المبادئ
التوجيهية لغاز
الميثان

الحد من انبعاثات غاز الميثان:
دليل أفضل الممارسات
استخدام الطاقة

نوفمبر ٢٠١٩

المبادئ
التوجيهية لغاز
الميثان

الحد من انبعاثات غاز الميثان:
دليل أفضل الممارسات
استخدام الطاقة

نوفمبر ٢٠١٩

إخلاء المسؤولية

تم تطوير هذا المستند بواسطة شراكة المبادئ التوجيهية لغاز الميثان. توفر كل خلاصة ملخصاً لعمليات التقليل المعروفة حالياً والتكاليف والتقنيات المتاحة بالنسبة لتاريخ النشر، ولكنهم قد يتغيرون أو قد يتم تحسينهم مع مرور الوقت. المعلومات المضمنة دقيقة على حد علم المؤلفين، ولكنها لا تعكس بالضرورة وجهات نظر أو مواقف جميع الأطراف الموقعة أو المنظمات الداعمة لشراكة المبادئ التوجيهية لغاز الميثان، وسيحتاج القراء إلى إجراء تقييمهم الخاص للمعلومات المقدمة. لا يتم منح أي ضمان للقراء بخصوص اكتمال أودقة المعلومات المضمنة في كل ملخص بواسطة مؤسسة إس إل آر الدولية ومقاوليها وشراكة المبادئ التوجيهية لغاز الميثان أو الجهات الموقعة أو المنظمات الداعمة لها.

يصف هذا الدليل الإجراءات التي يمكن أن تتخذها المنظمات للمساعدة في إدارة انبعاثات الميثان.
أي إجراءات أو توصيات ليست إلزامية؛ إنهم ببساطة وسائل فعالة للمساعدة في إدارة انبعاثات الميثان. قد تكون الأساليب الأخرى فعالة بنفس القدر أو أكثر فاعلية في موقف معين. إن ما يختار القراء القيام به يعتمد في الغالب على الظروف والمخاطر المحددة تحت الإدارة والنظام القانوني المعمول به.

المحتويات

الملخص ٢

المقدمة ٣

استراتيجيات التخفيف ٥

قائمة التحقق ١٤

الملحق ١ ..... ١٥

المراجع ١٨

الملخص

يستخدم الغاز الطبيعي، الذي يتكون أساسًا من الميثان، كوقود في جميع عمليات النفط والغاز، لرفع ضغط الغاز، وتوليد الكهرباء، والتدفئة، والتجفيف، وإزالة الغاز الحمضي. يتم تصميم محركات الاحتراق التي تستخدم الغاز الطبيعي كوقود بشكل عام بحيث تعمل بكفاءة احتراق لا تقل عن ٩٨٪ (أي أنه سيتم حرق ٩٨٪ على الأقل من الغاز)، ولكن يتم إطلاق بعض الميثان كنتيجة للغاز الطبيعي الذي لم يحترق. تُعرف الانبعاثات الصادرة بهذه الطريقة باسم 'انزلاق الميثان'. على الرغم من أن انزلاق الميثان يمثل عمومًا نسبة صغيرة من الوقود المستخدم، يمكن أن يكون انزلاق الميثان مصدرًا رئيسيًا للانبعاثات في العمليات التي تستخدم قدرًا كبيرًا من الطاقة. يمكن أن يؤدي استخدام الغاز الطبيعي كوقود أيضًا إلى انبعاثات مرتبطة بحرق المحرك للغاز، مثل الانبعاثات من الأسطوانات أوحشوات عمود المكبس. التقليل من كمية الغاز الطبيعي المستخدمة كوقود يؤدي إلى التقليل من انبعاثات الميثان، وقد يخفض تكاليف الطاقة.

يمكن تقليل انبعاثات الميثان من استخدام الطاقة في عمليات النفط والغاز من خلال القيام بما يلي.

