

## إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية وتقطير قطران الفحم الحجري

### مقدمة

وتتضمن 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 المحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنية، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنية المحددة إلى الرأي المهني المتخصص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحيث 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 الملازمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومُفصل بشأن أية بدائل مُقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يُبين ذلك التبرير أن اختيار أي من مستويات الأداء البديلة يؤمن حماية صحة البشر والبيئة.

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (EHS) هي وثائق مرجعية فنية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (GIIP).<sup>1</sup> 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 تعتمد عليها 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 المعقدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنية. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

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

<sup>1</sup> هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والتنصر المتوقعة 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 المهنيون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوث المتاحة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنية.

## التطبيق

### 1.1 القضايا البيئية

تتضمن القضايا البيئية المرتبطة بتصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية المسائل التالية:

- الانبعاثات الهوائية
- النفايات السائلة
- إنتاج النفايات الصلبة
- كيفية التعامل مع المواد الخطرة
- الضوضاء
- الروائح
- إنهاء المشاريع

#### الانبعاثات الهوائية

ينتج عن عمليات تصنيع واستعمال الكيماويات غير العضوية والمنتجات الكيماوية عادة انبعاث ملوثات في الهواء بكميات كبيرة؛ بيد أن التقنيات الحالية تسمح بالعمل بطريقة الأنظمة المغلقة، ومن ثم تحد من انبعاث هذه الملوثات في البيئة حدًا كبيراً.

وتشمل مصادر انبعاث الملوثات من عمليات تصنيع الكيماويات غازات القسم الخلفي للعملية، والسخانات، والغلايات؛ والصمامات، والفلاتشات، والمضخات، وضواغط الهواء؛ وتخزين المواد الخام ونقلها، والمنتجات والمنتجات الوسيطة؛ ومناولة المياه المستعملة؛ وأنظمة ووسائل الإشعال؛ وفتحات التنفيس في الحالات الطارئة.

وتتفاوت الملوثات المنبعثة من عمليات تصنيع الكيماويات حسب العملية المحددة ومادة التغذية المرتبطة بها، ورغم ذلك، تشمل الملوثات الأكثر شيوعاً والتي يمكن أن تنبعث من مصادر محددة أو مصادر التسرب أثناء العمليات الروتينية:

تتضمن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل شبكات بيع المنتجات البترولية بالتجزئة معلومات ذات صلة بشبكات بيع المنتجات البترولية بالتجزئة والمخصصة تخصيصاً رئيسياً لبيع أنواع وقود السيارات المشتقة من البترول، بما فيها الغاز البترولي المسال والغاز الطبيعي المضغوط، والتي قد تقلل من الحاجة إلى خدمات إصلاح المركبات وغسلها. وتتيح الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل محطات النفط الخام والمنتجات البترولية الإرشادات المطبقة على عمليات تخزين وتوزيع الكميات الكبيرة من البترول أو المنتجات المرتبطة بالبترول. 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 بمرافق تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية وتقطير قطران الفحم الحجري، والتي تبرز أثناء مرحلة التشغيل، هذا فضلاً عن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل معها.

وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل مع الآثار على البيئة والصحة والسلامة الشائعة في غالبية المرافق الصناعية الكبرى خلال مرحلتي الإنشاء وإنهاء المشاريع واردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

الحراري)، وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ). وتتولد غازات الدفيئة من عملياتها وأيضاً أثناء إنتاج احتياجاتها الهائلة من الطاقة. ويجب اعتماد التدابير المعنية بزيادة كفاءة استخدام الطاقة وتركيب محارق أكاسيد النيتروجين ( $NO_x$ ) المنخفضة حيث إنها ستسهم في الحد من توليد ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ).

كما يجب بذل جهود تهدف إلى محاولة تعظيم كفاءة استخدام الطاقة وتصميم المرافق بحيث تستهلك أقل قدر ممكن من الطاقة. وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة التوصيات المتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة.

#### انبعاث الملوثات المنفلتة

يرتبط انبعاث الملوثات المنفلتة بالمواد المتسربة من المواسير، والصمامات، والتوصيلات، والفلاتشات، وحلقات منع التسرب (المطاطية عادة)، 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. ونظراً لوجود منتجات خطرة في مرافق تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية (الأمونيا ( $NH_3$ ) والكلورين)، يجب أخذ أساليب السيطرة على انبعاث الملوثات المنفلتة وأساليب منعها في الاعتبار وتنفيذها في مراحل تصميم هذه المرافق وتشغيلها وصيانتها. ويجب أن يستند اختيار القطع الملائمة من صمامات، وفلاتشات، ووصلات، وموانع تسرب، وحلقات منع التسرب المطاطية إلى قدرتها على الحد من تسرب الغازات وانبعاث الملوثات المنفلتة.

ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ )، وأكاسيد النيتروجين ( $NO_x$ )، وأكاسيد الكبريت ( $SO_x$ )، والأمونيا ( $NH_3$ )، والأحماض والضباب الحمضي، وغاز الكلورين، والغبار. وتتبعث المركبات العضوية الطيارة وسحب القطران من وحدات إنتاج أسود الكربون ومصانع تقطير قطران الفحم الحجري.

يمكن في الحالات المعتادة السيطرة على انبعاث الملوثات من الغازات في قطاع تصنيع الكيماويات بطريقتي الامتزاز والامتصاص. وتستخدم أنظمة عالية الكفاءة، مثل المرشحات الكيسية والمرسبات الإلكتروليتية، الخ، في السيطرة على الجسيمات المنبعثة في الهواء والتي عادة ما يقل قطرها الديناميكي الهوائي عن 10 ميكرون.

إن مرافق تصنيع الكيماويات تستهلك مقادير هائلة من الطاقة. وتعتبر انبعاثات غازات العادم الناتجة من احتراق الغاز أو أنواع الوقود الأخرى في التربينات، والغلايات، وضواغط الهواء، والمضخات، والمحركات الأخرى لأغراض توليد القدرة والحرارة - تعتبر هذه الانبعاثات مصدراً خطيراً وكبيراً لغاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) وأكاسيد النيتروجين ( $NO_x$ ). وتتيح الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة المبادئ التوجيهية حول كيفية التعامل مع الانبعاثات الناتجة عن مصادر الاحتراق الصغيرة التي لها قدرة تصل حتى 50 ميغاواط ساعة حرارية، بما في ذلك معايير الانبعاثات الهوائية المعنية بانبعاث غازات العادم. وأما المبادئ التوجيهية المتعلقة بانبعاثات مصادر توليد الطاقة الأكبر فتوردها الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الكهربائية الحرارية.

#### غازات الدفيئة (GHGs)

إن قطاع تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية من أكبر القطاعات التي تتبعث فيها غازات الدفيئة (الاحتباس

- والاشتعال (على سبيل المثال: رؤوس إشعال تتميز بالكفاءة، وأنظمة إشعال تجريبية موثوقة، والتقليل من نقل السوائل، والسيطرة على انبعاث الروائح والأدخنة المرئية، ووضع وسيلة الاشتعال (المشعل) على مسافة آمنة من المستقبلات البشرية والبيئية المحتملة)؛
- تقدير حجم الاشتعال ووضع أهداف اشتعال للمرافق الجديدة، وتسجل أحجام الغازات التي يتم إشعالها في كل أنشطة الاشتعال؛
- تحويل الغازات المنبعثة في الحالات الطارئة أو الأوضاع غير المؤاتية إلى نظام إشعال غازات يتسم بالكفاءة. ويمكن أن يكون التنفيس الطارئ مقبولاً في ظروف محددة لا يمكن فيها إشعال الغاز، وعلى أساس من تحليل المخاطر. ويجب توثيق عدم استخدام نظام إشعال الغازات بالكامل قبل التفكير في استخدام مرفق لتنفيس الغاز في الحالات الطارئة.

الانبعاثات الهوائية من العمليات الصناعية: تصنيع الأمونيا تتكون الملوثات الرئيسية المنبعثة في الهواء أثناء العمليات في مصانع الأمونيا من الهيدروجين ( $H_2$ )، وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ )، وأول أكسيد الكربون ( $CO$ )، والأمونيا ( $NH_3$ ). وتتولد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المركزة من أنشطة استخلاص ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) في هذه المرافق. ويمكن أن تحدث أيضاً انبعاثات من الأمونيا ( $NH_3$ ) المنفلتة (على سبيل المثال من صهاريج التخزين، والصمامات، والفلاتنشات، والأنابيب)، خاصة أثناء النقل أو التحويل. كما يمكن أن تحتوي الانبعاثات غير الروتينية المرتبطة بمشاكل العمليات أو الحوادث على الغاز الطبيعي، وأول أكسيد الكربون، والهيدروجين، وثاني أكسيد الكربون، والمركبات العضوية الطيارة (VOCs)، وأكاسيد النيتروجين، والأمونيا.

ويجب تجنب استخدام فتحات التنفيس المفتوحة في أسقف الصهاريج/ الخزانات بتركيب صمامات تنفيس الضغط. كما يجب تزويد أماكن التخزين ومحطات التنزيل بوحدات استرداد الأبخرة. ويمكن أن تعمل أنظمة معالجة الأبخرة بطرق مختلفة، كما تمتاز الكربون (تجميعه وتكثيفه على سطح سائل أو صلب)، والتبريد، وإعادة التدوير، والتجميع، والتحريك. وتتضمن الأمثلة على التدابير المعنية بالحد من توليد الملوثات المنفلتة:

- برامج الصيانة الصارمة، لاسيما في علب منع التسرب المركبة حول ساق الصمامات ومقاعد صمامات التنفيس، للحد من الانبعاثات العارضة أو منعها بالكلية؛
- انتقاء الصمامات، والفلاتنشات، والوصلات الملائمة؛
- التركيبات جيدة التصميم والإنشاء، والتشغيل، والصيانة؛
- تنفيذ البرامج المعنية بكشف التسربات والإصلاح؛
- تركيب وسائل رصد دائمة في جميع المناطق الحساسة.

#### التنفيس والاشتعال

إن التنفيس والاشتعال من تدابير السلامة الهامة المستخدمة في مرافق تصنيع المواد الكيماوية لضمان التخلص الآمن من الغازات أثناء بدء العمليات وإنهائها أو في الحالات الطارئة، أو في حالة إخفاق الطاقة أو المعدات، أو في الأوضاع غير المؤاتية الأخرى التي تحدث بالمصنع.

وتتضمن الطرق الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات الناتجة عن أنشطة التنفيس والاشتعال في الهواء والحد منها والسيطرة عليها ما يلي:

- استخدام أفضل الممارسات والتقنيات الجديدة للحد من انبعاث الملوثات والآثار المحتملة في أنشطة التنفيس

- أكسيد النيتروز (الأزوت) (N<sub>2</sub>O) وأكاسيد النيتروجين (NO<sub>x</sub>) الناتجة من محطات تصنيع حامض النيتريك، خاصة من انبعاث غازات القسم الخلفي للعملية<sup>3</sup> ;
  - ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) الناتج من الأكسدة غير الكاملة وثالث أكسيد الكبريت (SO<sub>3</sub>) الناتج من الامتصاص غير الكامل لحامض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ومن قطراته، وذلك في محطات تصنيع حامض الكبريتيك؛
  - الفلوريدات الغازية والغبار الناتجين من مصانع حامض الفوسفوريك / الهيدروفلوريك؛
  - غاز حامض الهيدروكلوريك، والكلورين، والمركبات العضوية المعالجة بالكلور والناتجة أساساً من الغازات المتسربة من نظام تنقية حامض الهيدروكلوريك في عمليات إنتاج هذا الحامض.
  - الفلورين، وحامض الهيدروفلوريك (HF) المحلول المائي (لفلوريد الهيدروجين)، ورابع فلوريد السيليكون (SiF<sub>4</sub>) والناتجة عن تفتيت صخور الفوسفات والغبار الناتج عن مناولة هذه الصخور في عمليات إنتاج حامض الهيدروفلوريك. وتتبعث الجسيمات أثناء مناولة وتجفيف الفلورسبار (حجر الفلور). وعادة ما تكون كمية ملوثات الفلورين المنبعثة بفتحات التنفيس النهائية المثبتة في مرافق إنتاج حامض الهيدروفلوريك ضئيلة جداً بعد إتباع طرق المعالجة المطلوبة.
- وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها ما يلي:
- استخدام طريقة المعالجة بغاز تطهير الأمونيا الاصطناعي لاسترداد الأمونيا والهيدروجين قبل إحراق الجزء المتبقي في وحدة إعادة التشكيل (التكسير) الأولى؛
  - زيادة فترة بقاء الغازات الثانوية المنبعثة في منطقة الحرارة المرتفعة؛
  - توصيل انبعاثات الأمونيا الصادرة عن صمامات التنفيس أو أجهزة التحكم بالضغط المركبة بالحاويات (الأوعية) أو الخزانات بوسيلة اشتعال أو جهاز غسل مائي؛
  - دمج مرافق إنتاج الأمونيا واليورينا للحد (بإعادة الاستخدام في مصنع اليورينا) من انبعاث ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات إنتاج الأمونيا<sup>2</sup>. ومن البدائل الصناعية الأخرى الدمج مع إنتاج الميثانول. وتجدر الإشارة إلى أنه في مرافق إنتاج الميثانول يتم إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي بواسطة وحدة إعادة التشكيل بالبخار تتبعها وحدة الميثانول. ولذلك، لا تتخلص هذه العملية من انبعاث ثاني أكسيد الكربون بسبب الطاقة المستخدمة في تشغيل وحدتي إنتاج الهيدروجين وتصنيع الميثانول.
- الانبعاثات الهوائية من العمليات الصناعية: تصنيع الأحماض  
تشمل الملوثات المنبعثة بسبب عمليات مصانع إنتاج الأحماض ما يلي:

<sup>3</sup> تصل أقل مستويات لأكاسيد النيتروجين المنبعثة حالياً من محطة أو مصنع حديث بدون إضافة وسائل الحد من التلوث ما بين 1000 و2000 جزئ بالمليون من حيث الحجم لعملية امتصاص المتوسط الضغط، و100 إلى 200 جزئ بالمليون من حيث الحجم لعملية امتصاص العالي الضغط. وأما بالنسبة للمصانع الحديثة فيمكن أن يكون مستوى انبعاث أكاسيد النيتروجين (NO<sub>x</sub>) في حالة التشغيل العادية (فيما عدا ثاني أكسيد النيتروجين 100 (NO<sub>2</sub>) جزئ بالمليون من حيث الحجم، وهو ما يعادل 0.65 كغم أكسيد نيتروجين (كثاني أكسيد النيتروجين) لكل طن من 100 في المائة حامض نيتريك منتج.

<sup>2</sup> يمكن استهلاك ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات إنتاج الأمونيا بالكامل تقريباً إذا ما تم تحويل الأمونيا المنتجة إلى يورينا (واحد طن أمونيا = 1.5 طن يورينا).

الفوسفات وأثناء تركيز حامض الفوسفوريك يجب إزالته أو استخلاصه بأنظمة الامتصاص؛

- السيطرة على انبعاث حامض الهيدروفلوريك بمعدات التكثيف، والغسيل، والامتصاص المستخدمة في عمليات استرداد وتنقية منتجات حامض الهيدروفلوريك وحامض سادس الفلوروسيليسك؛
- الحد من انبعاث حامض الهيدروفلوريك، بالمحافظة على ضغط سلبي خفيف في الفرن أثناء العمليات العادية؛
- تركيب أجهزة غسل بالمواد الكاوية لتخفيض مستويات الملوثات المنبعثة في غازات نواتج القسم الخلفي لعملية إنتاج حامض الهيدروفلوريك، كما يلزم؛
- السيطرة على انبعاث الغبار بالمرشحات الكيسية في صوامع الفلورسبار وأفران التجفيف. تجميع الغبار من مجاري الغازات التي تخرج من الفرن في عمليات إنتاج حامض الهيدروفلوريك وإعادة (الغبار) إلى الفرن لمزيد من عمليات المعالجة؛
- السيطرة على انبعاث الغبار من عمليات مناولة وتخزين الفلورسبار باستخدام أغطية مرنة وإضافات الكيماويات؛
- السيطرة على انبعاث الغبار من صخر الفوسفات أثناء النقل، والمناولة، والتخزين، باستخدام الأنظمة المغلقة والمرشحات الكيسية.

