إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتكرير البترول

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 بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتكرير البترول عمليات المعالجة التي تبدأ من النفط الخام وتنتهي بالمنتجات السائلة الجاهزة، وتشتمل على الغاز البترولي المسال وبنزين السيارات والكيروسين وزيت الديزل وزيت التدفئة وزيت الوقود والقار والأسفلت والكبريت والمنتجات الوسيطة (مثل مخاليط البروبان/البروبلين والنفتا البكر ونواتج التقطير الوسيطة ونواتج التقطير الفراغي) للصناعات البتروكيماوية. ويقدم "الملحق (أ)" وصفاً لأنشطة ذلك القطاع من الصناعة. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات بشأن قضايا البيئة والصحة والسلامة المتعلقة بحقول صهاريج التخزين في الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل محطات النفط الخام والمنتجات البترولية. وهذه الوثيقة تم تنظيمها وفق الأقسام التالية:

القسم 1.0: الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

القسم 2.0: مؤشرات الأداء ورصده

القسم 3.0 — ثبت المراجع والمصادر الإضافية

الملحق(أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

1.0 الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

يتيح القسم التالي ملخصاً للقضايا ذات الصلة بالبيئة والصحة والسلامة المرتبطة بعمليات تكرير البترول والتي تبرز أثناء مرحلة التشغيل، فضلاً عن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل معها. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بالتعامل مع قضايا البيئة والصحة والسلامة المشتركة في غالبية المنشآت الصناعية الكبرى خلال مرحلة الإنشاء وإيقاف التشغيل واردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

1.1 القضايا البيئية

تتضمن القضايا البيئية المحتملة المرتبطة بتكرير البترول ما يلي:

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

الانبعاثات الهوائية

غازات العادم

تنبعث غازات العادم وغازات المداخن (ثاني أكسيد الكربون)، وأكاسيد النيتروجين، وأول أكسيد الكربون في قطاع تكرير البترول من احتراق الغاز وزيت الوقود أو الديزل في التربينات والغلايات والضواغط والمحركات الأخرى المستخدمة لأغراض توليد الطاقة والحرارة. وينتج غاز المداخن أيضاً عن غلايات الحرارة المفقودة التي ترتبط ببعض وحدات المعالجة أثناء تجديد المحفز أو احتراق كوك البترول الانسيابي. وتنبعث غازات المداخن من المدخنة إلى الجو في وحدة نفخ القار، ومن مجدد المحفز في وحدة التكسير التحفيزي المميع (FCCU) ووحدة التكسير التحفيزي للبقايا (RCCU)، وفي مصنع الكبريت الذي قد يحتوي على كميات ضئيلة من أكاسيد الكبريت. ويجب استخدام محارق تنبعث منها كميات ضئيلة من أكاسيد النيتروجين لتقليل انبعاث تلك الغازات. ولابد من تقييم التأثيرات على نوعية الهواء باستخدام وسائل تقييم نوعية الهواء ونماذج التشتت الجوي عند نقطة البدء (خط الأساس) لتعيين التركيزات المحتملة للهواء المحيط عند مستوى سطح الأرض خلال تصميم المنشأة الصناعية

والتخطيط للعمليات كما هو مبين في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

وتتيح **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** المبادئ التوجيهية حول كيفية التعامل مع الانبعاثات الناتجة عن مصادر الاحتراق الصغيرة التي لها قدرة حرارية تصل حتى 50 ميغاواط، بما في ذلك معايير الانبعاثات الهوائية المعنية بانبعاث غازات العادم. وأما انبعاثات مصادر الاحتراق ذات القدرة الأكبر من 50 ميغاواط، فيتم التعامل معها وفق **الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الكهربائية الحرارية.**

التنفيس والاشتعال

يعد كل من التنفيس والإشعال من تدابير التشغيل والسلامة الهامة المستخدمة في منشآت تكرير البترول لضمان التخلص من الغازات المتبخرة بطريقة آمنة. وتنبعث المركبات البترولية الهيدروكربونية من فتحات تنفيس العمليات الطارئة وتصريف صمامات الأمان. ويتم تجميعها في شبكة النفخ إلى أسفل لإحراقها.

ولا ينبغي تنفيس الغاز الفائض، بل يرسل بدلاً من ذلك إلى نظام غاز إشعال فعال للتخلص منه. ومن الممكن أن يكون تنفيس الطوارئ مقبولاً في ظل ظروف محددة في حالة عدم إمكانية حرق تيار الغاز، وذلك بناء على تحليل دقيق للمخاطر، مع ضرورة حماية سلامة النظام. ويجب توثيق مبررات عدم استخدام نظام إشعال الغاز توثيقاً تاماً قبل اللجوء إلى منشأة التنفيس الطارئ للغاز.

وقبل اللجوء إلى الإشعال، يجب تقييم البدائل العملية لاستخدام الغاز ودمجها في تصميم الإنتاج إلى أقصى مدى ممكن. ويجب تقدير حجم الغازات التي سيتم إشعالها للمنشآت الجديدة أثناء فترة بدء التشغيل الأولية بحيث يكون في الإمكان تحديد حجم ثابت مستهدف للإشعال. ويجب تسجيل أحجام الغاز المشتعل في جميع حالات الإشعال والإبلاغ عنه. إن التحسين المستمر للإشعال عن طريق تطبيق أفضل الممارسات ويجب إثبات كفاءة التقنيات الجديدة.

ويجب مراعاة تدابير منع ومكافحة التلوث التالية عند إشعال الغاز:

- تطبيق تدابير تقليل كميات الغاز عند المصدر إلى أقصى مدى ممكن؛
- استخدام رؤوس مشاعل تتميز بالكفاءة، وتحقيق الأمثلية لحجم وعدد فوهات الحرق؛
- تحقيق أقصى كفاءة احتراق عن طريق التحكم في معدلات تدفق وقود الإشعال/ الهواء/ البخار وتحسينها لضمان الوصول إلى النسبة الصحيحة للتيار المساعد إلى تيار الإشعال؛
- التقليل من إشعال الغازات المصرفة والشعلات الدائمة، دون تقويض السلامة، من خلال اتخاذ تدابير تشمل تركيب أجهزة تقليل غازات التصريف، ووحدات استعادة غاز المشعلة، وغاز المشاعل الخامل، تكنولوجيا الصمام ذي المقعد اللين إن أمكن، وتركيب شعلات دائمة حافظة؛
- تقليل مخاطر انطفاء الشعلة الدائمة عن طريق ضمان سرعة خروج كافية للغاز ووضع واقيات من الريح;
- استخدام نظام شعلة دائمة موثوق به;
- تركيب أنظمة عالية التكامل لحماية ضغط الأدوات، حيثما كان ممكناً، لتقليل حالات الزيادة في الضغط وتجنب حالات الإشعال أو تقليلها؛
- تركيب أوعية فصل السوائل لمنع انبعاث ناتج التكثف، حيثما كان ممكناً؛

- تقليل انتقال السوائل واحتباسها في تيار مشعلة الغاز بواسطة نظام فصل سوائل مناسب؛
- التقليل من تصاعد اللهب و/أو تقطعه;
- تشغيل المشعلة بحيث يتم التحكم في انبعاثات الروائح والدخان المرئي (عدم وجود دخان أسود مرئي)؛
- إقامة المشعلة على مسافة آمنة من المجتمعات المحلية وقوة العمل بما في ذلك وحدات سكن القوة العاملة؛
- تطبيق برامج صيانة واستبدال الموقد لضمان استمرار أقصى كفاءة للمشعلة؛
- قياس غاز المشعلة.

لتقليل أحداث الإشعال في حالة تعطل المعدات واضطرابات وحدة التصنيع، يجب أن تكون اعتمادية الوحدة مرتفعة (>95 في المائة)، مع توفر الاستعدادات والاحتياطات اللازمة لبروتوكولات الحفاظ على المعدات وإيقاف تشغيل وحدات التصنيع.

انبعاث الملوثات المنفلتة

يرتبط انبعاث الملوثات المنفلتة في منشآت تكرير البترول بفتحات التنفيس وتسريب المواسير والصمامات والتوصيلات والفلانشات وحلقات منع التسرب والخطوط ذات النهايات المفتوحة والصهاريج/ الخزانات ذات الأسقف العائمة وموانع التسرب المركبة بالمضخات وأنظمة نقل الغازات وموانع التسرب المركبة بضواغط الهواء وصمامات تنفيس الضغط والصهاريج/ الخزانات أو الحفر المفتوحة / وسائل الاحتواء وعمليات تحميل وتنزيل المنتجات الهيدروكربونية. وبحسب مخطط عملية التكرير، قد تشتمل الانبعاثات المنفلتة على ما يلي:

- الهيدروجين؛
- الميثان؛
- مركبات عضوية متطايرة (مثل الإيثان والإيثيلين والبروبان والبروبلين والبيوتان والبوتيلين والبنتان والبنتين ومركبات C6-C9 المؤلكلة والبنزين والتولوين والزايلين والفينول ومركبات C9 العطرية)؛
- مركبات عطرية متعددة الحلقات ومركبات عضوية أخرى شبه متطايرة؛
- غازات غير عضوية، من بينها حامض الهيدروفلوريك من ألكلة فلوريد الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وثالث أكسيد الكبريت الناتج عن إعادة توليد حامض الكبريتيك في عملية ألكلة حامض الكبريتيك وأكسيد النيتروجين وميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE), إيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE)، إيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME) وميثانول وإيثانول.

ويشتمل المصدر الرئيسي للقلق على انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة من صهاريج التخزين ذات الأسقف المخروطية خلال التحميل ونتيجة للتنفيس إلى الخارج؛ والانبعاثات المنفلتة للمركبات الهيدروكربونية عبر موانع التسريب المركبة بأسقف صهاريج التخزين ذات الأسقف العائمة؛ والانبعاثات المنفلتة من الفلانشات و/أو الصمامات وموانع التسرب بالآلات؛ وانبعاثات المركبات العضوية المتطايرة من صهاريج المزج والصمامات والمضخات وعمليات المزج؛ وانبعاثات المركبات العضوية المتطايرة الناتجة عن مياه الصرف الملوثة بالنفط وأنظمة معالجة المياه المستعملة. وقد تحدث أيضاً انبعاثات للنيتروجين من صهاريج تخزين القار، والتي من المحتمل أن تحتوي على مركبات هيدروكربونية ومركبات كبريتية على شكل رذاذ (مواد طيارة). وتشتمل المصادر الأخرى المحتملة للانبعاثات المنفلتة

على فتحات التهوية بوحدات استعادة البخار والانبعاثات الغازية من الأكسدة الكاوية.