- استخدام الكهرباء أو أنواع أخرى من الطاقة بدلاً من الغاز الطبيعي
- جعل العمليات أكثر كفاءة مما يقلل من كمية الطاقة (على شكل غاز طبيعي) المستخدمة
- اذا كان لابد من استخدام الغاز الطبيعي كوقود ، يجب تحسين تحسين كفاءة محركات الاحتراق

التخفيضات في تكاليف الوقود تعني أنه يتم استرداد تكلفة بعض الخيارات في غضون بضعة أشهر إلى سنة.

يتم تقدير انزلاق الميثان بشكل عام، بدلاً من قياسه، ويمكن أن تختلف التقديرات اعتمادًا على كيفية حساب التقدير. على سبيل المثال، في الولايات المتحدة، تقديرات انزلاق الميثان في تصنيف عوامل الانبعاث (AP-42)[1] لوكالة حماية البيئة الأمريكية و 'سجل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ومصارفها' (GHGI)[2] قابلة للمقارنة، ولكنها أعلى من ذلك بكثير من التقديرات الواردة في الجزء الفرعي ج من برنامج الإبلاغ عن غازات الاحتباس الحراري في الولايات المتحدة[3]. بسبب هذه الاختلافات في عوامل الانبعاث، يجب النظر بحذر إلى جميع تقديرات الانبعاثات.

على الرغم من أن انزلاق الميثان يمثل عمومًا نسبة صغيرة من الغاز الطبيعي المستخدم كوقود، إلا أنه في أجزاء سلسلة التوريد التي تستخدم كمية كبيرة من الغاز الطبيعي كوقود للضواغط أو إزالة الغاز الحمضي أو التجفيف أو استخدامات الأخرى، يمكن أن يكون انزلاق الميثان مصدر رئيسي للانبعاثات. ينتج عن استخدام الغاز الطبيعي كوقود أيضًا انبعاثات مرتبطة بحرق المحرك للغاز، بما في ذلك التسربات من أجزاء من محركات الاحتراق والأجهزة التي تعمل بالغاز الطبيعي المضغوط.

يقدم هذا المستند إرشادات حول أفضل الممارسات لتقليل الانبعاثات المرتبطة مباشرة باستخدام الطاقة في عمليات النفط والغاز. يتم تقديم إرشادات أخرى حول أفضل الممارسات في أدلة الأجهزة التي تعمل بالغاز المضغوط والتنفيس وتسربات المعدات. بشكل عام، تقليل استخدام الطاقة يمكن أن يقلل من انبعاثات الميثان بواسطة عدة طرق. ومع ذلك، هناك احتمال أن يؤدي تقليل استخدام الغاز الطبيعي كوقود لنشاط واحد إلى زيادة الانبعاثات من الأنشطة الأخرى (على سبيل المثال، عندما تحل الكهرباء محل محرك الاحتراق ويتم توليد الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي).

قد يؤدي تقليل كمية الغاز الطبيعي المستخدمة للوقود أيضًا إلى خفض تكاليف الطاقة.

استراتيجيات التخفيف

يمكن تقليل انبعاثات الميثان من استخدام الطاقة (الغاز الطبيعي المستخدم كوقود) في عمليات النفط والغاز من خلال:

- استخدام الطاقة الكهربائية أو استخدام طاقة الهواء المضغوط أو النيتروجين؛
- تقليل استخدام الوقود من خلال تحسين كفاءة العملية التي تستخدم فيها الطاقة؛
- وعند الحاجة إلى استخدام الغاز الطبيعي، جعل الاحتراق أكثر كفاءة.

تم تلخيص استراتيجيات التخفيف في الجدول أدناه، وترد أوصاف أكثر تفصيلاً في الصفحات التالية. بعض الاستراتيجيات المصممة لتحسين كفاءة الطاقة من خلال تصميم الأنظمة مذكورة في دليل أفضل الممارسات حول ممارسات التصميم الهندسي. تحدد الإرشادات الخاصة بالأجهزة التي تعمل بالهواء المضغوط والتنفيس والتسرب أيضًا استراتيجيات التخفيف التي ترتبط باستخدام الطاقة. تتوفر روابط لمزيد من المعلومات في الملحق ١.

