إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمعالجة الغاز الطبيعي

مقدّمة

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (**EHS**) هي وثائق مرجعية فنّية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (**GIIP**).[1] وحين تشارك مؤسسة واحدة أو أكثر من المؤسسات الأعضاء في مجموعة البنك الدولي في أحد المشروعات ينبغي تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة هذه حسب مقتضيات السياسات والمعايير التي تعتمدها تلك المؤسسة. وتستهدف هذه الإرشادات بشأن قطاع الصناعة أن يتم استخدامها جنباً إلى جنب مع وثيقة **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**، التي تتيح الإرشادات لمن يستخدمونها فيما يتعلق بالقضايا المشتركة في هذا المجال والممكن تطبيقها في جميع قطاعات الصناعة. وبالنسبة للمشروعات المُعقّدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنيّة. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines

وتتضمّن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المُحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المُضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنيّة، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنّية المحددة إلى الرأي المهني المتخصّص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحين تختلف اللوائح التنظيمية المعتمدة في البلد المضيف عن المستويات والإجراءات التي تنص عليها هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة، فمن المتوقع من المشروعات تطبيق أيهما أكثر صرامة. وإذا كانت المستويات أو الإجراءات الأقل صرامة من المنصوص عليه في هذه الإرشادات هي الملائمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومُفصّل بشأن أية بدائل مُقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يُبيّن ذلك التبرير أن اختيار أي من مستويات الأداء البديلة يؤمّن حماية صحة البشر والبيئة.

[1] هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والتبصّر المُتوقعة على نحو معقول من المهنيين ذوي المهارات والخبرة العملية في النوع نفسه من العمل وفي الأوضاع نفسها أو المماثلة بشكل عام. وقد تشمل الأوضاع التي يمكن أن يجدها المهنيّون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوّث المُتاحة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنّية.

التطبيق

تغطي الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة لمعالجة الغاز منشآت إسالة الغاز التي تشمل إنتاج الميثانول والإنتاج الشائع لما يعرف بالغاز المركب، وهو خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين. ويحتوي الملحق (أ) على وصف لأنشطة قطاع هذه الصناعة. ويمكن الاطلاع على المعلومات المتعلقة بقضايا البيئة والصحة والسلامة الخاصة بحقول صهاريج التخزين في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة المتعلقة بالنفط الخام ومحطات إنتاج البترول.

والوثيقة مرتبة حسب القطاعات التالية :

القسم -1.0 تأثير وإدارة ما يتعلق بالصناعة بالتحديد

القسم -2.0 مؤشرات الأداء ورصده

القسم - 3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

المرفق أ: وصف عام لأنشطة الصناعة

1.0 تأثير وإدارة ما يتعلق بالصناعة بالتحديد

يقدم القسم التالي ملخصا لقضايا الصحة والسلامة البيئية المرتبطة بمعالجة الغاز الطبيعي التي تحدث خلال مرحلة التشغيل مقرونة بالتوصيات الخاصة بإدارتها .ويمكن العثور على توصيات بشأن التعامل مع الموضوعات المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة المشتركة لدى أغلب المنشآت الصناعية الكبرى خلال مراحل البناء والإغلاق في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** .

1.1 البيئية

تشمل الجوانب البيئية المحتملة والمقترنة بعملية معالجة الغاز الطبيعي ما يلي:

- الإنبعاثات الهوائية
- المياه المستعملة
- المواد الخطرة
- النفايات
- الضوضاء

الإنبعاثات الهوائية

الانبعاثات الهاربة

تقترن الانبعاثات الهاربة في منشآت معالجة الغاز الطبيعي بالتسريبات في الأنابيب والصمامات والوصلات والربطات والتغليف والخطوط المفتوحة وخزانات السطح العائمة، والمضخات وأقفال معدات ضغط الهواء وأنظمة نقل الغاز، وصمامات تخفيف الضغط، والصهاريج أو الأحواض المفتوحة، وعمليات تعبئة وتفريغ الهيدروكربونات.

وتشمل المصادر والملوثات الرئيسية التي تبعث على القلق الانبعاثات الناجمة عن المركبات العضوية المتطايرة المنبعثة من صهاريج التخزين أثناء ملئها وأيضا الناجمة عن تهوية الصهاريج؛ وفواصل الإغلاق على الأسطح في حالة صهاريج التخزين على الأسطح العائمة ، ووحدات معالجة مياه الصرف، ومفاعلات فيشر تروبش، ووحدات تجميع الميثانول، ووحدات تحسين المنتج. وتضم المصادر الإضافية للانبعاثات الهاربة غاز النيتروجين الملوث بأبخرة الميثانول المتسربة من

منشآت تخزين الميثانول؛ وغاز الميثان (CH_4)، وأول أكسيد الكربون (CO)، والهيدروجين المتصاعد من وحدات إنتاج الغازات المركبة، ومفاعلات فيشر تروبش أو وحدات تجميع الميثانول.

وتتضمن التوصيات لمنع والحد من الانبعاثات المتسربة التالي:

- الرصد المنتظم للانبعاثات الهاربة من الأنابيب والصمامات، والمحابس، والصهاريج والمكونات الأخرى للبنية الأساسية باستخدام أجهزة رصد الأبخرة والصيانة أو استبدال المكونات عند الحاجة لذلك وحسب الأولويات؛
- المحافظة على ثبات الضغط في الصهاريج والفراغ المخصص للبخار من خلال:
  - o تنسيق مواعيد الملء والتفريغ وتحقيق التوازن في الأبخرة بين الصهاريج (وهي عملية تنتقل خلالها الأبخرة التي تم طردها أثناء عملية ملء الصهريج إلى الفراغ الخاص بالبخار في الصهريج الذي يتم تفريغه أو إلى وعاء آخر استعدادا لاستعادة البخار)؛
  - o استخدام طلاء أبيض أو دهانات أخرى تتميز بانخفاض القدرة على امتصاص الحرارة وذلك على الجدران الخارجية لصهاريج التخزين في حالة المكثفات الأخف وزنا مثل البنزين، والإيثانول، والميثانول، وذلك لتخفيض امتصاص الحرارة. وينبغي النظر في الآثار المحتملة على الإبصار الناجمة عن انعكاس الضوء على الصهاريج؛
- اختيار وتصميم صهاريج التخزين حسب المواصفات العالمية المقبولة للحد من خسائر التخزين والتشغيل مع الأخذ في الاعتبار، على سبيل المثال، سعة التخزين وضغط أبخرة المواد المخزونة؛ [2]
- استخدام أنظمة الضخ والاسترجاع، وخراطيم استعادة البخار بالإضافة إلى الشاحنات، وعربات السكك الحديدية، والحاويات محكمة الغلق لمنع تسرب البخار أثناء تحميل وتفريغ وسائل النقل؛
- استخدام أنظمة تحميل الشاحنات وعربات السكك الحديدية التي تملأ من أسفل؛
- عندما تساهم انبعاثات البخار في أو تسفر عن نوعية من الهواء المحيط الذي يتجاوز المعايير الصحية ، يتعين تركيب أنظمة مساندة للتعامل مع الانبعاثات مثل وحدات تكثيف أو استعادة البخار، ومحفزات الأكسدة، ووحدات حرق البخار، أو وسائل امتزاز (تكثيف) الغاز.