وتشتمل التوصيات المتعلقة بمكافحة ومنع الانبعاثات المنفلتة على ما يلي:

- استناداً إلى مراجعة مخططات العمليات والأجهزة ، يجب تحديد التدفقات والمعدات (من المواسير والصمامات وموانع التسريب والصهاريج وغيرها من عناصر البنية الأساسية) التي يحتمل أن تتسبب في انفلات انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة وجعلها من أولويات الرصد بمعدات الكشف عن الأبخرة ليتم صيانتها أو استبدال مكوناتها حسب الحاجة؛
- يجب أن يكون اختيار الصمامات المناسبة والفلانشات والتركيبات والسدادات والحشوات على أساس قدرتها على تقليل تسريب الغاز وأيضاً الانبعاثات المنفلته؛
- يجب احتواء الأبخرة الهيدروكربونية أو إعادتها إلى نظام المعالجة متى كانت مستويات الضغط تسمح بذلك؛
- يجب التفكير في استخدام أجهزة غسل الغاز الخارج من فتحات التهوية لإزالة الزيت ومنتجات الأكسدة الأخرى من الأبخرة العلوية في وحدات معينة (مثل إنتاج القار)؛
- يجب تنفيذ عمليات إحراق الغاز على درجات حرارة مرتفعة (800 درجة مئوية تقريباً) لضمان الهدم الكامل للمكونات متناهية الصغر (مثل كبريتيد الهيدروجين، والألدهيدات، والأحماض العضوية، ومكونات الفينول) وتقليل الانبعاثات وآثار الروائح المنبعثة؛
- يجب تجميع الانبعاثات التي تخرج من فتحات التهوية بمصانع ألكلة حامض الهيدروفلوريك ومعادلتها لإزالة حامض الهيدروفلوريك في جهاز غسيل الغاز قبل إحراق تلك الانبعاثات؛
- يجب تزويد محطات تحميل/تفريغ النفتا والجازولين والميثانول/الإيثانول وميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE) / وإيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE) / وإيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME).

وتتوفر إرشادات إضافية بشأن منع الانبعاثات الملوثة الناتجة عن تسريب الغاز من صهاريج التخزين والتحكم فيها في **الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل محطات النفط الخام والمنتجات البترولية**.

أكاسيد الكبريت

قد تنبعث أكاسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين من الغلايات والسخانات ومعدات المعالجة الأخرى، وذلك بحسب محتوى الكبريت في النفط الخام الذي تجري معالجته. وقد ينبعث ثاني وثالث أكسيد الكبريت من تجديد حامض الكبريتيك في عملية ألكلة حامض الكبريتيك. وقد تكون مستويات التركيز ثاني أكسيد الكبريت في الغازات المتخلفة عن محطة التكرير قبل تخفيفها 1500-7500 ملليغرام في المتر المكعب. [2]

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع وتقليل التلوث ما يلي:

- تقليل انبعاثات أكاسيد الكبريت عن طريق إزالة الكبريت من الوقود قدر الإمكان، أو بتوجيه استخدام الوقود الذي يحتوي على قدر كبير من الكبريت إلى الوحدات المزودة بوسائل للسيطرة على انبعاثات أكاسيد الكبريت؛
- استعادة الكبريت من غازات القسم الخلفي باستخدام وحدات استعادة الكبريت عالية الكفاءة (مثل وحدات كلاوس)؛ [3]

[2] EIPPCB BREF (2003)
[3] هو نظام لاستعادة الكبريت بنسبة 97% على الأقل ولكن يفضل استخدام وحدات توفر استعادة الكبريت بنسبة 99% عندما تكون نسبة تركيز كبريتيد الهيدروجين في غازات القسم الخلفي مرتفعة.

- تركيب مرسبات الرذاذ (مثل المرسبات الإلكتروستاتية أو مضادات الضباب المتكثف على الحواف) لإزالة رذاذ كبريتيد الهيدروجين؛
- تركيب جهاز غسيل الغاز بمحلول الصودا الكاوية لمعالجة غازات القسم الخلفي من أبراج الامتصاص الموجودة بوحدة الألكلة.

الجسيمات

ترتبط انبعاثات الجسيمات الناتجة في وحدات تكرير البترول بغازات المداخن الخاصة بالأفران؛ ودقائق المحفز التي تنبعث من وحدات تجديد التكسير التحفيزي المميع والعمليات الأخرى التي تعتمد على المحفز؛ ومعالجة الكوك؛ والدقائق والرماد الناتج خلال إحراق الحمأة. وقد تحتوي الجسيمات على معادن (مثل الفاناديوم والنيكل). وقد تساهم الإجراءات التي تهدف إلى مكافحة الجسيمات في مكافحة انبعاثات المعادن من محطات تكرير البترول. [4]

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع وتقليل التلوث ما يلي:

- تركيب أجهزة فصل دوامية ومرسبات إلكتروستاتية ومرشحات كيسية و/أو أجهزة الغسل الرطب لتقليل انبعاثات الجسيمات من المصادر المحددة. وقد يحقق الجمع بين تلك الأساليب مستوى تخفيف يزيد عن 99% من الجسيمات؛
- تنفيذ أساليب تخفيض انبعاثات الجسيمات خلال مناولة الكوك، وتشتمل على ما يلي:
  - تخزين الكوك السائب داخل أماكن محاطة
  - إبقاء الكوك رطباً بشكل مستمر
  - تقطيع الكوك داخل كسارة ونقل إلى صومعة تخزين وسيطة (صناديق التخزين المائية).
  - رش الكوك بطبقة خفيفة من الزيت لإلصاق دقائق الغبار بالكوك
  - استخدام سيور ناقلة مغطاة مزودة بأنظمة استخراج للحفاظ على الضغط السلبي
  - استخدام أنظمة الشفط لاستخلاص وجمع غبار الكوك
  - نقل دقائق الكوك هوائياً بعد جمعها من أجهزة الفصل الدوامية إلى صوامع مزودة بمرشحات للهواء العادم، وإعادة تدوير الدقائق المجمعة إلى التخزين.

غازات الدفيئة

قد ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون بكميات كبيرة عند تكرير البترول خلال عمليات الاحتراق (مثل إنتاج الطاقة الكهربية) واللهب ومصانع الهيدروجين. وقد يتم تنفيث ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى (مثل أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون) في الجو خلال التجديد التحفيزي للمعادن الكريمة في الموقع.

ويجب أن يهدف المشغلون إلى رفع كفاءة الطاقة وتصميم المنشآت (مثل فرص تحسين كفاءة الأدوات والسخانات النارية وتحسين العمليات والمبدلات الحرارية والمحركات وتطبيقات المحركات) لتقليل استخدام الطاقة. ويجب أن يتمثل الهدف العام في تقليل انبعاث الملوثات الهوائية وتقييم الخيارات معقولة التكلفة والمجدية فنيا لتقليل الانبعاثات. [5] وتتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توصيات إضافية للتعامل مع غازات الدفيئة إلى جانب كفاءة الطاقة والتحفظ في استخدامها.

[4] EIPPCB BREF (2003)

[5] ترد معلومات تفصيلية في Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Petroleum Refineries, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 2005، ويمكن الحصول عليه من: الموقع:

http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=3856&context=lbnl

المياه المستعملة

المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية

يشتمل أكبر قدر من المخلفات السائلة في صناعة تكرير البترول على مياه المعالجة سواءً "الحامضة" أو غير الملوثة بالنفط/غير الحامضة التي بها نسبة قلوية مرتفعة. وتنتج المياه الحامضة من عملية إزالة الملوحة والتقطير وإزالة الملوحة الهوائية والمعالجة المسبقة والنزع الخفيف والمتوسط للكبريت من القطارة باستخدام الهيدروجين والتكسير الهيدروجيني والتكسير التحفيزي والتكويك وإزالة اللزوجة / التكسير الحراري. وقد تتلوث المياه الحامضة بالمركبات الهيدروكربونية وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا ومركبات الكبريت العضوية والأحماض العضوية والفينول. ويتم التعامل مع مياه المعالجة في وحدات نزع المياه الحامضة لإزالة المركبات الهيدروكربونية، وكبريتيد الهيدروجين، والأمونيا، والمركبات الأخرى قبل إعادة تدويرها لأغراض المعالجة الداخلية، أو المعالجة النهائية والتخلص من تلك المياه عن طريق وحدة معالجة المياه المستعملة داخل الموقع. ومن المحتمل أن تتسبب مياه المعالجة غير الملوثة بالنفط / غير الحامضة التي تحتوي على نسبة عالية من القلوية في حدوث اضطرابات بوحدة معالجة المياه المستعملة. ومن المحتمل في عمليات تنظيف الغلايات وتدفقات الطرح بوحدات إزالة الملوحة على وجه الخصوص إذا لم تتم معادلتها بشكل صحيح أن تتسبب في استخراج الفينولات من مرحلة الزيت إلى مرحلة المياه، كما قد تتسبب في حدوث استحلاب بوحدة معالجة المياه المستعملة. وقد تنتج المخلفات السائلة أيضاً عن انطلاق غير مقصود أو تسريب كميات قليلة من المنتجات من معدات وآلات المعالجة ومناطق/صهاريج التخزين.

وتتضمن الممارسات الموصى بها للتعامل مع المياه المستعملة ما يلي:

- منع ومكافحة الانطلاق غير المقصود للسوائل من خلال الفحص والصيانة بصفة دورية لأنظمة التخزين والنقل، بما في ذلك صناديق الحشو المركبة بالمضخات والصمامات وغيرها من النقاط التي بها احتمالية التسريب، إلى جانب تنفيذ خطط التصدي لحوادث الانسكاب؛
- توفير سعة كافية لتصريف سوائل المعالجة لزيادة إعادة استخدامها في العمليات وتجنب التصريف الشامل لسوائل المعالجة في نظام صرف المياه الملوثة بالنفط.
- تصميم وبناء أحواض لتخزين المياه المستعملة والمواد الخطرة على أن تكون مجهزة بأسطح غير منفذة لمنع ترشيح المياه الملوثة إلى التربة والمياه الجوفية.
- فصل مياه المعالجة عن مياه العواصف وفصل أحواض احتواء المياه المستعملة عن أحواض احتواء المواد الخطرة.
- تنفيذ ممارسات الترتيب والنظافة الجيدة، بما في ذلك تنفيذ أنشطة نقل المنتجات فوق مناطق مرصوفة والجمع السريع للانسكابات البسيطة.

تتضمن البنود المحددة التي يجب أخذها في الحسبان لإدارة مجاري المياه المستعملة على ما يلي:

- توجيه الصودا الكاوية المستهلكة من وحدات التحلية والمعالجة الكيماوية إلى أنظمة معالجة المياه المستعملة عقب الأكسدة الكاوية.
- توجيه سائل الصودا الكاوية المستهلكة من الأكسدة الكاوية (التي تحتوي على ثيوسلفات وكبريتيت وكبريتات قابلة للذوبان) إلى نظام معالجة المياه المستعملة.
- تركيب نظام صرف مغلق لنواتج المعالجة لجمع واستعادة تسربات وانسكابات ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE)

وإيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE) وإيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME). ولا تمتاز هذه المواد بقابلية المعالجة البيولوجية، ويجب منع دخولها حيث أن لها تأثير ضار على نظام معالجة المياه المستعملة؛

- في حالة وجود مخلفات سائلة حامضية أو كاوية ناتجة عن إعداد المياه منزوعة الأملاح، يجب معادلتها قبل تصريفها إلى نظام معالجة المياه المستعملة؛
- النفخ البارد من أنظمة توليد البخار قبل التصريف. وقد تحتوي هذه المخلفات السائلة إلى جانب ما تم نفخه من أبراج تبريد المياه على إضافات (مثل المبيدات البيولوجية) وقد تتطلب المعالجة في نظام معالجة المياه المستعملة قبل تصريفها؛
- يجب معالجة المياه الملوثة بالمركبات الهيدروكربونية الناتجة عن عمليات التنظيف الدورية خلال إعادة تجهيز المنشأة (يتم عادة إجراء أنشطة التنظيف سنوياً وقد تدوم لعدة أسابيع) والمخلفات السائلة المحتوية على مركبات هيدروكربونية ناتجة عن عمليات التسريب في نظام معالجة المياه المستعملة.

معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات

تتضمن تقنيات معالجة المياه المستعملة (مياه الصرف) الناتجة عن العمليات الصناعية الواردة في هذا القسم الفصل عند المصدر والمعالجة المسبقة لتيار المياه المركزة. وتتضمن الخطوات المعتادة لمعالجة المياه المستعملة (مياه الصرف) ما يلي: مصافي شحوم، وكاشطات، والتعويم بالهواء المذاب أو أجهزة فصل الزيت والماء لفصل الزيوت والمواد الصلبة القابلة للطفو؛ والترشيح لفصل المواد الصلبة القابلة للترشيح؛ ومساواة التدفق والحمل؛ والترسيب لتقليل المواد الصلبة المعلقة باستخدام المروقات؛ والمعالجة البيولوجية، عادة المعالجة الهوائية، لتقليل المادة العضوية القابلة للذوبان، وإزالة المواد المغذية الكيماوية أو البيولوجية لتخفيض النيتروجين والفوسفور؛ وكلورة النفايات السائلة في حالة الحاجة إلى التطهير؛ وإزالة الماء والتخلص من البقايا في مواقع دفن معينة للنفايات الخطرة. وربما تكون هناك حاجة إلى ضوابط هندسية لما يلي (1) احتواء ومعالجة المواد العضوية المتطايرة المنصلة من عمليات الوحدات المختلفة في نظام معالجة المياه المستعملة، (2) الإزالة المتقدمة للمعادن باستخدام الترشيح الغشائي أو أي تقنيات معالجة فيزيائية/كيميائية أخرى، (3) إزالة المواد العضوية العنيدة والأكسجين الممتص كيميائياً غير القابل للتدرك البيولوجي باستخدام الكربون المنشط أو الأكسدة الكيميائية المتقدمة، (3) خفض سمية النفايات السائلة باستخدام التقنيات المناسبة (مثل التناضح العكسي والتبادل الأيوني والكربون المنشط، إلى غير ذلك)، و(4) احتواء الروائح المزعجة ومعادلتها.

وتناقش **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** كيفية التعامل مع المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية وأمثلة لأساليب المعالجة. وبمقدور المنشآت من خلال استخدامها لهذه التكنولوجيات وأساليب الممارسة الجيدة المتعلقة بكيفية التعامل مع المياه المستعملة أن تفي بالقيم الإرشادية المعنية بتصريف المياه المستعملة والمبينة بالجدول ذي الصلة بالقسم 2 من وثيقة قطاع الصناعة هذا.

تيارات المياه المستعملة الأخرى واستهلاك المياه

تقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** إرشاداً حول كيفية التعامل مع المياه المستعملة غير الملوثة الناتجة عن عمليات المنشآت، ومياه العواصف غير الملوثة، ومياه الصرف الصحي. ويجب توجيه التيارات الملوثة إلى نظام معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية. وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توصيات

لخفض استهلاك المياه، لا سيما في الأماكن التي تكون فيها المصادر الطبيعية محدودة.

مياه الاختبار الهيدروستاتيكي: يتضمن الاختبار الهيدروستاتيكي (هيدروتست) للمعدات وخطوط الأنابيب إجراء اختبار ضغط باستخدام المياه (مياه مرشحة غير معالجة، في العادة)، للتحقق من سلامة النظام واكتشاف أماكن التسرب المحتملة. وكثيراً ما يتم وضع إضافات كيماوية (مثل مانع للتآكل، ومزيل للأكسجين، وصبغة) في الماء لمنع التآكل الداخلي. وعند التعامل مع مياه الاختبارات الهيدروستاتيكية (هيدروتست)، يجب تطبيق تدابير منع ومكافحة التلوث التالية:

- استخدام نفس المياه لإجراء اختبارات متعددة؛
- تقليل الحاجة إلى المواد المانعة للتآكل والمواد الكيميائية الأخرى عن طريق تقليل وقت بقاء المياه في المعدات أو خط الأنابيب؛
- إذا كان استخدام المواد الكيميائية ضرورياً، يجب اختيار المواد الكيماوية الفعالة الأقل من حيث السمية، وقابلية التدرك البيولوجي، والتوفر البيولوجي، والتراكم البيولوجي.

وإذا كان صرف مياه الاختبار الهيدروستاتيكي في البحر أو المياه السطحية هو البديل الوحيد المتاح عملياً للتخلص منها، يجب إعداد خطة للتخلص من مياه الاختبار الهيدروستاتيكي تراعي نقاط الصرف، ومعدل الصرف، واستخدام الكيماويات وانتشارها، المخاطر البيئية، وأعمال الرصد اللازمة. ويجب تجنب التخلص من مياه الاختبار الهيدروستاتيكي في المياه الساحلية الضحلة.

المواد الخطرة

يتم في منشآت تكرير البترول تصنيع واستخدام وتخزين كميات كبيرة من المواد الخطرة ومن بينها المواد الخام والمواد الوسيطة والمنتجات النهائية والثانوية. وقد وردت الممارسات الموصى بها للتعامل مع المواد الخطرة، بما فيها مناولتها وتخزينها ونقلها في **الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل محطات النفط الخام والمنتجات البترولية** وفي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

النفايات

النفايات الخطرة: المحفزات المستهلكة

تنتج المحفزات المستهلكة عن عدد من وحدات العمليات في صناعة تكرير البترول ومن بينها المعالجة المسبقة والإصلاح التحفيزي؛ والنزع الخفيف والمتوسط للكبريت من القطارة باستخدام الهيدروجين؛ والتكسير الهيدروجيني؛ والتكسير التحفيزي المميع (FCCU)؛ والتكسير التحفيزي للبقايا (RCCU)؛ وإنتاج ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE) وإيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE) وإيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME)؛ والتحويل الإيزوميري (الأزمرة) للبيوتان؛ وهدرجة الديين ووحدة التحويل الإيزوميري الهيدروجيني للبيوتيلين؛ وتجديد حامض الكبريتيك؛ وبعض العمليات التحفيزية لنزع الكبريت باستخدام الهيدروجين؛ ومصانع الكبريت والهيدروجين. وقد تحتوي المحفزات المستهلكة على الموليبدينوم والنيكل والكوبالت والبلاتين والبلاديوم وحديد الفاناديوم والنحاس والسيليكا و/أو الألومينا كمواد ناقلة.

وتشمل الإستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع المحفزات ما يلي:

- استخدام محفزات تستمر لفترات طويلة وتجديد المحفزات لإطالة فترة استخدامها؛
- استخدام أساليب التخزين والتعامل الصحيحة بالموقع، (مثل تغطيس المحفزات تلقائية الاشتعال المستهلكة في الماء أثناء التخزين والنقل المؤقت حتى تصل إلى نقطة

المعالجة النهائية، وذلك لتجنب التفاعلات المطلِقة للحرارة غير المتحكم فيها)؛

- إعادة المحفزات المستهلكة إلى الشركة المصنعة لتجديدها واستعادتها، أو نقلها لشركات الإدارة خارج الموقع للتعامل معها، واستعادة / إعادة تدوير المعادن الثقيلة أو الثمينة، والتخلص منها وفقاً لتوصيات إدارة النفايات الصناعية الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

النفايات الخطرة الأخرى

بالإضافة إلى المحفزات المستهلكة، قد تشتمل النفايات الصناعية الخطرة على المذيبات والمرشحات ومحاليل الكحول المعدني، ومواد التحلية المستعملة، والأمينات المستهلكة لإزالة ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل، ومرشحات الكربون المنشطة والحمأة الملوثة بالنفط الناتجة عن أجهزة فصل النفط/ المياه، وقيعان الصهاريج، والسوائل المستهلكة أو المستعملة الناتجة عن عمليات التشغيل والصيانة (مثل الزيوت وسوائل الاختبار). وهناك نفايات خطرة أخرى من قبيل الحمأة الملوثة والحمأة الناتجة عن تطهير دوائر مضخات الماء النفاثة، والمناخل الجزيئية المستنفذة، والألومينا المستنفذة الناتجة عن ألكلة الهيدروفلوريك، وقد ينتج كل ذلك عن صهاريج تخزين النفط الخام، وإزالة الأملاح والتقطير، والتكويك ومجففات تدفق البروبان والبروبلين والبيوتان، وعند التحويل الإيزوميري (أزمرة) للبيوتان.

ويجب اختبار النفايات الناتجة عن العمليات وتصنيفها كمواد خطرة أو غير خطرة حسبما تنص عليه متطلبات اللوائح المحلية أو المناهج المقبولة على نطاق دولي. ويمكن الاطلاع على إرشادات تفصيلية حول تخزين النفايات الخطرة وغير الخطرة والتعامل معها ومعالجتها والتخلص منها في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

وتشمل الإستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع النفايات الخطرة ما يلي:

- إرسال الحمأة الملوثة بالنفط من صهاريج تخزين النفط الخام ووسائل إزالة الأملاح إلى وعاء التكويك المعوق، إن أمكن، لاستعادة المركبات الهيدروكربونية؛
- ضمان عدم إجراء تكسير زائد في وحدة إزالة اللزوجة لمنع إنتاج زيت وقود غير مستقر، والذي ينتج عنه زيادة تكوين الحمأة والرواسب خلال عملية التخزين؛
- زيادة استعادة النفط من مياه الصرف والحمأة الملوثة بالنفط. وتقليل فقد النفط وخروجه إلى نظام الصرف. ويمكن استعادة النفط من النفايات باستخدام وسائل الفصل (مثل أجهزة الفصل بالجاذبية والطرد المركزي)؛
- قد تشتمل معالجة الحمأة على استخدامها في الأراضي (المعالجة البيولوجية)، أو استخلاص المذيبات ثم إحراق البقايا و/أو استخدام الأسفلت، متى كان لذلك جدوى. وفي بعض الحالات، قد يكون تثبيت البقايا مطلوباً قبل التخلص منها لتخفيض قابلية ترشيح المعادن السامة.

النفايات غير الخطرة

ينتج عن ألكلة حامض الهيدروفلوريك حمأة تعادل قد تحتوي على فلوريد الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وفلوريد المغنسيوم وهيدروكسيد المغنسيوم وكربونات المغنسيوم. وعقب التجفيف والضغط، يمكن تسويقها للاستخدام في مصانع الصلب أو دفنها. ويمكن الاطلاع على إرشادات تفصيلية حول تخزين النفايات غير الخطرة والتعامل معها ومعالجتها والتخلص منها في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

الضوضاء

تشتمل المصادر الرئيسية للضوضاء في منشآت تكرير البترول على الآلات الدوارة الضخمة، مثل ضواغط الهواء والتربينات والمضخات والمحركات الكهربائية ومبردات الهواء (إن وجدت) والسخانات. وأثناء تخفيض الضغط الطارئ، تحدث ضوضاء عالية بسبب غازات الضغط العالي التي يتم إشعالها و/ أو إطلاق البخار إلى الغلاف الجوي. وتحتوي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** على التوصيات العامة المتعلقة بكيفية التعامل مع الضوضاء.

1.2 الصحة والسلامة المهنية

تتشابه قضايا الصحة والسلامة المهنية المرتبطة بإنشاء منشآت تكرير البترول وإنهاء أنشطتها مع القضايا المرتبطة بالمنشآت الصناعية الأخرى، وتتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** كيفية التعامل مع تلك القضايا.