- يمكن منع انبعاثات الميثان عن طريق استبدال الغاز الطبيعي كوقود بالطاقة الكهربائية أو الطاقة الهوائية باستخدام الهواء المضغوط أو النيتروجين.
- إجراءات كفاءة الطاقة تقلل من استخدام الطاقة وانبعاثات غاز الميثان. يمكن تقليل استخدام الطاقة عن طريق تحسين العمليات باستخدام خطوط التجميع.
- يمكن تقليل انبعاثات غاز الميثان من خلال تحسين كفاءة احتراق الوقود.
- لأن استراتيجيات التخفيف تمنع أو تقلل من استخدام الغاز الطبيعي ، يمكن للبعض منها أن تدفع ثمنها في أقل من عام.

استراتيجية التخفيف	الوصف
١. استخدام الكهرباء أو أنواع أخرى من الطاقة بدلاً من الغاز الطبيعي	١- أ تركيب الضواغط الكهربائية
	١ - ب استبدال الغاز الطبيعي المستخدم في محركات بدء تشغيل الضاغط ببادئ حركة كهربائي أو ببادئ حركة يعمل باستخدام الهواء المضغوط أو النيتروجين
٢. تقليل استخدام الوقود من خلال تحسين كفاءة الطاقة	استخدام أكثر كفاءة للطاقة في خطوط التجميع
٣. تحسين كفاءة احتراق الوقود	٣ - أ استبدال مفرغات الاسطوانة
	٣ - ب تركيب أدوات تحكم آلية في نسبة الهواء إلى الوقود

لأن استراتيجيات التخفيف تمنع أو تقلل من استخدام الغاز الطبيعي، يمكن للبعض منها أن تدفع ثمنها في أقل من عام ، إعتمادًا على أسعار الطاقة.

استراتيجية التخفيف 1 - أ:

تركيب ضواغط كهربائية[4]

يمكن استبدال الضواغط التي تعمل بالغاز الطبيعي ، والتي تُستخدم في تجميع الغاز ونقله، بضواغط تعمل بالكهرباء (في حالة توفر مصدر كهرباء). في حالة عدم توفر الطاقة الكهربائية في الموقع، يمكن تركيب مولد لتشغيل الضواغط بالإضافة إلى المعدات الأخرى (راجع دليل أفضل الممارسات حول الأجهزة الهوائية). تقضي الكهرباء على انبعاث الغاز الذي لم يتم حرقه (انزلاق الميثان). على الرغم من أن الكهرباء يمكن أن تقلل من انزلاق الميثان من الضواغط، إلا أنها قد لا تقلل من انزلاق الميثان الكلي إذا تم توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الغاز الطبيعي كوقود. ومع ذلك، حتى إذا تم استخدام الغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء المستخدمة في كهربة الضواغط، فقد يستمر تقليل إجمالي الانبعاثات لأن الكهرباء تقضي أيضًا على الانبعاثات من مكونات المحرك.

أفاد شركاء برنامج ستار للغاز الطبيعي لوكالة حماية البيئة الأمريكية[4] أن الضواغط الكهربائية لها أيضًا تكاليف صيانة أقل من الضواغط التي تعمل بالغاز، مما يجعل استراتيجية التخفيف هذه فعالة من حيث التكلفة بشكل خاص للمواقع البعيدة ذات طاقة كهربائية وتكاليف صيانة عالية.