*الانبعاثات الهوائية من العمليات الصناعية: مصانع إنتاج المركبات القاعدية/ الكلورين*

إن العمليات الرئيسية المستخدمة في إنتاج المركبات القاعدية/ الكلورين هي عمليات كهرة (التحليل الكهربائي) خلايا الزئبق، والأغشية (الحاجزة/ المنفذة). وتعتبر أهم الانبعاثات الناتجة من كل هذه العمليات الثلاث هي انبعاث غاز الكلورين إما بالانفلات أو الانبعاث من مصدر محدد. وعادة ما ترتبط مصادر انبعاث الكلورين المحتملة والهامة بوحدة الإتلاف

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها ما يلي:

- يجب تجهيز المصنع بمكثفات أولية لإزالة بخار الماء والضباب الناتج عن حامض الكبريتيك، وكذلك بالمكثفات، وأجهزة الغسل (الامتصاص) بالأحماض، وأجهزة الغسل بالماء والتي تقلل من انبعاث حامض الهيدروفلوريك، ورابع فلوريد السيليكون، وثنائي أكسيد الكبريت، وثنائي أكسيد الكربون المنبعثة من غازات القسم الخلفي للعملية؛
- استخدام عمليات الامتزاز بالضغط العالي لإنتاج حامض النيتريك، وذلك لخفض تركيز أكاسيد النيتروجين ( $NO_x$ ) في غازات القسم الخلفي للعملية؛
- معالجة الغازات الثانوية المنبعثة في مصانع إنتاج حامض النيتريك باستخدام طريقة إزالة أكاسيد النيتروجين بالتحفيز؛
- دراسة استخدام عملية الامتصاص المزدوج في مصانع إنتاج حامض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ). ويجب على المصانع التي تستخدم عملية امتصاص أحادية دراسة تنفيذ ما يلي:
  - استخدام السيزيوم كمادة محفزة في قاع الوعاء الأخير
  - تخفيض نسبة ثاني أكسيد الكبريت بغسله (امتصاصه) بمركب تعادل
  - تخفيض نسبة ثاني أكسيد الكبريت ببيروكسيد الهيدروجين
- السيطرة على انبعاث الغبار من غازات مداخل أجهزة التجفيف الحرارية المباشرة، و/ أو من الغازات الناقلة بالهواء المضغوط باستخدام الحلزونات والمرشحات؛
- استرداد الفلورين كحامض الفلوسيليسك؛ ويجب استخدام محلول مخفف من حامض الفلوسيليسك كسائل الامتصاص. فالفلورين المتحرر أثناء تقطير صخر

- المنتج للكلورين حيث تتم معالجة الانبعاثات الناتجة عن الغازات التي تتسم بأنها غير قابلة للتكثف ومتبقية من عملية التسييل (الهيدورجين، والأكسجين، والنيتروجين، وثاني أكسيد الكربون) ومتضمنة لمحتوى كلورين من 1 إلى 8 في المائة من غاز الكلورين الخام المنتج. أما انبعاث الملوثات الأخرى من مصانع إنتاج المركبات القاعدية / الكلورين فترتبط بعملية تنقية المحاليل الملحية. وتشمل الملوثات المنبعثة في الهواء من جراء استخدام تكنولوجيا خلايا الزئبق أبخرة الزئبق المنبعثة كملوثات منفلة من الخلايا (على سبيل المثال: غاز هوائيات غرف الخلايا).
- تتكون الملوثات الرئيسية المنبعثة في الهواء من عمليات تصنيع كربونات الصوديوم (رماد الصودا) من ثاني أكسيد الكربون والجسيمات والنااتجين من العمليات الصناعية المستخدم فيها أجهزة تكليس الخام (تحويله بالحرارة)، ومبردات ومجففات كربونات الصوديوم، وتفنييت الخام، والتصفية/ التنقية، وعمليات النقل، وعمليات مناولة المنتج وشحنه. ويحدث انبعاث الملوثات من نواتج عملية الاحتراق، كأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، بسبب استخدام وحدات التسخين بالإحراق المباشر المستخدمة في العمليات الصناعية مثل أفران تكليس الخام ومجففات كربونات الصوديوم. ولربما انبعث غاز الأمونيا أيضاً. وتنتج أكاسيد النيتروجين بكميات صغيرة داخل الفرن بسبب أكسدة النيتروجين الموجود في الهواء المستخدم في عملية الاحتراق، كما تُنتج أكاسيد الكبريت بأكسدة المركبات المحتوية على الكبريت في الحجر الجيري.
- وتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها ما يلي:
- عدم الاستمرار في استخدام عمليات الإنتاج بخلايا الزئبق والغشاء الحاجز، حيثما أمكن، واعتماد عملية الإنتاج بخلايا الغشاء المنفذ الجديدة. ومن الطرق البديلة لذلك استخدام مواد محسنة لأجزاء الخلايا (على سبيل المثال: أنودات ثابتة الأبعاد (DSA®)، غشاء حاجز معدل)، كما يلزم؛
- إعداد توازنات الكتل الزئبقية بما يغطي الاستخدام الكلي للزئبق؛
- رفع كفاءة العملية إلى الحد الأمثل للمحافظة على الخلايا أقرب ما يكون إلى بعضها البعض؛
- تركيب وحدات تقطير الزئبق لغرض استرداده؛
- التأكد من إحكام غلق الصناديق النهائية لخلايا الزئبق وصناديق المادة الكاوية، ومن ثم منع التسربات المنفلتة؛
- تصميم وحدة امتصاص الكلورين بقدرة معالجة كافية لامتصاص كامل الكمية المنتجة في حجيرة الخلية ومنع انبعاث غاز الكلورين في حالة حدوث خلل في العملية إلى أن يتمكن المسؤولون من إغلاق المصنع. كما يجب تصميم وحدة الامتصاص بما يقلل من محتوى الكلورين في الغاز المنبعث إلى أقل من 5 ملليغرام/م<sup>3</sup> في أسوأ الحالات؛
- توجيه جميع مجاري نفايات الغاز التي تحتوي على الكلورين إلى وحدة امتصاص الكلورين، والتأكد من أن النظام محكم غير منفذ للغاز؛
- تركيب أجهزة/ مواد كشف غاز الكلورين في المناطق التي بها مخاطر محتملة لتسرب الكلورين، مما يسمح بالكشف الفوري للتسرب.
- استخدام عمليات تسييل وتطهير الكلورين الخالية من رابع كلوريد الكربون. ويجب تجنب وعدم الاستمرار في استخدام رابع كلوريد الكربون (CCl<sub>4</sub>) لإزالة أو

- استخدام مادة التغذية الأولية بمحتوى كبريت في نطاق 0.5 - 1.5 في المائة؛<sup>4</sup>
  - التسخين الأولي لهواء العملية في المبادلات الحرارية باستخدام الغازات الساخنة (المحملة بأسود الكربون) التي تخرج من مفاعل فرن إنتاج أسود الكربون؛
  - تركيب مرشحات كيميائية عالية الأداء وصيانتها لضمان كفاءة عالية لعملية تجميع أسود الكربون والحد من فاقد المنتج في بقايا أسود الكربون في غاز القسم الخلفي العملية الذي يتم ترشيحه؛
  - الاستفادة من محتوى الطاقة الموجود بغاز القسم الخلفي للعملية (بحرقه واستخدام الطاقة المنتجة)؛
  - يجب تطبيق أساليب الحد من أكاسيد النيتروجين لخفض محتواها في الغاز المنصرف (غاز المدخنة) الذي ينشأ عن احتراق غاز القسم الخلفي للعملية في أنظمة توليد الطاقة<sup>5</sup>؛
  - تركيب مرشحات نسيجية لغرض نظام نقل الهواء، ونظام تجميع من خلال فتحات التنفيس، وغاز تطهير المجففات<sup>6</sup>؛
  - إخراج غاز القسم الخلفي للعملية غير المحترق من خلال فتحات التنفيس في الحالات الطارئة فقط، وفي وقت بدء التشغيل وإيقافه، وفي أوقات تغيير الدرجة.
- <sup>4</sup> إن بالإمكان تحقيق مستويات انبعاث ملوثات محددة من 10 إلى 50 كغم من أكاسيد الكبريت (كثاني أكسيد الكبريت) لكل طن أسود كربون منتج بدرجة المطاط.
- <sup>5</sup> إن مستويات انبعاث الملوثات من المصانع والتي ترتبط بأفضل الأساليب الفنية المتاحة أقل من 0.6 غرام أكاسيد نيتروجين (NOX) / م<sup>3</sup> عادي كمتوسط في الساعة عند 3 في المائة أكسجين (O<sub>2</sub>) أثناء عمليات الإنتاج العادية.
- <sup>6</sup> بالنسبة لنظام نقل الهواء المنخفض الحرارة ونظام التجميع من خلال فتحات التنفيس، تعتبر مستويات انبعاث الملوثات المرتبطة هي 10 - 30 ملليغرام/م<sup>3</sup> عادي كمتوسط كل نصف ساعة. وأما بالنسبة لمرشح تطهير المجففات، فإن مستويات انبعاث الملوثات المرتبطة هي من أقل من 20 إلى 30 ملغم/م<sup>3</sup> عادي كمتوسط كل نصف ساعة.

- استخلاص ثالث كلوريد النيتروجين (NCl<sub>3</sub>) ولامتصاص غاز القسم الخلفي؛
- السيطرة على انبعاث الجسيمات من عمليات مناولة المنتج في مرافق كربونات الصوديوم إما باستخدام أجهزة الغسيل الفنتورية أو علب المرشحات الكيسية، والمرسبات الإلكتروليتية، و/ أو الحلزونات، وطريقة إعادة تدوير الجسيمات المتجمعة.

#### الانبعاثات الهوائية من العمليات الصناعية: تصنيع أسود الكربون

- إن من أهم المصادر المحتملة للانبعاثات الهوائية لهو غاز القسم الخلفي للعملية الذي ينبعث من المفاعل بعد فصل أسود الكربون، وهو غاز مولد لحرارة منخفضة ويحتوي على رطوبة عالية بسبب بخار ماء الإخماد ("التسقية"). ويمكن أن يتفاوت تكوين غازات القسم الخلفي للعملية تفاوتاً كبيراً وفقاً لدرجة أسود الكربون المنتج ومادة التغذية المستخدمة. فهذا الغاز قد يحتوي على هيدروجين أو أول أكسيد الكربون، أو ثاني أكسيد الكربون، ومركبات كبريتية مختزلة (كبريتيد الهيدروجين، وثاني كبريتيد الكربون، وكبريتيد الكربونيل)، وثاني أكسيد الكبريت، ومركبات النيتروجين (النيتروجين، وأكاسيد النيتروجين، وسيانيد الهيدروجين، والأمونيا)، وكذلك المركبات العضوية الطيارة مثل الإيثين والأسيتيلين، وجسيمات أسود الكربون التي لم تلتقطها المرشحات الكيسية في عملية فصل المنتج.

- وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها ما يلي:

### النفائيات السائلة

تشمل النفائيات السائلة مياه العمليات ومياه التبريد، ومياه العواصف، والمواد المحددة التي يتم تصريفها (على سبيل المثال: الاختبار المائي والتنظيف، خاصة أثناء بدء تشغيل المرفق وفترة الإعداد للدورة التالية).<sup>8</sup> يمكن أن تشمل أنشطة تصريف المياه المستخدمة في العمليات في مرافق تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية مياه الغسل بالأحماض الناتجة عن أنشطة التنظيف والتطهير المُجدولة، والتي هي جزء من التشغيل اليومي. وقد تتضمن المصادر المحتملة الأخرى للنفائيات السائلة أجهزة الغسيل بالموائع (السوائل والغازات)، إذا تم استخدامها كأنظمة تحكم في الانبعاثات الهوائية. وكذلك، قد تنتج النفائيات السائلة عن الانبعاثات العارضة والتسربات المتأتية من صهاريج تخزين المنتج كالأمونيا المبردة أو الأحماض المخزنة. كما تشمل مصادر الانبعاثات السائلة للأحماض والمواد الكاوية الناتجة عن تحضير مياه تغذية الغلايات في الأنظمة المختلفة التي تستخدم بخار الماء. وتعالج الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة كيفية التعامل مع مياه التبريد ومياه العواصف.

نورد فيما يلي شرحاً للنفائيات السائلة وتدابير السيطرة المحددة لأنواع مختلفة من مرافق تصنيع المواد الكيماوية.

#### النفائيات السائلة: تصنيع الأمونيا

قد تحدث عمليات التصريف أثناء التشغيل العادي للمرفق بسبب نواتج التكثف الناتجة في العمليات أو بسبب غسل الغازات المستعملة التي تحتوي على الأمونيا والمنتجات الأخرى. وربما أثرت عمليات إزالة السناج ("الهباب") والرماد

### الانبعاثات الهوائية من العمليات الصناعية: تقطير قطران الفحم الحجري

تنبعث الملوثات من عمليات تقطير قطران الفحم الحجري في ظروف التشغيل العادية، غير أن الملوثات الرئيسية المنبعثة من هذه العمليات والتي توجب اتخاذ تدابير السيطرة هي التي تتمثل في سُحب القطران، والروائح، والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAH)، والجسيمات، والتي قد تنشأ من عمليات مرفق التصنيع بما فيها توصيل القطران، وتخزينه، وتسخينه، وخلطه، وتبريده.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها ما يلي:

- استخدام مضخات مستندة إلى الأرض وكذا الأساليب الأخرى التي تعمل على رفع كفاءة عملية توصيل القطران إلى حدها الأمثل بغية الحد من انبعاث ملوثات سُحب القطران ورائحته؛
- وضع صهاريج التخزين في اتجاه الرياح من (أي بعد) موقع المستقبلات القريبة المحتملة<sup>7</sup>، والتحكم في درجة حرارة المواد المخزنة، وتنفيذ إجراءات المناولة الحريصة لمنع انبعاث الروائح الكريهة؛
- تنفيذ طرق الوقاية من الإفراط في تعبئة صهاريج تخزين الكميات الكبيرة، مثل أجهزة الإنذار العالية أو مؤشرات الحجم؛
- استخدام وسائل تهوية (هوايات) غازات عادم محلية بما يكفي لتجميع ومعالجة المركبات العضوية الطيارة المنبعثة من صهاريج/ خزانات المزج ومعدات التجهيز الأخرى.

<sup>7</sup> يتضاعف معدل انبعاث السُحب (الأبخرة/ الأدخنة) لكل ارتفاع في درجات الحرارة مقدار 11 درجة مئوية تقريباً.

<sup>8</sup> تقتصر فترات إعداد المرفق لدورة تالية عادة على فترة واحدة كل ثلاثة أو أربعة أعوام ولا تستمر سوى بضعة أسابيع.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع النفايات السائلة الناتجة من مرافق تصنيع الأحماض والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- استخدام مفاعلات ومبخرات حلقيه مغلقة لمنع إنتاج مياه مستعملة في العملية؛
- إعادة تدوير المياه المستخدمة في نقل "جبس" الفوسفات لردّها في العملية بعد الترسيب؛
- معالجة النفايات السائلة الناتجة من أجهز الغسيل بالموائع بالجير أو الحجر الجيري أو استخدام مياه البحر كسائل غسيل لترسيب الفلورين على شكل فلوريد الكالسيوم؛
- تركيب جهاز فصل لإزالة قطيرات حامض الفوسفوريك من مبردات الشفط (خلخلة الهواء) الوضوية وانبعثات مبخرات الشفط أيضاً قبل الغسل بالمائع، وذلك للحد من تلوث النفايات السائلة الناتجة من أجهزة الغسل بالموائع بخامس أكسيد الفوسفور ( $P_2O_5$ )؛
- استرداد حامض الفلوروسيليسيك ( $H_2SiF_6$ ) من عملية معالجة غازات القسم الخفي للعملية الناتجة من وحدات الهيدروفلوريك للاستخدام كمادة تغذية أو لتصنيع الفلوريدات أو فلوريدات السيليكون. كما يمكن مزج حامض الفلوروسيليسيك ( $H_2SiF_6$ ) كيميائياً لإنتاج فلوريد الكالسيوم ( $CaF_2$ ) والسيليكيا.

