفجائي يمكن أن تتم أثناء ممارسات التشغيل والصيانة الروتينية لوحدة عزل المياه.

يوضح الرسم التوضيحي (٥أ) والرسم التوضيحي (٥ب) تكاليف رأس المال وتكاليف التركيب لمجموعة من أنواع الخزانات الفجائية والأحجام القياسية.

الدروس المستفادة

الرسم التوضيحي ٥أ: أحجام وتكاليف الفاصل العمودي					
حجم الاستقرار (الجالون)[١]	القطر (القدم)	الارتفاع (القدم)	التكاليف الرأسمالية (الدولار)	تكاليف التركيب (الدولار)	تكاليف التشغيل والصيانة (الدولار)
٨,٢	١,٠٨	٤	٣٣٧٥ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
١٣,٥	١,٣٣	٤	٤٤٥٥ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
٢٢,٣	١,٦٦	٤	٥٨٠٦ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
٣٣,٦	٢	٤	٦٧٥١ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
ملحوظة: تم تحديث البيانات الخاصة بالتكلفة والتي قدمتها شركة سيفالز المدمجة، إلى تكاليف المعدات/العمالة ٢٠٠٦. [١] حجم الاستقرار = نصف الحجم الإجمالي (لا تتضمن متطلبات تجميع سوائل الغاز الطبيعي)					

الرسم التوضيحي ٥ب:أحجام وتكاليف الفاصل الأفقي النموذجي ذا المراحل الثلاث					
حجم الاستقرار (الجالون)[١]	القطر (القدم)	الطول (القدم)	التكاليف الرأسمالية (الدولار)	تكاليف التركيب (الدولار)	تكاليف التشغيل والصيانة (الدولار)
٤٩	٢	٣	٤٠٥٠ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
٦٥	٢	٥	٤٣٢٠ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
١٠٧	٢,٥	٥	٤٥٩٠ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
١٥٨	٣	٥	٦٤٨١ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
٢٢٥	٣	٧,٥	٦٧٥١ دولار	١٦٨٤-٣٠٣١ دولار	لا تذكر
ملحوظة: تم تحديث البيانات الخاصة بالتكلفة والتي قدمتها شركة سيفالز المدمجة، إلى تكاليف المعدات/العمالة ٢٠٠٦. [١] حجم الاستقرار = نصف الحجم الإجمالي (لا تتضمن متطلبات تجميع سوائل الغاز الطبيعي)					

الخطوة ٤: قم بتقدير قيمة الغاز المدخر. يمكن تحقيق فوائض الغاز عن طريق تحسين معدل التدوير وحده، أو تركيب فاصل الخزان الفجائي أو في بعض الظروف تحسين معدل التدوير وتركيب فاصل الخزان الفجائي. يوضح الرسم التوضيحي (٦) كيفية تحديد قدر فوائض الغاز من تحسين معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول دون فاصل للخزان الفجائي. تتضمن الفوائض الإضافية التي تنتج عن تقليل معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول:

- ★ متطلبات وقود أقل لوحدة إعادة التوليد. قد يؤدي تقليل الحمل على وحدة إعادة التوليد بمقدار الحرارة ١٣٤٠ وحدة حرارية/جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي يتم تدويره، إلى توفير بين ١٢٧٢ إلى ١٢٧٠٦٤ دولار في العام بناء على قدر التدوير الزائد وقيمة تسخين الغاز الطبيعي.
- ★ تقليل معدل تكرار استبدال الجليكول. يقوم الخبراء في الصناعة بتقدير فقد ٠,٠٥% من حجم ثلاثي إيثيلين الجليكول في الساعة وقد تتراوح الفوائض السنوية من ٥٥١ دولار (إذا تم تخفيض معدلات التدوير من ٤٥ إلى ٣٠ جالون في الساعة) إلى ٥٥١٤٦ دولار (إذا تم تخفيض المعدلات من ٣٠٠٠ إلى ٧٥٠ جالون في الساعة).