الشكل ١: ضاغط الغاز الطبيعي

المصدر: BP

تقليل الانبعاثات واسترداد التكاليف

أبلغ موقع قام بإستبدل ضواغط الغاز الطبيعي بقدرة إجمالية تزيد عن ١٥،٠٠٠ حصان بضواغط كهربائية عن مصروفات أولية قدرها ٦ مليون دولار أمريكي. يمكن قياس الانخفاض في انبعاثات الميثان بناءً على معدل انبعاث غاز الميثان الذي يبلغ ٦٠ مترًا مكعبًا سنويًا لكل حصان، وفي هذا الموقع كان حوالي مليون متر مكعب سنويًا. يتراوح الوقت المستغرق لاسترداد التكاليف في هذا الموقع من عام إلى أكثر من خمس سنوات تقريباً، اعتمادًا على أسعار الغاز وأسعار الكهرباء وعوامل أخرى.

إستراتيجية التخفيف 1 - ب: استبدال الغاز الطبيعي المستخدم في محركات بدء تشغيل الضاغط ببادئ حركة كهربائي أو ببادئ حركة يعمل باستخدام الهواء المضغوط أو النيتروجين [٦،٥]

في صناعة الغاز الطبيعي، غالبًا ما يتم إستخدام محركات التوربينات التمددية للغاز في بدء تشغيل محركات الاحتراق. تستخدم المحركات البادئة غازًا طبيعيًا عالي الضغط يتم تخزينه في خزان. لبدء تشغيل الضاغط، يتم تمدد الغاز من خلال التوربين المبدئي ثم تنفيسه الى الهواء.

تستخدم كل عملية بداية تشغيل حوالي ١،٤ متر مكعب من الغاز لكل ١٠٠ حصان من حجم المحرك.
يعتمد الحجم الدقيق للغاز المطلوب على تصميم محرك البداية. تعتمد الانبعاثات أيضًا على الضغط الذي يتم تخزين الغاز الطبيعي عنده، والذي يحدد الطاقة المنبعثة من التوربين التمددي للغاز. يمكن التخلص من انبعاثات الميثان باستخدام الهواء المضغوط أو

النيتروجين بدلاً من الغاز الطبيعي. في حالة توفر الكهرباء، يمكن استبدال محرك التوربين الذي يعمل بتمدد الغاز بمحرك كهربائي. بالنسبة لاستراتيجية التخفيف 1 - ب، فإن استراتيجية التخفيف هذه تقضي على انبعاثات الميثان، لكن إجمالي الانبعاثات سيعتمد على كيفية توليد الكهرباء أو الطاقة الهوائية.

تقليل الانبعاثات واسترداد التكاليف

أبلغ شركاء برنامج ستار للغاز الطبيعي عن تخفيضات قدرها ٤٠،٠٠٠ متر مكعب قياسي لكل ضاغط بقوة ٣،٠٠٠ حصان سنويًا عن طريق استبدال بادئ حركة توربينات الغاز ببدائل تعمل بالهواء المضغوط أو الكهرباء.[٥،٦] اشتمل هذا السيناريو على ١٠ عمليات بداية تشغيل في السنة. تعتمد تكاليف بوادئ الحركة الكهربائية على حجم المحرك، ولكنها تتراوح عادةً بين ١،٠٠٠ دولار أمريكي و ١٠،٠٠٠ دولار أمريكي. تعتمد التكاليف وخفض الانبعاثات على حجم الضاغط وعدد عمليات بدء التشغيل وما إذا كان المستبدل محركًا كهربائيًا أو محركًا هوائياً يعمل باستخدام الهواء المضغوط أو النيتروجين. بالنسبة للبدائل الهوائية، تم الإبلاغ عن أن استرداد التكاليف تكون في غضون عدة أشهر. بالنسبة للمحركات الكهربائية، حيث يمكن أن تكون النفقات الأولية أعلى، يمكن أن يصل استرداد التكاليف إلى عدة سنوات.