#### النفايات السائلة: مصانع إنتاج المركبات القاعدية / الكلورين

إن المحاليل الملحية هي أحد المجاري الرئيسية لتصريف النفايات في قطاع تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين. ويمكن أن يُستخدم المحلول الملحي المعاد تدويره والذي يحتاج إلى إزالة الكلور منه في خلايا الغشاء المنفذ. ومن الأمور المرتبطة تحديداً بتكنولوجيا استخدام الأغشية المنفذة الأهمية البالغة المنوطة بتنقية المحاليل الملحية من أجل إطالة العمر الافتراضي لهذه الأغشية ورفع كفاءتها. والمكونات الرئيسية

الناتجين عن الأكسدة الجزئية على المياه التي يتم تصريفها، إذا لم تُعالج معالجة سليمة.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع النفايات السائلة الناتجة من مرافق تصنيع الأمونيا والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- استرداد الأمونيا الممتصة من غازات التطهير والغازات الوضوية في نظام حلقي (تكراري) مغلق فلا تتسبب في انبعاث الأمونيا في الماء؛
- استرداد السناج من عملية التحويل إلى غاز في عمليات الأكسدة الجزئية وإعادة تدوير المادة المستردة في عملية التصنيع.

#### النفايات السائلة: تصنيع الأحماض

يمكن أن تتلوث النفايات السائلة الناتجة من مرافق تصنيع حامض النيتريك بمركبات النيتروجين. وتتفاوت النفايات السائلة الناتجة من مرافق تصنيع حامض الهيدروكلوريك تبعاً لعمليات التصنيع بدءاً من وجود آثار لهذا الحامض عند تفاعل الهيدروجين مع الكلور إلى الأملاح المعدنية (كبريتات الصوديوم) عند إنتاج الحامض بتفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض الكبريتيك.

تتكون أهم السوائل المنبعثة من مرافق تصنيع حامض

الفلوروسوريك من النفايات السائلة الناتجة من مكثفات المبردات التي تعمل بخلخلة الهواء وأنظمة غسل (امتصاص) الغازات المستخدمة في عمليات تكثيف وتنظيف الأبخرة التي تنتج في المراحل المختلفة للعملية. وتحتوي هذه الأبخرة الحامضية المتكثفة أهم ما تحتوي على الفلورين ومقادير صغيرة من حامض الفوسفوريك. ويمكن استرداد الفلورين المنطلق من المفاعل والمبخرات كمنتج ثانوي تجاري (حامض فلوروسيليسيك 20-25 في المائة).

- الحد من استهلاك وتصريف حامض الكبريتيك من خلال إعادة التركيز في الموقع في مبخرات حلقيّة (تكرارية) مغلقة. ويجب استخدام الحامض المستهلك في التحكم في درجة حموضة العملية ومجري المياه المستعملة؛ وكذلك بيعه إلى مستخدم يقبل الحامض بهذا نوعية؛ أو إعادته إلى شركة لتصنيع حامض الكبريتيك من أجل إعادة تركيزه؛
  - استخدام طريقة الاختزال بمحفز في الوعاء الثابت، أو الاختزال الكيميائي، أو طريقة أخرى لها نفس الفعالية للحد من تصريف المؤكسدات الحرة؛<sup>11</sup>
  - اعتماد عمليات تسييل وتنقية الكلورين الخالية من رابع كلوريد الكربون؛
  - استخدام الأوضاع الحمضية في الأنوليت (درجة حموضة 1-2) للتقليل من تكوين الكلورات (ClO3) والبرومات (BrO3)، وكذلك استخدام طريقة إتلاف الكلورات في دائرة المحلول الملحي لإزالة الكلورات قبل التطهير/ التنقية في المصانع التي تستخدم تكنولوجيا الأغشية المنفذة.<sup>12</sup>
- النفائيات السائلة: أسود الكربون/ تقطير قطران الفحم الحجري
- إن النفائيات السائلة الناتجة من المياه المستعملة قليلة الأهمية نسبياً في صناعة أسود الكربون وفي وحدات تقطير قطران الفحم الحجري.
- يمكن تحقيق مستوى يصل إلى عدم التصريف في المياه نهائياً في بعض مرافق تصنيع أسود الكربون. ولكن، على أية حال،

في نفائيات تنقية المحاليل الملحية هي الكبريتات (ملح حمض الكبريتيك)، والكلوريد، والمؤكسدات الحرة، والكلورات (ملح حمض الكلوريك)، والبرومات (ملح حمض البروميك)، ورابع كلوريد الكربون.

إن المصادر الرئيسية للنفائيات السائلة الناتجة عن عملية تصنيع كربونات الصوديوم هي عادة المياه المستعملة التي تنتج من عمليات التقطير وتنقية المحاليل الملحية والتبريد<sup>9</sup>. وتتميز هذه النفائيات السائلة بوجود نسب عالية من المواد الصلبة (الجوامد) المعلقة. ولعل القضية الهامة الأخرى هي التصريف الممكن للمعادن الثقيلة الموجودة في المواد الخام الرئيسية<sup>10</sup>.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع النفائيات السائلة الناتجة من مرافق تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- تنقية المحاليل الملحية بتعديل درجة تركيز الحموضة، والترسيب، والتليد (دمج العوالق)، والترشيح للمحافظة على الشوائب عند مستويات مقبولة. ويختلف استهلاك الكيماويات المستخدمة في تنقية المحاليل الملحية من مصنع لآخر حسب الشوائب التي يحتوي عليها المحلول؛
- إعادة تدوير المحلول الملحي في التكنولوجيا المستخدمة فيها الأغشية المنفذة، حيث يتم إزالة الشوائب بوحدات راتنج التبادل الأيوني. وتتطلب عملية إعادة إنتاج الراتنجات استخدام الصودا الكاوية وغسيل الأحماض؛

<sup>9</sup> إن كميات المواد الصلبة المعلقة التي يتم تصريفها مع المياه المستعملة لها أهميتها عامة، وهي تتراوح ما بين 90 إلى 700 كغم/طن كربونات صوديوم، وتقدر قيمتها في المتوسط بحوالي 240 كغم/طن كربونات صوديوم.

<sup>10</sup> يمكن أن تصل الكمية في مصنع لكربونات الصوديوم بقدرة 600 كيلوطن في السنة تقريباً إلى 10 طن/ سنة.

<sup>11</sup> إن مستوى انبعاث المؤكسدات الحرة في المياه والمرتبطة بتنفيذ أفضل الأساليب الفنية المتاحة هو أقل من 10 ملليغرام/لتر.

<sup>12</sup> إن مستوى الكلورات المرتبطة بتنفيذ أفضل الأساليب الفنية المتاحة في دائرة المحلول الملحي هو 1-5 غرام/ لتر، ومستوى البرومات المرتبطة هو 2-10 ملليغرام/ لتر ويعتمد على مستوى البروميد في الملح.

ويجب تجنب التخلص من مياه الاختبار الهيدروستاتيكي في المياه الساحلية الضحلة.

#### النفائيات

إن مرافق تصنيع الكيماويات التي تدار إدارة جيدة لا يجب أن تنتج كميات كبيرة من النفائيات الصلبة أثناء عمليات التشغيل العادي. وتشمل النفائيات التي تُنتج عادة الزيوت المستعملة، والمحفزات المستهلكة، والرواسب المتبقية في وحدات معالجة المياه المستعملة، والغبار المتجمع في المرشحات الكيسية ورماد القاع بالغاليات، والطين والخبث بوحدات الترشيح، الخ. وتشمل الاستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع المحفزات المستهلكة ما يلي:

- التعامل السليم بالموقع، ويشمل تغطية المحفزات تلقائية الاشتعال (في الهواء) المستهلكة في الماء أثناء التخزين والنقل المؤقت حتى تصل إلى نقطة المعالجة النهائية، وذلك لتجنب التفاعلات المطلقة للحرارة غير المتحكم فيها؛
- التعامل خارج الموقع من خلال شركات متخصصة تستطيع استرداد وإعادة تدوير المعادن الثقيلة (أو المعادن الثمينة من المحفزات التي تستخدم في مصانع إنتاج حامض النيتريك)، كلما أمكن.

يجب أن يتم تخزين ومناولة النفائيات الخطرة وغير الخطرة بطريقة متسقة مع الممارسات الجيدة بشأن البيئة والصحة والسلامة المعنية بكيفية التعامل مع النفائيات، كما تبينه الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

يتطلب إنتاج بعض درجات أسود المطاط وكافة درجات أسود الكربون الخاصة بمياه إخماد ("تسقية") نظيفة. ولذا يجب ترشيح المواد الصلبة المعقدة (أسود الكربون بصفة رئيسية) قبل التصريف (أو إعادة الاستخدام) إلى مستويات أقل من 20 ملليغرام/ لتر. وبعد الترشيح، يمكن إعادة استخدام مجاري العملية.

يجب رصد تركيزات كل من المواد الصلبة المعقدة، والمواد التي تمثل حاجة حيوية كيميائية للأكسجين، والكربوهيدرات العطرية متعددة الحلقات في النفائيات السائلة الناتجة من وحدات تقطير قطران الفحم الحجري.

#### مياه الاختبار الهيدروستاتيكي

تحتاج عادة عملية الاختبار الهيدروستاتيكي (المائي) للمعدات وخطوط الأنابيب كميات كبيرة من الماء (على سبيل المثال: قد تكون لصهاريج الأمونيا (NH<sub>3</sub>) ساعات تزيد على 20-30 ألف م<sup>3</sup>) وكثيراً ما يتم وضع إضافات كيميائية (عادة مانع للتآكل، ومزيل للأكسجين، وصبغة) في الماء لمنع التآكل الداخلي.

ويجب أخذ تدابير منع التلوث والسيطرة عليه في الاعتبار عند التعامل مع مياه الاختبار الهيدروستاتيكي، ومنها: رفع كفاءة استهلاك المياه والجرعة المثلى إلى الحد الأمثل، والاختيار الدقيق للكيماويات المطلوبة.

إذا كان صرف مياه الاختبار الهيدروستاتيكي في البحر أو في المياه السطحية هو البديل الوحيد الجدوى فيجب إعداد خطة للتخلص من مياه الاختبار الهيدروستاتيكي تتضمن في حدها الأدنى خصائص معدل صرف نقطة/ نقاط التصريف، والاستخدام والانتشار الكيميائي، والمخاطر البيئية، وأنشطة الرصد المطلوبة.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع أو التقليل من إنتاج النفايات الصلبة وللتعامل مع النفايات الصلبة التي تخلفها مرافق تصنيع الأحماض:

- التخلص من جيبس الفوسفات في مرافق قائمة على اليابسة ومصممة لمنع نفاذه إلى المياه الجوفية أو المياه السطحية. ويجب بذل كل الجهود من أجل الحد من أثر عملية التخلص من جيبس الفوسفات وإمكانية تحسين نوعية الجيبس، لإعادة استخدامه؛ علماً بأن أي تخلص أو صرف في البحر يعتبر أمراً غير مقبول؛
- تكرير كبريتات الكالسيوم اللامائية المنتجة ضمن عملية إنتاج حامض الهيدروفلوريك وبيعها للاستخدام في منتجات أخرى (على سبيل المثال: الأسمنت)، إن أمكن.

#### النفايات - مصانع إنتاج المركبات القاعدية / الكلورين

تعتبر رواسب المحاليل الملحية أحد أكبر مجاري النفايات في قطاع تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين. وتعتمد نوعية رواسب ترشيح المحاليل الملحية اعتماداً رئيسياً على خواص الملح المورد، والمستخدم في تنقية المحاليل الملحية. وتتم إزالة الأملاح المترسبة من المحلول الملحي بالتصفيق (الإفراغ بدون الرواسب) / الترويق والترشيح. ويمكن إزالة الرواسب من وقت لآخر بحلها بمحلول ضعيف من حامض الهيدروكلوريك الذي يعمل على إذابتها؛ ثم يتم صرف هذا المحلول غير الضار نسبياً مع النفايات السائلة. وتتساقط النفايات أثناء التنقية الثانوية للمحاليل الملحية وتتكون من المواد المستخدمة كطبقة التغطية الأولية ومادة تغذية الجسم المصنوعة من السيليلوز. وتتكون الرواسب الرئيسية لمرشحات طبقة التغطية الأولية الناتجة بسبب مخلفات المحاليل الملحية من سيليلوز ألفا ملوناً

#### النفايات - تصنيع الأمونيا

لا يجب أن تنتج عمليات تصنيع الأمونيا كميات كبيرة من النفايات الصلبة.<sup>13</sup> ويجب أن يتم التعامل مع المحفزات المستهلكة وغازات الجزيئات كما تناولناه بالمناقشة فيما سبق.

#### النفايات - تصنيع الأحماض

إن جيبس الفوسفات هو أهم منتج ثانوي في عملية الإنتاج الرطب لحامض الفوسفوريك،<sup>14</sup> وهو يحتوي على مجموعة كبيرة متنوعة من الشوائب التي يُعد بعضها من المخاطر المحتملة على البيئة والصحة العامة.<sup>15, 16</sup>

يتم إنتاج كبريتات الكالسيوم (اللامائية) كمنتج ثانوي في عمليات تصنيع حامض الهيدروفلوريك، وهي تحتوي على ما بين 0.2 و 2.0 في المائة من فلوريد الكالسيوم (CaF<sub>2</sub>) وأقل من 1 في المائة من حامض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). وهي تحتوي أيضاً على غالبية الشوائب التي يمكن تتبع آثارها الموجودة في الفلورسبار.<sup>17</sup>

<sup>13</sup> يجب أن تكون المحفزات المستهلكة والنفايات الصلبة الأخرى أقل من 0.2 كغم لكل طن من المنتج.

<sup>14</sup> يُنتج حوالي 4-5 أطنان من جيبس الفوسفات (مكوناته الرئيسية هي كبريتات الكالسيوم) لكل طن يُنتج من حامض الفوسفوريك.

<sup>15</sup> تتوزع الشوائب التي يحتويها صخر الفوسفات بين حامض الفوسفوريك المنتج وكبريتات الكالسيوم (الجيبس)؛ وينتهي الزئبق والرصاص والمكونات الإشعاعية، إن وجدت، أساساً إلى الجيبس، على حين ينتهي الزرنيخ والمعادن الثقيلة الأخرى كالكادميوم أساساً إلى الحامض. وينشأ النشاط الإشعاعي لصخر الفوسفات بصفة رئيسية من النويدات المشعة الناتجة عن التحلل الإشعاعي لسلسلة يورانوم-238.

<sup>16</sup> إن صخر الفوسفات، وجيبس الفوسفات، والنفايات السائلة التي ينتجها مرافق تصنيع حامض الفوسفوريك لها كلها بوجه عام نشاط إشعاعي أقل من قيم الاستثناء الواردة في اللوائح التنظيمية والإرشادات الدولية ذات الصلة (على سبيل المثال: توجيه الاتحاد الأوروبي رقم EURATOM/26/96)

<sup>17</sup> يتم إنتاج ما يقارب 3.7 طن من كبريتات الكالسيوم اللامائية كمنتج ثانوي لكل طن يتم إنتاجه من حامض الهيدروفلوريك.

هو المادة السوداء الصلبة المتبقية من تقطير قطران الفحم الحجري. وتختلف عملية استرداد كيماويات القطران بقايا من الزيوت تشمل النفط الثقيلة، وزيت الكاربوليك المنزوع الفينول، والزيت المفرغ من النفتالين، وزيت الامتصاص، وزيت الأنثراسين المرشح، والزيت الثقيل.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع أو التقليل من إنتاج النفايات الصلبة وللتعامل مع النفايات الصلبة ما يلي:

- إعادة استخدام الزيت المستهلك، ورواسب الزيوت، والبقايا المتخلفة من عملية تقطير قطران الفحم الحجري كمادة تغذية أو وقود، حيثما كان ذلك ممكناً؛
- إعادة تدوير أسود الكربون غير المطابق للمواصفات وإدخاله في العملية مرة أخرى.

