

## إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمصانع الصلب المتكاملة

### 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 المعنوية، 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 الملائمة

– في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومفصل بشأن أية بدائل مقترحة 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 والتبصر المتوقع 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

التشغيل واردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

### 1.1 القضايا البيئية

تتضمن القضايا البيئية المرتبطة بقطاع تصنيع الصلب بصورة أساسية ما يلي:

- الانبعاثات الهوائية
- النفايات الصلبة
- المياه المستعملة
- الضوضاء

#### الانبعاثات الهوائية

بالإضافة إلى تلك العملية المتعلقة بالانبعاثات الهوائية التي تجري مناقشتها أدناه، قد تنشأ الانبعاثات الهوائية من محطات الطاقة الحبيسة التي تتم إدارتها بالغازات الناتجة عن الأفران (على سبيل المثال، الغاز الناتج عن أفران الكوك، والغاز الناتج عن الأفران العالية، والغاز الناتج عن أفران الأكسجين القاعدي). وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً حول كيفية التعامل مع الانبعاثات الناتجة عن مصادر الاحتراق الصغيرة التي تصل قدرتها الحرارية إلى 50 ميغاواط حرارية، وإرشادات بشأن انبعاثات العوادم. كما تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الحرارية إرشاداً للمنشآت التي تزيد قدراتها الإنتاجية من الطاقة على 50 ميغاواط حرارية.

#### المادة الجسيمية

قد ينشأ عن كل خطوة من خطوات التصنيع مواد جسيمية، كما يمكن أن تحتوي هذه المواد الجسيمية على تركيزات مختلفة من الأكاسيد المعدنية، والمعادن (على سبيل المثال، الزرنيخ والكاديوميوم والزنك والرصاص والنيكل والكروم والزنك

تتضمن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمصانع الصلب المتكاملة معلومات ذات صلة بتصنيع تماسيح الحديد والصلب الخام أو الصلب المنخفض السبائكية والسبائك الحديدية. وتطبق على تصنيع الكوك المعدني؛ والإنتاج الأساسي للحديد والصلب داخل الأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي؛ وإعادة تدوير خرقة المعادن داخل أفران القوس الكهربائي؛ وإنتاج المنتجات الشبه نهائية؛ وأنشطة الدرفلة على الساخن والدرفلة على البارد. ولا تتضمن معلومات بشأن عملية استخراج المواد الخام وتحويل المنتجات الشبه نهائية إلى منتجات نهائية. وتقدم الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل تصنيع الأسمنت والجير إرشاداً بشأن قমানن الجير التي يمكن أن توجد داخل مصانع الصلب المتكاملة. 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

يعرض القسم التالي ملخصاً للقضايا ذات الصلة بالبيئة والصحة والسلامة المرتبطة بتصنيع الصلب والتي تحدث خلال مرحلة التشغيل، هذا فضلاً عن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل معها. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بالتعامل مع قضايا البيئة والصحة والسلامة المشتركة في غالبية المنشآت الصناعية الكبرى خلال مرحلة الإنشاء وإيقاف

- وأبواب الفرن وأبواب قياس مستوى ارتفاع المواد داخل الفرن والصمامات وفتحات الشحن وموانع التسرب الخاصة بالإطارات وأنابيب الصعود) إذ أنهما يعتبران من الإجراءات الأساسية للتشغيل النظيف الآمن؛
- إدارة التشغيل بصورة جيدة للوصول إلى استقرار في حالة التشغيل، على سبيل المثال، تجنب الإزالة المبكرة للكوك/الفحم من الفرن.
- اعتماد تدابير للشحن "لا ينشأ عنها أدخنة"؛
- اعتماد نظام التبريد السريع للكوك بالطريقة الجافة؛
- اعتماد استخدام بطاريات استرداد الكوك؛
- خفض شحنات الكوك داخل الأفران العالية، بما في ذلك أسلوب حقن الفحم المسحوق.

وقد ينشأ عن مصانع التلييد أكبر كميات من انبعاثات المواد الجسيمية داخل مصانع الصلب المتكاملة. وتنشأ الانبعاثات بصورة أساسية داخل مصانع التلييد من جراء عمليات تداول المواد التي تؤدي إلى انتشار المواد الجسيمية في الهواء، وتفاعلات الاحتراق على الناقل المتحرك لشبكة المصبغات.<sup>3</sup>

- وتتضمن الإجراءات الموصى بها لمنع انبعاث المواد الجسيمية الناشئة عن مصانع التلييد والسيطرة عليها ما يلي:
- إجراء عملية إعادة تدوير جزئية أو كلية للغاز العادم داخل مصنع التلييد، وفقاً لنوعية التلييد والإنتاجية؛
- استخدام مرسبات إلكتروستاتية مزودة بأنظمة نبضية لإمدادها بالطاقة، أو مرسبات إلكتروستاتية مع مرشحات

<sup>3</sup> تنقسم أحجام حبيبات المواد الجسيمية الناشئة عن الناقل المتحرك لشبكة المصبغات قبل إجراء عملية التخفيف إلى النوعين التاليين: مواد جسيمية خشنة (يبلغ حجم الحبة فيها حوالي 100 ميكرون) ومواد جسيمية دقيقة (0.1-1 ميكرون). ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب.

والمنغيز)، وأكاسيد المعادن. وتتضمن مصادر الانبعاثات أنشطة الصهر والتنقية (الأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي وأفران القوس الكهربائي) وأفران التسخين (حسب نوع الوقود المستخدم)؛ والأعمال الميكانيكية (على سبيل المثال، القشط والتجليخ)؛ وتداول المواد (على سبيل المثال، المواد الخام والإضافات والمواد المعاد تدويرها ونفايات المواد والمنتجات الثانوية). كما تتضمن المصادر الإضافية لانبعاثات المواد الجسيمية عمليات تخزين الفحم والنقل والشحن والتكويك والإخراج من الأفران والتبريد السريع.

العمليات الحرارية: قد تنبعث المواد الجسيمية نتيجة إجراء عمليات حرارية ومنها صناعة الكوك والتلييد والتحبيب والاختزال المباشر.

كما تعتبر مصانع أفران الكوك مصادر أخرى كبيرة لانبعاث الغبار. وقد ينشأ عن عملية الحرق الناقص انبعاثات مستمرة للمواد الجسيمية من خلال مدخنة الاحتراق. ويمكن أن تنشأ انبعاثات متقطعة وهاربة من عدد كبير من المصادر منها أبواب الأفران وأبواب قياس مستوى ارتفاع المواد داخل الأفران والصمامات وفتحات الشحن. كما يمكن أن تنشأ انبعاثات أخرى من جراء عمليات إخراج المواد من الأفران، والتبريد السريع و الغرلة (انبعاثات غير مستمرة) ومعالجة غازات أفران الكوك. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاث المواد الجسيمية من مصانع أفران الكوك والسيطرة عليها ما يلي:<sup>2</sup>

- تركيب أغشية تجميع لبطاريات أفران الكوك؛
- صيانة وتنظيف جميع مصادر الانبعاثات الهاربة ذات الصلة بأفران الكوك (على سبيل المثال، غرفة الفرن

<sup>2</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

وتنبعث المواد الجسيمية فيما يتعلق بأفران الأكسجين القاعدي نتيجة عملية المعالجة المسبقة للمعدن الساخن (بما في ذلك عمليات نقل المعدن الساخن، وإزالة الكبريت وإزالة الخبث)؛ وعمليات الشحن؛ وضخ الأكسجين لخفض مستوى الكربون وأكسدة الشوائب؛ وعمليات تفريغ المعدن المنصهر.

وتتضمن الإجراءات الموصى بها لمنع انبعاث المواد الجسيمية الناشئة عن أفران الأكسجين القاعدي والسيطرة عليها ما يلي:

- استخدام ضوابط رئيسية من أجل غازات مداخن أفران الأكسجين القاعدي، ومنها أجهزة غسل الغاز بالترذيق سواء اتبع أسلوب الاحتراق الكامل أو لم يتبع؛<sup>4</sup>
- تركيب أجهزة ضبط ثانوية لالتقاط الغاز الهارب الناتج عن تشغيل أفران الأكسجين القاعدي.
- تزويد خطوط صب المعادن بوحدات محكمة لسحب الغازات.

ينشأ عن أفران القوس الكهربائي مواد جسيمية خلال عملية الصهر؛ ومرحلتى حقن الأكسجين وإزالة الكربون (مصدرين رئيسيين لانبعاثات الغازات الناتجة)؛ والشحن / نزع سداة الفرن للتفريغ (مصدرين ثانويين لانبعاثات الغازات الناتجة).

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاثات المواد الجسيمية الناشئة عن أفران القوس الكهربائي والسيطرة عليها ما يلي:

قماشية، أو اعتماد أسلوب الإزالة المسبقة للغبار (مرسبات إلكتروستاتية أو حلزونات) بالإضافة إلى استخدام أنظمة ذات ضغط عال لغسل الغاز بالطريقة الرطبة من أجل إزالة الغبار من الغاز العادم. وقد يحد وجود الغبار الدقيق، الذي يتكون بصورة أساسية من قلوبات وكلوريدات الرصاص، من كفاءة المرسبات الإلكتروستاتية.

وقد تؤدي عمليات تحبيب تماسيح الحديد (وهي عملية بديلة عن عملية التليد) إلى انبعاث غبار ومواد جسيمية من جراء طحن المواد الخام؛ ومن منطقة الحرق في خط التصليد؛ ومن أنشطة الغرلة والتداول. وتتماثل التدابير الموصى بها لمنع انبعاثات المواد الجسيمية الناتجة عن عملية التحبيب والسيطرة عليها مع التدابير الموصى بها لعمليات التليد في هذا الشأن، كما هي موضحة أعلاه.

أنشطة الصهر: تتضمن انبعاثات المواد الجسيمية الناتجة عن مصانع الأفران العالية الانبعاثات الآتية من قاعة الصب (في المقام الأول، جسيمات من أكسيد الحديد والجرافيت) وتنظيف غاز الأفران العالية المتصاعد من أعلى الفرن. وتتضمن التدابير المعنية بمنع انبعاث المواد الجسيمية الناشئة عن الأفران العالية والسيطرة عليها استخدام أنظمة إزالة الغبار، التي عادة ما تشمل أجهزة غسل الغاز والمرشحات الإلكتروستاتية، قبل إعادة استخدام الغاز الناتج.

وفي عملية الاختزال المباشر (تعتبر عملية الاختزال المباشر إحدى الطرق البديلة في إنتاج الصلب الأساسي وقد تؤدي إلى خفض إجمالي انبعاثات الغبار والملوثات الأخرى على نحو كبير)، لا تختلف انبعاثات الغبار من حيث نوعيتها عن انبعاثات الغبار الآتية من الأفران العالية، إلا أنها أقل في الكمية.

<sup>4</sup> قد يؤدي استخدام أجهزة غسل الغاز بالترذيق إلى أن تصبح تركيزات المواد الجسيمية عند مستويات تتراوح بين 5 إلى 10 ملغم/متر مكعب عادي، وبردغ ذلك قد تصل تركيزات المواد الجسيمية إلى 50 ملغم/متر مكعب عادي. أي أن يكون وزن حمل انبعاث المواد الجسيمية 1 جرام لكل طن من الصلب السائل. في حالة إجراء الاحتراق الكامل، يتراوح نطاق انبعاثات المواد الجسيمية ما بين 25 و100 ملغم/متر مكعب عادي بعد المعالجة، أي أن يصل وزن حمل انبعاث المواد الجسيمية إلى 180 جرام لكل طن من الصلب السائل. ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب.