استراتيجية التخفيف 2: زيادة كفاءة استخدام الطاقة في خطوط التجميع[7]

تقوم أنظمة التجميع بتوصيل الغاز من شبكات الآبار إلى مصانع المعالجة. يتغير حجم الغاز المعالج وسعة الشبكة بسبب التغيرات في الإنتاج وتراكم السوائل والهيدرات في خطوط التجميع والتغيرات في تكوين الغاز والتغيرات في الظروف والطقس. قد تكون هناك حاجة إلى ضغط إضافي واستخدام للطاقة في بعض الأحيان حتى تعمل الشبكة ولمنع حرق الغاز الذي لا يمكن للشبكة استخدامه بطريقة أخرى.

يمكن زيادة سعة نظام التجميع، وتقليل كمية الطاقة المستخدمة، من خلال التنظيف المتكرر للخطوط (الكشط) ، وتقليل تراكم السائل والهيدرات من خلال تسخين الخط أو الحقن الكيميائي. وهذا يقلل من كمية الطاقة المستخدمة وقد يمنع أيضًا حرق الغاز (راجع دليل أفضل الممارسات حول الحرق). بشكل عام، يجب تجنب التدفق متعدد الحالات (غاز وسوائل) عبر خطوط أنابيب التجميع حيثما أمكن ذلك [7]. يمكن القيام بذلك عن طريق فصل الغازات والسوائل في مواقع الآبار (راجع أدلة أفضل الممارسات حول التنفيس والحرق). ومع ذلك، يمكن أن يؤدي الكشط والحقن الكيميائي وفصل السوائل وتخزينها أيضًا إلى انبعاثات غاز الميثان، لذلك يجب فحص إجمالي انبعاثات الميثان في سلسلة التوريد بعناية.

الشكلان 2 أ و 2 ب: عمليات الكشط

المصدر: BP

تقليل الانبعاثات واسترداد التكاليف

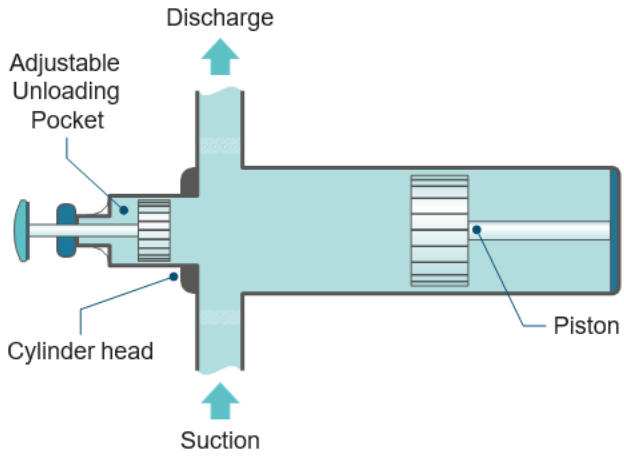
يمكن لبعض استراتيجيات تقليل انخفاض الضغط في خطوط التجميع، وتقليل استخدام الطاقة في نقل الغاز عبر خطوط التجميع، أن تقلل الانبعاثات الناتجة عن استخدام الطاقة وأن تؤدي إلى انبعاثات إضافية. على سبيل المثال، سيقلل الكشط المتكرر من استخدام الطاقة ولكن يمكن أن يؤدي أيضًا إلى التنفيس عندما يتم كشط الخطوط. يمكن أن يؤدي الحقن الكيميائي، إذا تم إجراؤه بواسطة مضخات هوائية تعمل بالغاز الطبيعي، إلى تقليل تكوين الهيدرات ولكن يمكن أن يؤدي أيضًا إلى زيادة انبعاثات التنفيس.

يمكن لاستراتيجيات التخفيف أن تقلل أو تقضي على هذه الانبعاثات (راجع أدلة أفضل الممارسات حول الأجهزة الهوائية والتنفيس). يعتمد التأثير الاقتصادي لخفض الانبعاثات على الموقع.