[2] الأمثلة تشمل: المعيار 620 للمعهد الأمريكي للبترول: وهو تصميم وبناء خزانات ضخمة وملحومة ذات ضغط منخفض (2002)؛ المعيار 650 للمعهد الأمريكي للبترول: وهي خزانات من الصلب الملحوم لتخزين النفط (1998)، و والمعايير من 2-12285: 2005 للاتحاد الأوروبي. خزانات صلب فوق الأرض مصنوعة في الورش لتخزين السوائل الملوثة للمياه، سواء القابلة للاشتعال أو غير القابلة منها (2005). على سبيل المثال، حسب المعيار 650 للمعهد الأمريكي للبترول: خزانات الصلب الملحومة لتخزين النفط (1998)، وهي خزانات جديدة ومعدلة أو معاد إنشاؤها ذات طاقة استيعابية تعادل أو تزيد على 40 ألف جالون ويمكنها تخزين سوائل يعادل ضغط أبخرتها أو يزيد على 0.75 رطل في البوصة المربعة (PSI) لكن أقل من 11.1 رطل في البوصة المربعة، أو ذات سعة أكبر من أو تعادل 20 ألف جالون وقدرة على تخزين سوائل ذات ضغط بخاري أكبر من أو يعادل 4 أرطال في البوصة المربعة لكن أقل من 11.1 رطل في البوصة المربعة. يجب تجهيز هذه الخزانات بما يلي: سقف ثابت متصل بسقف داخلي عائم وجهاز غلق ميكانيكي معلق على الماء (عوامة)؛ أو سقف عائم خارجي مع عوامة إغلاق ميكانيكية للإغلاق الأولي وصمام أولى على حائط الخزان للإغلاق المستمر مع استيفاء الحد الأدنى من المسافة الواجبة بين الصمامين بالإضافة إلى وجود غشاء مبطن على تركيبات السقف؛ أو نظام تهوية مغلق وجهاز تحكم ذو فعالية تصل إلى 95 في المائة. أنظر أيضا المعيار2610 للمعهد الأمريكي للبترول: تصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة منشآت المحطة والخزان.

الغازات المسببة للاحتباس الحراري

ربما تنبعث كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون من تصنيع الغازات المركبة، وبشكل أساسي من غسل ثاني أكسيد الكربون ومن كل عمليات الاحتراق (على سبيل المثال إنتاج الطاقة الكهربائية وحرق المنتجات الثانوية)، ويتم التطرق لمناقشة توصيات الحفاظ على الطاقة وإدارة انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** . وفي المنشآت المتكاملة يتعين على المشغلين أن يبحثوا في تبني سياسية عامة للمنشأة لاختيار تكنولوجيات المرفق والمعالجة

غازات العادم

تشكل انبعاثات غازات العادم الناتجة عن احتراق الغاز أو أنواع أخرى من الوقود الهيدروكربوني في التوربينات، والغلايات، وأجهزة ضغط الغاز، والمضخات ومحركات أخرى لتوليد الطاقة والحرارة، مصدرا مهما للانبعاثات الهوائية المتصاعدة من منشآت معالجة الغاز الطبيعي. كما ينتج عن حرق المنتجات الثانوية المؤكسدة في منشآت إنتاج الغاز المسال غاز ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات من غاز أكسيد النيتروجين.

ويمكن الاطلاع في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** على الإرشادات الخاصة بإدارة العمليات الصغيرة للاحتراق المصممة لتوليد الطاقة الكهربائية أو الميكانيكية والحرارة أو أي مزيج منها، بغض النظر عن نوع الوقود، والتي يصل استهلاكها الحراري الكلي إلى 50 ميجاوات حراري. ويمكن الاطلاع على الخطوط الإرشادية المطبقة على عمليات تزيد احتياجاتها عن 50 ميجاوات حراري في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بالطاقة الحرارية.**

ويتعين تقليص الانبعاثات المتعلقة بتشغيل مصادر الطاقة من خلال تبني إستراتيجية مشتركة تتضمن تخفيض الطلب على الطاقة، واستخدام أنواع أنقى من الوقود، وتطبيق معايير الحد من الانبعاثات كلما تطلب الأمر. ويتم استعراض توصيات كفاءة الطاقة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

التفريغ والحرق

التفريغ والحرق هو إجراء مهم للتشغيل والسلامة يستخدم في منشآت معالجة الغاز الطبيعي لضمان التخلص من الغاز بطريقة آمنة في حالات الطوارئ أو انقطاع التيار أو توقف الآلات أو حدوث أي ظرف قد يحل بالمنشأة. ويتم التخلص أيضا من المواد التي لم تتفاعل ومن غازات الاحتراق الثانوية من خلال التفريغ والحرق. لكن لا يجب تفريغ الغاز الفائض بل ينبغي بدلا من ذلك استخدام نظام فعال للتخلص من الغاز.

وتشمل توصيات الحد من تفريغ وإحراق الغاز ما يلي:

- البلوغ بمعدلات السيطرة في المنشأة إلى مستويات نموذجية لزيادة معدلات تغيير التفاعل؛
- إعادة تدوير المواد الخام التي لم تتفاعل ومعها الغازات المشتقة القابلة للاحتراق في العملية أو استخدام هذه الغازات لتوليد الطاقة أو استعادة الحرارة إن أمكن؛
- توفير أنظمة مساندة حتى تتمتع المنشأة بأكبر قدر من الكفاءة العملية؛

- وضع نظام الحرق على مسافة آمنة من المناطق السكنية أو أي مستقبل محتمل آخر ومواصلة هذا النظام لتحقيق أعلى مستوى من الكفاءة.

وربما يكون التفريغ الطارئ مقبول في ظروف معينة لا يكون فيها التخلص من تيار الغاز الزائد مناسبا. على سبيل المثال، يمكن أن يكون هناك تدفقات، أثناء تحويل الغاز إلى سائل، تحتوي على تركيزات عالية من ثاني أكسيد الكربون، والتي يمكن، في حالة توجيهها إلى نظام الحرق، أن تتسبب في إطفاء شعلة حرق الغاز.؛ - ويعد تصريف مثل هذه التدفقات إلى مواقع آمنة في الغلاف الجوي خيارا مقبولا. ويجب توظيف أساليب تقييم المخاطر المعمول بها لتحليل مثل هذه المواقف، كما يتعين التوثيق الكامل لمبررات عدم استخدام نظام التخلص من الغاز الزائد بالحرق قبل أن يتم النظر في إقامة منشأة تصريف الغاز في حالة الطوارئ.

المياه المستعملة

المياه المستعملة في الصناعة

يجب معالجة المياه المستعملة في الصناعة أو أي مياه مستعملة أخرى قد تحتوي على هيدروكربونات مذابة ومركبات مؤكسدة في وحدة معالجة المياه المستعملة بالموقع. وتشمل الممارسات الموصى بها لإدارة المياه المستعملة في العملية الصناعية ما يلي:

- منع والحد من التصريف الطارئ للسوائل خلال فحص وصيانة أنظمة تخزين ونقل الغاز، بما في ذلك تكديس الصناديق على المضخات والصمامات ونقاط أخرى محتملة للتسرب وتطبيق خطط الاستجابة لحدوث بقع سائلة؛
- توفير السعة الكافية لاستيعاب سوائل التصريف الناجمة عن عملية المعالجة لتعظيم إعادتها للعملية وتجنب الطرد الواسع النطاق للسوائل الناتجة عن العملية في نظام الصرف الخاص بالماء الزيتي؛
- تصميم وبناء أحواض تخزين للمياه المستعملة والمواد الخطرة تتسم بأسطح صماء لمنع تسرب الماء الملوث إلى التربة أو المياه الجوفية.