- تبريد الغاز على نحو سريع ثم ترشيحه بالمرشحات الكيسية. ويمكن تزويد المرشحات الكيسية بمواد ماصة (على سبيل المثال، الجير أو الكربون) لتعزيز التقاط الشوائب المتطايرة؛
- اتباع طريقة التخلص المباشر من الغاز الناتج واستخدام محايي مقببة للتغطية وإجراء عمليات التنظيف.
- وتنشأ المواد الجسيمية داخل منطقة الصب (صب السبائك أو الصب المستمر) جراء نقل الصلب المنصهر إلى القوالب وتقطيع المنتج إلى الأطوال المحددة بواسطة مشعل يعمل بالوقود المشبع بالأكسجين أثناء إجراء عملية الصب المستمر. لذا ينبغي أن يتم تزويد أنظمة العوادم بمرشحات وبأجهزة التخفيف الأخرى ذات الصلة، وخاصة في ورش الصب والدفلة والتشطيب، حيثما يكون ذلك ضرورياً.
- وتتميز المرشحات الكيسية والمرسبات الإلكتروستاتية بكفاءة تجميع عالية، كما أن أجهزة غسل الغاز بالطريقة الرطبة تتيح أيضاً إمكانية التقاط المواد القابلة للذوبان في الماء (على سبيل المثال، أكسيد الكبريت والكلوريدات). وعادة ما تم تركيب المرشحات الكيسية وذلك للسيطرة على الانبعاثات الآتية من ورش الصهر. وغالباً ما يسبقها حلزونات يتم تركيبها بغرض فصل الشرر.<sup>5</sup>
- الأعمال الميكانيكية: قد ينشأ عن أنشطة القشط والطحن انبعاث مواد جسيمية. لذا ينبغي تزويد أنظمة العوادم بمرشحات يجب اختيارها بناء على نوع النشاط.
- تداول المواد الخام: لخفض انبعاث المواد الجسيمة الهاربة أثناء تداول المواد، يوصى باتباع أساليب المنع والسيطرة التالية:
- إزالة الغبار العائدة ضمن نظام النقل بواسطة السيور من أجل إزالة الغبار المتخلف؛
- إجراء أعمال الصيانة الروتينية داخل المصنع والتنظيف الجيد للإقلال من الانسكابات والتسربات؛
- تطبيق ممارسات التحميل والتفريغ الصحيحة.
- تعتبر انبعاثات غبار الفحم الهاربة أحد الشواغل الرئيسية. وتتضمن التوصيات الخاصة بمنع انبعاثات غبار الفحم الهاربة والسيطرة عليها أثناء نقل وتخزين وإعداد الفحم ما يلي:
- الإقلال من ارتفاع إسقاط الفحم في المخزون؛
- استخدام أنظمة التريز بالمياه وأغطية من مواد بوليميرية لخفض تكون الغبار الهارب من عملية تخزين الفحم (على سبيل المثال، تريز أو تغطية المخزون)؛
- استخدام المرشحات الكيسية أو الأجهزة الأخرى الخاصة بالسيطرة على المواد الجسيمية من أجل انبعاثات غبار الفحم الناتجة عن أنشطة التكسير / تغيير الأحجام؛

<sup>5</sup> قد يؤدي اعتماد استخدام المرسبات الإلكتروستاتية أو/والحلزونات، كوسائل للمعالجة المسبقة، والمرشحات الكيسية إلى الوصول بمستويات الانبعاث إلى ما يتراوح بين 10 و20 ملغم/متر مكعب عادي.

لمنع انبعاثات أكاسيد النيتروجين والسيطرة عليها أثناء عمليات تصنيع الصلب ما يلي:

- إعادة تدوير الغازات العادمة؛
- استخدام بطاريات أفران مزودة بأنظمة متعددة المراحل لإمداد الهواء؛
- اعتماد أسلوب الاحتراق المخمد داخل أفران الأكسجين القاعدي.

#### أكاسيد الكبريت

ترتبط انبعاثات أكسيد الكبريت ارتباطاً رئيسياً باحتراق مركبات الكبريت الموجودة في مواد التلبيد، والتي تدخل بصورة رئيسية نتيجة استخدام سقاط الكوك<sup>7</sup> كما يمكن أن تنشأ انبعاثات أكسيد الكبريت أثناء إجراء عملية تصليد الحبيبات، والحرق داخل أفران الكوك<sup>8</sup> ويتوقف مستوى انبعاث أكسيد الكبريت في الغازات العادمة الآتية من أفران إعادة التسخين وأفران التلدين على محتوى الكبريت في الوقود المستخدم.

وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة

الأساليب العامة الموصى بها لمنع إنتاج أكسيد الكبريت والسيطرة عليه. وتتضمن الأساليب النوعية الأخرى الموصى بها لمنع انبعاثات أكاسيد الكبريت والسيطرة عليها ما يلي:

- اختيار مواد خام أولية ذات محتوى منخفض من الكبريت؛
- الإقلال من محتوى الكبريت في الوقود؛

- تركيب أنظمة تجميع (حزونات) بالطرد المركزي يعقبها أجهزة عالية الكفاءة لغسل الغاز بالترديد المائي فوق مجففات حرارية؛
- تركيب أنظمة تجميع (حزونات) تعمل بنظام الطرد المركزي يعقبها مرشحات قماشية من أجل أنشطة ومعدات تنظيف الفحم الهيدروليكية؛
- استخدام سيور نقل مغلقة ومزودة بمعدات للتخلص والترشيح وذلك من أجل منع انبعاث الغبار عند نقاط النقل بواسطة السيور؛
- ترشيد أنظمة النقل للإقلال من إحداث ونقل الغبار داخل الموقع.

#### أكاسيد النيتروجين

تنشأ انبعاثات أكاسيد النيتروجين من جراء درجات الحرارة العالية للأفران وأكسدة النيتروجين. وترتبط انبعاثات أكاسيد النيتروجين بعمليات التلبيد؛ وعمليات مصنع التحييب<sup>6</sup>؛ واحتراق الوقود المستخدم لإجراء الحرق داخل أفران الكوك، بما في ذلك احتراق الغاز المعاد تدويره الناتج عن أفران الكوك؛ وقمانن كوبر والقمانن الساخنة المستخدمة في عمليات الأفران العالية؛ واستخدام الغازات الناتجة عن العمليات أو استخدام درجات حرارة عالية لهواء الاحتراق داخل أفران إعادة التسخين وأفران التلدين؛ وتنشأ انبعاثات أكاسيد النيتروجين أيضاً من عمليات معالجة أسطح المعادن بمزيج من الأحماض، فضلاً عن الكثير من المصادر الأخرى.

وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة

الأساليب العامة الموصى بها لمنع إنتاج أكاسيد النيتروجين والسيطرة عليه. وتتضمن الأساليب الفنية الأخرى الموصى بها

<sup>7</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

<sup>8</sup> يرتبط مستوى انبعاثات أكسيد الكبريت بمحتوى الكبريت في الوقود (غاز الأفران العالية المخصب أو غاز أفران الكوك) ويتوقف محتوى الكبريت في غاز أفران الكوك على أداء إزالة الكبريت داخل مصنع معالجة غازات أفران الكوك.

<sup>6</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

- اتباع ممارسة ترغية الخبث في عمليات أفران القوس الكهربائي.

#### الكلوريدات والفلوريدات

- يحتوي ركاز الحديد على كلوريدات وفلوريدات تؤدي إلى تكون حمض هيدروفلوريك، وحمض هيدروكلوريك، وكلوريدات قلوية أثناء عمليات التلييد والتحييب. وقد ينشأ حمض الهيدروفلوريك وحمض الهيدروكلوريك عن الغازات الناتجة من عمليات أفران القوس الكهربائي، ويتوقف ذلك على نوعية الخردة المشحونة بداخلها. وتتسبب انبعاثات كلوريد الهيدروجين من خطوط معالجة أسطح المعادن بالأحماض (حمض الهيدروفلوريك)، وتتطلب استخدام أنظمة لاستعادة حمض الهيدروفلوريك. وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع التلوث والسيطرة عليه ما يلي:

- استخدام نظامي إزالة الغبار بالطريقة الجافة وغسل الغاز بالطريقة الرطبة، اللذين عادة ما يتم تركيبهما للسيطرة على انبعاثات المواد الجسيمية وأكسيد الكبريت على التوالي؛
- ضبط المدخل من الكلور عن طريق المواد الخام باتباع عملية لاختيار المواد؛
- تجنب التريزيد بمياه البحر؛
- إن كان من الضروري استبعاد الكلور من النظام، عندئذ لا ينبغي إعادة تدوير الأجزاء الدقيقة الغنية بالكلور في مواد التلييد (وبرغم ذلك يُفضل بشكل عام إعادة تدوير جميع المخلفات الحاملة للحديد الناتجة عن العمليات).

#### المركبات العضوية المتطايرة وملوثات الهواء العضوية الخطرة

- قد تنبعث المركبات العضوية المتطايرة والهيدروكربونات العطرية المتعددة النواة من المراحل المختلفة لتصنيع الصلب

- إضافة مواد ماصة مثل الكلس المطفأ، أو أكسيد الكالسيوم، أو حقن رماد متطاير ذي محتوى عالٍ من أكسيد الكالسيوم في مخرج الغازات العادمة قبل الترشيح؛
- تركيب أنظمة لغسل الغاز بالطريقة الرطبة داخل نظام مخصص لتجميع الغبار وإزالته؛
- استخدام مزيج طيني يحتوي على كربونات كالسيوم، أو أكسيد كالسيوم، أو كلس مطفأ في عملية الحقن بواسطة جهاز غسل الغاز بالطريقة الرطبة<sup>9</sup>؛
- استخدام جهاز لغسل الغاز بالطريقة الجافة، إذا لزم الأمر.

10

#### أول أكسيد الكربون

- تتضمن مصادر أول أكسيد الكربون الغازات العادمة الناتجة عن الناقل المتحرك لشبكة مصبغات التلييد، وأفران الكوك، وأفران الأكسجين القاعدي، والأفران العالية وأفران القوس الكهربائي. وينشأ أكسيد الكربون من جراء أكسدة الكوك خلال عمليتي الصهر والاختزال، وأكسدة الأقطاب الجرافيتية والكربون الآتي من أحواض المعادن المنصهرة خلال مرحلتي الصهر والتنقية داخل أفران القوس الكهربائي. وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع التلوث والسيطرة عليه من أجل خفض انبعاثات أكسيد الكربون ما يلي:

- الالتقاط الكامل للغازات الناتجة عن أفران الكوك، والأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي؛
- إعادة تدوير الغازات التي تحتوي على أكسيد الكربون؛

<sup>9</sup> عادة ما تصل كفاءة هذا الأسلوب في إزالة أكسيد الكبريت إلى 90 في المائة. ويتيح استخدامه أيضاً إمكانية خفض انبعاثات كلوريد الهيدروجين، وفلوريد الهيدروجين، والأمونيا، والمعادن. تعتبر أجهزة غسل الغاز بالطريقة الجافة أكثر كلفة من أجهزة غسل الغاز بالطريقة الرطبة ولهذا لا تستخدم كثيراً.

<sup>10</sup> تعتبر أجهزة غسل الغاز بالطريقة الجافة أكثر كلفة من أجهزة غسل الغاز بالطريقة الرطبة ولهذا لا تستخدم كثيراً.

- معالجة الغازات الناتجة المتقطعة من خلال أنظمة الالتقاط عقب الاحتراق، أو غسل الغاز بالطريقة الكيميائية، أو الترشيح الحيوي.

#### الديوكسينات والفيورانات

تعتبر مصانع التلييد أحد أكبر المصادر المحتملة لانبعاثات ثنائي بنزو ديوكسين متعدد الكلور وثنائي بنزوفيوران متعدد الكلور (الديوكسينات والفيورانات). وقد تنشأ الديوكسينات والفيورانات إذا تزامن وجود أيونات الكلوريد والمركبات الكلورة والكربون العضوي والمحفزات والأكسجين، مع مستويات معينة من درجات الحرارة أثناء إجراء العمليات المعدنية. إضافة إلى ذلك، قد يتسبب وجود محتوى عالٍ من الزيت في قشور وأكاسيد الدرفلة إلى انبعاث كميات كبيرة من الديوكسينات والفيورانات. وتعد الغازات الناتجة عن أفران القوس الكهربائي أحد المصادر الأخرى المحتملة لانبعاثات الديوكسينات والفيورانات. ويعتبر احتمال وجود المركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلور، ومادة البي في سي، والمواد العضوية الأخرى في الخرقة المدخلة (يتم الحصول على الخرقة المقطعة إلى قطع طولية بشكل رئيسي من المعدات القديمة) أحد مصادر القلق، نظراً لاحتمالية تكون الديوكسينات والفيورانات بشكل كبير.<sup>12</sup>

تتضمن الأساليب الموصى بها لمنع انبعاثات الديوكسينات والفيورانات والسيطرة عليها ما يلي:

- قد تؤدي إعادة تدوير الغازات العادمة إلى خفض الانبعاثات الملوثة وخفض كمية الغاز الذي يتطلب معالجة في نهاية خط الإنتاج؛
- ضرورة تكتيل مواد التغذية الدقيقة (على سبيل المثال، الغبار)؛

<sup>12</sup> المصدر السابق.

بما في ذلك الغاز الناتج عن عمليتي التلييد والتحبيب نظراً لدخول الزيت في مواد التلييد والتحبيب (يرجع ذلك بشكل أساسي إلى إضافة قشور وأكاسيد الدرفلة)؛ ومن أفران الكوك والتبريد السريع ومصنع المواد الثانوية؛ ومن أفران القوس الكهربائي، وخاصة عند إضافة الفحم على شكل "كتل" إلى سلة الخرقة. ويمكن أن توجد الهيدروكربونات العطرية المتعددة النواة أيضاً في الخرقة المدخلة إلى أفران القوس الكهربائي، كما أنها يمكن أن تتكون أيضاً أثناء تشغيل أفران القوس الكهربائي.<sup>11</sup> ويمكن أن تنشأ انبعاثات الهيدروكربونات والأبخرة الزيتية أيضاً من عمليات مصنع الدرفلة على البارد (المدلفنة الترادفية).

وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع التلوث والسيطرة عليه من أجل انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة التدايير المتكاملة التالية للعمليات:

- المعالجة المسبقة لقشور وأكاسيد الدرفلة من خلال ممارسات كالغسل بالضغط لخفض محتوى الزيت؛
- رفع ممارسات التشغيل إلى الحد الأمثل، وخاصة وسائل التحكم في الاحتراق ودرجات الحرارة؛
- الإقلال من المدخل من الزيت الآتي عن طريق الغبار وقشور وأكاسيد الدرفلة وذلك باتباع أساليب "التنظيف الجيد" داخل مصنع الدرفلة؛
- استخدام أنظمة متقدمة لجمع الانبعاثات وإزالة الضباب المتكثف (على سبيل المثال مرشحات كيسية مطلية مسبقاً)؛
- إعادة تدوير الغازات الناتجة؛

<sup>11</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب



مجلفن) وكاديوميوم وورصاص ونيكل وزئبق ومنغنيز  
وكروم.<sup>13</sup>

وينبغي السيطرة على انبعاثات الجسيمات المعدنية عبر تطبيق  
أساليب عالية الكفاءة لتخفيف الغبار من أجل السيطرة على  
انبعاثات الجسيمات كما هو مبين أعلاه. وعادة ما تتم السيطرة  
على انبعاثات المعادن الغازية من خلال تبريد الغازات ثم  
استخدام مرشحات كيسية.

#### غازات الدفيئة

تستهلك منشآت تصنيع الصلب كميات كبيرة من الطاقة وقد  
ينبعث منها كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون. وتنشأ  
انبعاثات غازات الدفيئة الآتية من مصانع الصلب المتكاملة  
بشكل رئيسي من احتراق الوقود الأحفوري مثل الفحم  
المستخدم للحصول على الطاقة (الحرارة)، واختزال الرصاص،  
 وإنتاج الطاقة الكهربائية، واستخدام الجير كمادة خام. وتقدر  
القيمة المتوسطة لكثافة ثاني أكسيد الكربون في هذا القطاع بـ  
0.4 t/C t من الصلب الخام. وتحتوي الإرشادات العامة  
بشأن البيئة والصحة والسلامة، فضلاً عن المعلومات النوعية  
المقدمة عن هذا القطاع أدناه، على توصيات من أجل كفاءة  
الطاقة والتعامل مع غازات الدفيئة.

وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع انبعاثات ثاني أكسيد  
الكربون والسيطرة عليها ما يلي:

- الإقلال من استهلاك الطاقة وزيادة كفاءتها من خلال
  - تدابير رئيسية، ومنها على سبيل المثال لا الحصر:
  - عزل الأسطح عزلاً كافياً للحد من تشتت الحرارة
  - ضبط نسبة الهواء / الوقود لخفض تدفق الغازات

- داخل مصانع التلييد: الإقلال من إدخال الكلوريد في طبقة  
التلييد؛ واستخدام إضافات مثل الجير المحروق؛ والسيطرة  
على محتوى الزيت في قشور وأكاسيد الدرفلة (>1 في  
المائة)؛
- استبعاد كمية غبار المرشحات الدقيق الغنية بالكلور من  
إعادة التدوير في مواد التلييد؛
- استخدام خرده نظيفة في الصهر؛
- استخدام الغازات الناتجة عن أفران القوس الكهربائي عقب  
الاحتراق للوصول بدرجات الحرارة إلى ما فوق 1200  
درجة مئوية، وزيادة زمن البقاء في هذه الدرجة من  
الحرارة. وتستكمل هذه العملية بالتبريد السريع للإقلال من  
زمن نطاق درجات حرارة إعادة تكون الديوكسين؛
- حقن الأكسجين لضمان تحقيق الاحتراق الكامل؛
- حقن مساحيق إضافية (على سبيل المثال، الكربون  
المنشط) في مجرى الغاز لتكثيف الديوكسينات قبل إزالة  
الغبار بالترشيح (مع المعالجة اللاحقة باعتباره من  
النفائيات الخطرة)؛
- تركيب مرشحات قماشية مع أنظمة الأكسدة الحفزية.

#### المعادن

يمكن أن توجد المعادن الثقيلة في أبخرة الغازات الناتجة من  
العمليات الحرارية. وتتوقف كمية انبعاثات المعادن على نوع  
العملية المحددة وتراكيب المواد الخام (تماسيح الحديد  
والخرده). وقد تحتوي الجسيمات الناتجة من مصنع التلييد  
والأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي وأفران القوس  
الكهربائي على زنك (وهو أحد أهم عوامل الانبعاث في أفران  
القوس الكهربائي، وخاصة في حالة استخدام صلب خرده

<sup>13</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001)  
في مجال إنتاج الحديد والصلب؛ ملاحظات الاتحاد الأوروبي (2001)  
حول صناعة معالجة المعادن الحديدية.

- إجراء عمليات الصب التي تثمر عن منتجات أقرب ما يكون إلى المنتجات النهائية المطلوبة وعمليات صب البلاطات الرفيعة، حيثما يكون ذلك مجدياً.

#### المخلفات والمنتجات الثانوية الصلبة

تتم إعادة تدوير معظم المخلفات المتبقية من قطاع الحديد والصلب المتكامل للحصول على قيمة مضافة من مجموعة متنوعة من المنتجات الثانوية، والخبث، وقشور وأكاسيد الدرفلة والغبار. وقد تتضمن المخلفات الخبث الناتج عن الأفران العالية؛ والغبار الدقيق والحماة الناتجة عن تنظيف غاز الأفران العالية؛ والغبار الدقيق الناتج عن تنظيف غاز أفران الأكسجين القاعدي؛ وبعض الخبث الناتج عن أفران الأكسجين القاعدي؛ والكلوريدات العالية القلوية وكلوريدات المعادن الثقيلة الناتجة عن آخر حقل من حقول المرسبات الإلكتروليتية؛ ومعالجة الغاز الناتج عن الناقلات المتحركة لشبكة مصبغات التلييد.

وينبغي إدارة القطران والمركبات العضوية الأخرى (على سبيل المثال، مركبات البنزين والتولين والزيلين) المستعادة من غاز أفران الكوك داخل مصنع معالجة غازات أفران الكوك حتى يتم تجنب التسربات<sup>14</sup> أو الانبعاثات العرضية، طبقاً لإرشاد المعني بتخزين المواد الخطرة الوارد في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، وأن يعاد تدويرها في عملية صناعة الكوك أو بيعها للاستخدام في أنشطة صناعية أخرى. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً إضافياً حول التعامل مع النفايات الصلبة والنفايات الخطرة.

<sup>14</sup> يجب أن تتم إعادة تدوير نفايات العمليات الخطرة التي تحتوي على مركبات عضوية لاستخدامها في أفران الكوك.

- استخدام أنظمة لاستعادة الحرارة
- استخدام الغازات العادمة بتشغيل مبادلات حرارية لاستعادة الطاقة الحرارية للغازات، وإنتاج المياه والهواء الساخنين، و/أو البخار والطاقة من غازات الاحتراق

- تطبيق الممارسات الجيدة فيما يتعلق بالاحتراق، مثل الإغناء بالأكسجين أو التسخين المسبق للهواء المستخدم في الأفران العالية والتحكم الآلي في بارامترات الاحتراق؛
- التسخين المسبق للخردة النظيفة؛
- خفض استهلاك الوقود في التسخين والمعالجة الحرارية باستخدام الغاز المسترجع و / أو اعتماد الضبط الجيد للاحتراق؛
- اختيار وقود تكون فيه نسبة محتوى الكبريت إلى القيمة السعيرية منخفضة، مثل الغاز الطبيعي. ويعادل إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الغاز الطبيعي حوالي 60 في المائة من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الفحم أو الكوك النفطي؛
- استعادة الطاقة حيثما يكون ذلك ممكناً، واستخدام جميع الغازات الناتجة عن العمليات (على سبيل المثال، غاز أفران الكوك وغاز الأفران العالية وغاز أفران الأكسجين القاعدي)، وتركيب توربين لاستعادة الضغط الغازي العلوي في الأفران العالية.
- رفع لوجستيات التخزين الوسيط إلى الحد الأمثل بما يتيح إمكانية الوصول إلى أقصى معدل للشحن على الساخن أو الشحن المباشر أو الدرفلة المباشرة، وبذلك تتخفض الحاجة إلى إجراء التسخين المسبق؛

### الخبث

استرجاع حمض الهيدروكلوريك في العديد من الصناعات كمدخل عالي الجودة (على سبيل المثال، إنتاج مواد مغناطيسية حديدية، ومسحوق الحديد، ومواد البناء والتشييد، والصبغات، والزجاج والخزفيات).<sup>15</sup>

### معالجة الحمأة

قد تحتوي الحمأة الناتجة عن معالجة المياه المستعملة على معادن ثقيلة (على سبيل المثال، الكروم والرصاص والزنك، والنيكل) وزيت وشحوم. ومن الممكن إعادة تدوير جزء من الحمأة الناتجة عن معالجة المياه المستعملة داخلياً أو إلقاؤها في مدافن خاصة. وقد تتطلب إعادة استخدام الحمأة مرورها بمرحلة للمعالجة المسبقة التي عادة ما تتألف من عمليات كبس وتجفيف وتخزين.

### مخلفات إيقاف التشغيل

قد تتضمن مخلفات إيقاف التشغيل داخل منشآت تصنيع الصلب مواد العزل التي تحتوي على أسبستوس، فضلاً عن التربة الملوثة والمواد الصلبة المتوسطة الحجم العالقة في المياه الجوفية الآتية من مناطق تخزين الفحم وأفران الكوك ومصانع معالجة غازات أفران الكوك. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً حول كيفية التعامل مع المخلفات، وأنشطة إيقاف التشغيل، والتربة الملوثة.

### المياه المستعملة

تتضمن النفايات السائلة التي عادة ما تظهر في هذا القطاع مياه التبريد ومياه العواصف ومياه الشطف، والعديد من النفايات السائلة الناتجة عن مختلف العمليات. وعادة ما تتم إعادة تدوير مياه التبريد في عملية التبريد مرة أخرى. وقد تحتوي مياه

يمكن أن تباع مخلفات الخبث كمنتجات ثانوية (على سبيل المثال، الخبث الناتج من الأفران العالية أو أفران الأكسجين القاعدي للاستخدام في الهندسة المدنية وإنشاء الطرق وصناعة الأسمت). وتنتج أفران القوس الكهربائي كميات كبيرة من الخبث. وحيثما تكون إعادة استخدام الخبث الناتج عن أفران القوس الكهربائي غير مجدية مالياً أو صناعياً، فيجب التخلص منه، بالإضافة إلى الغبار الناشئ عن عمليات معالجة الغازات الناتجة، في مدفن قمامة مصمم وفقاً لخصائص الخبث والغبار. وينبغي أيضاً مراعاة الظروف الجغرافية المحلية عند تحديد المواقع التي يتخلص فيها من الخبث.

### المخلفات المعدنية

ينبغي إعادة استخدام المخلفات المعدنية والمنتجات الثانوية الناتجة عن عمليات الدرفلة والتشطيب (على سبيل المثال، القشور/الخراطة الناتجة عن عمليات القشط، والغبار الناتج عن عمليات القشط، والقشور والأكاسيد الناتجة عن عملية الدرفلة، ومعالجة المياه والحمأة الناتجة عن قشور وأكاسيد عملية الدرفلة، والحمأة الناتجة عن عمليات الطحن، والزيت/ الشحوم) في العمليات. وينبغي تكييف بعض المنتجات الثانوية (على سبيل المثال، القشور والأكاسيد الزيتية وحمأة عملية الطحن الناتجة عن مصانع معالجة المياه) قبل إعادة تدويرها داخلياً، مثل اختزال محتوى الزيت وحسب متطلبات العمليات. كما ينبغي استعادة المعادن الناتجة من غبار المرشحات ومخلفات المعادن وإعادة تدويرها في مواد التلبيد.

### الأحماض

يمكن إعادة تدوير الحمأة الناتجة عن استرجاع الأحماض المستخدمة في معالجة أسطح المعادن داخل مصانع الصلب (أفران القوس الكهربائي والأفران العالية) أو تجهيزها لإنتاج أكاسيد الحديد. كما يمكن إعادة استخدام أكسيد الحديد الناتج عن

<sup>15</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي (2001) حول صناعة معالجة المعادن الحديدية.