استراتيجية التخفيف 3 ـ أ: استبدال أجهزة تفريغ الأسطوانات[8]

يتم استخدام أداة تفريغ الأسطوانة لضبط مخرجات المحرك الترددي، عن طريق ضبط حجم الأسطوانة. يمكن لأدوات تفريغ الأسطوانات إطلاق غاز الميثان من خلال التسرب من الحلقات أو الأغطية أو حشوات الضغط. يمكن الكشف عن هذه التسربات باستخدام كاميرات الأشعة تحت الحمراء. يمكن أن تؤدي أجهزة التفريغ التي تحتاج إلى صيانة متكررة إلى انبعاثات وإيقاف تشغيل الضواغط الترددية.

الشكل 3: مفرغ الأسطوانة



Adjustable Unloading Pocket = جيب تفريغ قابل للتعديل

Cylinder head = رأس الاسطوانة

Discharge = تفريغ

Suction = سحب

Piston = كابس

تقليل الانبعاثات واسترداد التكاليف

أبلغ شركاء برنامج ستار للغاز الطبيعي[8] عن تكلفة تركيب بدائل تفريغ ما بين ٤٠،٠٠٠ دولار أمريكي إلى ٥٠،٠٠٠ دولار أمريكي لكل ضاغط، وعادة ما تكون فترات استرداد التكاليف سنة واحدة، اعتمادًا على أسعار الوقود. قد تشمل المزايا الأخرى تقليل الصيانة وتقليل عمليات إيقاف التشغيل غير المجدولة. أبلغ الشركاء عن متوسط انخفاض في الانبعاثات يزيد عن ١٠٠،٠٠٠ متر مكعب قياسي سنويًا لكل ضاغط.

إستراتيجية التخفيف 3 - ب: تركيب أدوات تحكم آلية في نسبة الهواء إلى الوقود[9]

يتم تشغيل المحركات في سلاسل إمداد الغاز الطبيعي تحت مجموعة متنوعة من الأحمال ونسب الهواء إلى الوقود. تُستخدم المخاليط ذات معدلات منخفضة من الهواء إلى الوقود (حرق خصب) عند الحاجة إلى قوة حصانية أكبر. تُستخدم المخاليط ذات معدلات عالية من الهواء إلى الوقود (حرق ضعيف) عندما يكون الهدف هو قوة حصانية أقل وكفاءة أكبر في استهلاك الوقود.

ينتج عن الحرق الخصب المزيد من انبعاثات الغاز غير المحترق (الميثان بشكل رئيسي) وانبعاثات أقل من أكاسيد النيتروجين (NOx). يتسبب الحرق الضعيف الخالي من الهدر في انخفاض انبعاثات الميثان، ولكن المزيد من انبعاثات أكاسيد النيتروجين.

يتيح تركيب أنظمة تحكم آلية في نسبة الهواء إلى الوقود تحقيق أقصى قدر من الأداء للمحركات. قد تسمح هذه الأنظمة أيضًا باستخدام انبعاثات الهيدروكربونات التي تم احتجازها كوقود، يتم توصيلها إلى المحرك في مدخل الهواء. يقوم نظام التحكم بضبط كمية الوقود المستهلكة لحساب الهيدروكربونات الإضافية في مدخل الهواء.

أدوات التحكم الآلية في نسبة الهواء إلى الوقود تفيد فى المحركات المصنفة بأكثر من ١،٠٠٠ حصان قوى. أعظم التحسينات كانت للمحركات ذات حرق خصب وسرعة عالية وشاحن توربيني والتي تتراوح في الحجم من ١،٠٠٠ حصان قوى إلى ٣،٠٠٠ حصان [٩].