#### كيفية التعامل مع المواد الخطرة

يجب على مرافق تصنيع المواد الكيميائية تقييم المخاطر المرتبطة باستخدام المواد الخطرة ومناولتها وتنفيذ الممارسات التي تهدف إلى منع أو الوقاية من هذه المخاطر والحد من خطرها. وكما توضح الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة يجب توثيق تطبيق الممارسات المعنية بالتعامل مع هذه المخاطر بكتابتها في "خطة إدارة المواد الخطرة".<sup>21</sup> والهدف من هذه الخطة هو إقرار وتنفيذ مجموعة منظمة من الإجراءات الوقائية للحيلولة دون الانبعاث العارض للمواد والذي بمقدوره أن يتسبب في إلحاق أضرار خطيرة بالصحة العامة والبيئة جراء التعرض قصير الأجل، ومن ناحية أخرى لتخفيف حدة المواد التي تنبعث بالفعل.

بهيدروكسيد الحديد والسيالكا.<sup>18</sup> ونادراً ما تتغير راتجات التبادل الأيوني المستخدمة في التنقية الثانوية للمحاليل الملحية<sup>19</sup> وتعتبر الأغشية المنفذة<sup>20</sup> والحشيات ("الجوانات") المستهلكة في خلايا الأغشية المنفذة من مكونات مجاري النفايات الأخرى.

تتكون النفايات الصلبة الرئيسية الناتجة من وحدة تصنيع كربونات الصوديوم من دقائق الحجر الجيري (30-300 كيلو غرام/طن كربونات صوديوم) والجريش غير المعاد تدويره بمطفأة الجير (10-120 كيلو غرام/طن كربونات صوديوم).

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع أو التقليل من إنتاج النفايات الصلبة وللتعامل مع النفايات الصلبة التي تخلفها مرافق تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين:

- محاولة إيجاد خيارات إعادة استخدام للنفايات الصلبة الناتجة عن عملية تنقية المحاليل الملحية؛ وإن كان لا بد من التخلص من النفايات فيجب دراسة استخدام المستودعات الطبيعية، كتجاويف المحاليل الملحية؛
- اختيار حجر جيري به محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم، ويتمتع بخواص فيزيائية ملائمة، ومحتوى محدود من المعادن الثقيلة والشوائب الأخرى.

*النفايات - أسود الكربون/ تقطير قطران الفحم الحجري*  
تنتج عمليات تصنيع أسود الكربون مقداراً محدوداً جداً من النفايات الخطرة (بقايا زيوت). وزفت قطران الفحم الحجري

<sup>18</sup> تورد مصانع خلايا الأغشية المنفذة في تقاريرها رقمياً يناهز 600 غرام/طن من الرواسب الناتجة عن تخفيف المحاليل الملحية.

<sup>19</sup> يتم إعادة توليد الراتجات حوالي 30 مرة في السنة.

<sup>20</sup> يبلغ العمر الافتراضي للأغشية المنفذة سنتين إلى أربع سنوات.

<sup>21</sup> راجع مؤسسة التمويل الدولية: "دليل إدارة النفايات الخطرة".

- تعظيم الاستفادة من مخطط المصنع بما يمكن من استخدام المباني الكبيرة كحواجز للصوت ووضع مصادر توليد الضوضاء على أبعد مسافة ممكنة من المستقبلات القائمة؛
- استخدام معدات تولد مستويات ضوضاء منخفضة؛
- تركيب حواجز عازلة للصوت وكاتمات صوت.

إن التدابير المعنية بتخفيف حدة الضوضاء والسيطرة عليها مماثلة للتدابير المرعية في الصناعات الكبيرة الأخرى، كما أن الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة تتناولها بالمناقشة.

#### الروائح

يمكن أن تتولد عن عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية روائح بسبب الأبخرة المنفلتة أو عمليات مصانع معالجة المياه المستعملة. ويجب تنفيذ ضوابط كافية من شأنها أن تعمل على منع التسربات، وذلك بغية الحد من انبعاث الروائح المنفلتة ومنع الروائح الكريهة.

#### إنهاء المشاريع

إن مرافق تصنيع الكيماويات قد يكون لديها كميات هامة من المواد الخطرة الصلبة والسائلة مثل محاليل إزالة ثاني أكسيد الكربون، والأمونيا السائلة، والكلورين، والصودا، والأحماض والمنتجات التي هي قيد الإنتاج أو بأنظمة التخزين، والمنتجات غير المطابقة للمواصفات، والمحفرات المستهلكة، والزئبق الناتج عن عمليات مرافق تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين التي تستخدم تكنولوجيا خلايا الزئبق.

وتتضمن الممارسات الموصى بها لإدارة أنشطة مرحلة إنهاء المشروع ما يلي:

وتتضمن الممارسات المرتبطة تحديداً بالصناعة والمعنية بمنع انبعاث الملوثات ومكافحة التلوث ما يلي:

- يجب منع الانطلاق العارض للسوائل من خلال التفتيش على أنظمة التخزين والنقل وصيانتها، بما في ذلك علب منع التسرب المركبة على المضخات والصمامات ونقاط التسرب المحتملة الأخرى. كما يجب احتواء انسكابات المواد الوسيطة والمنتجات الخطرة واستردادها أو إبطال مفعولها في أسرع وقت ممكن؛
- يجب تركيب وسائل احتواء ثانوية لصهاريج تخزين السوائل (على سبيل المثال: الأمونيا، والأحماض، الخ)، وكذلك إتاحة سعة احتياطية من أجل المنتجات الخطرة مثل الكلورين - كما هو مبين في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة؛
- المحافظة على ممارسات الترتيب والنظافة الجيدة، بما في ذلك تنفيذ أنشطة نقل المنتجات فوق مناطق مرصوفة والجمع السريع للانسكابات البسيطة.

#### الضوضاء

تشمل مصادر الضوضاء الهامة في مرافق تصنيع الكيماويات الآلات الدوارة كبيرة الحجم، مثل ضواغط الهواء، والترينينات، والمضخات، والمحركات الكهربائية، ومبردات الهواء، وسخانات إحراق الوقود. وفي أثناء تخفيض الضغط الطارئ، تحدث ضوضاء عالية بسبب غازات الضغط العالي التي يتم إشعالها و/ أو إطلاق البخار إلى الغلاف الجوي.

وتتضمن استراتيجيات منع الضوضاء والتخفيف من حدتها الآتي:

وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة كيفية التعامل معها. ويجب تحديد قضايا الصحة والسلامة المهنية المرتبطة تحديداً بمرفق 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.

وإضافة إلى ما سبق، تشمل قضايا الصحة والسلامة المهنية التي يجب أن تؤخذ تحديداً في الاعتبار أثناء القيام بعمليات إنتاج الكيماويات:

- المخاطر الكيميائية المتأتية عن التعرض الشديد والمزمن للغازات السامة والمركبات الخطرة الأخرى؛
- المخاطر الرئيسية، بما فيها الحرائق والانفجارات.

يجب التعامل مع المخاطر الرئيسية طبقاً للوائح التنظيمية وأفضل الممارسات الدولية (على سبيل المثال: التوصيات الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي،<sup>22</sup> وتوجيه "Seveso II"<sup>23</sup> الصادر عن

- في حالة مرافق تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين بخلايا الزئبق، يجب تخطيط كافة خطوات إنهاء المشروع بعناية للحد من انبعاث الزئبق والمواد الخطرة الأخرى (بما في ذلك الديوكسينات والفيورانات إذا تم استخدام أدوات مصنوعة من الجرافيت)، فضلاً عن حماية صحة العمال والحفاظ على سلامتهم، كما يجب تخطيط كيفية التعامل مع الزئبق المتبقي؛
- تجميع محاليل إزالة ثاني أكسيد الكربون في مصانع الأمونيا وجميع المنتجات الخطرة للمزيد من عمليات التعامل معها والتخلص منها كنهايات خطيرة؛
- إزالة المحفزات المستهلكة من مصانع الأمونيا وحامض النيتريك للقيام بالمزيد من إجراءات التعامل معها كما هو مبين في قسم النفايات الصلبة عاليه.
- الاسترداد والمزيد من التعامل مع الأمونيا، والكلورين، والأحماض وكافة المنتجات الأخرى بقسم الإنتاج الاصطناعي للكيماويات وبصهاريج تخزين المنتجات وكذلك كافة المنتجات والمواد والمنتجات الوسيطة التي بصهاريج التخزين، على أن يتم الاسترداد والتعامل مع كل هذه المواد والمنتجات طبقاً للمبادئ التوجيهية المعنية بالتعامل مع المواد الخطرة والتي توردها الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

كما تتيح الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة المبادئ التوجيهية العامة المعنية بمرحلة إنهاء المشروع ومعالجة الأراضي الملوثة.

## 1.2 الصحة والسلامة المهنية

إن قضايا الصحة والسلامة المهنية التي تقع أثناء إنشاء مرافق إنتاج الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية وكذلك إنهاء أنشطتها تماثل تلك التي تحدث في المنشآت الصناعية الكبيرة،

<sup>22</sup> منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، "المبادئ التوجيهية حول الوقاية من الحوادث الكيماوية، والاستعداد، والاستجابة لها"، الطبعة الثانية (2003).

<sup>23</sup> توجيه مجلس الاتحاد الأوروبي رقم 96/82/EC، والمسمى بتوجيه "سيفيسو 2" ("Seveso II")، والذي مدده التوجيه رقم 2003/105/EC.

- تركيب كاشفات الغاز في مناطق المخاطر، حيثما كان ممكناً. فعلى سبيل المثال، يجب وضع كاشفات الكلورين في المناطق التي بها مخاطر محتملة من تسرب الكلورين، وبما يعطي دلالة فورية على وجود أي تسرب وعلى موقعه؛
- التأكد من التهوية الفعالة، حيث يتم مناولة المنتجات المنخفضة الغليان؛
- إتاحة واستخدام كريمة واقية مصنعة بتركيبة مضادة للهيدروكربونات العطرية.

#### المخاطر الرئيسية

إن أكثر الآثار على الصحة أهمية مرتبطة بعمليات مناولة وتخزين الأمونيا (يصبح طياراً وساماً في التركيزات العالية)، والكلورين (سام جداً)، والصودا الكاوية، وأحماض النيتريك والهيدروكلوريك والكبريتيك والهيدروفلوريك والفسفوريك، والمركبات العضوية، والغازات القابلة للاشتعال كالغاز الطبيعي، وأول أكسيد الكربون، والهيدروجين، والكيماويات الأخرى التي تدخل في العمليات الصناعية. وقد تشمل هذه الآثار تعرض العمال وربما المجتمعات المحلية المحيطة تعرضاً كبيراً وشديداً حسب كمية ونوع الكيماويات المنبعثة عرضاً والأوضاع المهيأة لحدوث تفاعلات أو كوارث كالحرائق والانفجارات.

يمكن أن تقوم مرافق تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية بإنتاج أو استخدام كميات كبيرة من الغازات القابلة للاشتعال كالغاز الطبيعي، والهيدروجين وأول أكسيد الكربون، والمواد الكيميائية الأخرى التي تدخل في عمليات التصنيع. ويمكن أن يتسبب الغاز الصناعي (يحتوي على

الاتحاد الأوروبي وقاعدة برنامج إدارة المخاطر التابع للهيئة العامة للبيئة بالولايات المتحدة الأمريكية) <sup>24</sup>.

#### المخاطر الكيماوية

يتسم هذا القطاع من الصناعة بوجود مركبات سامة، بما في ذلك غاز الكلورين، والأمونيا، والأحماض، والصودا الكاوية، والأمينات، ومركبات قطران الفحم الحجري (على سبيل المثال: الهيدروكربونات العطرية أحادية النواة ومتعددة الحلقات، والفينولات، والقواعد البريدينية)، والتي يمكن أن تكون سامة عند ابتلاعها أو استنشاقها، أو امتصاصها من خلال الجلد. ويُعد الخطر الرئيسي على الصحة المرتبط عادة بقطران الفحم الحجري ومنتجاته هو السرطنة التي يسببها تعرض الجلد المستمر وطويل الأمد للزفت الصلب المفتت إلى دقائق (الغبار).

وتتضمن التوصيات المعنية بالوقاية من الآثار على الصحة المهنية الناتجة عن التعرض للمواد السامة في هذه المرافق والحد منها والسيطرة عليها المسائل التالية:

- تقييم تركيزات المواد السامة وتخفيضها في مناطق العمل في ظروف العمل العادية والطارئة. وينبغي تنفيذ بروتوكولات صارمة لرصد أماكن العمل في إطار نظام شامل للتعامل مع القضايا المتعلقة بالصحة والسلامة المهنية. ويجب ارتداء الملابس الواقية، بما فيها واقبات العين والقفازات المصنوعة من الراتنج الترموبلاستيك (كلوريد البولي فينيل أو "بي في سي")، وإتاحة وسائل وأجهزة تنفس مناسبة، والكشف الطبي المنتظم على جميع العاملين، كما يلزم؛

<sup>24</sup> الهيئة العامة للبيئة، 40 مدونة اللوائح الاتحادية، الجزء 68، 1996 - النصوص المعنية بالوقاية من الحوادث الكيماوية.

- إزالة مصادر الإشعاع المحتملة؛
- إزالة المادة المنطلقة أو المنبعثة أو تخفيفها وتحديد المنطقة المتأثرة بفقدان القدرة على الاحتواء.

وتتضمن التدابير المرتبطة تحديداً بالصناعة والموصى بها للحد من المخاطر المذكورة آنفاً ما يلي:

- تخفيض مخزون الكلورين السائل وطول خط الأنابيب المحتوي على الكلورين السائل؛
- تصميم صهاريج تخزين الأمونيا الجوية (-33 درجة مئوية) بجدر مزدوجة وجدار خرساني خارجي بحيث يُحمل السقف على الجدار الخارجي؛ مع وجود هامش كافٍ بين ضغط التشغيل وضغط التنفيس. وينبغي أن يُفضل التخزين البارد للكميات الكبيرة من الأمونيا السائلة، حيث إن الانبعاث الأولي للأمونيا في حالة وجود عطل في الخط أو الصهريج أكثر بطءاً من الانبعاث الأولي في حالة أنظمة تخزين الأمونيا التي تعمل بالضغط.
- تصميم صهاريج تخزين الكلورين بالاستناد إلى تحليل محدد للمخاطر والعواقب المرتبطة بحدوث فشل/ عطل أو حادث رئيسي، وبالاعتماد على إمكانية الاسترداد والمناولة الآمنين لأي انسكابات للمنتج - يجب دراسة التخزين في درجات حرارة منخفضة (-34 درجة مئوية) لساعات التخزين الكبيرة، مع إتاحة صهريج واحد على الأقل فارغ ومساوٍ في سعته لأكبر صهريج تخزين للكلورين ليكون بمثابة صهريج احتياطي للاستخدام في حالات الطوارئ؛
- يجب إيلاء اهتمام خاص لعمليات مناولة وتخزين الأحماض لما لها من طبيعة شديدة كمواد أكالة وسامة، وعلى أن يشمل ذلك التحوط من حدوث تسربات أو انسكابات تأخذ طريقها إلى المياه التي تُصرف فيها

هيدروجين وأول أكسيد الكربون<sup>25</sup> (المنتج في مصانع الأمونيا "الحريق النفاث" إذا اشتعل في القسم المنبعث فيه، أو قد يتسبب في "انفجار سحابة البخار"، أو "الكراوات النارية"، أو "حريق الوميض"، وهذا يتوقف على كمية المادة المشتعلة التي يحتوي عليها هذا الغاز، ودرجة احتباس السحابة، وكذلك درجة احتقان المنطقة المعنية بالسحابة المشتعلة.