تتضمن الشروط التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار لإدارة تدفقات المياه المستعملة ما يلي:

- يجب جمع البقع الأمينية، الناجمة عن مجرى وحدة التحول إلى غاز التي يتم خلالها التخلص من ثاني أكسيد الكربون القلوي، في نظام صرف خاص مغلق. ثم يعاد تدوير هذه البقع الأمينية إلى العملية بعد الترشيح بشرط ألا يكون الأمين قد تعرض للتلوث نتيجة انسكابه و/أو جمعه؛
- ينبغي إعادة تدوير التدفقات المائية في عمود الاستنصال داخل وحدة فيشر تروبش لتجميع الغاز ، التي تحتوي على هيدروكربونات مذابة ومركبات مؤكسدة تشمل الكحول والأحماض العضوية وكميات صغيرة من الكيتونات، وذلك لاستعادة المركبات الهيدروكربونية والمؤكسدة.
- يجب أن يتم تحييد التدفقات الحمضية والكاوية الناجمة عن تجهيزات الماء الخالي من المعادن التي يعتمد توليدها على نوعية الماء الخام المستخدم في العملية، وذلك قبل دفعها إلى نظام معالجة المياه المستعملة؛
- يجب أن يتم تبريد الفائض المتساقط من أنظمة توليد البخار وأبراج التبريد قبل التفريغ. وقد يتطلب تبريد الماء الذي يحتوي على مبيدات الخلايا الحية أو على أي

إضافات ضبط الجرعات أو المعاجلة في محطة معالجة المياه الملحقة بالمنشأة قبل التفريغ؛

- يجب معالجة المياه الملوثة بالهيدروكربونات بسبب أنشطة التنظيف المجدولة أثناء تحول المنشأة (عادة ما تجرى عمليات التنظيف سنويا وربما تستغرق عدة أسابيع)، والتدفقات الملوثة بالهيدروكربونات الناجمة عن التسرب، والتدفقات التي تحتوى على معادن ثقيلة متخلفة عن الأحواض الثابتة والطافية، وذلك من خلال محطة معالجة المياه المستعملة التابعة للمنشأة.

عملية معالجة المياه المستعملة

تتضمن تقنيات معالجة المياه المستعملة في الصناعة الواردة في هذا القطاع فصل المصادر والمعالجة المسبقة لتيارات المياه المستعملة المكثفة. وتتضمن الخطوات المعتادة لمعالجة المياه المستعملة ما يلي: مصائد الشحوم، أو كساحات الزيوت، أو تعويم الهواء المذاب، أو أجهزة فصل الزيت/الماء والمواد الصلبة الطافية؛ والترشيح لفصل الشوائب الصلبة؛ ومعادلة التدفق والتحميل؛ والترسيب للحد من الشوائب الصلبة العالقة باستخدام أجهزة ترشيح؛ والمعالجة البيولوجية، وهي بالضبط المعالجة الهوائية، للحد من المادة العضوية السائلة؛ وإزالة مواد التغذية بالطرق الكيميائية والبيولوجية لتقليص مستويات النيتروجين والفسفور؛ ومعاجلة التدفقات الزائدة بالكلور عند طلب التعقيم؛ وتجفيف والتخلص من المخلفات في المدافن الخطرة. وربما تكون هناك حاجة للتحكم الهندسي الإضافي من أجل (1) احتواء ومعالجة المواد العضوية المتطايرة التي انتزعت من مختلف عمليات الوحدة في جهاز معالجة المياه المستعملة؛ (2) الإزالة المسبقة للمعادن باستخدام الترشيح الغشائي أو تقنيات معالجة فيزيائية أو كيماوية أخرى؛ (3) إزالة المواد العضوية المتلبدة، والسيانيد، والمركبات غير القابلة للتحلل البيولوجي باستخدام الكربون المنشط أو الأكسدة الكيماوية المتقدمة؛(4) تخفيض السمية الزائدة باستخدام التكنولوجيا المناسبة (مثل التناضح العكسي، و التبادل الأيوني والكربون المنشط، الخ)؛ واحتواء وتحييد الروائح الكريهة.

وتجري مناقشة إدارة المياه المستعملة في الصناعة ونماذج من أساليب المعالجة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. ومن خلال استخدام هذه التكنولوجيات وأساليب الممارسة الجيدة لإدارة المياه المستعملة، يتعين على المنشآت أن تفي بالقيم الإرشادية لتصريف المياه المستعملة حسبما هو موضح بالجدول الخاص بذلك في القسم الثاني من هذه الوثيقة المتعلقة بالقطاع الصناعي. ويمكن الاطلاع على توصيات ترشيد استهلاك المياه ، خاصة حينما تكون موردا طبيعيا محدودا، في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

مجاري أخرى للمياه المستعملة و استهلاك المياه

يمكن الاطلاع على إرشادات إدارة المياه المستعملة غير الملوثة والناجمة عن عمليات المنشأة، وإدارة مياه فيضانات الأمطار غير الملوثة والصرف الصحي، في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. ويجب توجيه الصرف المائي الملوث إلى نظام المعالجة الخاص بالمياه المستعملة في الصناعة. وفيما يلي إرشادات إضافية خاصة.

<u>مياه العواصف</u>: ربما تتعرض مياه فيضان الأمطار للتلوث نتيجة فيضان السوائل المستخدمة في عملية المعالجة. وينبغي أن توفر منشآت معالجة الغاز الطبيعي نظاما ثانويا للاحتواء يتم من خلاله التعامل مع هذه السوائل، وفصل مياه فيضان الأمطار الملوثة منها وغير الملوثة، وتطبيق خطط الحد من

البقع، وتوجيه مسار مياه فيضان الأمطار من مناطق المعالجة إلى وحدة معالجة المياه المستعملة.

مياه التبريد: ربما يتطلب استخدام مياه التبريد استهلاك معدلات كبيرة من المياه، والطرد المحتمل للمياه الساخنة جدا، والتخلص من بقايا مبيدات الخلايا الحية، وبقايا مواد أخرى تستخدم في منع تلف أنظمة التبريد. وتتضمن استراتيجيات إدارة تبريد المياه ما يلي:

- تبني فرص الحفاظ على المياه من اجل أنظمة تبريد المنشأة حسب ما ورد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة؛**

- استخدام أنظمة استعادة الحرارة (وأيضا تحسين أنظمة كفاءة الطاقة) أو أي أنظمة تبريد أخرى خاصة بتخفيض درجة حرارة المياه الساخنة قبل تصريفها للتأكد من أن تصريف هذه المياه الساخنة لن يتسبب في رفع درجة حرارة الجو المحيط بأكثر من 3 درجات مئوية عند حافة منطقة خلط مصممة علميا تأخذ في الحسبان نوعية مياه البيئة المحيطة، واستخدام مياه الاستقبال، والقدرة الاستيعابية، الخ؛

- الحد من استخدام الكيماويات المضادة للتعفن والتآكل وذلك من خلال الاختيار المناسب للعمق لوضع المياه الواردة واستخدام المصافي؛ واختيار المواد البديلة الأقل خطرا فيما يتعلق بدرجة السمية، وقابلية الذوبان أو التوفر البيولوجي أو إمكانية التراكم البيولوجي؛ وتحديد الجرعات حسب المتطلبات التنظيمية المحلية وتوصيات المصنع؛

- إجراء اختبارات للكشف عما إذا كانت هناك بقايا من المواد القاتلة للخلايا الحية وملوثات أخرى تثير القلق وذلك لتقرير مدى الحاجة لضبط الجرعات أو معالجة مياه التبريد قبل تصريفها.