يحتوي على العديد من المركبات العضوية (مثل الفينولات) والمركبات غير عضوية (مثل بقايا الأمونيا والسيانيد). وينبغي إجراء معالجات بيولوجية للفينولات داخل مصنع الكوك.

ويمكن في بعض الحالات أن تنتقل انبعاثات من الخلطة إلى الماء نتيجة عمليات التبريد السريع للكوك بالطريقة الرطبة. وينبغي جمع مياه التبريد الزائدة واستخدامها في عملية التبريد التالية.

وقد تحتوي المخلفات السائلة الناتجة عن عمليات إزالة أكاسيد الكبريت بالطريقة الرطبة على مواد صلبة عالقة (بما في ذلك المعادن الثقيلة)، والهيدروكربونات العطرية المتعددة النواة، ومركبات الكبريت، وفلوريدات / كلوريدات، حسب أنظمة إزالة الغبار المعتمدة. وقد يكون لهذه النفايات السائلة أثر ضار على مصنع المعالجة البيولوجية للمياه المستعملة. أما مياه التبريد غير المباشر للغاز فيعاد تدويرها ولا تؤثر على كمية المياه المستعملة. وفي حالة التبريد المباشر للغاز، ينبغي اعتبار مياه التبريد أحد وسائل الغسل وأن يتم تصريفها في نهاية الأمر عن طريق الإنبيق.<sup>16</sup>

عملية الدرفلة: تحتوي النفايات السائلة الناتجة عن إزالة القشور على مواد صلبة عالقة وزيوت مستحلبة، بالإضافة إلى القشور الخشنة. وتتضمن معالجة النفايات السائلة استخدام أحواض للترسيب لتترسب في قاعها المواد الصلبة، وعلى رأسها أكاسيد الحديد، وتتم إزالة الملوثات الزيتية التي تتجمع على السطح باستخدام كاشطات ثم يتم تصريفها إلى أحواض التجميع. وينبغي تجميع مياه التبريد الناتجة عن عمليات الدرفلة ومعالجتها قبل إعادة استخدامها.

الشطف على مواد صلبة عالقة وغبار وزيوت تشحيم وملوثات أخرى حسب نوع العملية.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع تولد النفايات السائلة من أنشطة التبريد واستخدام مياه الشطف ما يلي:

- إعداد خطة لإعادة استخدام المياه على مستوى المصنع لزيادة كفاءة استخدام المياه. إذ عادة ما يقبل أكثر من 95 في المائة من المياه إعادة التدوير؛
- ضرورة استخدام الأساليب الجافة لإزالة الغبار من معدات ومباني ومنشآت المصنع حيثما يكون ذلك ممكناً، كما ينبغي جمع مياه الشطف ومعالجتها قبل تصريفها أو إعادة استخدامها؛
- جمع التسربات والانسكابات (على سبيل المثال، استخدام وصلات بيئية وأنظمة صرف آمنة).

#### *المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية*

تتضمن مصادر المخلفات السائلة الناتجة عن العمليات مصانع أفران الكوك، وعمليات الدرفلة، ومصانع معالجة أسطح المعادن بالأحماض.

مصنع فرن الكوك: تتضمن النفايات السائلة الناشئة داخل مصنع فرن الكوك المياه الناتجة عن فصل القطران / المياه (تتألف من البخار المائي المتكون أثناء عملية التكويد) والمتكثف من المياه المستخدمة داخل المبردات والمياه المستخدمة لتنظيف غاز أفران الكوك؛ والمياه الناتجة عن نظام إزالة أكاسيد الكبريت بالطريقة الرطبة؛ والمياه الناتجة عن نظام التبريد المغلق الدائرة.

وتحتوي النفايات السائلة الناتجة عن فصل القطران / المياه على تركيزات عالية من الأمونيا. وينبغي معالجة هذه النفايات السائلة بإحدى وسائل نزع الأمونيا، وكذلك التيار الناتج الذي

<sup>16</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

خفض الأمونيا باستخدام أسلوب النزح من الهواء، (2) خفض المركبات العضوية السامة، مثل الفينولات بإجراء المعالجة البيولوجية و(3) خفض المعادن الثقيلة باتباع أسلوب الترسيب الكيميائي، والتخثير والتغليظ، إلى آخره. وتتضمن الخطوات المعتادة لمعالجة المياه المستعملة أجهزة فصل الزيوت عن المياه أو أنظمة تعويم الهواء المذاب من أجل فصل الزيوت عن المواد الصلبة القابلة للطفو؛ والترشيح من أجل فصل المواد الصلبة القابلة للترشيح؛ ومعادلة التدفق والحمل؛ والترسيب من أجل خفض المواد الصلبة العالقة باستخدام أجهزة التنقية؛ وإزالة المياه والتخلص من المخلفات في المدافن المخصصة للنفايات الخطرة. وقد يتطلب الأمر استخدام ضوابط هندسية إضافية من أجل (1) رفع مستوى إزالة المعادن باستخدام الترشيح الغشائي أو التقنيات الأخرى للمعالجة الفيزيائية/الكيميائية، (2) إزالة المركبات العضوية العنيدة باستخدام الكربون المنشط أو الأكاسيد الكيميائية المتقدمة، و(3) خفض سمية النفايات السائلة باستخدام تقنية ملانمة (مثل التناضح العكسي، والتبادل الأيوني، والكربون المنشط، إلى آخره). وعادة ما تتضمن طرق معالجة المياه المستعملة التخثير / التغليظ / الترسيب باستخدام الجير أو هيدروكسيد الصوديوم؛ ومعادلة / تصحيح الأس الهيدروجيني؛ والترسيب / الترشيح / التعويم وفصل الزيوت؛ والكربون المنشط. <sup>18</sup> وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً إضافياً حول أساليب التعامل مع المياه المستعملة.

#### وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة

كيفية التعامل مع المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية وأمثلة لأساليب المعالجة. وبمقدور المنشآت من خلال استخدامها لهذه التكنولوجيات وأساليب الممارسة الجيدة

مصانع معالجة أسطح المعادن بالأحماض: ينشأ عن مصانع معالجة المعادن بالأحماض ثلاثة تيارات من المخلفات السائلة الناتجة عن العمليات، وهي ماء الشطف، والأحماض التي انتهى استخدامها في أحواض معالجة الأسطح، والمياه المستعملة الأخرى (على سبيل المثال، المياه الناتجة عن ممتصات الأبخرة المستخدمة في نظام عوادم خزانات معالجة أسطح المعادن بالأحماض ومياه الغسيل الناتجة عن تنظيف المصنع). ويرجع القدر الأعظم من المياه المستعملة إلى عمليات الشطف، بينما يعود أكبر أحمال الملوثات إلى إجراء عمليات المبادلة المستمرة لأحواض معالجة أسطح المعادن بالأحماض أو تبديل خلطاتها من الأحماض. <sup>17</sup>

تتضمن الأساليب الموصى بها لمنع النفايات السائلة الناتجة عن مصانع معالجة أسطح المعادن بالأحماض ما يلي:

- تركيب وحدة لاستعادة الأحماض وإعادة تدويرها؛
- خفض كمية النفايات السائلة والإقلال من أحمال الملوثات في النفايات وذلك برفع عملية معالجة أسطح المعادن بالأحماض إلى الحد الأمثل؛
- تطبيق أنظمة الشطف التعاقبية التي يكون فيها اتجاه ماء الشطف معاكساً لاتجاه حركة القطع التي يتم شطفها، وفي بعض الحالات، إعادة تدوير مياه الشطف المستخدمة في معالجة أسطح المعادن بالأحماض إلى مصنع استرجاع الأحماض.

#### معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات

تتضمن الأساليب الخاصة بمعالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية في هذا القطاع الفصل عند المصدر والمعالجة المسبقة لتيارات المياه المستعملة من أجل (1)

<sup>18</sup> الوثيقة المعنية بأفضل الأساليب المتوافرة في صناعة معالجة المعادن الحديدية

<sup>17</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي (2001) حول صناعة معالجة المعادن الحديدية.

وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات لخفض استهلاك المياه، لا سيما في الأماكن التي تكون فيها المصادر الطبيعية محدودة.

### الضوضاء

تتبعث الضوضاء داخل منشآت تصنيع الصلب المتكاملة من مجموعة متنوعة من المصادر ومنها تداول الخردة والمنتجات؛ ومرآح الغازات العادمة أو الغازات الثانوية؛ ومرآح تبريد العمليات ومرآح مجاري الهواء؛ والمعدات الدوارة بشكل عام؛ وأنظمة إزالة الغبار؛ وشنن الأفران؛ وعمليات الصهر في أفران القوس الكهربائي؛ ومحارق الوقود؛ وأنشطة القطع؛ ووحدات إنتاج الأعواد؛ وأنظمة النقل والتهوية. وتتضمن الأساليب الموصى بها لخفض الضوضاء ومنعها والسيطرة عليها ما يلي:

- تغليف مباني العمليات و / أو عزل الهياكل؛
- تغطية وتغليف الخردة ومناطق تخزين وتداول الألواح / البلاطات؛
- تسييح المراوح، وعزل أنابيب التهوية، واستخدام منظمات خاتقة؛
- اعتماد ممارسة ترغية الخبث داخل أفران القوس الكهربائي؛
- الحد من تداول ونقل الخردة ليلاً، حيثما يكون ذلك لازماً.

ينبغي أن تحقق التدابير المعنية بتخفيف الضوضاء مستويات الضوضاء المحيطة كما هي محددة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

## 1.2 الصحة والسلامة المهنية

تتمثل قضايا الصحة والسلامة المهنية التي تقع أثناء إنشاء وتشغيل وصيانة وإيقاف تشغيل منشآت تصنيع الصلب

المتعلقة بكيفية التعامل مع المياه المستعملة أن تفي بالقيم الإرشادية المعنية بتصريف المياه المستعملة والمبينة بالجدول المعني في القسم 2 من وثيقة قطاع الصناعة هذا.

### تيارات المياه المستعملة الأخرى واستهلاك المياه

تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً حول كيفية التعامل مع المياه المستعملة غير الملوثة الناتجة عن عمليات المنشآت، ومياه العواصف غير الملوثة، ومياه الصرف الصحي. ويجب توجيه التيارات الملوثة إلى نظام معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية. وقد تنشأ مياه العواصف الملوثة من مناطق الفحم والكوك والمواد الأخرى.<sup>19</sup> وقد تتأثر التربة المحيطة بمناطق تخزين الفحم الخارجية بنضاض عالي الحمضية يحتوي على هيدروكربونات عطرية متعددة الحلقات ومعادن ثقيلة. وتتضمن التوصيات الخاصة بهذه الصناعة ما يلي:

- تخزين الخردة والمواد الأخرى (على سبيل المثال، الكوك والفحم) تحت أغطية و/أو في منطقة مزودة بحواجز للحد من تلوث مياه العواصف وتجميع الفضلات؛
- تعبيد مناطق العمليات، والفصل بين مياه العواصف الملوثة ومياه العواصف غير الملوثة، وتنفيذ خطط السيطرة على الانسكابات. وتوجيه مياه العواصف الآتية من مناطق العمليات إلى وحدة معالجة مياه العواصف؛
- تصميم نظام لجمع النضاض ولمواقع منشآت تخزين الفحم لوقاية التربة ومصادر المياه من التلوث. ومن الضروري تعبيد مناطق مخزون الفحم لفصل مياه العواصف المحتمل تلوثها من أجل المعالجة المسبقة والمعالجة في وحدة معالجة المياه المستعملة.

<sup>19</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب



بالمواد التي تتم درفلتها بسرعات عالية وإدارة عمليات الدرفلة بسرعات عالية)؛ والعمل في أماكن مرتفعة (على سبيل المثال، المنصات، والسلالم، والدرج).