يسمح تركيب الخزان الفجائي للشركاء باستعادة معظم الغاز المحمل في ثلاثي إيثيلين الجليكول. ترتبط كمية الغاز الذي يتم ادخاره من تركيب الخزان الفجائي بنوع مضخة تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول، ومعدل تدوير الجليكول الخاص بعازل المياه والضغط في فاصل الخزان الفجائي. وعلى أساس نموذجي، يمكن استعادة ٩٠% من الميثان من ثلاثي إيثيلين الجليكول باستخدام فاصل الخزان الفجائي.

هذا، ويعد أكبر تأثير على استعادة الغاز هو تأثير نوع مضخة التدوير التي يتم استخدامها في عازل المياه. وكقاعدة تجريبية، ينحل قدم مكعب واحد من الميثان في كل جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول الخارج من الموصل. تحتاج مضخات تبادل الطاقة إلى غاز إضافي ذا ضغط مرتفع إضافة إلى ذلك الغاز في تدفق ثلاثي إيثيلين الجليكول وذلك من أجل توفير الطاقة اللازمة لضخ ثلاثي إيثيلين الجليكول الضعيف مرة أخرى إلى الموصل. ونتيجة لذلك، فإن هذه المضخات تعمل على زيادة قدر الميثان المحمل لثلاثة قدم مكعب لكل جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول الذي يتم تدويره.

الرسم التوضيحي ٦: حساب الفوائض السنوية الناتجة عن تحسين تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول في عوازل المياه التي لا تتضمن فاصل خزان فجائي

المعطيات:

A = معدل امتصاص ثلاثي إيثيلين الجليكول (٣ قدم/جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول) (حسب القاعدة التجريبية: (١))
E = غاز مضخة تبادل الطاقة، إن وجدت (٣ قدم/جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول) (حسب القاعدة التجريبية: (٢)).
H = ساعات في العام (٨٧٦٠).
P = سعر مبيعات الغاز (بافتراض ٧ دولارات/ألف قدم مكعب).
L (original) = معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/ساعة) قبل التعديل
L (optimal) = معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/ساعة) بعد التعديل

V = قيمة الغاز المدخر (دولار/عام)

$$W = \frac{(L(original) - L(optimal)) * (A + E) * H * P}{١٠٠٠}$$

يوضح تطبيق هذه المعادلة أن أقل التخفيضات في معدلات التدوير قد تسفر عن فوائض كبرى كما هو موضح في الأمثلة التالية. لاحظ أن الفوائض يجب أن يتم تخفيضها بنحو ثلثين عند ضخ الجليكول الضعيف باستخدام محرك كهربائي بدلا عن مضخة تبادل الطاقة.

معدل التدوير الأصلي	معدل التدوير المثالي	فوائض الميثان السنوية (ألف قدم مكعب)	الفوائض السنوية بمعدل ٧ دولارات/ألف قدم مكعب
٤٥	٣٠	٣٩٤	٢٧٥٨ دولار
٩٠	٣٠	١٥٧٧	١١٠٣٩ دولار
٢٢٥	١٥٠	١٩٧١	١٣٧٩٧ دولار
٤٥٠	١٥٠	٧٨٨٤	٥٥١٨٨ دولار
٦٧٥	٤٥٠	٥٩١٣	٤١٣٩١ دولار
١٣٥٠	٤٥٠	٢٣٦٥٢	١٦٥٥٦٤ دولار
١١٢٥	٧٥٠	٩٨٥٥	٦٨٩٨٥ دولار
٢٢٥٠	٧٥٠	٣٩٤٢٠	٢٧٥٩٤٠ دولار

الرسم التوضيحي ٧: كمية الغاز التي يتم إخراجها في حالة عم وجود خزان فجائي والفوائض المحتملة

افترض كون وحدة عزل المياه ذات مضخة تبادل الطاقة تقوم بتدوير ١٥٠ جالون من ثلاثي إيثيلين الجليكول في الساعة مع معدل استعادة ٩٠% وكون سعر الغاز هو ٧ دولار لكل ألف قدم مكعب.

المعطيات: L = معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/ساعة).