المياه اللازمة لعمل اختبارات هيدروستاتيكية: ينطوي الاختبار الهيدروستاتيكي للمعدات وخطوط الأنابيب على اختبار الضغط بالمياه (وهي بشكل عام المياه الخام المرشحة) للتحقق من سلامة هذه المعدات ورصد أي تسريبات ممكنة. وربما تضاف مواد كيميائية (وفي العادة تكون مواد مانعة للتآكل، وماصة للأكسجين، وصبغات). ويجب تطبيق إجراءات السيطرة ومنع التلوث التالية عند التعامل مع مياه الاختبار المائي:

- استخدام نفس المياه في اختبارات متعددة للحفاظ على المياه والحد من تصريف التدفقات المحتمل تلوثها؛

- الحد من استخدام المواد المانعة للتآكل أو أي كيماويات أخرى من خلال تقليص فترات بقاء مياه الاختبار في المعدات أو الأنابيب؛

- اختيار أقل البدائل خطورة فيما يتعلق بدرجة السمية، وقابلية التحلل البيولوجي أو التوفر البيولوجي أو إمكانية التراكم البيولوجي؛ وتحديد الجرعات حسب المتطلبات التنظيمية المحلية وتوصيات المصنع؛

أما إذا كان صرف مياه الاختبارات المائية في البحر أو في أي مياه سطحية هو البديل الأكثر جدوى، عندئذ يجب إعداد خطة للتخلص من مياه الاختبارات المائية مع مراعاة الموقع ومعدل الصرف واستخدام الكيماويات (إن وجد)، والبعثرة، والمخاطر البيئية، والمتابعة المطلوبة. لكن ينبغي تجنب تصريف مياه الاختبارات المائية في مياه ساحلية ضحلة.

المواد الخطرة

تقوم منشآت معالجة الغاز الطبيعي باستخدام وتصنيع كميات كبيرة من المواد الخطرة، بما فيها المواد الخام، والمنتجات الوسيطة والنهائية والثانوية. ويتعين إدارة مناولة وتخزين ونقل هذه المواد بالشكل المناسب لتجنب أو تقليص الآثار البيئية الناجمة عن هذه المواد الخطرة. ويتم استعراض الممارسات التي يوصى بها لإدارة المواد الخطرة التي تتضمن المناولة والتخزين والنقل، في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

النفايات

النفايات غير الخطرة

تتألف النفايات الصناعية غير الخطرة أساسا من ترسيبات الغبار المنضبة الناتجة من وحدة فصل الهواء وكذا النفايات المنزلية. وربما تشمل النفايات غير الخطرة الأخرى مخلفات المكاتب، والتغليف، وركام البناء، والخردة. ويتم استعراض التوصيات العامة لإدارة النفايات غير الخطرة، بما في ذلك تخزينها والتخلص منها، في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

النفايات الخطرة

ينبغي تحديد النفايات الخطرة حسب خصائص ومصدر هذه النفايات والتصنيف التنظيمي الذي ينطبق عليها. وفي منشآت إسالة الغاز، ربما تتضمن النفايات الخطرة الحمأة الحيوية (الترسبات الطينية)؛ والمحفزات المستنفدة؛ والزيت المستعمل، والمذيبات، والفلاتر(مثل فلاتر الكربون المنشط، والحمأة الملوثة بالزيت المتخلف عن أجهزة فصل الماء عن الزيت)؛ والحاويات المستعملة، والخرق المشبعة بالزيت؛ والمقطرات البترولية الخفيفة؛ ومواد التحلية المستعملة؛ والمواد الأمينية المستخدمة في التخلص من ثاني أكسيد الكربون؛ومخلفات المختبرات. ويتم استعراض التوصيات العامة لإدارة النفايات الخطرة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. وفيما يلي وصف لإجراءات إدارة النفايات الخاصة بالصناعة.

المحفزات المستنفدة: تتولد المحفزات المستنفدة في عملية إنتاج الغاز المسال عن عمليات الإحلال المجدول زمنيا في مفاعلات تعمل على تنقية الغاز الطبيعي من الكبريت، وإصلاح المفاعلات والأفران، ومفاعلات فيشر تروبش ومفاعلات التحليل المائي المعتدل. وربما تحتوي المحفزات المنضبة على الزنك، والنيكل، والحديد، والكوبالت، والبلاتين، والباليديوم، والنحاس وذلك حسب نوع العملية. وتتضمن استراتيجيات إدارة النفايات الخاصة بالمحفزات المنضبة ما يلي:

- الإدارة المناسبة ميدانياً على الطبيعة، بما في ذلك غمر المحفزات المشتعلة المستنفدة في الماء أثناء التخزين المؤقت والنقل حتى تبلغ النقطة النهائية في المعالجة لتجنب التفاعلات الحرارية الخارجة عن السيطرة؛
- العودة إلى المصنع لإعادة التجديد؛
- الإدارة غير الميدانية من قبل شركات متخصصة في استعادة المعادن الثمينة أو الثقيلة من خلال عمليات الانتشال وإعادة التدوير عند الضرورة، وإلا فمن يستطيع إدارة المحفزات المستنفدة أو موادها التي لا يمكن استعادتها حسب توصيات إدارة النفايات الخطرة وغير الخطرة الواردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. ويجب إرسال المحفزات التي تحتوي على بلاتين أو باليديوم إلى منشأة لاستعادة المعادن الثمينة.

النهايات الثقيلة: في العادة يتم حرق النهايات الثقيلة من قسم التنقية بوحدة تجميع الميثانول في غلاية بخارية بواسطة محرقة مخصصة لذلك.

الضوضاء

تشمل المصادر الرئيسية للضوضاء في منشآت معالجة الغاز الطبيعي ماكينات تدوير كبيرة (على سبيل المثال أجهزة ضغط الهواء "كومبريسورات"، والتوربينات، والمضخات، والمحركات الكهربائية، ومبردات الهواء والسخانات التي تعمل بالشعلة). وأثناء تخفيف الضغط في حالة الطوارئ ربما تحدث ضوضاء عالية صادرة خلال تفريغ الغازات عالية الضغط لحرقها أو لإطلاق البخار إلى الغلاف الجوي. ويمكن الاطلاع على التوصيات العامة لإدارة الضوضاء في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

1.2 الصحة والسلامة المهنية

يجب تحديد مخاطر الصحة والسلامة البيئية المتعلقة بمنشأة ما بناء على تحليل الأمان في العمل أو التقييم الشامل للمخاطر باستخدام منهجيات راسخة مثل دراسة تحديد المخاطر، ودراسة المخاطر وقابلية التشغيل، أو تقييم المخاطر بناء على سيناريو ما.

وكاتجاه عام، ينبغي أن يتضمن تخطيط إدارة الصحة والسلامة تبنيا لتوجه منهجي ومهيكل لمنع والحد من مخاطر الصحة والسلامة الفيزيائية والكيماوية والبيولوجية حسبما ورد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**(باب الصحة والسلامة المهنية).

تحدث أهم مخاطر الصحة والسلامة المهنية أثناء المرحلة التشغيلية لمنشأة معالجة الغاز الطبيعي وتتضمن هذه المخاطر ما يلي:

- أمان العملية
- انطلاق الغازات المشبعة بالأوكسجين
- الأغلفة الجوية الفقيرة بالأوكسجين
- المخاطر الكيماوية

أمان العملية

يجب أن تنفذ برامج أمان العملية حسب خصائص كل صناعة بما في ذلك التفاعلات الكيماوية المعقدة واستخدام المواد الخطرة (مثل المركبات السامة، والمتفاعلة، والمشتعلة أو القابلة للانفجار)، والتفاعلات متعددة الخطوات. وتشتمل إدارة أمان العملية على الإجراءات التالية:

- اختبار المواد والتفاعلات لرصد المخاطر الجسمانية؛
- دراسات تحليل المخاطر لمراجعة الممارسات الكيماوية والهندسية للعملية بما في ذلك الديناميكيات الحرارية و الحركية؛
- فحص الصيانة الوقائية والسلامة الميكانيكية للمعدات والمرافق المستخدمة في العملية؛
- تدريب العمال؛

- إعداد وتطوير تعليمات التشغيل وإجراءات الاستجابة في حالة الطوارئ.