ومن هذا المنطلق، يجب الحد من مخاطر اندلاع حريق أو حدوث انفجار، ومن المخاطر الرئيسية الأخرى بتنفيذ التدابير التالية:

- تخطيط المصنع بما يقلل من تكرار نقل المنتج واحتمال الانبعاث العارض للمواد، وكذلك لتسهيل عملية جمع المواد المنبعثة انبعاثاً عارضاً؛
- الكشف المبكر عن الانبعاثات؛
- التقليل من مخزون المادة أو المواد التي يمكن أن تنطلق منها انبعاثات بعزل هذا المبنى أو القسم عن المخزونات الكبيرة، وعزل مخزونات الغازات القابلة للاشتعال وتخفيف ضغطها. وجوب فصل مناطق العمليات، ومناطق التخزين، ومناطق مرافق الخدمة، ومناطق السلامة، لاسيما إن كان ذلك باعتماد تحديد مسافات آمنة. ويمكن استنباط مساحات هذه المسافات من تحليلات السلامة المحددة للمرفق - مع الأخذ في الاعتبار إمكانية حدوث المخاطر - أو من المعايير أو الإرشادات المطبقة (على سبيل المثال: الخاصة بمعهد البترول الأمريكي، والجمعية الأمريكية الوطنية للحماية من الحرائق)؛

<sup>25</sup> إن درجة حرارة الاشتعال الذاتي للهيدروجين وأول أكسيد الكربون هي 500 درجة مئوية و609 درجة مئوية على الترتيب، ولذا يمكن أن تنفجر الغازات المنبعثة ذاتياً بدون حاجتها إلى مصادر إشعاع، عند نقطة ما في وحدة توليد الغاز الصناعي حين تكون درجة الحرارة أعلى من درجة الاشتعال الذاتي.

- النفايات السائلة، ويتأتى ذلك بإتاحة وسيلة احتواء ثانوية؛  
وفصل هذه التسربات والانسكابات عن قنوات الصرف  
الحيوية؛ واستعمال أنظمة الرصد المستمر والكشف  
الإنتذاري (على سبيل المثال: الرصد الأتوماتيكي لمستوى  
الحموضة) في شبكات احتواء وصرف المواد المعرضة  
للخطر.
  - تجنب تفريغ الكميات الكبيرة من حامض النيتريك بطريقة  
الضغط. ويوصى باستعمال الاستنلس ستيل الأوستيني  
(يشبه الكريستال وغني بالحديد) المنخفض الكربون كمادة  
صنع الخزانات/ الصهاريج، والأواني، والملحقات؛
  - عدم قيام غير الأفراد أو المقاولين المدربين تدريباً خاصاً  
والمعتمدين بتولي مهام التسليم والنقل المتعلقة بالمواد  
الكيميائية المستخدمة في عمليات التصنيع، بما يشمل  
المواد الكيميائية المستخدمة في وحدة إزالة ثاني أكسيد  
الكربون بمرفق تصنيع الأمونيا.
- 1.3 صحة المجتمع المحلي وسلامته**
- تمثل الآثار التي تتعلق بصحة المجتمعات المحلية وسلامتها  
والتي تحدث أثناء مرحلة الإنشاء الآثار التي تحدث في غالبية  
المنشآت الصناعية، وتتناولها بالمناقشة الإرشادات العامة بشأن  
البيئة والصحة والسلامة. وتشمل هذه الآثار، من بين ما  
تشمل، الغبار، والضوضاء، والاهتزازات الناجمة عن حركة  
مركبات الإنشاء، والأمراض المعدية المصاحبة لتدفق عمالة  
عمليات الإنشاء المؤقتة.
- وترتبط المخاطر الأكثر أهمية التي تتعلق بصحة المجتمعات  
المحلية وسلامتها أثناء مرحلة تشغيل مرافق تصنيع الكيماويات  
بما يلي:
- مناولة المواد الخطرة وتخزينها بالقرب من المناطق  
السكنية، وهي تشمل المواد الخام، والمواد الوسيطة،  
والمنتجات، والنفايات؛
  - شحن المنتجات الخطرة (الأمونيا، والكلورين،  
والأحماض، وأسود الكربون)، مع إمكانية التسرب  
العارض للغازات السامة والقابلة للاشتعال؛
  - التخلص من النفايات الصلبة (جبس الفوسفات،  
والرواسب).
- ويجب أن يتضمن التصميم ضمانات للحد من تعرض  
المجتمعات المحلية للمخاطر والسيطرة على هذه المخاطر،  
وذلك من خلال:
- تحديد حالات التسرب المعقولة الناتجة عن عيب في  
التصميم؛
  - تقييم تأثيرات التسربات المحتملة على المناطق المحيطة،  
بما في ذلك المياه الجوفية وتلوث التربة؛
  - الانتقاء السليم لموقع المصنع أو المرفق من حيث قربه من  
المناطق السكنية، والأحوال الجوية (على سبيل المثال:  
اتجاهات الرياح السائدة)، والموارد المائية (على سبيل  
المثال: إمكانية تأثر المياه الجوفية)، وتحديد المسافات  
الآمنة بين منطقة المصنع والمناطق التي تقطنها  
المجتمعات المحلية؛
  - تحديد تدابير المنع/ الوقاية والتخفيف اللازمة لتجنب  
حدوث المخاطر أو الحد منها.
- إذا كانت المرافق تقع على الساحل فيجب أخذ حركة السفن  
المرتبطة بها في الاعتبار عند إجراء التقييم، مع تحليل الأثر  
المحتمل لهذه الحركة على حركة الملاحة والأنشطة البحرية  
المحلية والآثار المحتملة لتسرب السوائل أثناء عمليات التفريغ

القطاع بوضوح الممارسة الصناعية الدولية الجيدة كما هي واردة في المعايير ذات الصلة للبلدان التي لديها أطر تنظيمية معترف بها. وينبغي تحقيق هذه المستويات بصرامة، فيما لا يقل عن 95 في المائة من وقت تشغيل المصنع أو الوحدة، بعد حسابها كنسبة من ساعات التشغيل السنوية. ويجب تبرير الحديد عن تحقيق هذه المستويات نظراً لأوضاع مشروع محلي محدد في التقييم البيئي.

تتطلب 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 بالمياه السطحية - عندئذ يتم تحديد المستويات بناء على نظام تصنيف استخدام المياه المستقبلية كما هو موضح في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

إن الإرشادات المعنية بانبعاث الملوثات تنطبق على الانبعاثات الناتجة عن العمليات. وتعالج الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة الإرشادات الخاصة بانبعاث الملوثات من مصادر الاحتراق المرتبطة بأنشطة توليد الطاقة البخارية والكهربائية من مصادر لها قدرة تساوي أو تقل عن 50 ميغاواط حراري؛ أما انبعاثات مصادر الطاقة الأكبر فتعالجها الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الحرارية. كما تبين الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة أيضاً المبادئ التوجيهية حول اعتبارات البيئة المحيطة استناداً إلى الحمل الكلي للانبعاثات.

من العربات أو من السفن. ويجب أيضاً تقييم التدابير المعنية بتجنب الآثار العارضة وبالحد من ارتباك الأنشطة البحرية الأخرى في المنطقة. كما يجب أن يتضمن تحليل المخاطر والتخطيط للحالات الطارئة كحد أدنى إعداد "خطة إدارة الطوارئ" بالاشتراك مع السلطات المحلية والمجتمعات المحلية المحتمل تأثرها. وتمثل الآثار الأخرى التي تتعلق بصحة المجتمعات المحلية وسلامتها الآثار الأخرى التي تحدث في غالبية المنشآت الصناعية الكبرى، وتتناولها الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة بالمناقشة.

وكذلك تشبه الآثار التي تتعلق بصحة المجتمعات المحلية وسلامتها والتي تحدث أثناء مرحلة إنهاء المشاريع الآثار التي تحدث في غالبية المنشآت الصناعية الكبرى، وتناقشها أيضاً الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. وتشمل هذه الآثار، من بين أشياء أخرى، سلامة النقل، والتخلص من نفايات التدمير التي قد تحوي مواد خطرة، والآثار الأخرى المتعلقة بالأوضاع المادية ووجود مواد خطرة بعد إخلاء الموقع. وترد الإرشادات بشأن كيفية التعامل مع هذه القضايا في المصانع الكيماوية في القسم 1.2 وفي الأقسام ذات الصلة من الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، بما في ذلك "التخطيط، وتحديد الموقع، والتصميم"، والاستعداد والاستجابة للطوارئ".

## 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

الجدول 1 مستويات الانبعاثات الهوائية		
القيمة الإرشادية	الوحدة	الملوث
<b>مصانع الأمونيا</b>		
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الأمونيا
300	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الجسيمات
<b>مصانع حامض النتريك</b>		
300	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
800	ملليغرام/متر مكعب عادي	ثاني أكسيد النيتروجين
10	ملليغرام/متر مكعب عادي	الأمونيا
<b>مصانع حامض الكبريتيك</b>		
2)450 (كيلو غرام/طن حامض)	ملليغرام/متر مكعب عادي	ثاني أكسيد الكبريت
0.075)60 (كيلو غرام/طن حامض)	ملليغرام/متر مكعب عادي	ثالث أكسيد الكبريت
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	كبريتيد الهيدروجين
200	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
<b>مصانع حامضي الفوسفوريك/ الهيدروفلوريك</b>		
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	الفلوريدات (غازية) كحامض الهيدروفلوريك
0.10)50 (كيلو غرام/طن صخر الفوسفات)	ملليغرام/متر مكعب عادي	الجسيمات/فلوريد الكالسيوم
<b>مصانع إنتاج المركبات القاعدية-الكالورين / حامض الهيدروكلوريك</b>		
1 (تسييل جزئي)3 (تسييل كامل)	ملليغرام/متر مكعب عادي	الكالورين
20	جزئ بالمليون من حيث الحجم	كلوريد الهيدروجين
0.2(متوسط الانبعاث السنوي لكل 1 غرام/طن كلورين)	ملليغرام/متر مكعب عادي	الزئبق
<b>مصانع كربونات الصوديوم</b>		
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الأمونيا
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	كبريتيد الهيدروجين
200	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الجسيمات
<b>أسود الكربون</b>		
850	ملليغرام/متر مكعب عادي	ثاني أكسيد الكبريت
600	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
500	ملليغرام/متر مكعب عادي	أول أكسيد الكربون
30	ملليغرام/متر مكعب عادي	الجسيمات
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الكربوهيدرات العطرية الطيارة
<b>تقطير قطران الفحم الحجري</b>		
10	ملليغرام/متر مكعب عادي	سحب القطران
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الكربوهيدرات العطرية الطيارة
50	ملليغرام/متر مكعب عادي	الجسيمات

الجدول 2 مستويات النفايات السائلة		
القيمة الإرشادية	الوحدة	الملوث
160 (شهرية) (أقصى حد يومي)		
20 (متوسط شهري) (أقصى حد يومي)	ميكروغرام/لتر	أنثراسين - نفتالين - فينانثرين (كل على حدة)
ملاحظات:		
1. إرشاد مستند إلى الحمل: 0.1 كيلو غرام/طن من المنتج		
2. مصانع الأغشية من غير الأسبستوس		

### استخدام الموارد - استهلاك الطاقة - توليد الانبعاثات وإنتاج النفايات

يتيح الجدولان 3 و4 أمثلة على المعايير الإرشادية لاستهلاك الموارد وتوليد النفايات في هذا القطاع. والقيم المعيارية للصناعة متاحة لأغراض المقارنة فقط وعلى المشروعات الفردية أن تستهدف التحسين المستمر في هذه المجالات.

الجدول 2 مستويات النفايات السائلة		
القيمة الإرشادية	الوحدة	الملوث
6-9	وحدة معيارية	الأس الهيدروجيني
<3	درجة مئوية	زيادة درجة الحرارة
مصانع الأمونيا		
0.1-10	ملغم/ لتر	الأمونيا
30	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
مصانع حامض النيتريك		
10	مليغرام/ لتر	الأمونيا
25	غرام/طن	النترات
30	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
مصانع حامض الكبريتيك		
5	مليغرام/ لتر	الفوسفور
20	مليغرام/ لتر	الفلوريد
30	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
مصانع حامض الفوسفوريك		
5	مليغرام/ لتر	الفوسفور
20	مليغرام/ لتر	الفلوريد
30	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
مصانع حامض الهيدروفلوريك		
1	كيلو غرام/ طن حامض هيدروفلوريك	فلوريدات
1	كيلو غرام/ طن حامض هيدروفلوريك	الجاود المعلقة
30	مليغرام/ لتر	
مصانع إنتاج المركبات القاعدية-الكلوين / حامض الهيدروكلوريك		
20 <sup>2</sup>	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
150 <sup>2</sup>	مليغرام/ لتر	الحاجة الكيميائية للأكسجين
0.5 <sup>2</sup>	مليغرام/ لتر	**AOX**
1	مليغرام/ لتر	الكبريتيدات
0.2 <sup>2</sup>	مليغرام/ لتر	الكلوين
0.05	مليغرام/لتر	الزئبق
0.1	مليغرام/لتر	
2	س	السمية على بيض السمك
مصانع كربونات الصوديوم		
270	كيلو غرام/طن	الجاود المعلقة
0.2	كيلو غرام/طن	الفوسفور
30	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة
10	مليغرام/ لتر	الأمونيا (كنيتروجين)
مصانع أسود الكربون		
100	مليغرام/ لتر	الحاجة الكيميائية للأكسجين
20	مليغرام/ لتر	الجاود المعلقة
مصانع تقطير قطران الفحم الحجري		
35 (متوسط شهري) 90 (أقصى حد يومي)	مليغرام/ لتر	حاجة حيوية كيميائية للأكسجين <sup>5</sup>
50 (متوسط)	مليغرام/ لتر	مجموع الجوامد المعلقة

الجدول 3 - استهلاك الموارد والطاقة		
المنتج	الوحدة	المعيار الإرشادي للصناعة
أمونيا	جيجا جول قيمة الحرارة الدنيا/ طن أمونيا	28.8 إلى 31.5 <sup>(1)</sup>
حامض الفوسفوريك	طن صخر فوسفات/طن خامس أكسيد الفوسفور (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.6-3.5 <sup>(1)</sup>
	كيلو واط ساعة/ طن من خامس أكسيد الفوسفور	(1) 180-120
	3م مياه تبريد/ طن من خامس أكسيد الفوسفور	(1) 150-100
حامض الهيدروفلوريك	طن فلوريد الكالسيوم / طن حامض الهيدروفلوريك	(4) 2.2-2.1
	طن كبريتات الهيدروجين/ طن حامض الهيدروفلوريك	(4) 2.7-2.6
	كيلوواط ساعة/ طن حامض هيدروفلوريك	(4) 300-150
المركبات القاعدية / الكلورين	كيلوواط ساعة/ طن كلورين	3000 بدون تسيليل الكلورين/ 3200 مع تسيليل/ تبخير الكلورين(3)
	طن كلوريد صوديوم/ طن كلورين	(3) 1.750
	غرام زئبق/ طن من سعة الكلورين (مصانع خلايا الزئبق)	0.2-0.5 <sup>(3)</sup>
كربونات الصوديوم	جيجا جول/طن كربونات صوديوم	9.7-13.6 <sup>(2)</sup>
	طن حجر جيرى/ طن كربونات صوديوم	1.09-1.82 <sup>(2)</sup>
	طن كلوريد صوديوم/ طن كربونات صوديوم	1.53-1.80 <sup>(2)</sup>
	3م مياه تبريد/ طن كربونات صوديوم	50-100 <sup>(2)</sup>
أسود الكربون	كيلوواط ساعة/ طن أسود كربون	430-550 <sup>(2)</sup>
	جيجا جول/ طن أسود كربون	1.55-2 <sup>(2)</sup>

**ملاحظات:**

1. الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة (EFMA) 2000
2. الاتحاد الأوروبي. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات الكيميائية غير العضوية - صناعات المواد الصلبة وغيرها. ديسمبر/ كانون الأول 2006.
3. الاتحاد الأوروبي. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في قطاع تصنيع المركبات القاعدية/ الكلورين، ديسمبر/ كانون الأول 2001.
4. الاتحاد الأوروبي. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات الكيميائية غير العضوية - قطاعات تصنيع الأمونيا، والأحماض، والأسمدة. أكتوبر/ تشرين الثاني 2006.