G = معدل تحميل الميثان (حسب القاعدة التجريبية: (٣) قدم مكعب/جالون لمضخات تبادل الطاقة و(١) قدم مكعب/جالون للمضخات الكهربائية).

الحساب : V = قدر الغاز الذي يتم إخراجه سنوياً (ألف قدم مكعب/عام).

V = (L*G) * ٨٧٦٠ (ساعات في العام) ÷ ١٠٠٠ قدم مكعب/ألف قدم مكعب.

V = ١٥٠ جالون/ساعة * ٣ قدم مكعب قياسي/جالون ٨٧٦٠ ساعة/عام ÷ ١٠٠٠ قدم مكعب/ألف قدم مكعب.

V = ٣٩٤٢ ألف قدم مكعب/عام.

الفوائض = ٣,٩٤٢ ألف قدم مكعب × ٠,٩ × ٧ دولارات/ألف قدم مكعب= ٢٤٨٣٥ دولار في العام.

الرسم التوضيحي (٨): الفوائض المحتملة من استخدام فاصل الخزان الفجائي

معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/الساعة)	مضخة تبادل الطاقة		المضخة الكهربائية	
	ألف قدم مكعب/العام	دولار/العام	ألف قدم مكعب/العام	دولار/العام
٣٠	٧١٠	٤٩٧٠ دولار	٢٣٧	١٦٥٩ دولار
١٥٠	٣٥٤٨	٢٤٨٣٦ دولار	١١٨٣	٨٢٨١ دولار
٣٠٠	٧٠٩٦	٤٩٦٧٢ دولار	٢٣٦٥	١٦٥٥٥ دولار
٤٥٠	١٠٦٤٣	٧٤٥٠١ دولار	٣٥٤٨	٢٤٨٣٦ دولار

ملحوظة: تم تحديث البيانات الخاصة بالتكلفة والتي قدمتها شركة سيفالز المدمجة، إلى تكاليف المعدات/العمالة ٢٠٠٦.
(١) حجم الاستقرار = نصف الحجم الإجمالي (لا تتضمن متطلبات تجميع سوائل الغاز الطبيعي)

يقارن الرسم التوضيحي (٨) الفوائض المحتملة باستخدام فاصل الخزان الفجائي والتي يتم حسابها بالنسبة لمضخات تبادل الطاقة والمضخات الكهربائية بمعدلات تدوير مختلفة. وكما يوضح الرسم التوضيحي فإن وحدات عزل المياه والوحدات ذات مضخات التدوير الكهربائية تكون ذات احتمالية اقتصادية منخفضة فيما يتعلق بتكاليف فاصل الخزان الفجائي.

إنه لمن الضروري ملاحظة أنه من الممكن تحقيق عائد إضافي من بيع سوائل الغاز الطبيعي. عند معالجة غاز الإنتاج الغني، غالباً ما تتكثف سوائل الغاز الطبيعي ويتم فصلها في فاصل الخزان الفجائي . تتنوع الكمية بناء على درجة الحرارة والضغوط في الموصل والخزان الفجائي، وتركيب الغاز الذي يتم إنتاجه وتحميل الغاز في ثلاثي إيثيلين الجليكول. يعتمد هذا التقييم على الموقع بشكل كبير ويعد بعيدًا عن نطاق هذه الدراسة.

الخطوة٥: قم بإجراء التحليل الاقتصادي. كما هو موضح في الخطوة ٤، سوف يعمل تحسين معدل تدوير الجليكول إلى مستوى أقل دائمًا على ادخار الأموال. وعليه، فإن الشركاء يجب دائما أن يتخذوا هذا الإجراء في بادئ الأمر، بغض النظر عما إذا كانوا قد اتخذوا القرار بتركيب فاصل الخزان الفجائي أم لا. تركز بقية هذا التحليل على فواصل الخزان الفجائي ويفترض كون معدل تدوير الجليكول قد تم تحسينه بالفعل.