انطلاق الغازات الغنية بالأوكسجين

يمكن أن يتسبب انطلاق الغازات المشبعة بالأوكسجين الناتجة عن وحدات فصل الهواء في احتمال اندلاع حريق. فالأجواء المليئة بالأوكسجين يمكن أن تؤدي إلى تشبع المواد، والشعر، والملابس بالأوكسجين وبالتالي من الممكن احتراقها بشدة إذا اقتربت من أي شعلة. وتتضمن إجراءات الوقاية والحد من التعرض الميداني وغير الميداني للأجواء المشبعة بالأوكسجين ما يلي:

- تركيب نظام للإغلاق الأوتوماتيكي في حالة الطوارئ يمكنه أن يصدر إنذارات ويرصد أي تدفق خارج عن السيطرة للأوكسجين (بما في ذلك وجود أجواء مشبعة بالأوكسجين في مواقع العمل [3]) حيث يقوم هذا النظام بإغلاق فوري مما يقلص فترات خروج هذه الغازات وإبعاد أي مصادر محتملة للاشتعال؛

- تصميم المنشآت والمكونات حسب معايير السلامة المطبقة في الصناعة بحيث يتم تجنب وضع الأنابيب الناقلة للأوكسجين في أماكن معزولة باستخدام تركيبات كهربائية آمنة في أساسها، واستخدام أنظمة تهوية للأوكسجين في مختلف أنحاء المنشأة للتحوط للآثار المحتملة للأوكسجين المتسرب؛

- تطبيق إجراءات تصريحات الدخول للأماكن المغلقة بما يأخذ في الحسبان بشكل خاص الانطلاق المحتمل لغاز الأوكسجين؛

- مراعاة تطبيق الممارسات المنزلية الرشيدة لتجنب تراكم المواد المشتعلة؛

- رسم وتنفيذ خطط الاستجابة والاستعداد للطوارئ التي تشتمل، بصورة محددة، على إجراءات لإدارة تدفقات غاز الأوكسجين الخارجة عن السيطرة؛

- توفير الأجهزة المناسبة لمكافحة الحريق والسيطرة عليه كما سيرد لاحقا (مخاطر الحريق والانفجار).

الأغلفة الجوية الفقيرة بالأوكسجين

يمكن أن يؤدي الانطلاق والتراكم المحتمل لغاز النيتروجين في أماكن العمل إلى أجواء خانقة بسبب حلول هذه الغازات محل الأوكسجين. وتتضمن إجراءات الوقاية والحد من هذه الغازات الخانقة ما يلي:

- تصميم ووضع أنظمة تفريغ النيتروجين حسب المعايير الصناعية المتعارف عليها؛

- تركيب نظام للإغلاق الأوتوماتيكي في حالة الطوارئ يمكنه أن يصدر إنذارات ويرصد أي تدفق خارج عن السيطرة للنيتروجين (بما في ذلك وجود أجواء فقيرة بالأوكسجين في مواقع العمل [4])، والبدء في التهوية الإجبارية، وتقليص فترات خروج هذه الغازات؛

[3] ينبغي أن يتم تجهيز مناطق العمل المعرضة لأجواء مشبعة بالأكسجين بأجهزة مراقبة قادرة على رصد هذه الظروف. كما يتعين تزويد العمال بأجهزة رصد شخصية. ويجب أيضا تزويد هذين النوعين من أجهزة الرصد بنظام إنذار مثبت عند 23.5 في المائة من تركيز الأكسجين في الهواء.

[4] ينبغي تجهيز مناطق العمل المعرضة لأجواء ناقصة الأكسجين بأجهزة مراقبة قادرة على رصد هذه الظروف. كما يتعين تزويد العمال بأجهزة رصد شخصية. ويجب أيضا تزويد هذين النوعين من أجهزة الرصد بنظام إنذار مضبوط عند 19.5 في المائة من تركيز الأكسجين في الهواء.

- تنفيذ إجراءات تنظم الدخول إلى المناطق المغلقة حسبما ورد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** مع أخذ المخاطر المتعلقة بكل منشأة في الاعتبار.

المخاطر الكيماوية

ترتبط حالات التعرض للكيماويات في منشآت معالجة الغاز الطبيعي أساسا بخروج ثاني أكسيد الكربون والميثانول. ويتعين إدارة احتمالات التعرض لاستنشاق الانبعاثات الكيماوية أثناء التشغيل المعتاد للمنشأة وذلك بناء على نتائج تحليل السلامة الوظيفية والمسح الخاص بالنظافة الصناعية وأيضا بناء على إرشادات الصحة والسلامة المهنية الواردة **في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** . وتشمل إجراءات الحماية تدريب العمال، ووضع نظام لتراخيص العمل، واستخدام أجهزة الوقاية الشخصية وأنظمة رصد الغازات السامة والتنبيه لها.

الحريق والانفجارات

تتضمن مخاطر الحريق والانفجار الناجمة عن عمليات المعالجة الانطلاق الطارئ للغازات المركبة (التي تشمل أول أكسيد الكربون والهيدروجين)، والأكسجين والميثانول. وربما يتسبب انطلاق الغازات المختلطة في اندلاع "حرائق نافورية" أو يؤدي إلى انفجار سحب البخار، و"كرات النار"، و"الحرائق السريعة"، وذلك حسب كميات المواد المشتعلة التي يتم التعامل معها ودرجة انحباس هذه السحب. وربما تشتعل غازات الهيدروجين، والميثان، وأول أكسيد الكربون حتى في غياب مصادر الإشعال وذلك إذا تجاوزت درجات حرارتها نقطة الاشتعال الذاتي عند درجات 500، و 580، و 609 مئوية على الترتيب. وربما يتسبب تدفق السوائل المشتعلة في "حرائق مجمعة."

وتشمل الإجراءات التي يوصى بها لمنع والحد من مخاطر الحريق والانفجارات الناجمة عن عمليات التشغيل ما يلي:

- توفير الرصد المبكر للتسريب، مثل مراقبة ضغط الغاز وأنظمة نقل السائل فضلا عن رصد أي أدخنة أو حرارة قد تنذر بحرائق؛
- الحد من المخزون الذي ربما ينطلق بعزل عمليات التشغيل في المنشأة عن كميات المخزون الكبيرة؛
- تجنب مصادر الاشتعال المحتملة (وذلك ،على سبيل المثال، من خلال تصميم المواسير بحيث تتجنب أي فيضان فوق الأنابيب (المواسير) أو المعدات المرتفعة الحرارة و/أو الماكينات الدوارة)؛
- الحد من التأثير المحتمل للحرائق أو الانفجارات بفصل مناطق المعالجة، والتخزين، والمرافق والمناطق الآمنة وذلك بتصميمها وبنائها وتشغيلها حسب المعايير الدولية [5] لمنع والحد من مخاطر الحريق والانفجار. ويتضمن ذلك ترك مسافات بين الخزانات في المنشأة وبين المنشأة والمباني المجاورة، وتوفير إمكانات إضافية لتبريد المياه في الخزانات المجاورة، أو أي سياسات أخرى مصممة لإدارة المخاطر. [6]
- تقليص المناطق التي يمكن أن تتأثر بانطلاق عارض محتمل للغازات من خلال:

[5] المزيد من الإرشادات الخاصة بالحد من التعرض للكهرباء الاستاتيكية والبرق متاحة في الممارسات التي أوصى بها المعهد الأمريكي للبترول عام 2003: الحماية من الاشتعال الناجم عن الكهرباء الاستاتيكية، والبرق والتيارات الشاردة (1998).
[6] يمكن أن يتم استخلاص المسافات الآمنة أيضا من المعايير التي وضعتها الاتحادات العمالية والصناعية، وشركات التأمين، والتحليلات المحددة الخاصة بالأمان.