الجدول 4. توليد الانبعاثات، والنفايات السائلة، والنفايات

المؤشر	الوحدة	المعيار الإرشادي للصناعة
<b>مصانع الأمونيا</b>		
ثاني أكسيد الكربون المنبعث من العمليات	طن/ طن أمونيا	1.15-1.3 <sup>(1)</sup>
أكاسيد النيتروجين (عمليات إعادة التشكيل (التكسير) التقليدية المتقدمة والعمليات ذات إعادة التشكيل الاحتزالي (الأولي)	كيلو غرام/ طن أمونيا	0.29 – 0.32
أكاسيد النيتروجين (إعادة تشكيل ذاتي الحرارة بالتبادل الحراري)	كيلو غرام/ طن أمونيا	0.175
<b>مصانع حامض النيتريك</b>		
ثاني أكسيد النيتروجين	كيلو غرام/ طن 100% أمونيا	0.15-0.6 <sup>(4)</sup>
أكاسيد النيتروجين	جزئ بالمليون من حيث الحجم	5-75 <sup>(4)</sup>
<b>مصانع حامض الكبريتيك</b>		
ثاني أكسيد الكبريت (حرق الكبريت - تلامس ثنائي/ امتصاص ثنائي)	مليغرام/متر مكعب عادي	30-350 <sup>(1)(4)</sup>
ثاني أكسيد الكبريت (تلامس أحادي/ امتصاص أحادي)	مليغرام/متر مكعب عادي	100-450 <sup>(4)</sup>
<b>مصانع حامضي الفوسفوريك/ الهيدروفلوريك</b>		
فلوريدات	مليغرام/متر مكعب عادي	0.6-5 <sup>(4)</sup>
ثاني أكسيد الكبريت	كيلو غرام/ طن حامض هيدروفلوريك	0.001 – 0.01 <sup>(4)</sup>
النفايات الصلبة (جبس الفوسفات)	طن/ طن من خامس أكسيد الفوسفور	4-5 <sup>(1)</sup>
كبريتات الكالسيوم اللامائية	طن/ طن حامض هيدروفلوريك	3.7 <sup>(4)</sup>
<b>مصانع المركبات القاعدية/ الكلورين</b>		
الكلورين (تسييل جزئي)	مليغرام/متر مكعب عادي	<1 <sup>(3)</sup>
الكلورين (تسييل كامل)	مليغرام/متر مكعب عادي	<3 <sup>(3)</sup>
كلورات (دائرة المحلول الملحي)	غرام/ لتر	1-5 <sup>(3)</sup>
برومات (دائرة المحلول الملحي)	مليغرام/ لتر	2-10 <sup>(3)</sup>
<b>مصانع كربونات الصوديوم</b>		
ثاني أكسيد الكربون	كيلو غرام/طن كربونات صوديوم	200-400 <sup>(2)</sup>
كلورين	كيلو غرام/طن كربونات صوديوم	850-1100 <sup>(2)</sup>
كالسيوم	كيلو غرام/طن كربونات صوديوم	340-400 <sup>(2)</sup>
صوديوم	كيلو غرام/طن كربونات صوديوم	160-220 <sup>(2)</sup>
المياه المستعملة/ الجوامد المعلقة	م <sup>3</sup> /طن / طن كربونات صوديوم	8.5-10.7 / 0.09-024 <sup>(2)</sup>
<b>مصانع أسود الكربون</b>		
ثاني أكسيد الكبريت	كيلو غرام/طن أسود كربون بدرجة المطاط	10-50 <sup>(2)</sup>
أكاسيد النيتروجين	مليغرام/متر مكعب عادي	<600 <sup>(2)</sup>
الكربوهيدرات العطرية الطيارة	مليغرام/متر مكعب عادي	<50 <sup>(2)</sup>

**ملاحظات الجدول 4:**

1. الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة (EFMA, 2000);
2. الاتحاد الأوروبي. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات الكيميائية غير العضوية - صناعات المواد الصلبة وغيرها. ديسمبر/ كانون الأول، 2006؛
3. المفوضية الأوروبية. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في قطاع تصنيع المركبات القاعدية / الكلورين، ديسمبر/ كانون الأول 2001.
4. المفوضية الأوروبية. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات الكيميائية غير العضوية - قطاعات تصنيع الأمونيا، والأحماض، والأسمدة. أكتوبر 2006.

## 2.2 أداء الصحة والسلامة المهنية

### الرصد البيئي

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)،<sup>26</sup> و{دليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة  
من قبل} المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية  
(NIOSH)،<sup>27</sup> وحدود التعرض المسموح بها (PELs)  
المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية  
(OSHA)،<sup>28</sup> والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني  
المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي،<sup>29</sup>  
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

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 والنفائات السائلة 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.

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.

<sup>26</sup> متاح على الموقع التالي: <http://www.acgih.org/TLV/>

<sup>27</sup> متاح على الموقع التالي: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>28</sup> متاح على الموقع التالي:

<sup>29</sup> متاح على الموقع التالي: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

[http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

(على سبيل المثال: مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة)<sup>30</sup>.

### 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<sup>31</sup> كجزء من برنامج رصد الصحة والسلامة المهنية. كما يجب على المرافق 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.

<sup>30</sup> متاح على الموقعين التاليين:

<http://www.bls.gov/iif/>

<http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>31</sup> 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

Australian Government, Department of the Environment and Heritage. 2004. Emission Estimation Technique Manual for Inorganic Chemicals Manufacturing. Version 2.0. Canberra, Australia

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor-Alkali Manufacturing Industry. December 2001. Sevilla, Spain

EIPPCB. 2006a. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others Industry. October 2006. Sevilla, Spain

EIPPCB. 2006b. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers. December 2006. Sevilla, Spain

European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA). 2000a. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. "Production of Ammonia," Booklet No. 1. Brussels, Belgium

EFMA. 2000b. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. "Production of Nitric Acid," Booklet No. 2. Brussels, Belgium

EFMA. 2000c. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. "Production of Sulphuric Acid," Booklet No. 3. Brussels, Belgium

EFMA. 2000d. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. "Production of Phosphoric Acid," Booklet No. 4. Brussels, Belgium

German Federal Government. 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control - TA Luft). Berlin, Germany

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 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, Germany

Helsinki Commission. 2002. Helcom Recommendation 23/6. Reduction of Emissions and Discharges of Mercury from Chloralkali Industry. Helsinki, Finland.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Special Report, Carbon Dioxide Capture and Storage, March 2006. Geneva, Switzerland

Kirk-Othmer, R.E. 2006. Encyclopedia of Chemical Technology. 5<sup>th</sup> Edition. John Wiley and Sons Ltd., New York, NY

National Fire Protection Association (NFPA). 2000. Standard 850: Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and

High Voltage Direct Current Converter Stations. 2000 Edition. Quincy, Massachusetts

NFPA. 2004. Standard 120: Standard for Fire Prevention and Control in Coal Mines. 2004 Edition. Quincy, Massachusetts

Paris Commission. 1990. Parcom Decision 90/3 of 14 June 1990 on Reducing Atmospheric Emissions from Existing Chlor-Alkali Plants. Paris, France

UK Environmental Agency. 1999a. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.03: Inorganic Acids and Halogens. Bristol, UK

UK Environmental Agency. 1999b. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.04: Inorganic Chemicals. Bristol, UK

UK Environmental Agency. 2004a. Sector Guidance Note IPPC S4.03. Guidance for the Inorganic Chemicals Sector. Bristol, UK

UK Environmental Agency. 2004b. Process Guidance Note 6/42 (04). Secretary of State's Guidance for Bitumen and Tar Processes. Bristol, UK

US Environmental Protection Agency (EPA). Office of Compliance. 1995. Sector Notebook Project. Profile of the Inorganic Chemical Industry. Washington, DC

US EPA. 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Subpart G—Standards of Performance for Nitric Acid Plants. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Subpart H—Standards of Performance for Sulfuric Acid Plants. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Subpart T—Standards of Performance for the Phosphate Fertilizer Industry: Wet-Process Phosphoric Acid Plants. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 63, National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: Subpart AA—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Phosphoric Acid Manufacturing Plants. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 63, National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: Subpart IIII—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Mercury Emissions From Mercury Cell Chlor-Alkali Plants. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 63, National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: Subpart NNNNN—National Emission

Standards for Hazardous Air Pollutants: Hydrochloric Acid Production. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 414. Subpart G—Bulk Organic Chemicals. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 414. Subpart I—Direct Discharge Point Sources That Use End-of-Pipe Biological Treatment. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 414. Subpart J—Direct Discharge Point Sources That Do Not Use End-of-Pipe Biological Treatment. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 415. Subpart F—Chlor-alkali Subcategory (Chlorine and Sodium or Potassium Hydroxide Production). Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 415. Subpart H—Hydrofluoric Acid Production Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart A—Phosphate Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart B—Ammonia Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart E—Nitric Acid Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 422. Subpart D—Defluorinated Phosphate Rock Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 422. Subpart E—Defluorinated Phosphoric Acid Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

US EPA. 40 CFR Part 458. Subpart A—Carbon Black Furnace Process Subcategory. Washington, DC. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html> (accessed on October 2006)

## الملحق (أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

وسيلة في تصنيع الأصباغ والمستحضرات الصيدلانية. وتضم المنتجات غير العضوية الهامة التي تُستَـنـصـع من الأمونيا حامض النيتريك، واليوريا، وسيانيد الصوديوم. وتجدر الإشارة إلى أن الأمونيا السائلة مذيبة هام وتُستخدم أيضاً كمبرّد.

ويمكن أن تُشيد مصانع الأمونيا كمصانع مستقلة أو مندمجة مع مصانع أخرى في نفس الموقع، وعادة ما تكون مصانع إنتاج اليوريا. ولكن، تشمل الاتجاهات الحديثة الجمع بين إنتاج الأمونيا والميثانول. كما يمكن كذلك دمج مصانع إنتاج الهيدروجين و/ أو أول أكسيد الكربون مع مصانع الأمونيا. ويُنتج مصنع الأمونيا في المعتاد ما يقرب من 2000 طن في اليوم، ولكن قد تم بناء مصانع قادرة على إنتاج حتى 3400 طن في اليوم.

إن إعادة تشكيل (تكسير) الغاز الطبيعي بالبخار والهواء هي أكثر الطرق بساطة وكفاءة لإنتاج غاز أمونيا اصطناعي، وقد غدت اليوم الطريقة الأكثر شيوعاً.

يتم إنتاج الأمونيا بتفاعل مطلق للحرارة بين الهيدروجين والنيتروجين في وجود محفزات الأكاسيد الفلزية تحت ضغط مرتفع. ويمكن أن تحتوي المحفزات المستخدمة في العملية الكوبالت، والموليبيدينوم، والنيكل، وأكسيد الحديد/ أكسيد الكروم، وأكسيد النحاس/ أكسيد الزنك، والحديد. وتُخزن الأمونيا المنتجة في حالتها السائلة إما في صهاريج جوية كبيرة في درجة حرارة -33 درجة مئوية أو في كرات كبيرة تحت ضغوط تصل حتى 20 وحدة ضغط جوي في درجة الحرارة المحيطة. وأما مصدر المادة الخام للنيتروجين فهو هواء الغلاف الجوي وقد يُستخدم في حالته الطبيعية كهواء مضغوط

تشمل هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة والمعنية بتصنيع الكميات الكبيرة من المركبات غير العضوية وتقطير قطران الفحم الحجري قطاعات تصنيع كل من الأمونيا، والمركبات القاعدية / الكلورين (أي الكلورين، والصودا الكاوية، و كربونات الصوديوم، الخ)، والأحماض (النيتريك، والهيدروكلوريك، والكبريتيك، والهيدروفلوريك، والفوسفوريك)، وأسود الكربون، والمواد الناتجة عن تقطير قطران الفحم الحجري (نفثالين - فينانثرين - أنتراسين). وهذه الإرشادات تغطي عمليات إنتاج المواد الوسيطة والمنتجات الرئيسية لأغراض القطاعات الصناعية المعنية بتصنيع منتجات فرعية لاحقة، وهي تغطي العديد من القطاعات المتنوعة بدءاً من قطاعات تصنيع الأسمدة حتى المواد البلاستيكية. كما أنها تتميز بإنتاج الكميات الكبيرة والتي يمكن أن تصل إلى مليون طن في السنة ويتم تصنيعها في مرافق كبيرة.

## الأمونيا 32

يُستخدم ما يداني 80 في المائة من الأمونيا ( $NH_3$ ) في الوقت الحاضر كمصدر للنيتروجين المستخدم في تصنيع الأسمدة، بينما تُستخدم نسبة 20 في المائة الباقية في تطبيقات صناعية عدة، كتصنيع البلاستيك، والألياف، والمتفجرات، والهيدرازين (سائل مسترطب)، والأمينات، والأميدات، والنتريلات (سيانيد عضوي يحتوي على مجموعة من الكربون والنيتروجين)، والمركبات النيتروجينية العضوية الأخرى التي تعمل كمواد

<sup>32</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006 ب؛ الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة. 2000

- التخزين بالتبريد الكامل في صهاريج كبيرة بقدرة نموذجية من 10 آلاف إلى 30 ألف طن (وحتى 50 ألف طن).
- كرات أو اسطوانات تخزين مضغوطة بقدرة حتى 1700 طن تقريباً
- صهاريج نصف مبردة.

توجد عدة أنواع من التخزين فيما يتصل بالمنتجات السائلة المبردة، وأهمها هو:

- الاحتواء الفردي: صهريج معزول بجدار فردي، عادة مع حاجز احتواء حوله؛
- الاحتواء المزدوج: صهاريج بجدارين رأسيين مصممين كليهما لاحتواء السائل المختزن وتحمل الضغط الهيدروستاتيكي الناتج عنه، علماً بأن السقف مركب على الجدار الداخلي؛
- الاحتواء الكامل: صهاريج تخزين مغلقة ذات جدارين، كما في صهاريج الاحتواء المزدوج، ولكن سقفها مركب على الجدار الخارجي، مع وجود هامش (مساحة) كافٍ بين ضغط التشغيل وضغط التنفيس.

### حامض النيتريك<sup>33</sup>

تشمل مراحل الإنتاج الخاصة بتصنيع حامض النيتريك ما يلي: تبخير الأمونيا السائلة؛ ومزج البخار مع الهواء وحرق المزيغ على محفز من البلاتين/ الروديوم؛ وتبريد أكسيد النيتريك الناتج وأكسدته ليتحول إلى ثاني أكسيد النيتروجين مع بقية من الأكسجين، وامتصاص ثاني أكسيد النيتروجين في الماء في

<sup>33</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006 ب؛ الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة. 2000 ب.

أو كنيتروجين نقي منتج في وحدة أو مصنع لتسييل الهواء. وأما الهيدروجين فمتاح من عدة مصادر مختلفة كالغاز الطبيعي، والنفط الخام، والنفثا، والغازات الثانوية المنبعثة من العمليات الصناعية نتيجة استخدام أفران الكوك أو المصافي، على سبيل المثال.

يتضمن إنتاج الأمونيا من الغاز الطبيعي خطوات التصنيع التالية: إزالة كميات الكبريت التي يمكن تتبع آثارها في مادة التغذية؛ وإعادة التشكيل (التكسير) الأولي والثانوي؛ وتحويل أول أكسيد الكربون بتغيير الاتجاه، وإزالة ثاني أكسيد الكربون، والتفاعل بالتشيع بغاز الميثان، والضغط، وتصنيع الأمونيا، وتبريد منتج الأمونيا. ويتم استخلاص الكربون في صورة ثاني أكسيد كربون مركز، والذي يُفضل أن يُستخدم في تصنيع اليوريا أو لأغراض صناعية أخرى للحد من انبعاثه في الجو.

وهناك طريقتان غير تقليديتين أخريان للتصنيع وتتضمنان: (1) إضافة هواء تصنيع إضافي إلى وحدة إعادة التشكيل الثانوي مع إزالة النيتروجين الزائد بالتبريد العالي، (2) إعادة التشكيل ذاتي الحرارة بالتبادل الحراري. وتتسم طريقة التصنيع الثانية ببعض ميزة بيئية بسبب انخفاض الحاجة للإشعال في وحدة إعادة التشكيل الأولي وإمكانية خفض استهلاك الطاقة. وهي تكنولوجيا حديثة وقد تم استحداثها - حتى تاريخه - للإنتاج بقدرة 500 طن أمونيا في اليوم تقريباً.