ويجب تحديد قضايا الصحة والسلامة المهنية المرتبطة تحديداً بمنشأة معين استناداً إلى "تحليل سلامة العمل" أو "التقييم الشامل للخطر أو المخاطرة"، وذلك باستخدام المنهجيات المقررة مثل "دراسة تعريف المخاطر (HAZID)، و"دراسة الأخطار وقابلية التشغيل" (HAZOP)، و"التقييم الكمي للمخاطر" (QRA). وكنهج عام، يجب أن تشمل عملية تخطيط كيفية التعامل مع قضايا الصحة والسلامة اعتماد نهج منظم وهيكلي للوقاية والسيطرة على المخاطر البدنية والكيميائية والبيولوجية والإشعاعية على الصحة والسلامة، كما هو مبين في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

وتبرز أكبر المخاطر المتعلقة بالصحة والسلامة المهنية أثناء مرحلة تشغيل منشآت تكرير البترول، ويتصدرها ما يلي:

- سلامة العمليات
- أجواء نقص الأكسجين
- المخاطر الكيميائية
- الحرائق والانفجارات

سلامة العمليات

يجب تطبيق برامج سلامة العمليات، نظراً للخصائص المرتبطة بتلك الصناعة تحديداً والتي تشتمل على التفاعلات الكيميائية المعقدة، واستخدام المواد الخطرة (مثل المركبات السامة أو المتفاعلة أو سريعة الالتهاب أو المتفجرة)، والتفاعلات متعددة الخطوات.

تشتمل إدارة سلامة العمليات على الإجراءات التالية:

- اختبار المخاطر البدنية للمواد والتفاعلات؛
- دراسات تحليل المخاطر لمراجعة الممارسات الكيميائية والهندسية في العمليات التصنيعية، بما في ذلك الديناميكيات الحرارية والحركية؛
- مراجعة الصيانة الوقائية والسلامة الميكانيكية للمعدات والمنشآت المستخدمة في عملية التصنيع؛
- تدريب العمال؛
- وضع تعليمات تشغيل وإجراءات الاستجابة للطوارئ.

أجواء نقص الأكسجين

قد يؤدي الإطلاق والتراكم المحتمل لغاز النيتروجين في مناطق العمل إلى وجود أوضاع مسببة للاختناق نتيجة لإزاحة الأكسجين. وتشتمل تدابير المنع والسيطرة لخفض مخاطر إطلاق الغازات الخانقة على ما يلي:

- تصميم ووضع أنظمة لتنفيس النيتروجين وفقاً للمعايير المتبعة في هذا المجال؛

- تركيب نظام إغلاق تلقائي للطاقة يمكنه اكتشاف إطلاق النيتروجين غير المتحكم فيه (بما في ذلك وجود أجواء ينقص فيها الأكسجين في مناطق العمل [6]) وإصدار تحذير، وتشغيل التهوية الإجبارية، وتقليل فترة الإطلاق؛
- تنفيذ إجراءات دخول الأماكن المغلقة على النحو الوارد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** مع مراعاة المخاطر المرتبطة بهذه المنشأة تحديداً.

المخاطر الكيماوية

قد يتسبب إطلاق حامض الهيدروفلوريك وأول أكسيد الكربون والميثانول وكبريتيد الهيدروجين في حدوث مخاطر التعرض المهني. قد يحدث تسرب كبريتيد الهيدروجين عند تجديد الأمينات في وحدات معالجة الأمينات ووحدات معالجة الكبريت. وقد يحدث تسرب أول أكسيد الكربون من وحدات التكسير التحفيزي الانسيابي والتكسير التحفيزي للبقايا ومن قسم إنتاج الغاز الصناعي في مصانع الهيدروجين. ويعد مزيج أول أكسيد الكربون / الهواء الجوي من المواد المتفجرة العفوية / وقد ينتج عنها اشتعال انفجاري. ويعتبر كبريتيد الهيدروجين من المصادر المباشرة لخطر الحرائق عند اختلاطه بالهواء الجوي.

قد يتعرض العاملون لمخاطر استنشاق محتملة (مثل استنشاق كبريتيد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، والمركبات العضوية المتطايرة، والمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات (PAHs) خلال العمليات الصناعية المعتادة. قد تشتمل المخاطر التي تتعرض لها البشرة على لمس الأحماض والأبخرة والأسطح الساخنة. ويجب التعامل مع المخاطر الكيماوية وفقاً لنتائج تحليل سلامة العمل ودراسات الصحة الصناعية ووفقاً لإرشادات الصحة والسلامة المهنية الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. وتشتمل تدابير الحماية على تدريب العاملين وأنظمة تصاريح العمل، واستخدام معدات الحماية الشخصية (PPE)، وأنظمة اكتشاف الغازات السامة المزودة بأجهزة إنذار. [7]

حامض الهيدروفلوريك

قد يتعرض العاملون لحامض الهيدروفلوريك في وحدات ألكلة حامض الهيدروفلوريك. وتشتمل تدابير السلامة المهنية على ما يلي: [8]

- تخفيض قابلية حامض الهيدروفلوريك للتطاير عن طريق إضافة وسائل مناسبة لكبت ضغط البخار؛
- تقليل الاحتفاظ بحامض الهيدروفلوريك؛
- تصميم مخطط للمصنع لتقليل المساحة المتعرضة لمخاطر حامض الهيدروفلوريك المحتملة، ولتسهيل معرفة ممرات الخروج للعاملين؛
- تمييز مناطق مخاطر حامض الهيدروفلوريك بوضوح، والإشارة إلى الأماكن الواجب ارتداء معدات الحماية الشخصية فيها؛
- تطبيق إجراءات لتطهير العاملين من التلوث في مكان مخصص لذلك؛

[6] يجب تجهيز مناطق العمل التي يحتمل فيها وجود أجواء نقص الأكسجين بأنظمة مراقبة يمكنها اكتشاف هذه الحالات. ويجب تزويد العمال بأنظمة مراقبة شخصية. ويجب تزويد نوعي أنظمة المراقبة بتنبيه تحذيري يتم ضبطه عند وصول نسبة تركيز الأكسجين (O2) في الهواء إلى 19.5%.

[7] يتوفر وصف تفصيلي لكافة قضايا الصحة والسلامة وإستراتيجيات المنع/السيطرة المتعلقة بتكرير البترول، بما في ذلك المخاطر الكيماوية ومخاطر الحرائق/الانفجارات في Occupational Safety and Health Association (OSHA) Technical Manual, Section IV Safety Hazards, Chapter 2. (1999) Petroleum Refining Process ويتوفر من خلال الموقع:

http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iv/otm_iv_2.html

[8] تتوفر التوصيات المتعلقة بالتعامل مع حامض الهيدروفلوريك في الممارسات الموصى بها رقم RP 751API Recommended Practice RP 751. Safe Operation of Hydrofluoric Acid Alkylation Units (1999).

- استخدام حاجز مسافة أمان بين وحدة ألكلة حامض الهيدروفلوريك، ووحدات العمليات الأخرى وحدود منشأة تكرير البترول؛
- استخدام نظام تنظيف لمعادلة وإزالة حامض الهيدروفلوريك قبل الإشعال؛
- استخدام حوض لمعادلة حامض الهيدروفلوريك للمخلفات السائلة قبل تصريفها إلى نظام المجاري الملوثة بالنفط في منشأة التكرير؛
- استخدام صهريج مخصص لجمع نواتج الألكلة واتباع إجراءات روتينية لقياس مستوى الحموضة قبل إرسالها إلى حوض الجازولين؛
- معالجة منتجات البيوتان والبروبان بإزالة الفلورين من الألومينا للتخلص من الفلوريدات العضوية، مع اتباع ذلك بمادة قلوية لإزالة أي حموضة متبقية.
- يجب التعامل مع نقل حامض الهيدروفلوريك من وإلى المصنع وفقاً لإرشادات نقل البضائع الخطرة وفقاً لما ورد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة السلامة.**

الحرائق والانفجارات

تشتمل مخاطر الحرائق والانفجارات التي تنتج عن عمليات المعالجة على الإطلاق غير المقصود للغاز الصناعي (أول أكسيد الكربون والهيدروجين)، والأكسجين، والميثانول، وغازات التكرير. وقد يتسبب إطلاق غازات التكرير في حدوث "الحريق النفاث" في حالة إشعالها في مكان الإطلاق، أو قد يؤدي إلى انفجار سحابة بخارية أو كرات نارية أو نيران وامضة، حسب كمية المادة القابلة للاشتعال الموجودة وحسب درجة احتجاز السحابة. وقد يشتعل كل من الميثان والهيدروجين وأول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين حتى في غياب مصادر الاشتعال، وذلك عند زيادة درجة حرارة تلك الغازات عن حد الاشتعال الذاتي لها وهو 580 درجة مئوية و500 درجة مئوية و609 درجة مئوية و260 درجة مئوية على التوالي. وقد يتسبب انسكاب السوائل القابلة للاشتعال داخل منشآت تكرير البترول في حدوث حرائق بالأحواض. وقد ترتبط مخاطر الانفجارات أيضاً بتراكم الأبخرة في صهاريج التخزين (مثل حامض الكبريتيك والقار).

وتشتمل التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة مخاطر الحرائق والانفجارات في عمليات المعالجة على ما يلي: [9]

- تصميم وإنشاء وتشغيل منشآت تكرير البترول وفقاً للمعايير الدولية [10] لمنع ومكافحة مخاطر الحرائق والانفجارات، بما في ذلك ضمان فصل المعالجة عن التخزين والاستخدام والمناطق الآمنة. ويمكن تحديد المسافات الآمنة عن طريق تحليل سلامة لهذه المنشأة تحديداً، ومن خلال تطبيق المعايير المعترف بها دولياً في مجال السلامة من الحرائق؛ [11]
- توفير أجهزة اكتشاف مبكر للإطلاق، مثل أنظمة مراقبة ضغط الغازات ونقل السوائل، إلى جانب أنظمة اكتشاف الحرائق عن طريق الحرارة أو الدخان؛
- تقييم احتمال تراكم الأبخرة في صهاريج التخزين وتطبيق أساليب المنع والسيطرة (مثل بطانة النيتروجين لتخزين حامض الكبريتيك والقار)؛

[9] تتوفر المزيد من التوصيات بشأن مخاطر الحرائق والانفجارات في API Recommended Practice RP 2001. Fire Protection in Refineries (2005)

[10] من بين الأمثلة على الممارسات الجيدة US National Fire Protection Association (NFPA) Code 30: Flammable and Combustible Liquids. ويتوفر المزيد من الإرشادات بشأن تقليل التعرض للكهرباء الإستاتيكية والإضاءة في API Recommended Practice: Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents (2003).

[11] من أمثلة المعلومات الإضافية عن ترك مساحات أمان US National Fire Protection Association (NFPA) Code 30.

- تجنب مصادر الاشتعال المحتملة (مثلاً عن طريق تصميم وضع الأنابيب بحيث يتم تجنب حدوث انسكابات فوق أنابيب أو معدات و/أو آلات دوارة ذات درجة حرارة مرتفعة)؛
- توفير تدابير الحماية السلبية من الحرائق داخل منطقة الحرائق النموذجية التي توفر القدرة على مقاومة درجات الحرارة الناتجة عن الحرائق لفترة كافية تسمح للمشغل بتطبيق الإستراتيجية المناسبة لتخفيف الحريق؛
- تحديد المناطق التي من المحتمل أن تتأثر بالإطلاق غير المقصود عن طريق ما يلي:
  - تحديد المناطق المعرضة للحريق وتجهيزها بنظام للصرف لجمع أي سوائل قابلة اشتعال تم إطلاقها بطريقة غير مقصودة ونقلها إلى منطقة احتواء آمنة، بما في ذلك الاحتواء الثانوي لصهاريج التخزين
  - تركيب جدران فاصلة مضادة للحريق / الانفجار في المناطق التي يتعذر فيها ترك مساحات حاجزة مناسبة؛
  - تصميم نظام لصرف المخلفات السائلة المختلطة بالنفط لتجنب انتشار الحريق.