- تحديد مناطق الحريق وتجهيزها بنظام صرف لجمع ونقل التدفقات العارضة للسوائل القابلة للاشتعال إلى منطقة احتواء آمنة تتضمن حاويات ثانوية لصهاريج التخزين؛
- إقامة حوائط فصل للحرائق والانفجارات في المناطق التي لا يتسنى ترك مسافات عزل مناسبة فيها؛
- تصميم أنظمة لصرف الزيوت بحيث يتم تجنب انتشار الحرائق.

1.3 صحة وسلامة المجتمعات المحلية

تحدث أهم مخاطر الصحة والسلامة على المجتمعات والمقترنة بمنشآت معالجة الغاز الطبيعي أثناء مرحلة التشغيل وربما تشتمل على مخاطر تشكلها حوادث كبيرة ترتبط بالحرائق والانفجارات السالف ذكرها في المنشأة والانطلاق العرضي المحتمل للمواد الخام أو المنتجات أثناء نقلها خارج منشأة المعالجة. ويتم استعراض التوجيهات الخاصة بإدارة هذه القضايا في قسم "المخاطر الكبرى" الآتي وأيضا في الأقسام ذات الصلة الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** بما في ذلك أقسام: سلامة المرور، ونقل المواد الخطرة، والاستعداد لحالات الطوارئ والاستجابة لها.

ويمكن الاطلاع على الإرشادات الإضافية المتصلة بذلك والتي تنطبق على النقل عن طريق البحر والسكك الحديدية وكذا المنشآت الشاطئية في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة في مجال الشحن والسكك الحديدية والموانئ والمرافئ ومحطات منتجات النفط الخام والبترول.

2.0 مؤشرات الأداء ورصده

2.1 البيئة

الإرشادات الخاصة بالانبعاثات والنفايات السائلة

تقدم الجداول 1 و 2 خلال استخدام هذه التكنولوجيات وأساليب الممارسة الجيدة لإدارة المياه المستعملة، ويتعين على المنشآت أن تفي بالقيم الإرشادية لتصريف المياه المستعملة حسبما هو موضح بالجدول الخاص بذلك في القسم الثاني من هذه الوثيقة المتعلقة بالقطاع الصناعي. ومن الممكن تحقيق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل العادية في المنشآت المصممة والمشغلة بالشكل اللائق من خلال تطبيق تقنيات الحد والوقاية من التلوث التي نوقشت في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة. ويتم التطرق إلى الإرشادات الخاصة بالانبعاثات الناجمة عن احتراق الوقود المصاحبة لأنشطة توليد البخار والطاقة من مصادر تعادل قدرتها أو تقل عن 50 ميجاوات في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** بينما يتم تناول الانبعاثات الأكبر الناجمة عن مصادر الطاقة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة للطاقة الحرارية**. وترد التوجيهات الخاصة باعتبارات البيئة المحيطة، القائمة على الحمولة الكلية للانبعاثات، في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

ويمكن تطبيق الإرشادات الخاصة بتصريف النفايات السائلة على التصريف المباشر للنفايات المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدامات العامة. ويمكن تحديد مستويات الصرف طبقا للموقع وذلك حسب مدى توفر وظروف استخدام الأنظمة العامة لمعالجة وتجميع الصرف، أو حسب تصنيف استخدام المياه التي يتم الصرف فيها إذا كان الصرف يتم في المياه السطحية كما يرد وصفه في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. وينبغي الوصول إلى هذه المستويات بدون تخفيض خلال 95 في المائة على الأقل من وقت عمل المحطة أو الوحدة ليتم حسابها كنسبة سنوية من ساعات التشغيل.

ويجب تبرير الانحراف عن هذه المستويات، لاعتبارات تتعلق بالظروف المحلية الخاصة المحيطة بالمشروع، في التقييم البيئي.

الرصد البيئي

يتعين تنفيذ برامج الرصد البيئي الواردة في هذا القسم للتعامل مع كافة الأنشطة التي تبين أن لها تأثير كبير ومحتمل على البيئة أثناء العمليات العادية والظروف المزعجة. وينبغي أن تقوم أنشطة الرصد البيئي على مؤشرات مباشرة وغير مباشرة للانبعاثات الغازية، والفوائض السائلة واستخدام موارد تنطبق على مشروع معين.

ويجب أن تكون عدد مرات الرصد كافية لتوفير البيانات الدقيقة لما يتم رصده. وينبغي أن يتم الرصد من قبل أفراد مدربين يتابعون إجراءات الرصد وتسجيل البيانات واستخدام المعدات المصانة والمعايرة بالشكل اللائق. ويجب تحليل وتنقيح بيانات الرصد بشكل منفصل وعلى فترات متقطعة ومقارنتها مع مستويات التشغيل حتى يتسنى اتخاذ أي إجراءات تصحيحية ضرورية. ويمكن الاطلاع على المزيد من التوجيهات بشأن العينات التطبيقية والمناهج التحليلية للانبعاثات الغازية في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

جدول 1. مستويات الانبعاثات الهوائية لمنشأة معالجة الغاز الطبيعي

العنصر المسبب للتلوث	الوحدات	القيمة الإرشادية
أكاسيد النيتروجين	ملغم/متر عادي	150 [ب]

	مكعب	50 ج
ثاني أكسيد الكبريت	ملغم/متر عادي مكعب	75
المادة الجزيئيةPM10	ملغم/متر عادي مكعب	10
المركبات العضوية المتطايرة	ملغم/متر عادي مكعب	150
أكاسيد الكربون	ملغم/متر عادي مكعب	100

أ. غاز جاف بنسبة 15 في المائة أكسجين

ب. قيمة أكاسيد النيتروجين البالغة 150 ملغم/ متر عادي مكعب قابلة للتطبيق على منشآت تصل سعة مدخلاتها الحرارية إلى 300 ميغاوات

ج. قيمة أكاسيد النيتروجين البالغة 150 ملغم/ متر عادي مكعب قابلة للتطبيق على منشآت تزيد سعة مدخلاتها الحرارية على 300 ميغاوات

جدول 2.مستويات الفوائض السائلة للغاز الطبيعي

العنصر المسبب للتلوث	الوحدات	القيمة الإرشادية
درجة الحموضة	--	6-9
الحاجة الكيميائية الحيوية للأكسجين5 (5 أيام)	ملغم/ لتر	50
الحاجة الكيميائية للأكسجين	ملغم/ لتر	150
مجموع الجوامد العالقة	ملغم/ لتر	50
النفط والشحوم	ملغم/ لتر	10
الكادميوم	ملغم/ لتر	0.1
إجمالي الباقي من الكلور	ملغم/ لتر	0.2
(إجمالي) الكروم	ملغم/ لتر	0.5
نحاس	ملغم/ لتر	0.5
حديد	ملغم/ لتر	3
زنك	ملغم/ لتر	1
إجمالي السيانيد **الحر**	ملغم/ لتر	0.1 1
رصاص	ملغم/ لتر	0.1
نيكل	ملغم/ لتر	1.5
إجمالي المعادن الثقيلة	ملغم/ لتر	5
فينول	ملغم/ لتر	0.5
نيتروجين	ملغم/ لتر	40
فوسفور	ملغم/ لتر	3

2.2 السلامة والصحة المهنية

إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالقياس على الإرشادات الخاصة بها المنشورة عالميا والتي تتضمن، على

سبيل المثال، "الإرشادات المهنية للقيمة القصوى"، و "مؤشرات التعرض للمخاطر البيولوجية" التي نشرها المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة الصناعية الحكوميين، [7] " ومرشد الجيب للمخاطر الكيماوية" المنشور من قبل المعهد القومي الأمريكي للصحة والسلامة المهنية، [8] " وحدود التعرض لمخاطر الصحة والسلامة البيئية المسموح بها" المنشورة من قبل إدارة الصحة والسلامة المهنية بالولايات المتحدة، [9] و"القيم القصوى لحدود التعرض للمخاطر المهنية" المنشورة من قبل الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي ، [10] أو مصادر أخرى مماثلة.