#### الأحمال الثقيلة / الطحن والقطع / الدرفلة

تمثل عمليات رفع وتحريك أحمال ثقيلة في أماكن مرتفعة باستخدام منصات ورافعات هيدروليكية أحد المخاطر الكبيرة المتعلقة بالسلامة المهنية داخل مصانع الصلب. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع الإصابات المحتملة للعاملين والسيطرة عليها ما يلي:

- تنظيف اللافتات داخل جميع ممرات النقل ومناطق العمل؛
  - تصميم وتخطيط المنشآت على نحو ملائم لتجنب مناوبة الأنشطة المختلفة وتدفق سير العمليات؛
  - تنفيذ إجراءات خاصة بتداول الأحمال ورفعها، ومنها:
    - وصف الحمل المراد رفعه (الأبعاد والوزن ومركز الثقل)
    - مواصفات آلة الرفع المراد استخدامها (الحد الأقصى للحمل المرفوع والأبعاد)
    - تدريب العاملين على معدات التداول والرفع وقيادة أجهزة النقل الميكانيكية.
  - ألا يكون حيز تشغيل معدات التداول الثابتة (على سبيل المثال، الرافعات، والمنصات المرتفعة) فوق مناطق العمال والتجميع المسبق؛
  - ضرورة المحافظة على تداول المواد والمنتجات داخل مناطق محددة تخضع للإشراف؛
  - ضرورة إجراء صيانة منتظمة لمعدات الرفع، والمعدات الكهربائية، ومعدات النقل، وإصلاحها.
- تتضمن أساليب منع الإصابات المرتبطة بأنشطة الطحن والقطع واستخدام الخرذة والسيطرة عليها ما يلي:

المتكاملة مع تلك التي تحدث في المنشآت الصناعية الكبيرة، وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة طرق منعها والسيطرة عليها.

إضافة إلى ذلك، ترتبط قضايا الصحة والسلامة المهنية التالية تحديداً بأنشطة تصنيع الصلب التالية:

- المخاطر البدنية
- الحرارة والسوائل الساخنة
- الإشعاع
- أخطار الجهاز التنفسي
- المخاطر الكيميائية
- المخاطر الكهربائية
- الضوضاء
- مخاطر الاحتجاز
- الحرائق والانفجارات

#### المخاطر البدنية

##### تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة

توصيات حول المخاطر البدنية العامة والسيطرة عليها. كما تمت مناقشة المخاطر البدنية الخاصة بهذه الصناعة أدناه.

وترتبط المخاطر البدنية المحتملة في عمليات مصانع الصلب المتكاملة بتداول المواد الخام والمنتجات الكبيرة والثقيلة (على سبيل المثال، شحن الأفران العالية وأفران القوس الكهربائي، وتخزين وتحريك الكتل والبلاطات السميكة، وتحريك البنادق الكبيرة التي تحتوي على حديد وصلب)؛ ووسائل النقل الميكانيكية الثقيلة (على سبيل المثال، القطارات، والشاحنات، والرافعات الشوكية)؛ وأنشطة الطحن والقطع (على سبيل المثال، ملامسة مواد الخرذة الخارجة بواسطة الأدوات الآلية)؛ وعمليات الدرفلة (على سبيل المثال، الاصطدام والارتطام

- القاعدي، وأفران القوس الكهربائي، والصب المستمر وتسخين الأفران داخل مصانع الدرفلة، والبوادر)؛
- إقامة مناطق عازلة آمنة لفصل المناطق التي يتم فيها تداول المواد والعناصر الساخنة (على سبيل المثال، الكتل أو البلاطات السمكية أو البوادر) أو تخزينها بصورة مؤقتة. ويجب وضع قضبان حول هذه المناطق، مع بوابات ذات شبكات معشقة للتحكم في الدخول إليها أثناء العمليات؛
- استخدام معدات الحماية الشخصية الملائمة (على سبيل المثال، قفازات وأحذية معزولة، ونظارات للوقاية من الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية، وملابس للوقاية من إشعاعات الحرارة وتناثر الصلب السائل)؛
- تركيب هويات للتبريد من أجل السيطرة على درجات الحرارة المفرطة؛
- تطبيق أنظمة تناوب العمل بما يوفر فترات منتظمة للراحة من العمل، والدخول في أماكن باردة للراحة، وشرب الماء.

### الإشعاع

عادة ما يلزم إجراء اختبار بأشعة جاما لمعدات ومنتجات مصانع الصلب أثناء إجراء العمليات لتقدير مكونات الصلب وسلامته. ومن الممكن اتباع الأساليب التالية للحد من تعرض العاملين للمخاطر:

- ضرورة إجراء الاختبار بأشعة جاما داخل منطقة محددة ومسيطر عليها باستخدام جهاز كوليما تور (جهاز يحدد المساحة التي يتم تعريضها للأشعة) مزود بحواجب. وينبغي عدم إجراء أية أنشطة أخرى داخل منطقة الاختبار؛

- وضع الأدوات الآلية على مسافة آمنة من مناطق العمل الأخرى وطرق السير؛
  - إجراء تفتيش وإصلاح منتظم للأدوات الآلية، وخاصة الأحذية الواقية وأجهزة / معدات السلامة؛
  - تدريب العاملين على الاستخدام الصحيح للأدوات الآلية، واستخدام معدات الحماية الشخصية الملائمة.
- تتضمن أساليب منع المخاطر المرتبطة بعمليات وأنشطة الدرفلة والسيطرة عليها ما يلي:

- وضع شبك حول الحوامل والأحذية حيثما يمكن أن تفلت المادة الجارية درفلتها بشكل عرضي من أدلة الدرفلة.
- وضع قضبان على امتداد لوح النقل مع بوابات ذات شبكات معشقة تفتح فقط عندما لا تكون الآلة قيد الاستخدام.

### الحرارة والسوائل الساخنة

تعتبر درجات الحرارة العالية والإشعاعات تحت الحمراء المباشرة من المخاطر المشتركة داخل مصانع الصلب المتكاملة. ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة العالية إلى الإصابة بالتعب والجفاف. وتفرض أيضاً الإشعاعات تحت الحمراء المباشرة خطورة على النظر. ومن الممكن أن يحدث تلامس مع المعادن أو المياه الساخنة الناتجة عن رذاذ تبريد منطقة الصب المستمر، وتناثر المعادن المنصهرة، وملامسة أسطح ساخنة. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع التعرض للحرارة والسوائل / المواد الساخنة والسيطرة عليها ما يلي:

- حجب الأسطح حيثما يُتوقع أن يحدث تلامس مع المعدات الساخنة أو تناثر للمواد الساخنة (على سبيل المثال، داخل مصانع أفران الكوك، والأفران العالية، وأفران الأكسجين



### الغبار والغازات

يشمل الغبار المتولد داخل مصانع الصلب المتكاملة غبار الحديد والمعادن الذي يوجد بصورة رئيسية داخل الأفران العالية، وأفران الأكسجين القاعدي، وأفران القوس الكهربائي، ومباني الصب المستمر، ومصانع التحييب والتلييد؛ والغبار المعدني الذي يوجد بصورة رئيسية في المواد الخام المخزنة، وداخل الأفران العالية ومصنع فرن الكوك.

وفي الحالة السابقة، يمكن أن يتعرض العاملون إلى غبار أكسيد الحديد أو السليكا الذي يمكن أن يكون ملوثاً بمعادن ثقيلة مثل الكروم والنيكل والرصاص والمنغنيز والزنك والزرنيق. ويعتبر الغبار الناتج عن عمليات الصهر والصب (على سبيل المثال، عمليات الأفران العالية، وأفران الأكسجين القاعدي، والصب المستمر) الأخطر على الإطلاق، إذ يكون هذا الغبار، الناتج عن تلك العمليات التي تتطلب درجات حرارة عالية، أنعم وأكثر سهولة في استنشاقه من الغبار الناتج عن عمليات الدرفلة. وفيما يتعلق بالمواد الخام المخزنة، والأفران العالية ومصنع فرن الكوك، يتعرض العاملون إلى غبار معدني قد يحتوي على معادن ثقيلة. وإضافة إلى ذلك، ينتج عن عمليات تفرغ المعدن المنصهر من الأفران العالية انبعاث مادة الجرافيت.

ومع عمليات الصهر والصب التي تتطلب درجات حرارة عالية، قد يتعرض العاملون إلى مخاطر استنشاق الغازات التي يمكن أن تحتوي على معادن ثقيلة. وبخصوص الأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي ومصنع فرن الكوك، قد يتعرض العاملون إلى مخاطر استنشاق غاز أول أكسيد الكربون. وتتضمن مخاطر الاستنشاق الأخرى داخل مصنع فرن الكوك استنشاق أكاسيد الكبريت والمركبات العضوية المتطايرة. وداخل مصنع تنقية غازات فرن الكوك، قد يشكل وجود الأمونيا والهيدروكربونات العطرية والنفثالين

- ضرورة اختبار جميع الخردة الواردة من أجل النشاط الإشعاعي قبل استخدامها كمواد خام أولية؛
- إذا كانت منطقة الاختبار قريبة من حدود المصنع، ينبغي إجراء الاختبار بالموجات فوق السمعية بدلاً من إجراء الاختبار بأشعة جاما.
- ضرورة إجراء صيانة لمعدات الاختبار وإصلاحها على نحو منتظم، بما في ذلك الحواجز الواقية.

### أخطار الجهاز التنفسي

#### مواد العزل

دأبت المصانع القديمة على استخدام الأسبستوس والألياف المعدنية الأخرى على نطاق واسع ويمثل استنشاق المواد المسببة للسرطان نوعاً من المخاطر. وتتضمن الممارسات الموصى بها للتعامل مع هذه المواد ما يلي:

- ضرورة إجراء مسح للمصنع بالكامل من قبل مهندسين معتمدين بحثاً عن مواد العزل التي تحتوي على أسبستوس ووضع خطة للتعامل معها.
- ضرورة إصلاح أو إزالة المواد التالفة أو الهشة ورصد وإدارة المواد الأخرى في مواقعها. وينبغي أن يتم تداول مواد العزل التي تحتوي على أسبستوس أو أية مواد خطيرة أخرى من قبل مقاولين معتمدين أو عاملين مدربين تدريباً صحيحاً يتبعون في أعمال الإصلاح أو الإزالة إجراءات مقبولة دولياً.
- تجنب استخدام الأسبستوس في المنشآت الجديدة أو أعمال التحديث؛
- ضرورة وضع لوح من مادة البولي إيثيلين المنخفض الكثافة تحت العنصر المراد عزله (على سبيل المثال، أنبوب أو وعاء) وتحت مخزون مواد العزل المزمع استخدامها، لمنع تلوث الأسطح بالألياف.

- استخدام أجهزة تنفس مزودة بمرشحات عند التعرض لغبار ثقيل (على سبيل المثال، أعمال تهذيب المصبوبات)؛
- ضرورة استخدام أجهزة تنفس مزودة بهواء نقي في حالة التعرض للغازات وغبار معدني خفيف. بدلاً من ذلك، يمكن استخدام أقمعة غازات للوجه بالكامل (أو خوذة "الضغط المفرط")، مجهزة بنظام كهربائي للتهوية؛
- فيما يتعلق بالتعرض لغاز أول أكسيد الكربون، ينبغي تركيب أجهزة لاكتشافه بغية تحذير غرف التحكم والعاملين المحليين. وفي حالات التدخل الطارئ في المناطق التي تحتوي على مستويات عالية من غاز أول أكسيد الكربون، ينبغي تزويد العاملين بأجهزة محمولة للكشف عن غاز أول أكسيد الكربون، وأجهزة تنفس مزودة بهواء نقي.

#### المخاطر الكيميائية

- بالإضافة إلى مخاطر الاستنشاق التي تم تناولها بالبحث أعلاه، قد يتعرض العاملون داخل مصانع الصلب المتكاملة إلى مخاطر ملامسة المواد الكيميائية وابتلاعها، وخاصة في منطقة فرن الكوك ومصنع تنقية غازات فرن الكوك، حيث توجد مادة النفثالين، والمركبات الزيتية الثقيلة، والهيدروكربونات العطرية. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة تدابير موصى بها لمنع ملامسة المواد الكيميائية أو ابتلاعها.

#### المخاطر الكهربائية

- قد يتعرض العاملون إلى مخاطر كهربائية نظراً لوجود معدات كهربائية شديدة التحمل في شتى أنحاء مصانع الصلب المتكاملة. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات لمنع التعرض للمخاطر الكهربائية والسيطرة عليه.

والهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات مخاطر أخرى من مخاطر الاستنشاق.

تتضمن التوصيات الخاصة بمنع التعرض للغاز والغبار ما يلي:

- ضرورة فصل مصادر الغبار والغازات واحتوائها؛
- تصميم وسائل تهوية للمنشأة من أجل زيادة دورة حركة الهواء. وينبغي ترشيح الهواء الخارج قبل تصريفه في الجو؛
- ضرورة تركيب هوائيات للعدم عند نقاط المصادر الكبيرة لانبعاثات الغبار والغازات، وخاصة منطقة تفريغ المعدن المنصهر من الأفران العالية أو أفران الأكسجين القاعدي أو أفران القوس الكهربائي؛
- توفير مقصورة محكمة الغلق مزودة بمكيف هواء ذي مرشحات إذا استدعى الأمر ضرورة وجود مشغل داخل إحدى المناطق الملوثة؛
- إقامة منشآت منفصلة لتناول الطعام بما يتيح إمكانية غسل الأيدي قبل تناول الطعام؛
- إقامة منشآت تتيح إمكانية فصل ملابس العمل عن الملابس الشخصية، والاعتسال / الاستحمام بعد انتهاء العمل؛
- تنفيذ سياسة لإجراء الفحوصات الطبية الدورية.