تقليل الانبعاثات واسترداد التكاليف

يبلغ متوسط التوفير في الوقود المُعلن عنه والمرتبط بالتحكم الآلي في نسبة الهواء إلى الوقود ١ مليون متر مكعب قياسي سنويًا لكل محرك[٩]. إذا كان متوسط كفاءة الاحتراق في المحرك هو ٩٨ إلى ٩٩٪، فإن خفض انبعاثات الميثان سيكون في حدود ١٠،٠٠٠ إلى ٢٠،٠٠٠ متر مكعب قياسي لكل محرك في السنة. تبلغ النفقات الأولية عادةً ١٤٠ ألف دولار أمريكي لكل محرك، مما يؤدي إلى فترات استرداد تكلفة نموذجية تبلغ حوالي عام واحد[٩].

قائمة التحقق

تقوم قائمة التحقق التالية بتقييم التقدم في تقليل الانبعاثات الناتجة عن استخدام الطاقة.

النشاط	المنجز	النسبة المئوية للمعدات أو المواقع المعنية
الاحتفاظ بسجل دقيق للمكان الذي يستخدم فيه الغاز الطبيعي كوقود		
استخدام ضواغط كهربائية		
إستبدال الغاز الطبيعي المستخدم في محركات بدء تشغيل الضاغط ببادئ حركة كهربائي أو ببادئ حركة يعمل باستخدام الهواء المضغوط أو النيتروجين		
تقليل استخدام الطاقة في عمليات التجميع عن طريق التنظيف المتكرر للخطوط (الكشط) وتقليل تراكم السوائل والهيدرات من خلال تسخين الخط أو الحقن الكيميائي		
استبدال مفرغات الاسطوانة		
تثبيت أدوات تحكم آلية في نسبة الهواء إلى الوقود		

الملحق 1

روابط لمزيد من المعلومات حول استراتيجيات التخفيف.

استراتيجية التخفيف	الوصف	رابط لمزيد من المعلومات
1. استخدام الكهرباء أو أنواع أخرى من الطاقة بدلاً من الغاز	تركيب ضواغط كهربائية	(4)
	استبدال الغاز الطبيعي المستخدم في محركات بدء تشغيل الضاغط بالهواء أو النيتروجين	(5)
	تركيب محركات بدء تشغيل كهربائية	(6)
2. تقليل استخدام الوقود من خلال تحسين كفاءة الطاقة	استخدام الطاقة بكفاءة أكثر في خطوط التجميع	(7)
3. تحسين كفاءة احتراق الوقود	استبدال مفرغات الاسطوانة	(8)
	تثبيت أدوات تحكم آلية في نسبة الهواء إلى الوقود	(9)

المراجع

1 US EPA, AP 42 Section 3.2 Natural Gas-Fired Reciprocating Engines. **http://www.epa.gov/ ttn/chief/ap42/ch03/related/c03s02.html**

2 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019 'Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990−2017'
(April 2019)

3 40 C.F.R. 98.33, MANDATORY GREENHOUSE GAS REPORTING Subpart C: General Stationary Fuel Combustion Sources

4 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019a, Natural Gas Star 'Install Electric Compressors' (2019) Available at **www.epa.gov/natural-gas-star-program/ install-electric-compressors**

5 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 201b, Natural Gas Star 'Replace Gas Starters with Air or Nitrogen' (2019) Available at **www.epa.gov/natural-gas-star-program/ replace-gas-starters-air-or-nitrogen**

6 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019c, Natural Gas Star 'Install Electric Motor Starters' (2019) Available at **www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/ documents/installelectricstarters.pdf**

7 Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), Explorers and Producers Association of Canada, the Gas Processing Association Canada, Energy Resources Conservation Board and Natural Resources Canada Fuel Gas Management Practices (FGBMP) (January 2008)

8 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019f, Natural Gas Star 'Replace Compressor Cylinder Unloaders' (2019) Available at **www.epa.gov/natural-gas- star-program/replace-compressor-cylinder- unloaders**

9 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019e, Natural Gas Star 'Install Automated Air/Fuel Ratio Controls' (2019) Available at **www.epa.gov/natural-gas-star- program/install-automated-air fuel-ratio- controls**