الدروس المستفادة

بمجرد أن يتم تقدير تكاليف رأس المال وتكاليف التركيب وقيمة فائض الغاز، يجب أن يقوم الشركاء بإجراء تحليل اقتصادي من بين الطرق المباشرة لتقييم المزايا الاقتصادية تحليل التدفق النقدي المخصوم والذي تتم فيه مقارنة تكاليف أول عام الخاصة بتركيب فاصل الخزان الفجائي مع القيمة المخصومة لفائض الغاز (إضافة إلى مبيعات سوائل الغاز الطبيعي) على مدار العمر الاقتصادي للمشروع.

توضح الرسومات التوضيحية النتائج الافتراضية لهذا النوع من التحليلات. وبالنسبة لجميع الأنظمة، ما عدا أصغرها، سوف يحقق تركيب فاصل الخزان الفجائي في وحدة عزل المياه مع مضخة تبادل الطاقة عائدًا في أقل من عام واحد، بينما تحقق الوحدة ذات المضخة الكهربائية عائدا في أقل من عامين ونصف.

الرسم التوضيحي ٩أ: المزايا الاقتصادية لتركيب فاصل الخزان الفجائي على عازل المياه ذا مضخة تبادل الطاقة

معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/الساعة)	التكاليف الرأسمالية وتكاليف التركيب (الدولار)[١]	فوائض الغاز [٢] الدولار/العام	إجمالي الفوائض [٣] الدولار/العام	فترة العائد (الشهور)	العائد الداخلي [٤]
٣٠	٦٩٦٧ دولار	٤٩٧٠ دولار	٥٠٠٥ دولار	١٧	%٦٦
١٥٠	٧٥٠٧ دولار	٢٤٨٣٦ دولار	٢٥٠١٣ دولار	٤	%٣٣٣
٣٠٠	٩٦٦٧ دولار	٤٩٦٧٢ دولار	٥٠٠١٢ دولار	٣	%٥١٧
٤٥٠	١٨٧٩٤ دولار[٥]	٧٤٥٠١ دولار	٧٥٠١٩ دولار	٤	%٣٩٩

[١] الخزان الفجائي الأفقي، طوارئ بنسبة ٨٠% عند التركيب، وقت استقرار ٣٠ دقيقة إضافة إلى مقدار أسبوعي من سوائل الغاز الطبيعي المتجمعة، عند استعادتها.
[٢] قيمة الغاز ٧,٠٠/ألف قدم مكعب.
[٣] تتضمن أعلى الفوائض الإجمالية استعادة سوائل الغاز الطبيعي (إن وجدت) بنسبة ١% من الغاز الذي تتم استعادته، والمقدر بـ ٢٥ دولار/البرميل.
يعد هذا المعدل الخاص بالاستعادة خاصاً بهذا المثال فقط ويجب أن يقوم كل موقع بتقييم هذه الاحتمالية.
[٤] معدل العائد الداخلي على مدار خمس سنوات.
[٥] تتجاوز تكلفة اثنان من FTS متشابهان (الحجم العادي) كحجم لاستقرار حجم FTS القياسي.

محتوى الميثان في الغاز الطبيعي

يشتمل الغاز الطبيعي غير المرتبط في قطاع الإنتاج على ٧٨,٨% من الميثان. يمكن تقريب تخفيض معدلات انبعاث غاز الميثان عن طريق مقارنة محتوى الغاز الطبيعي الذي يتم إنتاجه مع فوائض الغاز الطبيعي التي يوجد حسابها في هذه الوثيقة.

الرسم التوضيحي ٩ب: المزايا الاقتصادية لتركيب فاصل الخزان الفجائي على عازل المياه ذا المضخة الكهربائية

معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول (جالون/الساعة)	التكاليف الرأسمالية وتكاليف التركيب (الدولار)[١]	فوائض الغاز [٢] الدولار/العام	إجمالي الفوائض [٣] الدولار/العام	فترة العائد (الشهور)	العائد الداخلي [٤]
٣٠	٦٩٦٧ دولار[٥]	١٦٥٩ دولار	١٦٧٠ دولار	٥١	%٦
١٥٠	٦٩٦٧ دولار[٥]	٨٢٨١ دولار	٨٣٣٨ دولار	١١	%١١٧
٣٠٠	٦٩٦٧ دولار[٥]	١٦٥٥٥ دولار	١٦٥٧٢ دولار	٦	%٢٣٧
٤٥٠	٩٦٦٧ دولار	٢٤٨٣٦ دولار	٢٤٨٦٩ دولار	٥	%٢٥٧