وتُستخدم الأمونيا المنتجة إما مباشرة في المصانع المعنية بإنتاج المنتجات الفرعية اللاحقة أو نقلها إلى صهاريج تخزين ويمكن شحن الأمونيا المخزنة إلى مستخدميها بعربات النقل الصهاريج أو بعربات القطارات الصهريجية أو بالسفن. وتجدر الإشارة إلى أن تخزين الأمونيا عادة ما يتم بإحدى طرق ثلاث:

الطبيعي أو تنظيف غاز مداخل الفحم؛ وهناك طريقة أخرى تتمثل في إذابة الكبريت الصلب الموجود في الطبيعة. كما يُنتج ثاني أكسيد الكبريت في صناعة المعادن، وذلك من خلال عمليتي التحميص والصهر، مما يولد غازات ثانوية بتركيزات عالية من ثاني أكسيد الكبريت تكفي لتصنيعه مباشرة لإنتاج حامض الكبريتيك. وتعتبر عملية الأكسدة الحرارية للأحماض المستهلكة والتي أستخدمت كمواد خام طريقة أخرى لإنتاج ثاني أكسيد الكبريت وحامض الكبريتيك. وأما عملية الأكسدة المطلقة للحرارة لثاني أكسيد الكبريت فوق عدة طبقات من محفز مناسب (أي، خامس أكسيد الفاناديوم) لإنتاج ثالث أكسيد الكبريت فتكاد تكون هي العملية المستخدمة اليوم في جميع مصانع إنتاج حامض الكبريتيك. ويمكن تصميم المصانع الحديثة بما يجعلها ذات كفاءة عالية جداً فيما يتعلق بتحويل ثاني أكسيد الكبريت (أكثر من 99 في المائة) وباسترداد الطاقة.

يتم الحصول على حامض الكبريتيك من امتصاص ثالث أكسيد الكبريت والماء وتحويلهما إلى حامض الكبريتيك (بتركيز لا يقل عن 98 في المائة). ويتم امتصاص ثالث أكسيد الكبريت في ماص وسيط يوضع بعد طبقة التحفيز الثانية أو الثالثة في عملية تلامس مزدوج، حيث تُنقل الغازات بعد ذلك إلى طبقة (أو طبقات) التحفيز الأخيرة ويتم امتصاص ثالث أكسيد الكبريت المتكون هنا في ماص نهائي. ويوضع هذا الماص النهائي بعد آخر طبقة تحفيز في عملية التلامس الفردي. ويتم إدخال الهواء بالحامض الدافئ المنتج في عمود أو برج لاستخلاص ثاني أكسيد الكبريت المتبقي في الحامض؛ ثم يعود الهواء المحمل بثاني أكسيد الكبريت إلى العملية مرة أخرى.

عمود امتصاص ليتفاعل فيتحول إلى حامض النيتريك. وعادة ما تتميز المصانع ذات القدرة الإنتاجية الكبيرة بتصميم ثنائي (على سبيل المثال: احتراق متوسط الضغط وامتصاص عالي الضغط)، على حين أنه في المصانع الصغيرة قد يتم الاحتراق والامتصاص عند نفس مستوى الضغط. ويعمل الضغط العالي في عمود الامتصاص على الحد من انبعاث أكاسيد النيتروجين في الهواء. إن الكمية المنتجة من أكاسيد النيتروجين وأكسيد النيتروز - وهو أحد غازات الدفيئة - في مصانع إنتاج حامض النيتريك كمية كبيرة، بيد أن أساليب التحويل بالمحفزات يمكنها أن تخفف من الانبعاثات الهوائية بأكثر من 80 في المائة.

ويوصى باستعمال الاستنلس ستيل الأوستيني (يشبه الكريستال وغني بالحديد) المنخفض الكربون كمادة صنع الخزانات/الصهاريج، والأوعية، والملحقات. ويتم النقل إلى حاويات (أوعية) النقل في المعتاد بطريقة الضخ أو بفعل الجاذبية. ويجب تجنب رفع الضغط لتنزيل الكميات الكبيرة. ويتم نقل حامض النيتريك بعربات القطارات الصهرجية، وعربات النقل الصهاريج، وبالسفن، غير أن النقل بالسفن أقل شيوعاً.

وتصل القدرة النموذجية لمصانع إنتاج حامض النيتريك الحديثة حوالي 1000 ألف طن في اليوم.

### 34 حامض الكبريتيك

إن أهم صناعة يُستخدم فيها حامض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ) هي صناعة الأسمدة الفوسفاتية. ويُصنع حامض الكبريتيك من ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) المنتج باحتراق عنصر الكبريت. ويُنتج الكبريت السائل من استخلاص الكبريت من الغاز

<sup>34</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006 ب؛ الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة. 2000 ب.

### حامض الفوسفوريك<sup>35</sup>

ارتجاج منفصلة في درجة حرارة 70-80 درجة مئوية، ثم الترشيح لفصل حامض الفوسفوريك عن كبريتات الكالسيوم. إن أكثر طرق تخزين حامض الفوسفوريك شيوعاً هي التخزين في الصهاريج المصنوعة من الصلب (الاستيل) المبطنه بالمطاط، رغم أنه تُستخدم أيضاً صهاريج مصنوعة من الاستنلس ستيل، والبوليستر والصهاريج المبنية بالخرسانة والمبطنه بالبولي إيثيلين. وعادة ما تكون صهاريج التخزين مجهزة بوسيلة لبقاء المواد الصلبة (الجوامد) معلقة حتى يمكن تقادي عملية التنظيف المكلفة للصحريج.

### حامض الهيدروفلوريك<sup>36</sup>

يُنتج فلوريد الهيدروجين على صورتين فلوريد هيدروجين لامائي وحامض هيدروفلوريك مائي. ويعتبر فلوريد الهيدروجين هو الشكل الغالب، وهو عبارة عن سائل أو غاز عديم اللون تصدر منه سحب (أبخرة/ أدخنة) عند ملامسته للهواء، كما أنه يذوب في الماء. وهو أيضاً منتج ثانوي عرضي في عملية تصنيع أسمدة السوبر فوسفات. وأما حامض الهيدروفلوريك فيُستخدم في تخديش ("صنفرة") الزجاج وتلميعه، وفي عملية الألكلة في صناعة البترول، والمعالجة الحمضية للاستنلس ستيل. وإضافة إلى ذلك، يُستخدم كذلك في إنتاج مركبات الفلوروكربونات لتصنيع الراتنجات، والمذيبات، ومزيلات البقع، ومواد خفض الشد السطحي، والمستحضرات الصيدلانية.

يتم تصنيع حامض الهيدروفلوريك عن طريق تفاعل فلورسبار من درجة الأحماض (فلوريد كالسيوم أو  $CaF_2$ ) مع حامض

إن الاستخدام الرئيسي لحامض الفوسفوريك ( $H_3PO_4$ ) هو تصنيع أملاح الفوسفات (الأسمدة ومكملات العلف الحيواني). ويمكن استخدام عمليتين مختلفتين لتصنيع حامض الفوسفوريك. ففي الأولى والمعروفة بالعملية الحرارية يتم إنتاج عنصر الفوسفات من صخر الفوسفات والكوك والسيليكا في فرن بالمقاومة الكهربائية ثم يتم أكسدته ودرجته لتكوين الحامض. وهذا الحامض المنتج بالعملية الحرارية نقي للغاية ولكنه مكلف ومن ثم يُنتج بكميات صغيرة، خاصة من أجل تصنيع الأسمدة الفوسفاتية الصناعية (المحتوية على مركبات الفوسفور).

أما الأنواع الأخرى من العمليات والمعروفة بالعمليات الرطبة فهي التي تقوم بتفتيت صخور الفوسفات بأحد الأحماض (أي الكبريتيك أو النيتريك أو الهيدروكلوريك). وتعتبر عملية تفتيت صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك هي العملية المفضلة من حيث إنتاج الكميات الكبيرة. إن الفوسفات ثلاثي الكالسيوم الناتج من صخر الفوسفات يتفاعل مع حامض الكبريتيك المركز فينتج حامض الفوسفوريك وكبريتات الكالسيوم وهي من الأملاح غير المذابة. ويتم انتقاء ظروف التفاعل بوجه عام بما يعمل على ترسيب كبريتات الكالسيوم في صورة هيدرات ثنائية أو شبه هيدرات.

إن خطوات الإنتاج الرئيسية هي كما يلي: طحن صخر الفوسفات، والتفاعل مع حامض الكبريتيك في سلسلة مفاعلات

<sup>36</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006

<sup>35</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006 ب؛ الرابطة الأوروبية لصانعي الأسمدة. 2000

بنقاوة تبلغ 99.98 في المائة. وتحتاج العملية إلى خطوة تخفيف نهائية بالماء لإنتاج تركيزات أقل (عادة 70 إلى 80 في المائة).

إن حامض الهيدروفلوريك اللامائي سائل يغلي عند 19.5 درجة مئوية، ويتم حفظه في درجات حرارة منخفضة - يُفضل أن تكون أقل من 15 درجة مئوية - بالتبريد أو بتركيب مكثفات في خطوط أنابيب مزودة بفتحات تهوية، حيث تقوم هذه المكثفات بتكثيف فلوريد الهيدروجين المتبخر. ويجب ألا تزيد سرعة السائل في خطوط الأنابيب عن 1 متر/ ثانية لتفادي تآكل طبقة فلوريد الحديد ( $FeF_2$ ). وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن حامض الهيدروفلوريك المركز بنسبة 70 في المائة على الأقل يُخزن كذلك في صهاريج مصنوعة من صلب الكربون، على حين يتم تخزين الحامض المركز بنسبة أقل من ذلك في صهاريج مبطنة بالفولاذ أو كبديل آخر في صهاريج من البولي إيثيلين.

### 37 حامض الهيدروكلوريك

إن حامض الهيدروكلوريك مركب كيميائي متعدد الاستعمالات حيث يدخل في مجموعة متنوعة من العمليات الكيميائية تشمل معالجة أو فصل المعادن عن خامها بعمليات رطبة (بالسوائل)، وتصنيع ثاني أكسيد الكلورين، وإنتاج الهيدروجين، وعمليات تنظيف وتخديش (حفر أو صنفرة) مختلفة. كما أنه متفاعل معروف في العديد من التفاعلات الكيميائية، فضلاً عن أنه حامض شائع الاستخدام لتحفيز العمليات العضوية.

<sup>37</sup> الحكومة الأسترالية، وزارة البيئة والتراث. 2004.

الكبريتيك. ويُنفذ هذا التفاعل الماص للحرارة في أفران دائرية أفقية يتم تسخينها من الخارج إلى درجة 200 حتى 250 درجة مئوية، حيث يُغذى فلورسبار جاف وكمية زائدة قليلاً من حامض الكبريتيك تغذية مستمرة في مقدمة مفاعل أولي ثابت لمزجها أو في الفرن مباشرة عن طريق ناقل لولبي (أي بترس دودي). وتُزال كبريتات الكالسيوم من خلال غلق هوائي في الطرف العكسي من الفرن.

ويتم سحب منتجات التفاعل الغازية، أي فلوريد الهيدروجين وحامض الكبريتيك الناتجين عن التفاعل الرئيسي، ورابع فلوريد السيليكون وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء المنتجة في التفاعل الثانوي - يتم سحبها كلها من مقدمة الفرن ومعها الجسيمات التي تحملها. ثم تستخلص هذه الجسيمات من تيار الغازات وتُعاد إلى الفرن. ويتولى مكثف أولي إزالة/ استخلاص حامض الكبريتيك والماء، وأما أبخرة فلوريد الهيدروجين فتكثف لاحقاً في مكثفات تعمل بمبرد لتكوّن فلوريد الهيدروجين الخام والذي يُرسل إلى صهاريج تخزين وسيطة. ويمر تيار الغازات المتبقي خلال برج امتصاص لحامض الكبريتيك أو جهاز غسل بالأحماض، لاستخلاص معظم فلوريد الهيدروجين المتبقي وبقية من حامض الكبريتيك، ويُرسلان أيضاً لعملية التخزين الوسيط. وتتم معالجة الغازات التي تخرج من جهاز الغسل بالأحماض في أجهزة غسل بالماء حيث يُسترد رابع فلوريد السيليكون ( $SiF_4$ ) والكمية المتبقية من فلوريد الهيدروجين على شكل حامض سادس الفلوروسيليسيك ( $H_2SiF_6$ ). وتُمرر غازات القسم الخلفي العملية الناتجة من جهاز الغسل بالماء خلال جهاز غسل بالمواد الكاوية قبل انبعاثها في الجو. ويؤخذ فلوريد الهيدروجين وحامض الكبريتيك من صهاريج التخزين الوسيط إلى أعمدة التقطير حيث يُستخلص حامض الهيدروفلوريك

مختلفة. ويتم تخزين الكلورين المسال في صهاريج الكميات الكبيرة في درجة الحرارة المحيطة أو في درجة حرارة منخفضة.

وتتسم عملية إنتاج الخلايا بالأغشية (النوع الحديث) بمزايا بيئية تتفوق بها على العمليات القديمة، إضافة إلى أنها تُعد حالياً أكثر العمليات من حيث الميزة الاقتصادية. وفي هذه العملية يُفصل ما بين الأنود (المصعد) والكاثود (المهبط) بغشاء موصل للأيونات ولكن غير منفذ للماء، ويمر محلول ملحي خلال حجيرة الأنود حيث تتأكسد أيونات الكلوريد فتتحول إلى غاز الكلورين. وتنتقل أيونات الصوديوم خلال الغشاء إلى حجيرة الكاثود الذي يحتوي على محلول الصودا الكاوية. ويتحلل الماء منزوع الأملاح المضاف إلى دائرة الكاثوليت ويطلق غاز الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد (أي الأيونات السالبة). وتتحد أيونات الصوديوم مع الأيونات السالبة لتكوّن الصودا الكاوية والتي عادة ما يتم تركيزها بنسبة 32-35 في المائة بإعادة تدوير المحلول قبل إخراجها من الخلية. ويتم الحصول على تركيزات أعلى بتركيز السائل الكاوي بعملية تبخير بالبخار. وتتناسب الصودا الكاوية المنتجة طردياً مع الكلورين (يُنتج 1.128 طن صودا كاوية (100 في المائة) من خلال التحليل الكهربائي لكل طن كلورين). ويعمل استخدام الغشاء على احتواء محلول الصودا الكاوية على مقدار محدود جداً من الملح نتيجة لانتقال الكلوريد، كما هو الحال أيضاً في طريقة خلايا الأغشية (النوع القديم). ويتم إخراج المحلول الملحي المنضب (المستهلك) من حجيرة الأنود ويُعاد تشبعه بالملح.

إن مادة الكاثود المستخدمة في خلايا الأغشية (النوع الحديث) فهي الاستنسل ستنيل أو النيكل، وأما الأنود فمن المعدن.

ويتم تصنيع هذا الحامض بعدة عمليات مختلفة، وتتكون العمليات شائعة التطبيق منها من تفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض الكبريتيك، أو، كما يتم تطبيقه حديثاً، يُنتج الحامض كمنتج ثانوي في عملية تفاعل الكلورة (على سبيل المثال: إنتاج المذيبات المكلورة والمركبات العضوية).

### 38 المركبات القاعدية / الكلورين

يُنتج قطاع تصنيع المركبات القاعدية/ الكلورين كلاً من الكلورين ( $Cl_2$ ) والمركبات القاعدية (أي الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم) بالتحليل الكهربائي لمحلول ملحي حيث يُستخدم كلوريد الصوديوم كمادة تغذية رئيسية،... أو كلوريد البوتاسيوم لإنتاج هيدروكسيد البوتاسيوم. وتعتبر عملية تصنيع المركبات القاعدية/ الكلورين مستهلك خطيرة للطاقة الكهربائية.