يمكن الاطلاع على مزيد من التوصيات بشأن التعامل مع مخاطر الحرائق والانفجارات المرتبطة بتخزين النفط الخام في **الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل محطات النفط الخام والمنتجات البترولية.**

1.3 صحة المجتمع المحلي وسلامته

تماثل الآثار التي تتعلق بصحة المجتمعات المحلية وسلامتها والتي تحدث أثناء مرحلتي إنشاء منشآت تكرير البترول وإنهاء أنشطتها تلك الآثار التي تحدث في غالبية المنشآت الصناعية الأخرى، وتتناولها بالمناقشة **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

تحدث أهم المخاطر على صحة وسلامة المجتمع المحلي من تلك التي ترتبط بمنشآت تكرير البترول أثناء مرحلة التشغيل وتشتمل على التعرض لتهديد الحوادث الكبرى من قبيل وقوع الحرائق والانفجارات بالمنشأة واحتمال الإطلاق غير المقصود للمواد الخام أو المنتجات النهائية خلال النقل إلى خارجي منشأة المعالجة. وفيما يلي إرشادات بشأن التعامل مع تلك القضايا، وكذلك في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

يمكن الاطلاع على مزيد من الإرشادات ذات الصلة التي تنطبق على النقل البحري أو النقل بالسكك الحديدية أو على المنشآت البرية في الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الشحن؛ والسكك الحديدية؛ والموانئ والمرافئ؛ ومحطات النفط الخام والمنتجات البترولية.

المخاطر الرئيسية [12]

ترتبط أشد المخاطر على السلامة بأعمال مناولة وتخزين المواد السائلة والغازية. وقد تشتمل الآثار على تعرض العمال وربما المجتمعات المحلية المحيطة حسب كمية ونوع الكيماويات المنبعثة عرَضاً والأوضاع المهيأة لحدوث تفاعلات أو كوارث كالحرائق والانفجارات. [13]

[12] يتوفر وصف تفصيلي لكافة قضايا الصحة والسلامة وإستراتيجيات المنع/السيطرة المتعلقة بتكرير البترول في Occupational Safety and Health Association (OSHA) Technical Manual, Section IV Safety Hazards, Chapter 2 "Petroleum Refining Process", 1999، ويتوفر من خلال الموقع:
http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iv/otm_iv_2.html

[13] تتوفر المزيد من التوصيات بشأن مخاطر الحرائق والانفجارات في API Recommended Practice RP 2001 "Fire Protection in Refineries", 2005.

ويجب منع المخاطر الرئيسية من خلال تطبيق برنامج لإدارة سلامة العمليات يشتمل على كافة عناصر الحد الأدنى المبينة في الجزء ذي الصلة من **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** وتتضمن ما يلي:

- تحليل شامل للمخاطر بالمنشأة يشتمل على تحليل تفصيلي للعواقب المترتبة على الأحداث التي تزيد احتماليات المخاطر فيها عن 10-6/سنة (مثل دراسة تعريف المخاطر (HAZID)، ودراسة الأخطار وقابلية التشغيل (HAZOP)، والتقييم الكمي للمخاطر (QRA) ؛
- تدريب العاملين على المخاطر المحتملة؛
- إجراءات للتعامل مع التغير الذي يطرأ على العمليات، أو تحليل مخاطر العمليات، أو صيانة السلامة الميكانيكية، أو المراجعة السابقة للعمل، أو التصريح بتنفيذ أعمال على الساخن، وغيرها من جوانب سلامة العمليات الواردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة؛
- نظام لإدارة النقل الآمن وفقاً لما ورد في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** إذا كان المشروع يشتمل على عنصر النقل للمواد الخام أو المنتجات النهائية؛
- إجراءات لعمليات مناولة وتخزين المواد الخطرة؛
- كما يجب أن يتضمن التخطيط للحالات الطارئة كحد أدنى إعداد وتنفيذ "خطة إدارة الطوارئ" بالاشتراك مع السلطات المحلية والمجتمعات المحلية المحتمل تأثرها.

2.0 مؤشرات الأداء ورصده

2.1 البيئة

إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة

يقدم الجدولان 1 و 2 إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة لهذا القطاع. وتشرح القيم الإرشادية الخاصة بالانبعاثات والنفايات السائلة الناتجة عن العمليات في هذا القطاع بوضوح الممارسة الصناعية الدولية الجيدة كما هي واردة في المعايير ذات الصلة للبلدان التي لديها أطر تنظيمية معترف بها. ومن المفترض إمكانية تطبيق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل العادية داخل المنشآت المصممة والمشغلة على نحو ملائم من خلال تطبيق أساليب منع التلوث والسيطرة عليه والتي تم تناولها بالمناقشة في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة.

تم تناول الإرشادات الخاصة بانبعاثات مصادر الاحتراق المرتبطة بأنشطة توليد الطاقة البخارية والكهربائية من مصادر لها قدرة تساوي أو تقل عن 50 ميغاواط؛ في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** أما انبعاثات مصادر الطاقة الأكبر فتعالجها **الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الكهربائية الحرارية**. كما تقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** إرشاداً حول اعتبارات البيئة المحيطة استناداً إلى إجمالي حمل الانبعاثات.

وتنطبق الإرشادات بشأن النفايات السائلة على التصريف المباشر للنفايات السائلة المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدام العام. ويمكن تحديد مستويات التصريف الخاصة بالموقع بناء على مدى توفر وظروف استخدام الأنظمة العامة لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحي أو، إن كان تصريفها يتم مباشرة على المياه السطحية، عندئذ يتم تحديد المستويات بناء على نظام تصنيف استخدام المياه المستقبلة كما هو موضح في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

جدول 1 - مستوى انبعاث الملوثات في منشآت تكرير البترول أ		
الملوثات	الوحدة	القيمة الإرشادية
أكاسيد النيتروجين	ملليغرام/متر مكعب عادي	*450*
أكاسيد الكبريت	ملليغرام/متر مكعب عادي	150 لوحدات استعادة الكبريت؛ 500 للوحدات الأخرى
الجسيمات	ملليغرام/متر مكعب عادي	*50*
فـانـاديـوم	ملليغرام/متر مكعب عادي	*5*
نيكل	ملليغرام/متر مكعب عادي	*1*
كبريتيد الهيدروجين	ملليغرام/متر مكعب عادي	*10*
أ. غاز جاف بنسبة أكسجين 3%.		

الرصد البيئي

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد كونها تحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى المؤشرات المباشرة وغير المباشرة المطبقة على مشروع بعينه للانبعاثات والنفايات السائلة واستخدام الموارد. وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد بالقدر الكافي لتوفير بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رصده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربون وفقاً لإجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات مع استخدام معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. كما ينبغي تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أية إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

استخدام الموارد - استهلاك الطاقة - توليد الانبعاثات وإنتاج النفايات

يوضح الجدولان 3 و4 أمثلة عن استهلاك الموارد، وكميات الانبعاثات / النفايات الناتجة عن كل مليون طن من النفط الخام. والقيم المعيارية للصناعة متاحة لأغراض المقارنة فقط وعلى المشروعات الفردية أن تستهدف التحسين المستمر في هذه المجالات.

جدول 2 - مستوى النفايات السائلة في منشآت تكرير البترول أ		
الملوثات	**الوحدة**	**القيمة الإرشادية**
الأس الهيدروجيني	وحدة معيارية	6-9
حاجة حيوية كيميائية للأكسجين5	ملليغرام/ لتر	30
الحاجة الكيميائية للأكسجين	ملليغرام/ لتر	150
مجموع الجوامد المعلقة	ملليغرام/ لتر	30
زيوت وشحوم	ملليغرام/ لتر	10
كروم (إجمالي)	ملليغرام/ لتر	0.5
كروم (سداسي)	ملليغرام/ لتر	0.05
نحاس	ملليغرام/ لتر	0.5
حديد	ملليغرام/ لتر	3
سيانيد الإجمالي الصافي	ملليغرام/ لتر	1 0.1
رصاص	ملليغرام/ لتر	0.1
نيكل	ملليغرام/ لتر	0.5
زئبق	ملليغرام/ لتر	0.02
فـانـاديـوم	ملليغرام/ لتر	1
فينول	ملليغرام/ لتر	0.2
بنزين	ملليغرام/ لتر	0.05
بنزو (أ) بيرين	ملليغرام/ لتر	0.05
كبريتيدات	ملليغرام/ لتر	1
نتروجين كلي	ملليغرام/ لتر	10ب
فوسفور كلي	ملليغرام/ لتر	2
زيادة درجة الحرارة	مئوية	<3ج

ملاحظات:

a. بافتراض تكامل منشأة تكرير البترول

b. قد يصل تركيز النيتروجين (الكلي) إلى 40 ملليغرام / لتر في العمليات التي تشتمل على الهدرجة.

c. عند حافة منطقة المزج المقامة علمياً والتي تأخذ في الاعتبار نوعية المياه المحيطة، واستخدام الماء المستقبل، والمستقبلات المحتملة والقدرة التمثيلية.

جدول 3 – استهلاك الموارد والطاقة		
المؤشر	الوحدة	المعيار الإرشادي للصناعة
استخدام الأرض [1]	هكتار	200-500
إجمالي الطاقة [1]	ميغاجول لكل طن متري من النفط الخام المعالج	2,100 – 2,900
الطاقة الكهربائية[1][2]	كيلوواط ساعة لكل طن متري من النفط الخام المعالج	25 - 48
مياه التعويض العذبة	متر مكعب لكل طن متري من النفط الخام المعالج	0.07 – 0.14

ملاحظات:
1. استناداً إلى الجزء المعني بأفضل الأساليب المتوفرة في منشآت تكرير البترول من ملاحظات الاتحاد الأوروبي
2. المنشآت الجديدة

جدول 4 - توليد الانبعاثات والنفايات 1		
المؤشر	الوحدة	المعيار الإرشادي للصناعة
المياه المستعملة	طن / مليون طن من النفط الخام المعالج	*0.1 - 5*
الانبعاثات		
ثاني أكسيد الكربون		*25,000 – 40,000*
أكاسيد النيتروجين		*90 – 450*
المواد الجسيمية		*60 – 150*
أكاسيد الكبريت		*60 – 300*
مركبات عضوية متطايرة		*120 - 300*
النفايات الصلبة		*20 - 100*

ملاحظات:
1. استناداً إلى الجزء المعني بأفضل الأساليب المتوفرة في منشآت تكرير البترول من ملاحظات الاتحاد الأوروبي

2.2 الصحة والسلامة المهنية

إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (TLV®) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (BEIs®) المنشورة من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (ACGIH)، [14] ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية (NIOSH)، [15] وحدود التعرض المسموح بها (PELs) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (OSHA)، [16] والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، [17] أو ما يشابهها من مصادر.