[١] الخزان الفجائي الأفقي، طوارئ بنسبة ٨٠% عند التركيب، وقت استقرار ٣٠ دقيقة إضافة إلى مقدار أسبوعي من سوائل الغاز الطبيعي المتجمعة، عند استعادتها.
[٢] قيمة الغاز ٧,٠٠/ألف قدم مكعب.
[٣] تتضمن أعلى الفوائض الإجمالية استعادة سوائل الغاز الطبيعي (إن وجدت) بنسبة ١% من الغاز الذي تتم استعادته، والمقدر بـ ٢٥ دولار/برميل. يعد هذا المعدل الخاص بالاستعادة خاصًا بهذا المثال فقط ويجب أن يقوم كل موقع بتقييم هذه الاحتمالية.
[٤] معدل العائد الداخلي على مدار خمس سنوات.
[٥] تكلفة حجم الخزان القياسي الأدنى.

الدروس المستفادة

تجارب الشركاء

توضح هذه الرسومات التوضيحية أيضا أثر سوائل الغاز الطبيعي في التحليل. بما أن مضخات تبادل الطاقة تحمل غازًا طبيعيًا مع ثلاثي إيثيلين الجليكول الغني الذي يعادل ثلاثة أضعاف ما تحمله المضخات الكهربائية فإن ثلاثي إيثيلين الجليكول يخرج سوائل أكثر للغاز الطبيعي في فاصل الخزان الفجائي. ونتيجة لذلك، فإن نظام عزل المياه باستخدام الجليكول مع مضخة تبادل الطاقة يتطلب خزانا فجائيا ذا سعة حجز أكبر تبرر العوائد المتزايدة من مبيعات سوائل الغاز التكلفة الإضافية للخزانات الكبرى. ومع المضخة الكهربائية، لا تتواجد سوائل الغاز الطبيعي بكميات اقتصادية في ثلاثي إيثيلين الجليكول، وعليه، يمكن استخدام الخزانات القياسية ذات الحجم الأدنى لمعدلات التدوير بين ٣٠ و٣٠٠ جالون/الساعة. ولكن عند الحاجة إلى خزان سعة ٤٥٠ جالون/الساعة، يمكن جمع قدر صغير جدا من سوائل الغاز الطبيعي وبيعه من أجل تقليل تكلفة الخزان الفجائي.

تعتمد المزايا الاقتصادية لكل من تركيب فاصل الخزان الفجائي وتحسين معدلات تدوير الجليكول بشكل تام على ما إذا كان الموقع يستفيد بالغاز الذي يتم استعادته في الخزان الفجائي أم لا. لقد أبلغ الشركاء عن الحالات التي لم تشتمل فيها تركيبات عازل المياه أعلى البئر على ضاغط يعمل بالمحرك، وكان معدل استهلاك غاز الوقود جيدًا أقل من كمية الغاز الذي تمت استعادته في الخزان الفجائي. وفي هذه الحالة، كان من الممكن أن يخرج الغاز الزائد الذي تتم استعادته من الخزان الفجائي. في هذا النوع من العمليات، يكون لتحسين معدل تدوير الجليكول قيمة اقتصادية فيما يتعلق بتقليل الغاز الخارج من الخزان الفجائي. وقد تكون هناك حاجة إلى تحديد معدل استخدام الوقود في الموقع من أجل تقييم الفوائض الناتجة عن استخدام الخزان الفجائي وتحسين معدل التدوير.