إن التكنولوجيات الرئيسية لتصنيع المركبات القاعدية/ الكلورين هي عمليات كهربية خلايا الزئبق وخلايا الأغشية (الحاجزة/ المنفذة). وفي العملية المستخدمة للكلورين، تصل درجة حرارة غاز الكلورين الخارج من المحلل الكهربائي إلى ما يقرب من 80-90 درجة مئوية، حيث يكون هذا الغاز مشبعاً ببخار الماء. كما أنه يحتوي على شوائب كرزاذ المحلول الملحي، والنيتروجين، والهيدروجين، والأكسجين، وثاني أكسيد الكربون وأثار من هيدروكربونات مكلورة. وبعد عمليات تبريد مباشرة وغير مباشرة وإزالة للشوائب، يُمرر الكلورين إلى أبراج التجفيف للتجفيف مع حامض كبريتيك مركز. ثم يلي ذلك، عملية ضغط ثم تسهيل للغاز عند ضغوط ودرجات حرارة

<sup>38</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2001.

السالبة) الكبريتات، وكاتيونات (الأيونات الموجبة) الكالسيوم والمغنسيوم والباريوم والمعادن) والتي يمكن أن تؤثر على عملية الكهرلة.

ويستخدم كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم في التنقية الأولية للمحاليل الملحية من أجل ترسيب أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ككربونات كالسيوم ( $\text{CaCO}_3$ ) وهيدروكسيد مغنسيوم ( $\text{Mg(OH)}_2$ ). ويمكن أيضاً أن تترسب المعادن كهيدروكسيد أثناء هذه العملية. ويمكن التحكم في كبريتات الصوديوم بإضافة كلوريد الكالسيوم أو أملاح الباريوم (والتي يمكن أن تمثل خطراً مع ذلك لسميتها)، وذلك لإزالة أنيونات الكبريتات بترسيبها ككبريتات كالسيوم أو كبريتات باريوم. وبعد الترسيب، تُزال الشوائب بالترسيب التراكمي، والترشيح أو بالجمع بينهما. وأما الطرق الممكنة الأخرى التي يمكن أن تُزال بها الكبريتات فتشمل الترشيح الفائق وتنظيف المحلول الملحي.

وتتكون عملية تنقية المحاليل الملحية الثانوية من خطوة ترشيح بمادة حاكة (صاقلة) وتخفيف المحلول الملحي في وحدة تبادل أيوني تُستخدم فيها عامة المرشحات لكي تنخفض كمية المواد المعلقة انخفاضاً كافياً ولحماية راتنج التبادل الأيوني من التعرض التلف. وعملية معالجة راتنج التبادل الأيوني المزيل مصممة لتخفيض الفلزات الترايية القلوية إلى مستويات أثرية (يمكن تتبع آثارها). ويُعاد تكوين هذا الراتنج دورياً بمحلولي حامض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة.

تتم إزالة الهيدروجين من خلال تفاعل مع غاز الكلورين في عمود بدلاً من تخفيف الغازات المتبقية بعد التكتيف الجزئي لغاز الكلورين. وينتج عن هذه الخطوة حامض هيدروكلوريك

وكثيراً ما تُطلى الكاثودات بمحفز يزيد من مساحة سطحها ويقلل من الفولطية المفرطة؛ وتشمل مواد الطلاء مخلوط النيكل والكبريت، والنيكل والألمونيوم، والنيكل وأكسيد النيكل، كما تشمل مخلوط النيكل مع فلزات مجموعة البلاتين. وعادة ما تُصنع أغشية النوع الحديث المستخدمة في قطاع تصنيع المركبات القاعدية/ الكلورين من البوليمر المشبع بالفلور.

إن الكلورين يُنتج في الأغلب بالقرب من المستهلكين؛ وتتطلب عمليات تخزينه ونقله استخدام أساليب المناولة السليمة وتطبيق أفضل الممارسات للحد من المخاطر المحتملة. وأما النقل فيتم من خلال خطوط أنابيب وعلى الطرق وبالسكك الحديدية.

يُنتج الهيدروجين في عملية الكهرلة أو التحليل الكهربائي للمحاليل الملحية كمنتج ثانوي (28 كيلو غرام لكل واحد طن كلورين) ويُستخدم بوجه عام كمادة إشعال في الموقع، أو قد يُرسل إلى شركات أخرى للاستخدام كوقود، أو يُباع ويُقل مادة كيميائية. كما يمكن استخدام الهيدروجين في المواقع المتكاملة في تطبيقات معينة لنقاوته العالية، وهي تشمل تصنيع الأمونيا، والميثانول، وحامض الهيدروكلوريك، وبيروكسيد الهيدروجين، الخ.

إضافة إلى كهرلة الخلايا، هناك أيضاً خطوات تصنيع تتشاركها جميع التكنولوجيات، وتشمل: تفرغ الأملاح وتخزينها، وتنقية المحاليل الملحية وإعادة إشباعها، وتصنيع الكلورين والصودا الكاوية والهيدروجين.

وتتكون عملية تنقية المحاليل الملحية من نظام رئيسي خاص بالتكنولوجيات المستخدمة للزئبق وأغشية النوع القديم ونظام ثانوي إضافي للتكنولوجيا المستخدمة لأغشية النوع الحديث. وهذه الطريقة لازمة للتخلص من الشوائب (أيونات (الأيونات

وُنتج عملية "سولفاي" كربونات الصوديوم الخفيفة، بكثافة إ فراغ حوالي 500 كيلو غرام/م<sup>3</sup>. ويتم تحويل كربونات الصوديوم الخفيفة، بإعادة البلورة أولاً إلى هيدرات كربونات الصوديوم الأحادية، ثم إلى كربونات الصوديوم الثقيلة، بعد التجفيف (إزالة الماء). ولكربونات الصوديوم الثقيلة كثافة إ فراغ حوالي 1000 كيلو غرام/م<sup>3</sup>. ويمكن إنتاج كربونات الصوديوم الثقيلة أيضاً بالدمك.

#### 40 أسود الكربون

يُنتج أسود الكربون بالأكسدة الجزئية أو التحلل الحراري للهيدروكربونات. ويُستخدم ما يناهز 65 إلى 70 في المائة من الاستهلاك العالمي لأسود الكربون في إنتاج الإطارات ومنتجات الإطارات من أجل الاستعمال في السيارات والمركبات الأخرى. ويُستخدم 25 - 30 في المائة تقريباً في إنتاج منتجات المطاط الأخرى، كما تدخل نسبة صغيرة في صناعات البلاستيك، وأحبار الطباعة، والدهانات، والورق، والتطبيقات المتنوعة الأخرى.

ويختلف أسود الكربون عن المواد الأخرى المستندة إلى الكربون من نواح كثيرة، لاسيما في كثافة الحجم. وتمثل أخلاط الهيدروكربونات الغازية أو السائلة المواد الخام المفضلة للإنتاج الصناعي مع تفضيل الهيدروكربونات العطرية للحصول على نواتج أفضل.

وتنقسم العمليات إلى مجموعتين: العمليات التي تستخدم الاحتراق غير الكامل أو الجزئي، والعمليات المستندة إلى التكسير الحراري. وفي عمليات الاحتراق الجزئي يُستخدم

<sup>40</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006.

غازي، والذي يمكن استرداده في وحدة حامض الهيدروكلوريك.

#### 39 كربونات الصوديوم

إن كربونات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) أو رماد الصودا مادة خام أساسية لقطاعات تصنيع الزجاج، والصابون، والمنظفات الصناعية، والكيماويات. وتُصنع كربونات الصوديوم (الصودا المكلسة) بدرجتين: كربونات خفيفة وكربونات ثقيلة. ويُعد الاستخدام الرئيسي للكربونات الثقيلة هو استخدامها في صناعة الزجاج وللنقل الاقتصادي لمسافات بعيدة. وأما الكربونات الخفيفة فتستخدم أساساً في سوق المنظفات الصناعية ولتصنيع مواد كيميائية وسيطة معينة.

ويتم تصنيع كربونات الصوديوم بوجه عام في وحدات إنتاج كبيرة وتتسم بالتكامل الشديد، وتتراوح القدرة الإنتاجية للمصنع من 150 إلى 1200 كيلوطن في السنة.

تتكون عملية "سولفاي" (عملية إنتاج صودا الأمونيا) من تشيع المحلول الملحي بالأمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون. ويُستخدم في هذه العملية محلول ملحي (من كلوريد الصوديوم) والحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) كمادة خام. وتكاد الأمونيا أن يُعاد إنتاجها وإعادة تدويرها بالكامل. والميزة الرئيسية لهذه العملية هي الإتاحة واسعة النطاق للمواد الخام النقية نسبياً، وهو ما يسمح بوجود وحدات الإنتاج العاملة قريبة من السوق إلى حد ما.

<sup>39</sup> المكتب الأوربي المعني بالإجراءات المتكاملة لمنع ومكافحة التلوث. 2006.

قطران الفحم الحجري وهي شديدة اللزوجة، وشبه صلبة أو صلبة.

ومنتج قطران الفحم الحجري والذي يتم تقطيره في درجة حرارة تصل إلى حوالي 400 درجة مئوية في الضغط الجوي - هذا المنتج في حالته الأولية عبارة عن مزيج من الهيدروكربونات العطرية أحادية أو متعددة الحلقات. وتحل محل نسبة كبيرة من منتج القطران مجموعات الألكيل، و/ أو الهيدروكسيل، و/ أو الأمين، و/ أو الكبريتيدات المائية، وكذلك - ولكن بدرجة أقل - نظائرها المحتوية على الكبريت والنيروجين والأكسجين. وتحتوي أنواع القطران التي تُنتج في درجات الحرارة المنخفضة في عملية كربنة الفحم الحجري أيضاً على مركبات عطرية سائلة، وألكانات، وألكينات. وتمثل بقايا عملية التقطير 50 في المائة على الأقل من منتجات قطران الفحم الحجري المنتجة بالكربنة في درجات الحرارة العالية؛ وتتكون هذه البقايا من استمرار سلسلة المركبات العطرية المتعددة النويات، والعطرية، والمختلفة الحلقات حتى الجزئيات التي تحتوي على 20 إلى 30 حلقة.

إن تآكل المعادن المرتبط بعملية التقطير المستمر لقطران الفحم الحجري من القضايا القياسية التي يجب أخذها في الاعتبار في عمليات إدارة المصنع. وتميل أملاح الأمونيوم (كلوريد الأمونيوم بصفة رئيسية) المرتبطة ببقايا السائل الخارج مع النواتج في القطران بعد التجفيف - تميل هذه الأملاح إلى الانفصال مع إنتاج حامض الهيدروكلوريك. وهذا الحامض يمكن أن يؤدي إلى تدهور حالة أجزاء المعدات التي توجد بها هذه الأبخرة وبخار الماء في درجة حرارة أعلى من 240 درجة مئوية، بما في ذلك المكثفات الموجودة بأعمدة التجفيف

الهواء لحرق جزء من مادة التغذية فتنتج الطاقة المطلوبة لإتمام عملية التحلل الحراري؛ أما في عملية التكسير الحراري فيتم توليد الحرارة خارج العملية ثم تُدمج فيها.

إن عملية إنتاج أسود الكربون في الأفران (أسود الأفران) هي أهم عملية إنتاج في الوقت الحاضر، وهي تُنتج أكثر من 95 في المائة من إجمالي الإنتاج العالمي. وهذه العملية من العمليات المستمرة وتتميز بالمرونة الكبيرة والأفضلية الاقتصادية مقارنة بالعمليات الأخرى. ويبلغ معدل الإنتاج النموذجي حوالي 2000 كيلوغرام/ساعة في مفاعل أسود الأفران. وفي عملية إنتاج أسود الكربون في الأفران، يتم حقن مادة تغذية عطرية ثقيلة بطريق التذرية في تيار شديد السرعة من غازات الاحتراق، فتحترق مادة التغذية جزئياً وتتكسر تكسراً كبيراً (45 - 65 في المائة) لتنتج أسود كربون وهيدروجين في درجة حرارة تتراوح ما بين 1200 إلى 1700 درجة مئوية. يلي الإخماد (التسقية) بالماء استرداد أسود الكربون من خلال الحلزونات والمرشحات الكيسية في صورة كريات جافة ثم يتم توصيله إلى المخازن (صوامع) أو شحنه.

## تقطير قطران الفحم الحجري

إن كافة عمليات تقطير قطران الفحم الحجري في الوقت الحالي تكاد تتم كلها بصفة رئيسية في معامل التقطير المستمر والتي تبلغ قدرتها الإنتاجية اليومية 100-700 طن. وقطران الفحم الحجري منتج كثيف يتم الحصول عليه بتبريد الغاز المستخدم في تقطير الفحم الحجري (التحلل الحراري أو كربنة الفحم). وهذا القطران سائل أسود لزج كثافته أعلى من الماء. وزفت قطران الفحم الحجري هو المادة السوداء المتبقية من تقطير

النفثالين مع استخدام الفورمالدهايد كإضافات، وذلك من أجل تحسين خواص تدفق الخرسانة. ومن التطبيقات الأخرى إنتاج مركبات النفثالين ثنائية الإيزوبروبيل.

يتم فصل الأنثراسين الخام من زيوت الأنثراسين المنتجة بأفران الكوك. وبينما يعطي زيت الأنثراسين مقدراً محدوداً فقط من البقايا عند 360 درجة مئوية، يتم تخفيف الزيت بزيت مفرغ من النفثالين أو زيت امتصاص خفيف، ثم تبريد هذا المزيج عند درجة حرارة 35 درجة مئوية. ويتم ترشيح الهلام الصلب/ السائل الناتج أو معالجته بالطرد المركزي ليعطي زيت أنثراسين خام يحتوي على 40-45 في المائة أنثراسين.

وتخلف عملية استرداد كيمووبات القطران بقايا من الزيوت تشمل النفط الثقيلة، وزيت الكاربوليك المنزوع الفينول، والزيت المفرغ من النفثالين، وزيت الامتصاص، وزيت الأنثراسين المرشح، والزيت الثقيل. وتُخلط هذه الزيوت لتنتج زيوت الكريوزوت والتي استخدمت كمادة حافظة للأخشاب، كما أن الكريوزوت المنتج من قطران الفحم الحجري أيضاً مادة تغذية في صناعة أسود الكربون. وهناك أسواق أخرى أصغر للكريوزوت هي صناعات إسالة قطران الفحم الحجري، والزفت، والبيتومين.

والتكسير. وتتم السيطرة على التآكل بإضافة مركب قاعدي إلى القطران (إما محلول كربونات الصوديوم أو الصودا الكاوية).

إن نموذج منتجات التقطير الأولي في مصنع تقطير قطران يمكن أن يعطي جزءاً واحداً فقط وهو زيت النفثالين المستخلص بين 180 و240 درجة مئوية، أو يعطي جزأين: زيت الكريوزوت الخفيف أو الزيت الأوسط (230-300 درجة مئوية) وزيت الكريوزوت الثقيل أو الزيت الثقيل (فوق 300 درجة مئوية) بين زيت النفثالين والزفت.

إن الأحماض الكريزولية عالية الغليان عبارة عن أخلاط من الكريزولات أو الزيلينولات والفينولات عالية الغليان. واستخدماتها الرئيسية هي راتنجات الفينول/ الفورمالدهايد، ومذيبات مينا طلاء الأسلاك، وعوامل إزالة الشحوم عن المعادن، وعوامل معالجة طفو الزبد (الرغوة)، وعوامل الدباغة الاصطناعية.

إن النفثالين هو المكون الرئيسي لقطران أفران الكوك، والمكوّن الوحيد الذي يمكن تركيزه حتى يصل إلى محتوى عالٍ معقول في عملية التقطير الأولي<sup>41</sup>. ويمكن إحداث المزيد من الارتقاء بزيوت النفثالين بعدة طرق، وهي تستند استناداً رئيسياً إلى تبلور زيت النفثالين الأولي للترقية إلى نوعية بدرجة الفتاليك أو تحويله إلى زيوت الأنثراسين الأنقى والتي بدرجة المركبات الكيميائية. وقد استخدم النفثالين تقليدياً في إنتاج أنهريد النفثالين، ونفتول بيتا، والمركبات الوسيطة المستخدمة في تصنيع الأصباغ. وفي الآونة الأخيرة، استخدم النفثالين في منتجات التكثف الناتجة من أحماض سلفونيك

<sup>41</sup> تحتوي زيوت النفثالين المنتجة من قطران أفران الكوك عامة على 60-65 في المائة نفثالين.