معدل الحوادث والوفيات

ينبغي على المشروعات أن تحاول خفض عدد الحوادث بين عمالها (سواء الموظفين المباشرين أو المتعاقد معهم) إلى صفر، وخاصة تلك الحوادث التي يمكن أن تتسبب في إهدار وقت العمل (عدم القدرة على العمل)، أو في إحداث مستويات مختلفة من الإعاقة، أو حتى في حدوث وفيات. ويمكن تقييم أداء المنشآت بالقياس على أداء منشآت في نفس القطاع تعمل بالدول المتقدمة وذلك من خلال التشاور مع المصادر المنشورة (مثل مكتب إحصاءات العمل الأمريكي، والمكتب التنفيذي للصحة والسلامة البريطاني). [11]

رصد الصحة والسلامة المهنية

يتعين رصد بيئة العمل من أجل تحديد المخاطر المهنية المتصلة بمشروع ما. ويجب أن يتم تصميم وتنفيذ هذا الرصد من قبل محترفين معتمدين [12] في إطار من برنامج رصد الصحة والسلامة المهنية. وعلى المنشآت أيضا أن تحتفظ بسجل الحوادث والأمراض المهنية والوقائع الخطيرة. ويمكن الاطلاع على المزيد من التوجيهات الخاصة ببرامج الصحة والسلامة المهنية في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

[7] متاحة على: http://www.acgih.org/TLV/ and http://www.acgih.org/store/
[8] متاحة على: http://www.cdc.gov/niosh/npg/
[9] متاحة على: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992
[10] متاحة على: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/
[11] متاحة على: http://www.bls.gov/iif/ and http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm

[12] ربما يضم المحترفون من حاملي التراخيص خبراء الصحة الصناعية المعتمدون، وخبراء الصحة المهنية المسجلون، أو المحترفين الموثقين في شؤون السلامة أو أمثالهم.

3.0 ثبت المراجع ومصادر إضافية

Compressed Gas Association Inc. (CGA). 2001. CGA G-4.6, Oxygen Compressor Installation and Operation Guide. First Edition. Arlington, VA: CGA. Available at http://www.cganet.com/

European Commission. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). BAT Techniques Reference (BREF) Document on Mineral Oil and Gas Refineries. EIPPCB: Sevilla, Spain. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

European Industrial Gases Association (EIGA). 2002. Oxygen Pipeline Systems. IGC Document 13/02/E. Brussels: EIGA.

European Industrial Gases Association. 2001 Centrifugal Compressor for Oxygen Service. Code of Practice. IGC Document 27/01/E. Brussels: EIGA.

European Industrial Gases Association (EIGA). 1999. Safe Operation of Reboilers/Condensers in Air Separation Units. IGC Document 65/99/EFD. Brussels: EIGA.

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. June 2004. Berlin: BMU. Available at http://www.bmu.de/english/publication/current/publ/5258.php

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining to the Federal Emission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin: BMU. Available at http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php

Schmidt, W.P., K.S. Winegardner, M. Dennehy and H. Casle-Smith. 2001. Safe Design and Operation of a Cryogenic Air Separation Unit. Process Safety Progress (Vol. 20. No.4) pages 269-278, December 2001.

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 1987. 40 CFR Part 60. Standards of Performance for New Stationary Sources. Subpart Kb—Standards of Performance for Volatile Organic Liquid Storage Vessels (Including Petroleum Liquid Storage Vessels) for Which Construction, Reconstruction, or Modification Commenced after July 23, 1984. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 60. Standards of Performance for New Stationary Sources. Subpart QQQ—Standards of Performance for VOC Emissions From Petroleum Refinery Wastewater Systems. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. National Emissions Standards for Hazardhous Air Pollutants. Subpart CC—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Petroleum Refineries. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. . National Emissions Standards for Hazardhous Air Pollutants. Subpart HHH—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Natural Gas Transmission and Storage Facilities. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. . National Emissions Standards for Hazardhous Air Pollutants. Subpart VV—National Emission Standards for Oil-Water Separators and Organic-Water Separators. Washington, DC: US EPA.

World Bank Group. 2004. A Voluntary Standard for Global Gas Flaring and Venting Reduction. Global Gas Flaring Reduction (GGFR) Public-Private Partnership, Report No. 4. Washington, DC: World Bank. Available at http://siteresources.worldbank.org/INTGGFR/Resources/gfrmethodologyno6revised.pdf

المرفق أ: وصف عام لأنشطة الصناعة

لأغراض تتعلق بـالإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، تشير معالجة الغاز الطبيعي إلى إنتاج المواد السائلة من الغاز الطبيعي. وتنتج هذه المنشآت أولا الغاز المركب من خلال تنقية الغاز الطبيعي. ثم يتم تحويل الغاز المركب إلى منتجات بترولية مسالة ربما تشمل النفتا، والبنزين، والكيروسين، ووقود الديزل، والشمع، وزيوت التشحيم، أو تحول إلى ميثانول من خلال تجميع الميثانول.

وعادة ما ينقى خام الغاز الطبيعي(على سبيل المثال يخلى من الكبريت) ويتم فصله في منشآت معالجة الغاز الطبيعي عن المواد الهيدروكربونية، كما هو مبين في إرشادات الصحة والسلامة من أجل تنمية صناعة النفط والغاز (بحرا وبرا.) وتتسم منشآت معالجة الغاز الطبيعي بكثافة رأس المال وعادة ما تقام في مناطق إنتاج الغاز الطبيعي. كما تتراوح السعة الإنتاجية المعتادة لهذه المنشآت من منتجات الغاز المسال بين 20 ألف إلى 30 ألف برميل في اليوم الواحد، بينما تخضع السعة الإنتاجية التي تتراوح بين 50 ألفا إلى 100 ألف برميل يوميا للتقييم. وتعمل محطات الميثانول حاليا بقدرة إنتاجية تصل إلى 5000 طن متري يوميا فيما تخضع منشآت الإنتاج الأكبر (بين 7500 إلى 10 آلاف طن متري يوميا) للتقييم.

إنتاج الغاز المسال

تشتمل محطات إنتاج الغاز المسال عادة على وحدات المعالجة التالية:

- وحدة إنتاج الغاز المركب
- وحدة فيشر تروب
- وحدة تطوير الإنتاج
- وحدة فصل الهواء

وحدة إنتاج الغاز المركب

تتم معالجة خام الغاز الطبيعي لإزالة ما تبقى من كبريت (مثلا من خلال تمرير الغاز على أحواض تحتوي أكسيد الزنك) قبل تغذية وحدة إنتاج الغاز المركب بها. وفي العادة تتكون هذه الوحدة من قسم للتنقية يتبعه قسم لاستعادة الحرارة.