عند تقدير الخيارات التي تعلق بتركيب الخزانات الفجائية على عوازل المياه بالجليكول، قد يؤثر سعر الغاز الطبيعي على عملية اتخاذ القرار. يوضح الرسم التوضيحي (١٠) تحليلاً اقتصاديًا لتركيب فاصل الخزان الفجائي على عازل المياه بالجليكول مع معدل تدوير ١٥٠ جالون/ساعة ومضخة تبادل الطاقة وذلك بأسعار مختلفة للغاز الطبيعي.

الرسم التوضيحي ١٠: تأثير سعر الغاز على التحليل الاقتصادي

	٣ دولارات/ألف قدم مكعب	٣ دولارات/ألف قدم مكعب	٣ دولارات/ألف قدم مكعب	٣ دولارات/ألف قدم مكعب	٣ دولارات/ألف قدم مكعب
قيمة فائض الغاز	١٠٦٤٤ دولار	١٧٧٤٠ دولار	٢٤٨٣٦ دولار	٢٨٣٨٤ دولار	٣٥٤٨٠ دولار
فترة العائد (الشهور)	٩	٦	٤	٤	٣
معدل العائد الداخلي	%١٤٢	%٢٣٨	%٣٣٣	%٣٨٠	%٤٧٥
صافي القيمة الحالية (I = ١٠%)	٣٣٥١٥ دولار	٦٠٤١٤ دولار	٨٧٣١٤ دولار	١٠٠٧٦٣ دولار	١٢٧٦٦٣ دولار

الدروس المستفادة

الدروس المستفادة

غالباً ما تكون معدلات تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول على عوازل المياه بالجليكول أعلى بضعفين أو ثلاثة أضعاف عن المستوى اللازم لإزالة المياه من الغاز الطبيعي. لا تحتوي معظم عوازل المياه الخاصة بالإنتاج على خزانات فجائية والتي قد تمثل طريقة فعالة لاستعادة الميثان ذا القيمة من ثلاثي إيثيلين الجليكول والذي قد يخرج إلى الغلاف الجوي. يقدم شركاء ستار (STAR) للغاز لطبيعي الدروس المستفادة التالية:

- من أجل المحافظة على معدلات التدوير في معدل قريب من المعدل المثالي، قم بتعليم طاقم العاملين في التشغيل والصيانة والمتعهدين بشأن طريقة حساب وتعديل معدلات التدوير بما في ذلك تقديرات "منطقة الارتياح". قم بدمج تعديل معدل التدوير في ممارسات التشغيل والصيانة العادية.
- ينبغي على المشغلين عدم تقليل كمية الجليكول في النظام فبخلاف معدل التدوير، لن يحقق ذلك الفوائض المرجوة. يمكن أن يؤدي تقليل كمية الجليكول إلى حدوث مشكلات في أدراج السوائل الهيدرولوكية وفي أداء الموصل وإلى إفساد مبادلات حرارة الجليكول إلى الجليكول.
- قم بتحديد جميع عوازل المياه العاملة التي لا تشتمل على فواصل خزان فجائي وقم بتجميع المعلومات من أجل تقييم المزايا الاقتصادية لتركيب الخزان الفجائي.
- عند إتاحة الطاقة الصناعية (٤٤٠ فولت أو ما يزيد، يمكن أن يعمل استبدال مضخة تبادل الطاقة بمضخة تعمل بالمحرك الكهربائي على تقليل الغاز المحمل مع ثلاثي إيثيلين الجليكول بنحو ثلثين ما يؤدي إلى تقليل معدلات انبعاث غاز الميثان. عند إتاحة خدمة ٢٢٠ فولت يمكن أن تعمل المضخة المهجنة التي تجمع بين تبادل طاقم الغاز والطاقة الكهربائي من أجل تقليل معدل امتصاص الميثان على تقليل الميثان الذي يمتصه ثلاثي إيثيلين الجليكول وتقليل الانبعاثات (انظر الدروس المستفادة التي وضعتها هيئة الحماية البيئية: استبدال مضخات الجليكول المدعومة بالغاز بمضخات كهربائية).
- قم بنقل الميثان الذي تمت استعادته لماصة الضاغط أو لاستخدامه كوقود. لقد أعلن الشركاء عن كون الميثان الذي تتم استعادته يشتمل في بعض الأحيان على كثير من المياه التي يتم استخدامها للأنظمة الهوائية الآلية.
- قم بتجميع سوائل الغاز الطبيعي القابلة للتسويق من فاصل الخزان الفجائي كمصدر هام للعائد الإضافي.
- على مدار الزمن، قد تُسرب موانع التسرب في مضخات تبادل الطاقة المدعومة بالغاز مما يؤدي إلى تلويث الجليكول الضعيف وتقليل فعالية عزل المياه. يجب أن لا يبحث المشغلون عن التعويض عن الجيكول الملوث عن طريق زيادة معدل تدوير ثلاثي إيثيلين الجليكول. لكن يجب تقييم مضخة تبادل الطاقة فيما يتعلق بإصلاحها أو استبدالها.
- قم بتسجيل التخفيض على كل عازل للمياه واذكره في التقرير السنوي ستار (STAR) للغاز الطبيعي. ملحوظة: ينبغي عدم ذكر فوائض الميثان التي تم تحقيقها نتيجة لتركيب التكنولوجيا اللازمة بموجب لوائح معايير الانبعاثات القومية بملوثات الهواء الضارة في برنامج تخفيض الميثان الاختياري ستار (STAR) للغاز الطبيعي.