وينبغي استخدام تقنيات السيطرة على أخطار الجهاز التنفسي حيثما يُتعدّر تجنب التعرض لها بالوسائل الأخرى، مثل عمليات إعادة ملء أفران الكوك؛ والعمليات اليدوية مثل الطحن أو استخدام أدوات آلية غير مغلقة؛ وأثناء إجراء عمليات الصيانة والإصلاح الخاصة. وتتضمن التوصيات الخاصة بالوقاية من أخطار الجهاز التنفسي ما يلي:

## الضوضاء

قد ينشأ عن تداول المواد الخام والمنتجات (على سبيل المثال، الركاز ومخلفات المعادن والصفائح والقضبان)، فضلاً عن عمليات الإنتاج (على سبيل المثال، الأفران العالية وأفران الأكسجين القاعدي وأفران القوس الكهربائي والصب المستمر والدفلة، إلى آخره) مستويات مفرطة من الضوضاء. وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة تدابير موصى بها لمنع انبعاثات الضوضاء والسيطرة عليها.

## الاحتجاز

قد تنشأ مخاطر الاحتجاز في مناطق التخزين وخاصة أثناء إجراء عمليات الصيانة (على سبيل المثال، داخل القواديس الكبيرة الخاصة بالمعادن). وتتضمن تدابير منع الانطمار ما يلي:

- ضمان سلامة جدران احتواء الأكوام المعدنية؛
- ضمان وجود مسافات فاصلة بين الأكوام وطرق النقل؛
- وضع واعتماد إجراءات نوعية للسلامة بشأن العمل داخل القواديس (على سبيل المثال، أنظمة تحقق / إجراءات لإيقاف سير إعادة الملء وغلغ فتحة إعادة الملء)؛
- تدريب العاملين على جعل الأكوام مستقرة واتباع الإجراءات.

## مخاطر الانفجارات والحرائق

قد ينتج عن تداول المعادن السائلة حدوث انفجارات يمكن أن تؤدي إلى شرود المعدن المنصهر، وإحداث حروق، وخاصة إذا كانت الرطوبة محتجزة داخل الأحيزة المغلقة. وتتضمن المخاطر الأخرى الحرائق التي يحدثها المعدن المنصهر، ووجود وقود سائل ومواد كيميائية أخرى قابلة للاشتعال. وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع مخاطر الانفجارات والحرائق والسيطرة عليها ما يلي:

- ضمان الجفاف الكامل للمواد قبل ملامستها للحديد والصلب وهما في حالة سائلة؛
- تصميم مخطط المنشأة بشكل يضمن الفصل الكافي للغازات القابلة للاشتعال، وخطوط أنابيب الأكسجين، والمواد والسوائل القابلة للاشتعال عن المناطق الساخنة ومصادر الإشعال (على سبيل المثال، اللوحات الكهربائية)؛

- حماية الغاز القابل للاشتعال، وخطوط أنابيب الأكسجين والمواد القابلة للاشتعال أثناء إجراء أنشطة للصيانة "على الساخن"؛
- تصميم المعدات الكهربائية بصورة تمنع مخاطر الحرائق في كل منطقة من مناطق المصنع (على سبيل المثال، تحديد الجهد / الأمبير ودرجة عزل الكابلات؛ وحماية الكابلات من التعرض للسوائل الساخنة؛ واستخدام أنواع الكابلات التي تقلل من انتشار الحرائق)؛
- تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً حول التأهب والاستجابة للحالات الطارئة.

قد يشتعل الفحم تلقائياً نتيجة الحرارة المتولدة أثناء الأكسدة الطبيعية لأسطح الفحم الجديد<sup>20</sup>،<sup>21</sup> كما يمكن أن يشتعل غبار الفحم ويشكل خطراً من أخطار الانفجار داخل منشآت تداول الفحم المرتبطة بمصانع الصلب المتكاملة. وتتضمن الأساليب الموصى بها لمنع مخاطر الانفجار الناتجة عن تخزين غبار الفحم والسيطرة عليها ما يلي:

- ضرورة الإقلال من زمن تخزين الفحم؛

<sup>20</sup> الجمعية الأمريكية الوطنية للحماية من الحرائق 850: الممارسة الموصى بها للحماية من الحرائق داخل محطات توليد الطاقة ومحطات محولات التيار المباشر ذو الضغط العالي (إصدار 2000).  
<sup>21</sup> الجمعية الأمريكية الوطنية للحماية من الحرائق 120: المواصفة الخاصة بالحماية من الحرائق والسيطرة عليها داخل مناجم الفحم (إصدار 2004).

واردة في المعايير ذات الصلة للبلدان التي لديها أطر تنظيمية معترف بها. كما يمكن تطبيق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل العادية داخل المنشآت المصممة والمشغلة على نحو ملائم من خلال تطبيق أساليب منع التلوث والسيطرة عليه والتي تم تناولها بالمناقشة في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة.

إن الإرشادات المعنية بانبعاث الملوثات تنطبق على الانبعاثات الناتجة عن عمليات التجهيز. 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؛ أما انبعاثات مصادر الطاقة الأكبر فتعالجها الإرشادات بشأن **البيئة والصحة والسلامة** من أجل الطاقة الحرارية. كما تقدم الإرشادات العامة بشأن **البيئة والصحة والسلامة** إرشاداً حول اعتبارات البيئة المحيطة استناداً إلى إجمالي حمل الانبعاثات.

وتنطبق الإرشادات بشأن النفايات السائلة على التصريف المباشر للنفايات السائلة المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدام العام. ويمكن تحديد مستويات التصريف الخاصة بالموقع بناء على مدى توفر وظروف استخدام الأنظمة العامة لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحي أو، إن كان تصريفها يتم مباشرة على المياه السطحية، عندئذ يتم تحديد المستويات بناء على نظام تصنيف استخدام المياه المستقبلية كما هو موضح في الإرشادات العامة بشأن **البيئة والصحة والسلامة**. ويجب تحقيق هذه المستويات دون تخفيف في 95 في المائة على الأقل من الوقت الذي يكون فيه المصنع أو الوحدة قيد التشغيل، وذلك حتى يمكن حسابها كنسبة من ساعات العمل السنوية. ويجب أن يتضمن التقييم البيئي تبريراً للحيد عن تحقيق هذه المستويات فيما يتعلق بأوضاع مشروع محلي محدد.

- ضرورة عدم وضع أكوام الفحم فوق مصادر للحرارة مثل خطوط البخار أو فتحات المجاري؛
- ضرورة تغطية هياكل تخزين الفحم بمواد غير قابلة للاشتعال؛
- ضرورة تصميم هياكل التخزين على نحو يقلل من المساحات السطحية التي يمكن أن يستقر عليها غبار الفحم، وتركيب أنظمة لإزالة الغبار؛
- ضرورة الإقلال من مصادر الإشعاع إلى أدنى حد ممكن، وتأريض المعدات تأريضاً ملائماً للإقلال من مخاطر الكهرباء الساكنة. وينبغي أن تكون جميع الآلات والمعدات الكهربائية الموجودة داخل مناطق أو هياكل التخزين معتمدة للاستخدام داخل المناطق الخطرة وأن تكون مزودة بمحركات مقاومة للشرر.

### 1.3 صحة المجتمع المحلي وسلامته

تتمثل قضايا صحة المجتمع المحلي وسلامته التي تقع أثناء إنشاء وتشغيل وصيانة وإيقاف تشغيل مصانع الصلب المتكاملة مع تلك التي تحدث في المنشآت الصناعية الكبيرة، وتتناول الإرشادات العامة بشأن **البيئة والصحة والسلامة** مناقشة هذه القضايا، فضلاً عن الإجراءات الموصى بها لمنعها والسيطرة عليها.

### 2.0 مؤشرات الأداء ورصده

#### 2.1 البيئة

الإرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة يقدم الجدولان 1 و 2 إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة في هذا القطاع. وتشرح القيم الإرشادية الخاصة بالانبعاثات والنفايات السائلة الناتجة عن العمليات في هذا القطاع بوضوح الممارسة الصناعية الدولية الجيدة كما هي

	عادي	
500 750 (فرن الكوك)	ملليغرام/متر مكعب عادي	أكاسيد النيتروجين
500	ملليغرام/متر مكعب عادي	ثاني أكسيد الكبريت
20	ملليغرام/متر مكعب عادي	مركبات عضوية متطايرة
0.1	نانو غرام مكافئ/سمي / متر مكعب عادي	ديوكسينات/فيورانات
100 (فرن القوس الكهربائي) 300 (فرن الكوك)	ملليغرام/متر مكعب عادي	أول أكسيد الكربون
4	ملليغرام/متر مكعب عادي	كروم
0.2	ملليغرام/متر مكعب عادي	كادميوم
2	ملليغرام/متر مكعب عادي	رصاص (عنصر معدني ثقيل)
2	ملليغرام/متر مكعب عادي	نيكل
10	ملليغرام/متر مكعب عادي	كلوريد الهيدروجين
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	فلوريد
10	ملليغرام/متر مكعب عادي	فلوريد الهيدروجين
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	كبريتيد الهيدروجين
30	ملليغرام/متر مكعب عادي	أمونيا
0.1	ملليغرام/متر مكعب عادي	بنزو (أ) بيرين
5	ملليغرام/متر مكعب عادي	دخان قطران(ب)

**ملاحظات:**

(أ) أقل قيمة حيثما توجد معادن سامة

(ب) يقاس دخان القطران كمادة عضوية يمكن استخلاصها بمذيب من إجمالي المادة التي تم جمعها بالمرشحات العسائرية

(ج) الظروف المرجعية للحدود: لغازات الاشتعال: درجة حرارة 273 كلفن (صفر مئوية) على أساس جاف، وضغط 101.3 كيلو باسكال (1 جو)، ومحتوى أكسجين 3 في المائة للوقود السائل والغازي على أساس جاف، و6 في المائة للوقود الصلب على أساس جاف. للغازات الغير مستخدمة للاشتعال: بدون تصحيح لمحتوى بخار الماء أو الأكسجين، درجة الحرارة 273 كلفن (صفر مئوية)، والضغط 101.3 كيلو باسكال (1 جو)

**الرصد البيئي**

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد أنها تحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى مؤشرات مباشرة أو غير مباشرة للانبعاثات والنفايات السائلة واستخدام الموارد المنطبق على المشروع المحدد.

وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد بالقدر الكافي لتوفير بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رسده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربين 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 أي إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

**استخدام الموارد وإنتاج الانبعاثات / النفايات**

يقدم الجدول 3 أمثلة لمؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه في هذا القطاع، بينما يقدم الجدول 4 أمثلة لمؤشرات إنتاج الانبعاثات والنفايات. والقيم المعيارية للصناعة متاحة لأغراض المقارنة فقط وعلى المشروعات الفردية أن تستهدف التحسين المستمر في هذه المجالات.