معدلات الحوادث والوفيات

يجب على إدارات المشاريع أن تحاول خفض عدد الحوادث التي تقع بين عمال المشروع (سواءً المعينين مباشرة أو المتعاقدين من الباطن) إلى أن يصل إلى مستوى الصفر، لا سيما الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى فقدان وقت العمل، أو إلى مستويات مختلفة من الإعاقة، أو حتى إلى حدوث وفيات. ويمكن مقارنة معدلات المنشأة بأداء المنشآت الأخرى في هذا القطاع بالبلدان المتقدمة من خلال استشارة المصادر المنشورة

[14] متاح على الموقعين التاليين:
http://www.acgih.org/TLV/
http://www.acgih.org/store/
[15] متاح على الموقع التالي:
http://www.cdc.gov/niosh/npg/
[16] متاح على الموقع التالي:
http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992
[17] متاح على الموقع التالي:
http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

(على سبيل المثال: مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة) [18] .

رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب رصد بيئة العمل بحثاً عن الأخطار المهنية ذات الصلة بالمشروع المحدد. وينبغي تصميم الرصد والقيام به على أيدي متخصصين معتمدين [19] كجزء من برنامج رصد الصحة والسلامة المهنية. كما يجب على المنشآت الاحتفاظ بسجلات عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث الخطرة. وتتوفر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة المهنية في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.**

[18] متاح على الموقعين التاليين:
http://www.bls.gov/iif/
http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm

[19] يمكن أن يشتمل المهنيون المعتمدون على أخصائيي الصحة الصناعية المعتمدين، أو أخصائيي الصحة المهنية المسجلين، أو أخصائيي السلامة المعتمدين أو من يكافئهم.

3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

American Petroleum Institute (API). 2003. Recommended Practice: Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents. Washington, DC: API.

API. 1999. API Publication 2218. Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants. Second Edition, August 1999. Washington, DC: API.

API. 1998. API Standard 650. Welded Steel Tanks for Oil Storage. Third Edition, November 1998. Washington, DC: API.

API. 1997. Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 19 – Evaporative Loss Measurement, Section 2 - Evaporative Loss from Floating-Roof Tanks. Second Edition. Formerly API Publications 2517 and 2519. Washington, DC: API.

API. 1993. Publication 311. Environmental Design Considerations for Petroleum Refining Crude Processing Units. Washington, DC: API.

API. 1992. Recommended Practice 751. Safe Operation of Hydrochloric Acid Alkylation Units. First Edition, June 1992. Washington, DC: API.

Conservation of Clean Air and Water in Europe (CONCAWE). 1999. Best Available Techniques to Reduce Emissions from Refineries. Brussels: CONCAWE.

European Commission. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Best Available Techniques Reference (BREF) Document for Refineries. Seville: EIPPCB. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2004. Waste Water Ordinance – AbwV. (Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters). Promulgation of the New Version of the Waste Water Ordinance of 17 June 2004. Berlin: BMU. Available at http://www.bmu.de/english/water_management/downloads/doc/3381.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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006. Special Report, Carbon Dioxide Capture and Storage. Geneva: IPCC. Available at http://www.ipcc.ch/

Irish Environmental Protection Agency (EPA). 1992. BATNEEC Guidance Note. Class 9.2. Crude Petroleum Handling and Storage. Dublin: Irish EPA. Available at http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/

Meyers, Robert. A. 1997. Handbook of Petroleum Refining Processes. New York, NY: McGraw-Hill Handbooks.

Italian Ministry of the Environment (Ministero dell'Ambiente). 1999. Servizio Inquinamento Atmosferico e Acustico e le Industrie a Rischio. Italian Refining Industry. Rome: Ministero dell'Ambiente.

University of California, 2005. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Petroleum Refineries. Available at available at: http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=3856&context=lbnl

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 40 CFR Part 60 Standard 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. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US EPA, 40 CFR Part 60 Standard of Performance for New Stationary Sources. Subpart J—Standards of Performance for Petroleum Refineries. Washington, DC: US EPA. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US EPA. 40 CFR Part 60 Standard of Performance for New Stationary Sources. Subpart QQQ—Standards of Performance for VOC Emissions From Petroleum Refinery Wastewater Systems. Washington, DC: US EPA. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US EPA. 40 CFR Part 63. Subpart CC—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Petroleum Refineries. Washington, DC: US EPA. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US EPA. 40 CFR Part 63. Subpart VV—National Emission Standards for Oil-Water Separators and Organic-Water Separators. Washington, DC: US EPA. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US EPA, 40 CFR Part 419. Petroleum Refining Point Source Category. Washington, DC: US EPA. Available at http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-I.info/

US National Fire Protection Association (NFPA). 2003. Code 30: Flammable and Combustible Liquids. Quincy, MA: NFPA. Available at http://www.nfpa.org/

World Refining Association. 1999. Efficient Operation of Refineries in Western and Central Europe. Improving Environmental Procedures and Energy Production. Vienna: Honeywell.

الملحق(أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

تغطي الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل تكرير البترول عمليات المعالجة التي تبدأ من النفط الخام وتنتهي بالمنتجات السائلة الجاهزة، وتشتمل على الغاز البترولي المسال، وبنزين السيارات، والكيروسين، وزيت الديزل، وزيت التدفئة، وزيت الوقود، والقار، والأسفلت، والكبريت، والمنتجات الوسيطة (مثل مخاليط البروبان / البروبلين، والنفتا البكر، ونواتج التقطير الوسيطة ونواتج التقطير الفراغي). ويتم إنتاج المنتجات النهائية بمزج عدد من المنتجات الوسيطة. ويشار إلى تلك المخاليط عادةً بعدة أسماء من بينها حوض الجازولين أو حوض زيت الديزل، أو حوض الغاز البترولي المسال، ويتعدد تركيبها حسب شكل عملية التكرير.

إن منشآت تكرير البترول عبارة عن أنظمة معقدة يتم تصميمها بشكل خاص حسب المنتجات المطلوبة وخصائص النفط الخاص الذي يغذيها. وقد تتراوح منشآت تكرير البترول من منشآت تكرير متوسطة التكامل ومنشآت تكرير كاملة التكامل (أو منشآت تكرير تحويل كلي)، ويتوقف ذلك على استخدام وحدات معالجة مختلفة.

ويتم تغذية منشأة التكرير بالنفط الخام وهو خليط من مركبات هيدروكربونية. [20] وهذه المركبات الهيدروكربونية عبارة عن خليط من ثلاث مجموعات كيماوية تشتمل على البرافين (العادي والأيزوبرافين)، والنفثينات، والمواد العطرية. وأكثر الفروق شيوعاً بين أنواع النفط الخام هي كونه "حلو" أو "حامض". وعادة ما تنخفض نسبة الكبريت والبرافين في النفط الخام الحلو. وأما النفط الخام الحامض فترتفع فيه نسبة الكبريت (أكثر من 0.5% من الوزن) ونسبة النفثينات. كما يصنف النفط الخام إلى خفيف ومتوسط وثقيل حسب محتواه من البرافين والنفثينات والمواد العطرية.

وحدات المعالجة

إزالة الملوحة

عملية إزالة الملوحة هي عملية لغسل النفط الخام بمياه عذبة عند درجات حرارة ومستويات ضغط مرتفعة لإذابة وفصل وإزالة الأملاح والمواد الصلبة. ويكون النفط الخام و/أو ناتج التقطير النفطي (الذي يشتهر باسم خام التغذية الزيتي) والمياه العذبة هي مدخلات وحدة إزالة الملوحة، وتكون مخرجاتها هي النفط الخام المغسول والمياه الملوثة.

وحدات التقطير الأولية

تشتمل هذه الوحدات على وحدة التقطير الجوي (التقطير أو وحدة تقطير الخام) تليها وحدة التقطير الفراغي (HVU). وتتم تغذية النفط الخام الذي تمت إزالة ملوحته إلى برج تقطير يعمل عند مستوى الضغط الجوي حيث يتم فصل المواد المتنوعة التي يتركب منها النفط الخام وفقاً لدرجة غليانها. ولا تتبخر أثقل المكونات التي يتم استعادتها من قاع وحدة تقطير الخام (بواقي التقطير الجوي) عند مستوى الضغط الجوي بالبرج، وتتطلب مزيدا من التجزئة في ظروف فراغية داخل برج التقطير الفراغي.

وحدة إنتاج القار

يتم تغذية وحدة إنتاج القار ببواقي التقطير الفراغي. وفي وحدة نفخ القار (BBU) يتم نفخ الهواء في القار الساخن، وهو ما يتسبب في تفاعلات طاردة للهيدروجين وتفاعلات بلمرة يخرج

[20] قد يشتمل خليط المواد الهيدروكربونية على تركيبات كيميائية مختلفة وأشكال مختلفة من البنية الجزيئية مع وجود بعض الشوائب. وترتبط معظم تلك الشوائب كالكبريت (غالباً ما يكون على شكل مركبات عضوية من قبيل المركابتانات والكبريتيدات) والنيتروجين والفاناديوم والنيكل ببنية المواد الهيدروكربونية. بينما توجد شوائب أخرى على شكل مواد غير عضوية مثل الرمل/الطمي، والمياه وأملاح الزنك والكروم والصوديوم القابلة للانحلال في المياه.

عنها منتج أكثر صلابة ولزوجة وله نقطة تليين أعلى ودرجة اختراق أقل. وبعد نفخ القار تتم إزالته من قاع وعاء الأكسدة وتبريده قبل إرساله إلى التخزين. ويتم عادةً تخزين القار في صهاريج ذات أسقف مخروطية معزولة ومبطنة بالنيتروجين يتم تسخينها وتزويدها بصمامات أمان. وقد يحتوي النيتروجين الذي يتم تصريفه إلى الجو على مركبات هيدروكربونية ومركبات كبريتية على شكل قطرات سائلة تحتوي على رذاذ.

عمليات استهلاك الهيدروجين

يتم استخدام المعالجة الهدرجية [21] وعمليات المعالجة بالهيدروجين لإزالة الشوائب مثل الكبريت والنيتروجين والأكسجين والهاليدات وبقايا شوائب معدنية قد تؤدي إلى إبطال مفعول محفزات المعادن النبيلة. وتساعد المعالجة الهدرجية على تحسين جودة الأجزاء المعالجة عن طريق تحويل الأولفينات والأولفينات الثنائية إلى برافين بهدف تقليل تكون الصمغ في الوقود. وتؤدي المعالجة بالهيدروجين إلى تكسير الجزيئات الثقيلة إلى منتجات أخف يمكن بيعها. وعادةً ما يتم إجراء هاتين العمليتين عكس وحدات المعالجة، [22] مثل وحدة الإصلاح التحفيزي ووحدة التكسير الهيدروجيني، التي قد يكون للكبريت والنيتروجين فيها آثار عكسية على عمل المحفز. ويتم استهلاك الهيدروجين بشكل كبير ويتطلب وجود مصنع هيدروجين في منشأة التكرير.

تعتمد وحدات أزمرة $C_5 – C_6$ على عمليات أزمرة هيكلية (مثل أنواع "الدورة الأحادية" أو "إعادة التدوير")، وتستخدم لتحويل جزئ خطي إلى جزئ متفرع بنفس تركيبة الخام. وعادة ما يتم تحويل البرافينات العادية ذات الوزن الجزيئي الضئيل (C_4-C_6) إلى أيزوبرافين ذات مؤشر أوكتان أعلى بكثير. وهناك ثلاثة أنواع مختلفة متميزة من المحفزات قيد الاستخدام في الوقت الحالي، وتشتمل على المحفزات التي تم تزويد نشاطها بالكلوريد، والزيوليت، ومحفزات زركونيوم المكبرتة.