الدروس المستفادة

المراجع

معهد البترول الأمريكي. *مواصفات وحدات عزل المياه من الغاز باستخدام الجليكول (Spec 12 GPU)*. يوليو ١٩٩٣.

الاتصال الشخصي: شركة جريت، ريتشارد جي، روترتيك.

الاتصال الشخصي: مركز المعلومات والتكنولوجيا البيئية لمعهد أبحاث الغاز.

معهد أبحاث الغاز وهيئة الحماية البيئية الأمريكية. *انبعاثات الميثان من مضخات الجليكول المدعومة بالغاز*، يناير/كانون ثان ١٩٩٦.

الاتصال الشخصي: جريفين، رود، سيفالز، مدمجة.

الاتصال الشخصي: هندرسون، كارولي. برنامج ستار (STAR) للغاز الطبيعي التابع لوكالة الحماية البيئية الأمريكية.

الاتصال الشخصي: موريو، رونالد. شركة إكسون- موبيل.

روبنسون، آر إن، *كتيب المراجع الهندسية الكيميائية، الطبعة الرابعة*، ١٩٨٧.

الاتصال الشخصي: رويتر، كيرتز، شركة راديان انترناشيونال ذ.م.م.

رويتر، سي، جاجنون بي، جاميز، جيه بي، *تكنولوجيا معهد أبحاث الغاز تعمل على تحسين أداء عازل المياه*. مراسل النفط والغاز الأمريكي، مارس/آذار ١٩٩٦.

رويتر سي أوه ميرف إم سي، بيتلر، سي إم *عمليات عزل المياه باستخدام الجليكول واللوائح البيئية ومسح مجرى النفايات*. شركة راديان انترناشيونال، يونيو/حزيران ١٩٩٦.

تانيهيل، سي سي إيشترهوف إل ليين دي *متغيرات الإنتاج توضح تكاليف عزل المياه باستخدام الجليكول*. مراسل صحفي عن النفط والغاز الأمريكي، مارس/آذار ١٩٩٤

الاتصال الشخصي: تينجلي، كيفين، برنامج ستار (STAR) للغاز الطبيعي التابع لهيئة الحماية البيئية الأمريكية.

الدروس المستفادة

1EPA
United States
Environmental Protection Agency
Air and Radiation (6202J)
1200 Pennsylvania Ave., NW
Washington, DC 20460

EPA xxx
xxx 2006

1EPA
الولايات المتحدة
وكالة الحماية البيئية
الهواء والإشعاع (٦٢٠٢ جيه)
١٢٠٠ طريق بنسلفانيا، إن دبليو
واشنطون، دي سي ٢٠٤٦٠

EPA xxx
٢٠٠٦ xxx