جدول - 1 مستويات انبعاث الملوثات في الهواء في مصانع الصلب المتكاملة		
الملوثات	الوحدات	القيمة الإرشادية
المادة الجسيمية	ملليغرام/متر مكعب عادي	20-50(أ)
هباء زيتي	ملليغرام/متر مكعب	15



جدول 2 - مستويات النفايات السائلة في قطاع مصانع الصلب المتكاملة		
القيمة الإرشادية	الوحدات	الملوثات
9-6	-	الأس الهيدروجيني
35	ملليغرام/ لتر	إجمالي المواد الصلبة العالقة
10	ملليغرام/ لتر	زيوت وشحوم
>(3)	درجة مئوية	زيادة درجة الحرارة
250	ملليغرام/ لتر	حاجة كيميائية للاكسجين
0.5	ملليغرام/ لتر	فينول
0.01	ملليغرام/ لتر	كادميوم
0.5	ملليغرام/ لتر	كروم (إجمالي)
0.1	ملليغرام/ لتر	كروم (سداسي)
0.5	ملليغرام/ لتر	نحاس
0.2	ملليغرام/ لتر	رصاص
2	ملليغرام/ لتر	قصدير
0.01	ملليغرام/ لتر	زئبق
0.5	ملليغرام/ لتر	نيكل
2	ملليغرام/ لتر	زنك
0.1	ملليغرام/ لتر	سيانيد (حر)
0.5	ملليغرام/ لتر	سيانيد (إجمالي)
30	ملليغرام/ لتر	نتروجين كلي
5	ملليغرام/ لتر (كنترات)	أمونيا
2	ملليغرام/ لتر	فوسفور كلي
5	ملليغرام/ لتر (كفلوريد)	فلوريد
0.1	ملليغرام/ لتر	كبريتيد
5	ملليغرام/ لتر	حديد
0.05	ملليغرام/ لتر	هيدروكربونات عطرية متعددة النواة
يتم التحديد على أساس الحالة المحددة		السمية
(1) عند حافة منطحة مزج مثبته علمياً تأخذ في الاعتبار نوعية المياه المحيطة، واستخدام المياه المستقبلة، والمستقبلات المحتملة، والطاقة التمثيلية		

جدول 3 - استهلاك الموارد والطاقة (1)							وحدة إجمالي الحمل	المدخلات حسب وحدة المنتج
الدرافة	فرن القوس الكهربائي	فرن الأكسجين القاعدي	الفرن العالي	أفران الكوك	التلبيد	المعيار الإرشادي للصناعة		
-70 140 t/kWh	-1250 1800	120-40	-270 370	-20 170	-90 120	مبجاجول/طن منتج	الكهرباء المباشرة	
-1,100 2,200	-	55-20	-1,050 2,700	-3,200 3,900	-60 200	140-70 كيلو واط/طن	الوقود	
15-1	3	5-0.5	50-1	10-1	-0.01 0.35	مبجاجول/طن منتج	المياه	
المصادر: 1. المفوضية الأوروبية، السيطرة المتكاملة لمنع التلوث، "وثيقة الملاحظات المرجعية حول أفضل الأساليب المتوفرة في مجال إنتاج الحديد والصلب" و"الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب المتوفرة في صناعة معالجة المعادن الحديدية". ديسمبر/ كانون الأول، 2001 2. وكالة البيئة البريطانية. 2001, 2002. ملاحظات إرشادية فنية. 2.04S, 2.01IPPC S. القيم المعيارية الإرشادية للصناعة.								

جدول 4 - إنتاج الانبعاث / النفايات

المعيار الإرشادي للصناعة						الوحدة	الإنتاج لكل وحدة منتج
الدرفلة	فرن القوس الكهربائي	فرن الأكسجين القاعدي	الفرن العالي	أفران الكوك	التلبيد		الانبعاثات (1) (2)
-0.002 0.040	0.02	0.2	0.005	3.5-0.05	-0.04 0.4	كيلو غرام/طن منتج	المادة الجسيمية
-0.005 0.85	4-0.75	8-1.5	1.75-0.8	4.5-0.40	40-12	كيلو غرام/طن منتج	أول أكسيد الكربون
0.35-0.08	0.25-0.12	-	0.6-0.01	0.7-0.45	-0.4 0.65	كيلو غرام/طن منتج	أكاسيد النيتروجين
-	-	-	-	-0.12 0.25	0.15	كيلو غرام/طن منتج	مركبات عضوية متطايرة
-	9-0.07	-	-	--	10-1	g/m <sup>3</sup> -مكافئ سمي/طن منتج	ديوكسينات/فيورانات
الدرفلة	فرن القوس الكهربائي	فرن الأكسجين القاعدي	الفرن العالي	أفران الكوك	التلبيد		النفايات (1)
150-70	180-110	110-85	300-200	-	15-0.9	كيلو غرام/طن منتج	النفايات الصلبة
-	-	-	5-3	-	0.3	كيلو غرام/طن منتج	الحمأة
15-0.8	-	-	3-0.1	0.4-0.3	0.06	متر مكعب/ طن منتج	المياه المستعملة

المصادر:

1. المفوضية الأوروبية، السيطرة المتكاملة لمنع التلوث، "وثيقة الملاحظات المرجعية حول أفضل الأساليب المتوفرة في مجال إنتاج الحديد والصلب" و"الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب المتوفرة في صناعة معالجة المعادن الحديدية". ديسمبر/ كانون الأول، 2001
2. وكالة البيئة البريطانية. 2002، 2001. ملاحظات إرشادية فنية. 2.04S، 2.01IPPC S. القيم المعيارية الإرشادية للصناعة.

القطاع بالبلدان المتقدمة من خلال استشارة المصادر المنشورة  
(على سبيل المثال: مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل  
وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة). 26

### 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>27</sup> كجزء من برنامج رصد الصحة  
والسلامة المهنية. كما يجب على المنشآت الاحتفاظ بسجلات  
عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث الخطرة.  
وتتوفر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة  
المهنية في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

## 2.2 الصحة والسلامة المهنية

### إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات  
التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة  
الحد الأقصى المقبول للتعرض (VLT®) وإرشادات التعرض  
المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (SIEB®) المنشورة  
من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين  
(ACGIH)،<sup>22</sup> ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة  
من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية  
(NIOSH)،<sup>23</sup> وحدود التعرض المسموح بها (PELs)  
المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية  
(OSHA)،<sup>24</sup> والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني  
المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي،<sup>25</sup>  
أو ما يشابهها من مصادر.

### معدلات الحوادث والوفيات

يجب على إدارات المشاريع أن تحاول خفض عدد الحوادث  
التي تقع بين عمال المشروع (سواء 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

<sup>22</sup> متاح على الموقعين التاليين:

and <http://www.acgih.org/TLV/>  
<http://www.acgih.org/store/>

<sup>23</sup> متاح على الموقع التالي:

<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>24</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)

<sup>25</sup> متاح على الموقع التالي:

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

<sup>26</sup> متاح على الموقعين التاليين:

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

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

<sup>27</sup> يمكن أن يشمل المهنيون المعتمدون أخصائيو الصحة الصناعية  
المعتمدين، أو أخصائيو الصحة المهنية المسجلين، أو أخصائيو السلامة  
المعتمدين أو من يكافئونهم.



### 3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

Australian Government Department of the Environment and Heritage. 1999. NPI National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Iron and Steel Production. Canberra: Environment Australia. Available at [http://www.npi.gov.au/handbooks/approved\\_handbooks/pubs/fironste.pdf](http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/fironste.pdf)

Environment Canada. 2002. National Office of Pollution Prevention (NOPP). Environmental Code of Practice for Integrated Steel Mills. Section 4 Recommended Environmental Protection Practices. EPS 1/MM/7 – March 2001. Ottawa, ON: Environment Canada. Available at <http://www.ec.gc.ca/nopp/docs/cp/1mm7/en/cov.cfm>

European Commission. 2001. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference (BREF) Document on Best Available Techniques (BAT) on the Production of Iron and Steel. Seville: EIPPCB.

European Commission. 2001. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference (BREF) Document on Best Available Techniques (BAT) in the Ferrous Metal Processing Industry. Seville: EIPPCB.

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin: BMU. Available at [http://www.bmu.de/english/air\\_pollution\\_control/ta\\_luft/doc/36958.php](http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php)

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: BMU. Available at [http://www.bmu.de/english/water\\_management/downloads/doc/3381.php](http://www.bmu.de/english/water_management/downloads/doc/3381.php)

Helsinki Commission (Helcom). 2003. Reduction of Emissions and Discharges from the Iron and Steel Industry. Recommendation 24/4. Helsinki: Helcom. Available at [http://www.helcom.fi/Recommendations/en\\_GB/rec24\\_4/](http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec24_4/)

International Labour Organization (ILO). 2005. Safety and Health in the Iron and Steel Industry. ILO Codes of Practice (2<sup>nd</sup> edition). Geneva: ILO. Available at <http://www.ilo.org/public/english/support/publ/textoh.htm>

Irish Environmental Protection Agency (EPA). 1996. BATNEEC Guidance Note for Forges, Drawing Plants and Rolling Mills and For Pressing, Drawing and Stamping of Large Castings (Draft 3). Classes 3.2 & 3.8. Draft 3. Dublin: EPA. Available at <http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/>

Irish EPA. BATNEEC Guidance Note for Production of Iron or Steel. Class 3.1. Draft 2. Dublin: EPA. Available at <http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/>

Italian Interministerial Commission. 2006. Produzione e Trasformazione dei Metalli Ferrosi, Linee Guida per le BAT (Production and Manufacturing of Iron - Best Available Techniques Guidelines, Draft). Rome.

Paris Commission (Parcom; now OSPARCOM). 1992. Recommendation 92/2 Concerning Limitation of Pollution from New Primary Iron and Steel Production Installations. Paris: OSPAR.

Parcom. 1992. Recommendation 92/3 Concerning Limitation of Pollution from New Secondary Steel Production and Rolling Mills. Paris: OSPAR.

United Kingdom (UK) Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 2004. Secretary's State Guidance for Iron Steel and Non-Ferrous Metal Process. Process Guidance Note 2/4 (04). London: DEFRA. Available at <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/lapc/pgnotes/pdf/pg2-04.pdf>

UK Department for Environment Her Majesty's Inspectorate of Pollution (HMIP). 1995. Processes Subject to Integrated Pollution Control. S2 1.06: Carbonisation Processes: Coke Manufacture. London: HMSO.

UK Environmental Agency. 2002. IPPC S2.03. Technical Guidance for Non-Ferrous Metals and the Production of Carbon and Graphite Sector. Version 1: January 2002. Bristol: Environmental Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=e>

UK Environmental Agency. 2004. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). S2.01: Guidance for the Production of Coke, Iron and Steel. Issue 1: June 2004. Bristol: Environment Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=e>

UK Environmental Agency. 2004. IPPC S2.04. Guidance for the Hot Rolling of Ferrous Metals and Associated Activity Sector. Issue 1: February 2004. Bristol: Environmental Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=e>

University of Karlsruhe, French-German Institute for Environmental Research. 1997. Report on Best Available Techniques (BAT) in the Electric Steelmaking Industry. Karlsruhe: University of Karlsruhe. Available at <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2488.pdf>

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 1983. 40CFR Part 60. Subpart AA—Standards of Performance for Steel Plants: Electric Arc Furnaces and Argon-Oxygen Decarburization Vessels Constructed After August 17, 1983. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 1983. 40CFR Part 60. Subpart Na—Standards of Performance for Secondary Emissions from Basic Oxygen Process Steelmaking Facilities for Which Construction is Commenced After January 20, 1983. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 1995. Office of Compliance. Sector Notebook Project Profile of the Iron and Steel Industry. EPA/310-R-95-005. Washington, DC: US EPA. Available at <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/ironstlpt1.pdf>

US EPA. 1995. Technology Transfer Network. Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors & AP 42. Volume 1, Fifth Edition. Chapter 12: Metallurgical Industry. Washington, DC: US EPA. Available at <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>

US EPA. 1999. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection. Subpart CCC: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Steel Pickling – HCl Process Facilities and Hydrochloric Acid Regeneration Plants. Washington, DC: EPA.

US EPA. 2002. 40CFR Part 420. Iron and Steel Manufacturing Point Source Category. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 2003. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Integrated Iron and



Steel Manufacturing. May 20, 2003. Washington, DC: US EPA. Available at:  
<http://www.epa.gov/ttn/atw/iisteel/fr20my03.pdf>

US EPA. 2003. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection.  
National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Coke Ovens:  
Pushing, Quenching and Battery Stacks. Final Rule. April 14, 2003.  
Washington, DC: US EPA.. Available at:  
[http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t3/fr\\_notices/copqbs\\_fr.pdf](http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t3/fr_notices/copqbs_fr.pdf)

US EPA. 2005. 40CFR 63: National Register Environmental Protection Agency:  
National Emission Standards for Coke Oven Batteries. April 15, 2005.

Washington, DC: US EPA. Available at:  
[http://epa.gov/ttncaaa1/t3/fr\\_notices/15318cokeovenfin.pdf](http://epa.gov/ttncaaa1/t3/fr_notices/15318cokeovenfin.pdf)

US National Fire Protection Association (NFPA). 2000. NFPA 850:  
Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and  
High Voltage Direct Current Converter Stations, 2000 Edition. Quincy, MA:  
NFPA. Available at  
[http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list\\_of\\_codes\\_and\\_standards.asp](http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp)

US NFPA. 2004. NFPA 120: Standard for Fire Prevention and Control in Coal  
Mines, 2004 Edition. Quincy, MA: NFPA. Available at  
[http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list\\_of\\_codes\\_and\\_standards.asp](http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp)

## الملحق (أ): الوصف العام لأنشطة الصناعة

يتراوح سمكها ما بين 400 إلى 600 مم، وبرغم ذلك تستخدم المصانع القديمة طبقات أقل سمكاً، وتوضع فوق طبقة رقيقة من ملبdates معاد تدويرها. وتوفر الطبقة السفلية حماية لشبكة المصبغات من الحرارة المباشرة لإحراق المزيج. وتمر شبكة المصبغات من خلال قبة مزودة بمحارق غازية تقوم بإشعال سقاط الفحم الموجود في المزيج، بادئة بذلك عملية التلييد من أعلى طبقة التلييد إلى أسفلها. ومع تحرك مزيج التلييد مع شبكة المصبغات، ينتقل موج الاحتراق إلى الأسفل داخل المزيج. وينشأ عن ذلك حرارة كافية (1300-1480 درجة مئوية) لتلييد الجسيمات الدقيقة مع بعضها البعض لتكون كليلنكر (منتجات ملتحمة مع الكوك) يطلق عليها الملبdates. وتتم معالجة الغازات العادمة لإزالة الغبار منها قبل أن تنبعث في الجو. ويتم تكسير الملبdates المنتجة وغربلتها للحصول على الأبعاد الصحيحة المطلوبة لحمولة الفرن العالي.