وتوضع وحدة هدرجة الديين ووحدة التحويل الإيزوميري الهيدروجيني للبيوتيلين عكس الألكلة وتعتمد على عملية تحفيزية شديدة الانتقائية. وتقوم هذه العملية بهدرجة الاستيلينات والديين إلى نظائرها أحادية الأولفينات دون التأثير على المحتوى القيم من الأولفينات في وقود التغذية، أثناء تحويل البيوتين الخطي -1 إلى بيوتينات خطية -2 تؤدي عند الألكلة إلى مكونات جازولين عالية الأوكتان بدرجة تفوق تلك المشتقة من بيوتين -1.

وحدة المعالجة المسبقة والإصلاح التحفيزي

عادة ما تكون المواد الخام الأولية عبارة عن نفتا بكر ثقيلة (HVN) من وحدة تقطير النفط الخام، وقد تكون، إذا أمكن ذلك، عبارة عن نفتا ثقيلة تمت معالجتها هدرجياً من وحدة التكسير الهدرجي. ويتم تسخين النفتا التي يتم التغذية بها والممزوجة بتدفق غازي غني بالهيدروجين ثم تبخيرها وتغذيتها إلى مفاعل المعالجة الهدرجية (المعالجة المسبقة)، والذي يحتوي على محفز بطبقة ثابتة من الكوبالت والنيكل والموليبدنوم. وتتم إزالة هيدروكربونات C_5 السالبة التي

[21] يمكن تقسيم عملية المعالجة الهدرجية إلى عدد من فئات التفاعلات: المعالجة الهدرجية للنفتا (أو المعالجة المسبقة، عندما تكون عكس الإصلاح)، نزع الكبريت بالهيدروجين (بما في ذلك وحدة التقطير الوسيط بنزع الكبريت باستخدام الهيدروجين، والنزع التحفيزي الانتقائي للكبريت باستخدام الهيدروجين، والنزع العميق للكبريت من زيت الديزل باستخدام الهيدروجين)، والتكسير الهيدروجيني الانتقائي (أو إزالة الشمع)، ونزع النيتروجين باستخدام الهيدروجين، وتشبع الأولفينات وتشبع المواد العطرية، والمعالجة الهدرجية للبقايا.

[22] تعد وحدة التكسير الهيدروجيني من أكثر عمليات التكرير من حيث تعدد الاستخدامات، حيث توفر القدرة على تحويل أي جزء من زيوت الغازات الجوية إلى زيت متبقي (مفصول الزفت)، وإلى منتجات ذات وزن جزيئي أقل من تلك التي تم تغذيتها للوحدة. وتحدث تفاعلات التكسير الهيدروجيني تحت ضغط هيدروجيني جزئي مرتفع في مفاعلات التحفيز عند ضغط مرتفع جداً (35 إلى 200 بار) وعند درجات حرارة بين 280 و475 درجة مئوية. وللمحفز (كوبالت ونيكل وموليبدنوم) وظيفة ثنائية: الهدرجة والتكسير. وأكثر أنواع تقنيات التفاعلات شيوعاً من حيث التطبيق هي الطبقة الثابتة والطبقة المنتفخة. يتم تحديد نوع التقنية في المقام الأول حسب المحتوى المعدني في التغذية.

يحتوي عليها المنتج بعد فصل الهيدروجين من برج النزع. وتدخل النفتا الثقيلة الخالية من مركبات النيتروجين والكبريت والتي تترك مرحلة المعالجة الهدرجية إلى مرحلة الإصلاح التحفيزي ليتم ترقيتها من أجل الاستخدام كمادة ممزوجة ذات محتوى أوكتان مرتفع.

وهناك أربعة أنواع رئيسية للتفاعلات التي تحدث أثناء عملية الإصلاح: (1) إزالة الهيدروجين من النفتا لتتحول إلى مواد عطرية؛ (2) إزالة التحليق الهدرجي من البرافين ليتحول إلى مواد عطرية؛ (3) الأزمرة؛ و(4) التكسير الهيدروجيني. وهناك عدة عمليات للإصلاح التحفيزي قيد الاستخدام في الوقت الحالي ويمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات تشتمل على "المستمرة" التي تفيد من نقل مفاعلات الطبقة، و"الدائرة" و"شبه التجديدية" وكلاهما يفيد من استخدام مفاعلات الطبقة الثابتة.

وحدات التكسير التحفيزي

يعد التكسير التحفيزي إلى حد بعيد هو أوسع عمليات التحويل استخداماً لترقية الهيدروكربونات الثقيلة إلى هيدروكربونات ذات درجة غليان أقل وقيمة أعلى. ففي هذه العملية يتم الاستفادة من الحرارة والمحفز لتكسير جزيئات الهيدروكربونات الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأخف. وعلى عكس وحدة التكسير الهيدروجيني، لا يتم استخدام الهيدروجين وبالتالي تحدث نسبة بسيطة من إزالة الكبريت خلال هذه العملية. وتشتمل أشكال تصميم التكسير التحفيزي على مفاعلات الطبقة المتحركة، ومفاعلات الطبقة المميعة (مثل وحدة التكسير التحفيزي المميع [FCCU]، ووحدة التكسير التحفيزي للبقايا [RCCU])، والوحدات الأحادية. ويعد دفق تغذية وحدة التكسير التحفيزي المميع هو زيت الغاز الفراغي الثقيل الخالي من الكبريت والناتج عن التكسير الهيدروجيني. ويتم في وحدة التكسير التحفيزي للبقايا معالجة المواد الخام الأولية الأثقل، مثل بقايا التقطير الجوي.

في كلتا العمليتين، يحدث تلامس بين النفط والبخار وبين المحفز الساخن في "مفاعل الصاعد". وتحدث عملية التكسير في وجود محفز من نوع الزيوليت. وينفصل المحفز المميع وبخار الهيدروكربون المتفاعل بشكل ميكانيكي في نظام فصل دوامي وتتم إزالة أي نفط متبقي على المحفز بواسطة تغذية البخار إلى جزء النزع بالمفاعل. وتؤدي عمليات التكسير التحفيزي إلى إنتاج الكوك. ويتم ترسيبه على سطح المحفز، وهو ما يؤدي إلى اختزال النشاط والانتقائية. ويجب تجديد المحفزات بشكل مستمر، وذلك في الأساس عن طريق حرق الكوك من المحفز عند درجات حرارة مرتفعة في المجدد. ويتم فصل المنتجات بواسطة قطار تجزئة.

وحدات مصنع الغاز

يتم عادة معالجة الهيدروكربونات ذات درجة الغليان المنخفضة في مصنع فصل مشترك يعمل عند ضغط مرتفع. وتسمح مصانع الغاز بالاستعادة والفصل باستخدام تقطير هيدروكربونات C1 - C5 والمركبات الأعلى من غازات عدة تنبعث من منشأة التكرير. ويتألف مصنع الغاز من قطار تجزئة تنفصل فيه التدفقات التالية: جزء C1-C2؛ وجزء C3 (البروبان)؛ وجزء C4 (البيوتان)؛ والجازولين الخالي من البيوتان. وتعمل وحدات معالجة الأمين على إزالة كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل من كافة تدفقات المنتجات. وقبل الإرسال إلى أماكن التخزين المناسبة، تمر المنتجات السائلة عبر وحدات التحلية التي تقوم على الامتزاز الانتقائي في المناخل الجزيئية.

وحدات التأثير

تكون المواد الخام الأولية الداخلة إلى وحدات ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE) / وإيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE) هي تدفقات هيدروكربونات *C4* الآتية من وحدة التكسير التحفيزي المميع، والميثانول أو الإيثانول. ويتفاعل الأيزوبيوتلين مع الميثانول أو الإيثانول لينتج عنه بشكل مباشر ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE) أو إيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE) على التوالي. وقد تكون المفاعلات من النوع الكاظم للحرارة أو النوع الأنبوبي أو متحد مع برج تجزئة (ويشار عادة إلى هذا النوع من المفاعلات باسم مفاعل التقطير التحفيزي أو عمود المفاعل). والمحفز عبارة عن راتنج سلفوني. وأما المادة الخام الأولية الداخلة إلى وحدات إيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME) هي النفتا الخفيفة المكسرة، (تتألف من هيدروكربونات C_5، والبرافينات والأولفينات). ومع ذلك، فلا يتفاعل إلا الأيزوأملين النشط (2-ميثايل-بيوتين-1 و2-ميثايل-بيوتين-2) مع الميثانول لينتج عنه مباشرة إيثيل ثلاثي أميل الإيثير (TAME). ويتم استخدام مفاعلات من النوع الكاظم للحرارة، ويكون المحفز من نفس النوع المستخدم مع وحدات ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (MTBE) / وإيثيل ثلاثي بيوتيل الإيثير (ETBE).

وحدات الألكلة

الهدف من وحدة الألكلة هو إنتاج مكون خلط عالي الجودة للجازولين يعرف باسم المؤلكل. والألكلة هي تفاعل أولفينات C_3 وC_4 مع الأيزوبيوتان لتكوين أيزوبرافينات ذات وزن جزيئي أكبر ورقم أوكتان أعلى (ويفضل الأيزو أوكتان). تشتمل العملية على ظروف تفاعل تتم عند درجات حرارة منخفضة في وجود حامض قوي جداً (حامض الهيدروفلوريك أو حامض الكبريتيك غير المتبخر). وينتج عن تفاعل ألكلة حامض الهيدروفلوريك زيت حامض قابل للانحلال (عادة ما يشار إليه اختصاراً باسم ASO) ويتم بعد معادلته إحراقه في فرن بواسطة موقد مخصص لذلك. وينتج عن تفاعل ألكلة حامض الكبريتيك حمأة حامضية (حمض مستهلك)، يتم إحراقه لاستعادة حامض الكبريتيك (تجديد حامض الكبريتيك).

ويتم تغذية الحمأة الحامضية إلى فرن انحلال مع غاز الوقود، وعند وصول الحرارة إلى 1050 درجة مئوية يحدث انحلال حامض الكبريتيك إلى ثاني أكسيد الكبريت. ويتم تبريد الغاز الذي يخرج من الفرن حتى تصل درجة حرارته إلى 350* مئوية في غلاية تسخين النفايات، ثم يتم تبريده مرة أخرى وترشيحه. يتم تغذية الغاز والمياه المكثفة إلى نظام معالجة الغاز.

وحدة البلمرة

في وحدة عملية البلمرة، يتم تجميع جزيئات أولفينات C3 وC4 وتقليل وحداتها لإنتاج الجازولين البلمري كمكون خلط عالي الأوكتان. وتتشابه هذه العملية مع عملية الألكلة في عناصر التغذية والنواتج، ولكنها تستخدم غالباً كبديل أقل تكلفة من الألكلة. وتحدث التفاعلات عادة عند درجات ضغط مرتفعة في وجود محفز حامض الفوسفوريك الذي يتم امتزازه ليصبح سيليكات طبيعية.