ويضم قسم التنقية مفاعلا لمرحلة ما قبل التنقية يليه مفاعل ذاتي الحرارة للتنقية. ويستخدم مفاعل ما قبل التنقية تفاعل البخار لتحويل الهيدروكربونات الثقيلة (مثل غازي الإيثان والبروبان) إلى هيدروجين وأول أكسيد كربون لتجنب تكون السناج في مفاعل التنقية ذاتي الحرارة. وفي المفاعل الذاتي الحراري الخاص بالتنقية، يتفاعل الميثان مع البخار والأكسجين عند درجة حرارة تصل إلى 950 مئوية و درجة ضغط تتراوح بين 30 إلى 40 وحدة بار في وجود محفز من النيكل لينتج مزيجا من أول أكسيد الكربون والهيدروجين بالنسب الجزيئية المطلوبة.

وفي قسم الاسترجاع الحراري، يعاد استخدام حرارة التفاعل الناتجة عن مفاعل التطهير ذاتي الحرارة في تيارات المعالجة السابقة على التسخين، فضلا عن توليد بخار مرتفع الضغط لاستخدامه في التوربينات التي تعمل بالبخار وفي تغذية مفاعلات ما قبل التنقية ومفاعلات التنقية ذاتية الحرارة. ويدخل الغاز البارد الخارج من قسم استرجاع الحرارة مرحلة إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون التي تعتمد عادة على الغسيل القلوي المتجدد، وذلك قبل أن يتم تغذية وحدة فيشر تروبش لإسالة

الغاز به. ويتم الحصول على الأكسجين من خلال وحدة فصل الهواء المخصصة لذلك والتي تقوم أيضا بمد المحطة بحاجتها من النيتروجين.

وحدة فيشر تروبش لتجميع الغاز

يتم إدخال الغاز المركب الناتج من وحدة إنتاج الغاز المركب إلى وحدة فيشر تروبش التي تجري فيها أساسا عمليات التفاعل، والتثبيت كما تضم أقسام إعادة تدوير الغاز.

وفي قسم التفاعل، يتفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الهيدروجين كجزء من التفاعل المركب في وحدة فيشر تروبش وذلك عند درجة حرارة 250 مئوية وتحت ضغط مابين 20 إلى 25 وحدة بار في وجود عوامل محفزة من الحديد أو الكوبالت لينتج عنها سلسلة طويلة من الهيدروكربونات، والماء والمركبات المؤكسدة (الكحوليات بصورة رئيسية)، والأحماض العضوية وكميات صغيرة من الكيتون. وتشمل أنواع مفاعلات فيشر تروبش المتاحة للبيع تجاريا مفاعل الحوض الثابت الأنبوبي، ومفاعل الحوض السائل، والمفاعل الغريني. ويتم في قسم التثبيت فصل الغاز غير المحول والنهايات الخفيفة، وبناء عليه يتم إعادة تدوير الغاز غير المحول ليعود إلى قسم وحدة فيشر تروبش لتجميع الغاز.

ويدخل الناتج المثبت الخارج من وحدة فيشر تروبش وحدة الارتقاء بالمنتج، وهي بشكل عام وحدة تكسير معتدل للهيدروجين حيث يتم تحويل سلسلة الهيدروكربونات الطويلة، في وجود محفزات من البلاتين والباليديوم، إلى المنتجات النهائية المطلوبة (منها على سبيل المثال النفتا، والبنزين، والكيروسين، ووقود الديزل، والشمع وزيوت التشحيم.) ويتم الحصول على الهيدروجين الضروري لوحدة التكسير المعتدل من خلال عملية مخصصة لتوليد الهيدروجين تشمل في العادة وحدة لتنقية بخار الغاز الطبيعي.

وتتضمن المرافق الضرورية لتشغيل المحطة الطاقة الكهربائية، والبخار ومياه التبريد، أما النيتروجين فتوفره وحدة فصل الهواء. ويتم تزويد المحطات بأنظمة إشعال وأنظمة تنقية للتخلص من المخلفات باستخدام الماء الساخن من السخانات أو المراجل. وتزود هذه المحطات عادة بحقول صهاريج تخزين ضخمة لتجميع المنتجات بالإضافة إلى مرافق لتحميل السفن و/أو خطوط أنابيب لنقل المنتجات وبالمثل للمصافي ومنشآت إنتاج المواد البترولية الأخرى. وهناك معلومات أكثر تفصيلا في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمحطات البترول الخام ومنتجات النفط.

إنتاج الميثانول

تشتمل محطات إنتاج الميثانول على وحدات إنتاج الغاز المركب، وتنقية الميثانول، وفصل الهواء.

وحدة إنتاج الغاز المركب

تشبه هذه الوحدة الوحدة المذكورة آنفا الخاصة بمحطات إسالة الغاز. وفي حالة زيادة القدرة الإنتاجية عن 5000 طن متري يوميا، يكون التوجه غالبا نحو تبني استخدام مفاعلات التنقية الحرارية الذاتية. وتستفيد المحطات متوسطة الحجم الموجودة حاليا والتي تصل قدراتها إلى 5000 طن متري يوميا من التنقية المجمعة. وتنطوي عملية التنقية المجمعة على استخدام مفاعل ما قبل التنقية، يليه مرور الغاز على فرن التنقية بالبخار ثم يمرر في النهاية على المفاعل الذاتي الحرارة. ويؤدي كل من مفاعلي ما قبل التنقية والذاتي الحرارة نفس الوظائف التي تقوم بها محطات إسالة الغاز.ويتم في أفران تنقية البخار التفاعل بين الغاز وبين البخار عند درجة حرارة 800 مئوية

وعند مستوى من الضغط ما بين 40 إلى 50 وحدة بار في وجود عامل محفز من النيكل.

وفي قسم الاسترجاع الحراري، تستخدم حرارة التفاعل الناتجة عن مفاعل التطهير الحراري الذاتي، في تيارات المعالجة السابقة على التسخين، وأيضا لتوليد بخار مرتفع الضغط لاستخدامه في تشغيل توربينات البخار وتغذية كافة مفاعلات ما قبل التنقية. ومرة أخرى يتم الحصول على الأكسجين من وحدة فصل الهواء المخصصة لذلك والتي تقوم أيضا بمد المفاعل بحاجته من النيتروجين.

وحدة تجميع الميثانول

تشتمل وحدة إنتاج الميثانول أساسا على أقسام التفاعل، وتدوير الغاز، وتنقية الميثانول.

يتم في قسم التفاعل تفاعل أول أكسيد الكربون مع الهيدروجين عند درجة حرارة 250 مئوية ومستوى ضغط يتراوح بين 50 إلى 80 وحدة بار في وجود عامل محفز من النحاس وذلك لإنتاج الميثانول. وتنتمي المفاعلات المتاحة تجاريا إلى تلك الأنواع المسماة المفاعل الأنبوبي ثابت الحوض ، والمفاعل النصف قطري المتعدد الأحواض الكاتم للحرارة. ويتم عند مصب المفاعل تكثيف الميثانول وإعادة تدوير الغاز، الذي لم يتم تحويله، إلى وحدة إنتاج الغاز المركب.

ويتألف قسم التنقية من برجي التجزئة والتقطير حيث تتم إزالة كلا المنتجين النهائيين الخفيف والثقيل (وهي الكحوليات ذات وزن جزيئي ثقيل) من منتج الميثانول. وعادة ما تتم استعادة المنتج الخفيف كغاز وقود بينما يحترق المنتج الثقيل في غلايات بخارية تحتوي على أفران مخصصة لذلك. والمرافق المطلوبة لتشغيل محطات إنتاج الميثانول هي نفسها المستخدمة في محطات إسالة الغاز. وتزود هذه المحطات بأنظمة تنقية للتخلص من المخلفات باستخدام الماء الساخن من السخانات أو المراجل وشعلة وعادة ما تضم مستودعات كبيرة لتخزين الميثانول.