وحدات التكويك

التكويك هو عبارة عن عملية تكسير حراري شديد ويستخدم في الأساس لتقليل إنتاج منشأة التكرير لزيوت الوقود المتبقية ذات القيمة المنخفضة وتحويلها إلى وقود للنقل مثل الجازولين وزيوت الغاز الخفيفة والثقيلة. وينتج كوك البترول عن عملية التكويك كجزء منها، وهو في الأصل كربون صلب، به كميات متفاوتة من الشوائب ويحتوي على نسبة 5% إلى 6% من الكربوهيدرات. ويوجد نوعان لعملية التكويك: عملية التكويك المعوق وعملية التكويك الانسيابي. وتتشابه عملية التكويك

المرن مع عملية التكويك الانسيابي، إلا أن بها قدرة على التحويل إلى غاز تناسب تحويل الكوك المميع إلى غاز من أجل إنتاج غاز الكوك.

وتحتوي الأبخرة الساخنة الناتجة عن أسطوانات الكوك على منتجات هيدروكربونية أخف، وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا، ويعاد إدخالها مرة أخرى إلى المجزئ لتتم معالجة هذه المنتجات الهيدروكربونية الأخف في نظام لمعالجة الغاز الحامض. وتعاد معالجة الهيدروكربونات المكثفة، حيث يعاد استخدام المياه لإطفاء أسطوانات الكوك أو قطعها.

وبالنسبة للكبريت الموجود بالكوك في أجهزة تحويل الكوك المرن إلى غاز فيتم تحويله إلى كبريتيد الهيدروجين في المقام الأول ثم إلى قدر بسيط من كبريتيد الكربونيل. ويتم تحويل النيتروجين الموجود بالكوك إلى أمونيا.

وحدة إزالة اللزوجة

تعد وحدة إزالة اللزوجة إحدى العمليات المعروفة للتكسير الحراري غير التحفيزي والتي يتم فيها تحويل بقايا التقطير الجوي أو الفراغي إلى غاز ونفتا، وقطارة وقطران. ويتم في هذه الوحدة استخدام الحرارة والضغط لتكسير جزيئات الهيدروكربونات الكبيرة لتصبح جزيئات أصغر وأخف وزناً.

ويجب أن يكون أهم عامل للسيطرة على شدة التكسير هو دائماً الاستقرار ودرجة اللزوجة لبقايا عملية إزالة اللزوجة، التي يتم تغذيتها إلى حوض زيت الوقود. بوجه عام، تؤدي الزيادة في درجة الحرارة أو وقت البقاء إلى زيادة في شدة التكسير. وتزيد شدة التكسير من إنتاج الجازولين، وفي نفس الوقت، ينتج عنها بقايا مكسرة (غاز وقود) أقل في درجة اللزوجة. ومع ذلك يؤدي التكسير المفرط إلى زيت وقد غير مستقر، يؤدي إلى تكون الحمأة والرواسب أثناء التخزين.

هناك نوعان من عمليات إزالة اللزوجة: التكسير بالأنابيب أو الفرن والتكسير بالتشريب الإنضاجي. ويتم تغذية إنتاج الغاز إلى وحدة معالجة الأمين لإزالة كبريتيد الهيدروجين.

وحدات إنتاج زيت التزليق

هي عبارة عن مجمع للزيت الأولي يتألف عادةً من برج تقطير فراغي، ووحدة نزع الأسفلت، ووحدة استخلاص المواد العطرية، ووحدة إزالة الشمع، ووحدة هدرجة اختيارية عالية الضغط ووحدة تشطيب هدرجي لتحسين اللون والاستقرار، ولمطابقة مواصفات المنتج وإزالة الشوائب. ويكون مجمع الزيت الأولي التقليدي كثيف العمالة، وذلك نتيجة لتشغيله بشكل جماعي، وتعدد درجات الزيت الأولي التي يتم إنتاجها بشكل طبيعي وعمليات المعالجة المكثفة ذات الصلة التي تتم على المنتجات.

وحدات معالجة الغاز واستعادة الكبريت

تتم إزالة الكبريت من عدد من تدفقات الغازات المنبعثة (غازات حامضة) في عمليات التكرير للتوافق مع حدود انبعاثات أكاسيد الكبريت (SO_X) ولاستعادة الكبريت الأولي القابل للبيع. تحتوي تدفقات الغازات المنبعثة من العمليات، أو الغازات الحامضة، الناتجة من وحدة التكويك، أو وحدة التكسير التحفيزي المميع، أو وحدات المعالجة الهدرجية أو وحدات المعالجة بالهيدروجين، على درجات تركيز عالية من كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل المختلط بغازات الوقود الخفيفة بمنشأة التكرير. وقبل استعادة الكبريت الأولي، تحتاج غازات الوقود (الميثان والإيثان في المقام الأول) إلى فصلها عن كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل. ويمكن تحقيق ذلك عادةً عن طريق إحلال كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل في مادة كيماوية مذيبة. وأكثر المذيبات شيوعاً من حيث الاستخدام هي الأمينات ثاني إيثانول الأمين (DEA). كما يتم

استخدام الامتزاز الجاف مثل المناخل الجزيئية والكربون المنشط والإسفنج الحديدي.

في عمليات الإذابة بالأمينات التي يتم إجراؤها في وحدات معالجة الغازات بالأمينات، يتم ضخ محلول ثاني إيثانول الأمين، أو مذيب أميني آخر إلى برج امتصاص حيث يحدث التلامس بالغازات ويحدث انحلال لكبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل في المحلول. وتتم إزالة غازات الوقود الخالية من كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل وإرسالها إلى شبكة غاز الوقود بمنشأة التكرير. ويتم تجديد محلول الأمين كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل عن طريق التسخين ونزع البخار لإزالة غاز كبريتيد الهيدروجين قبل إعادة تدويرها مرة أخرى إلى الماص. يتم إرسال كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل إلى وحدة كلاوس لاستعادة الكبريت. وتتألف الانبعاثات في الهواء الجوي الناتجة عن وحدات استعادة الكبريت من كبريتيد الهيدروجين وأكاسيد الكبريت (SO_X) وأكاسيد النيتروجين (NO_X) في غاز القسم الخلفي الناتج عن العملية، ذلك إلى جانب الانبعاثات المنفلتة.

وتتألف عملية كلاوس من احتراق جزئي لتدفقات الغاز المشبع بكبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل ثم تفاعل ثاني أكسيد الكبريت الناتج وكبريتيد الهيدروجين غير المحترق في وجود محفز البوكسيت لإنتاج الكبريت الأولي. يتم في وحدات كلاوس إزالة 90 بالمائة من كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل، ويتبعها عمليات أخرى لإكمال إزالة الكبريت (حتى 99.5 بالمائة).

وحدة نزع المياه الحامضة (SWSU)

ينتج عن العديد من وحدات العمليات مياه ملوثة بالكبريتيد والأمونيا، ويشار إليها عادة باسم المياه الحامضة. وتسمح وحدة نزع المياه الحامضة باستخدام تلك المياه بعد إزالة الكبريتيد والأمونيا منها. وهذه العملية من العمليات المعقدة لوجود مواد كيماوية أخرى، مثل الفينول والسيانيد.

مصنع الهيدروجين

عادةً ما تكون المادة المدخلة لتغذية مصنع الهيدروجين هي الميثان الذي يتم الحصول عليه من خلال وحدات المعالجة بمنشأة التكرير، أو غاز البترول المسال، أو غاز طبيعي خارجي بمنشأة التكرير حال توفره. وتتألف هذه الوحدة عادةً من وحدة إصلاح وتقوم بإنتاج خليط الهيدروجين - أول أكسيد الكربون، ويشار إليه باسم الغاز الصناعي والذي يعرف اختصاراً باسم (syngas). وبعد المرور بمرحلة للاستعادة الحرارية، يدخل الغاز الصناعي مفاعل الإزاحة التحويلية حيث يتفاعل أول أكسيد الكربون في وجود محفز حديدي أو نحاسي مع المياه لإنتاج مزيد من الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون. ويتم فصل الأخير في وحدة تجديد - امتصاص الأمين. ويقوم نظام تصريف مغلق بجمع واستعادة أي تصريف أو انسكاب للأمينات وبذلك يمنعها من التنظيف داخل وحدة معالجة المياه المستعملة.

وحدات المعالجة الكيماوية

تستخدم المعالجة الكيماوية للحصول على مواصفات معينة للمنتجات. وقد تم تصميم وحدات تحلية المستخلصات لتقليل محتوى المركابتانات في تدفقات الهيدروجين لتخفيف حدة الرائحة ولتقليل درجة الائتكالية. وتتم عمليات المعالجة هذه إما بالاستخلاص أو الأكسدة أو كليهما، وذلك حسب تدفق العمليات الخاضع للمعالجة. وتقوم عملية الاستخلاص بإزالة المركابتانات عن طريق الاستخلاص بمادة كاوية وينتج عن ذلك محتوى كبريتي ضئيل. وأما عملية التحلية فتؤدي إلى تحويل المركابتانات إلى ثنائي كبريتيد ذو رائحة أقل وقدرة ائتكالية أقل مع استمرار بقائه في المنتج. وكنتيجة لذلك، لا يحدث انخفاض في إجمالي محتوى الكبريت خلال عملية

التحلية وبالتالي لا يتم تطبيقها إلا مع التدفقات التي لا يمثل محتوى الكبريت أي مشكلة فيها.

تعد سوائل التنظيف الكاوية المستهلكة (المادة الكاوية المستهلكة) الناتجة عن وحدات الاستخلاص من أكثر تدفقات النفايات الناتجة عن منشآت تكرير البترول من حيث صعوبة التعامل معها. وذلك في الأساس نتيجة لوجود تركيز عالي جداً من الكبريتيد بها مما يجعلها غير صالحة للتصريف المباشر إلى وحدات معالجة المياه المستعملة. كما أن مستويات الكبريتيد المرتفعة ينتج عنها أيضاً رائحة ومشاكل تتعلق بالسلامة عند تصريفها في صورة غازية.

في وحدة الأكسدة الكاوية، يتم أكسدة الكبريتيد النشط الموجود بالسائل الكاوي المستهلك ليصبح ثيوسلفات وكبريتيت وكبريتات قابلة للذوبان. وعندئذ يصبح التدفق الذي تمت معالجته صالحاً للمعالجة البيولوجية في وحدة معالجة المياه المستعملة.

وحدات التحويل إلى غازات

تشتمل وحدات التحويل إلى غازات على تحويل الكوك إلى غاز وتحويل الهيدروكربونات إلى غاز (أكسدة جزئية)، وتطهير الهيدروجين (أي التنظيف الرطب، وأنظمة الأغشية، والفصل البارد وامتزاز الضغط-التردد. يحتوي الغاز الصناعي الناتج عن عملية تحويل الكوك إلى غاز على كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل، ويخضع الغاز للمعالجة بوحدة معالجة أمينية.

منشآت المزج

يعتبر المزج هو آخر عملية في تكرير البترول. وتتألف من خلط المنتجات بنسب متنوعة لمطابقة المواصفات التجارية. ويمكن تنفيذ المزج في صهاريج متحاذية أو صهاريج مزج مجمعة.

تشتمل الانبعاثات التي تخرج إلى الهواء نتيجة لعملية المزج على مركبات عضوية متطايرة منفلتة من صهاريج التخزين، والصمامات والمضخات وعملية الخلط.

المنشآت المساعدة

تتألف المنشآت المساعدة في منشآت تكرير البترول عادةً من وحدات معالجة المياه المستعملة، وأنظمة النفخ والإشعال، ووحدات استعادة البخار (مثل الأكسدة الحرارية، والامتصاص والامتزاز، والفصل الغشائي والتكثيف البارد)، وأنظمة الطاقة/الكهرباء (مثل الغلايات، والأفران، وتربينات الغاز).