### مصنع التحييب 29

يعتبر التحييب عملية أخرى لتحضير المواد الخام التي تحتوي على أكسيد الحديد من أجل الصناعة الرئيسية للحديد والصلب. وفيها تتشكل حبيبات من المواد الخام (ركاز دقيق وإضافات بأقطار  $> 0.05$  مم) في صورة كريات تتراوح أقطارها ما بين 9 إلى 16 مم، باستخدام درجات حرارة عالية، وعادة ما تتم هذه العملية في موقع التعدين أو في ميناء الشحن.

وتتضمن عملية التحييب مجموعة من العمليات منها الطحن والتجفيف أو نزع المياه، والتكوير والتصليد. وقبل التحييب، يتم تكسير الركاز وطحنه للوصول إلى الخصائص اللازمة لتكوين الحبيبات. ويتم ضبط محتوى الرطوبة لتصل نسبته إلى

تتضمن الطرق الرئيسية المستخدمة في إنتاج الحديد والصلب الفرن العالي / فرن الأكسجين القاعدي (أعمال الصلب المتكاملة)، والصهر المباشر للخردة أو تماسيح الحديد (فرن القوس الكهربائي)، والطريقة الأقل استخداماً وهي عملية الاختزال المباشر للحديد. وتعتبر أعمال الصلب المتكاملة أحد العمليات المعقدة وتتطلب كميات كبيرة من الطاقة والمواد لمختلف وحدات الإنتاج، ومنها مصنع التلييد أو مصنع التحييب، ومصنع فرن الكوك، والفرن العالي، وفرن الأكسجين القاعدي، والصب المستمر. وتتم بعد ذلك درفلة الصلب المصبوب (درفلة على الساخن و / أو درفلة على البارد) لإنتاج منتجات نهائية.

### مصانع التلييد 28

يتم تحضير حمولة الركاز فيزيائياً ومعدنياً بإزالة المواد العديمة الفائدة التي تلوه من أجل تحسين نفاذيته وإمكانية اختزاله. وقبل إجراء عملية التلييد، يتم خلط المواد الخام وتضاف أيضاً بعض المواد المساعدة على الصهر. وبعد الخلط، يتم نقل خليط الركاز من خزانات التحضير إلى خزانات التخزين. ويعتبر سقاط الكوك (كوك صغير الحجم تبلغ أحجام جزئياته  $> 5$  مم) الوقود الأشيع استخداماً في عملية التلييد. ويتم مزج خليط الركاز وسقاط الكوك ثم يبلان لتعزيز تكوين حبات صغيرة من شأنها تحسين النفاذية عند وضعها على طبقة التلييد.

ويتكون مصنع التلييد بشكل أساسي من شبكة مصبغات كبيرة ومتحركة مصنوعة من الحديد الزهر المقاوم للحرارة. ويتم وضع المواد المراد تلييدها فوق بعضها لتشكل طبقة سميكة

<sup>29</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

<sup>28</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

الهواء. وعادة ما يستخدم غاز فرن الكوك النظيف كوقود، كما يمكن أيضاً استخدام غازات أخرى مثل غاز الفرن العالي (المخضب). وتقع الوحدات الخاصة بالاسترجاع غير المباشر للحرارة أسفل الأفران، بما يسمح بتسخين هواء الاحتراق وغاز الوقود بواسطة غازات المداخن، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة.

تبدأ عملية الكربنة بعد شحن الفحم في الفرن مباشرة. وتتم إزالة المركبات العضوية المتطايرة من الفحم، وعلى إثر ذلك يتكون غاز فرن الكوك. ويعتبر الكربون الصلب المتبقي في الفرن هو الكوك المطلوب. وتستمر عملية التوكوك، حسب عرض الفرن وظروف التسخين، ما يتراوح بين 14 و 24 ساعة تقريباً. ويتم إخراج الكوك من الفرن في حاوية بواسطة مدك ماكينة الإخراج من الفرن. وتنقل الحاوية الكوك الساخن إلى برج التبريد السريع حيث يتم تبريده بنظام التبريد الجاف عن طريق دورة لغاز خامل (نيتروجين).<sup>31</sup> وفي حالة اتباع نظام التبريد بالطريقة الرطبة (عادة ما يتبع هذا النظام داخل المصانع القديمة)، ينبغي استخدام مياه النفايات السائلة التي تمت معالجتها (على أن تكون خالية من الفينول).

وتتضمن العملية أيضاً معالجة غاز فرن الكوك الناتج بصورة ثانوية لإزالة القطران والأمونيا (عادة ما يتم استرجاعها في صورة كبريتات أمونيوم) والفينول والنفتالين ومركبات البنزين والتولين والزيلين والزيت الخفيف والكبريت، وذلك قبل أن يُمكن من استخدام غاز فرن الكوك كوقود لتسخين الأفران أو لأغراض أخرى داخل المصنع.

ولخفض الآثار البيئية التي يمكن أن تنشأ عن إنتاج الكوك، ينبغي تجنب الإزالة المبكرة للكوك من الفرن (الفحم الذي لم تكتمل كربنته) وتفضيل استخدام الفحم ذو المحتوى المنخفض

ما يتراوح بين 8 و 9 في المائة. ويتم خلط مواد التثبيت مع إضافات ويجهز منها بعد ذلك كريات (خضراء) تتراوح أقطارها ما بين 9 و 16 مم وتعرض بعد ذلك لحرارة تصل إلى حوالي 1250 درجة مئوية (التصليد) أثناء الأكسدة والتلييد للحصول على حبيبات عالية القوة. ويتم تبريد الحبيبات بالهواء قبل خروجها من عملية التصليد. ويعاد بشكل عام تدوير الحبيبات المكسورة أو الحبيبات التي تقل أحجامها عن الأحجام المطلوبة.

### صناعة الكوك (التوكوك)

تحتاج مصانع الصلب المتكاملة التي يتم فيها تصنيع الصلب باختزال ركاز الحديد في الأفران العالية إلى إمدادات منتظمة من الكوك. ويستخدم الكوك بشكل رئيسي لاختزال أكسيد الحديد كيميائياً إلى معدن الحديد داخل الأفران العالية. ويعمل الكوك كوقود، ويوفر الدعم الفيزيائي، ويسمح بالتدفق الحر للغاز داخل الفرن. لذا يرتبط تصنيع الكوك ارتباطاً وثيقاً بمصانع الصلب المتكاملة التي تستخدم ركاز الحديد. ويتم إنتاج الكوك بالتقنيات الحراري (على سبيل المثال، التسخين في ظل عدم وجود هواء) لدرجات مناسبة من الفحم. وفي عملية صناعة الكوك، يتم إدخال الفحم البيتوميني في مجموعة من الأفران (البطاريات)، حيث تكون هذه الأفران محكمة الغلق ومسخنة إلى درجات حرارة عالية في ظل عدم وجود أكسجين. وتتألف العملية من الخطوات التالية: شحن الفحم، وتسخين / إشعال الغرف، والتوكوك، وإخراج الكوك من الفرن، والتبريد السريع للكوك.<sup>30</sup>

يفصل ما بين غرف فرن الكوك المستقلة حوائط تسخين. وتتكون هذه الحوائط من عدد معين من فتحات التسخين المزودة بفوهات لإمداد الوقود وإطار أو أكثر من إطار لإدخال

<sup>30</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

<sup>31</sup> المصدر السابق

وحدة الكشط الموجودة داخل قاعة الصب، ثم يتابع كل حدة طريقه في مجرى مستقل. ويتم صب تماسيح الحديد المنصهر في بواق أو عربات نقالة. ويتدفق الخبث في مجاري إلى مصنع التخزين، أو بواق الخبث، أو حفرة مفتوحة. وفي نهاية دورة الصب، يتم غلق فوهة الإخراج عن طريق حقن مزيج من الطين مقاوم للحرارة في فوهة الإخراج باستخدام جهاز يطلق عليه "مسدس الطين".<sup>33</sup>

تنشأ الانبعاثات الرئيسية للأفران العالية أثناء عمليات فتح الفرن لتفريغ المعدن المنصهر وتتكون بشكل أساسي من جسيمات من أكسيد الحديد والجرافيت. وعادة ما يُتحكم في هذه الجسيمات بالتغطية الموضعية داخل قاعة الصب ويتم توجيه الانبعاثات إلى مرشحات قماشية. وتتبعث من عمليات تبريد ومعالجة الخبث كميات متفاوتة من كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت. وتنشأ بعض الانبعاثات الهاربة، بما في ذلك قشور من أكاسيد الحديد والجرافيت، أثناء نقل المعدن الساخن إلى ورشة صهر الصلب. ويمكن إعادة تدوير الغبار والحماة اللذين تم جمعهما من نظام تنظيف الغاز إلى مصنع التليد أو إرسالهما إلى موقع التخلص من النفايات الصلبة.

وتنشأ النفايات السائلة من جراء تنظيف غاز الفرن العالي، وتبريد الخبث، وعمليات التجهيز. ويعاد تدويرها ويعالج المتبقي منها لإزالة المواد الصلبة، والمعادن، والزيوت قبل تصريفه. ويعتبر الخبث المنتج الثانوي الصلب الرئيسي. ويمكن معالجة الخبث بمجموعة من الطرق، منها التخزين والتحبيب، أو أن يُبرد، ويُكسر ويُغزل. ويباع الخبث كمنتج ثانوي بشكل أساسي إلى قطاعي صناعة الأسمنت ومواد البناء والتشييد.

من الكبريت أو الفحم الخالي من الكبريت (الفحم المغسول). كما ينبغي تجميع القطران والغازات الناتجة من عملية التوكوك وإعادة استخدامها وتنظيف الغازات من أكسيد الكبريت، وخاصة إذا كان الفحم المستخدم ذو محتوى عال من الكبريت.

### الأفران العالية

الفرن العالي هو عبارة عن نظام مغلق يتم فيه إدخال المواد الخام من أعلى، بينما يتم إخراج المنتجات (الحديد والخبث المنصهران) من أسفل (المجمرة). وبالنسبة لمزيج المواد الخام الذي يحتوي على المواد الحاملة للحديد (دبش ركاز الحديد، والملبدات و / أو الحبيبات) والإضافات (مواد تكوين الخبث، مثل الحجر الجيري) فيطلق عليه "الحمولة". ويتم تغذية الحمولة والكوك من أعلى الفرن عن طريق نظام شحن مغلق لمنع هروب غازات الفرن. وتتحرك الحمولة الصلبة تجاه الأسفل، بعكس اتجاه التيار المساعد لغازات الاختزال الساخنة. ويتم الحصول على غاز الاختزال الساخن بواسطة موافد ساخنة ويستخدم لنقل الحرارة إلى الحمولة الصلبة من أجل رفع درجة حرارة التفاعل. يتم جمع غاز الفرن العالي وقيمه السعريّة من أعلى الفرن لمعالجته واستخدامه.<sup>32</sup>

يتم فتح الفرن العالي بشكل دوري لإخراج الخبث وتماسيح الحديد المنصهرة من المجمرة. ولهذا الغرض يتم فتح فوهة للإخراج في الجدار الجانبي للمجمرة. وتبلغ درجة حرارة المعدن المُخرج من الفرن ما يتراوح بين 1440 و1500 درجة مئوية تقريباً. وفي الأفران العالية الحديثة، يتم إخراج تماسيح الحديد والخبث معاً (عادة ما ينساب الخبث عقب خروج المعدن الساخن). ويتدفق الخبث وتماسيح الحديد في مجاري مصنوعة من مواد حرارية أو مغطاة بأسمنت منخفض الحرارة ويتم بعد ذلك فصل الخبث عن تماسيح الحديد في

<sup>33</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

<sup>32</sup> المصدر السابق

### أفران الأكسجين القاعدي<sup>34</sup>

تعتبر عمليات فرن الأكسجين القاعدي وفرن القوس الكهربائي الطرق الأشيع استخداماً لتحويل تماسيح الحديد المنتجة بواسطة الأفران العالية إلى صلب. وتؤدي عملية حقن الأكسجين إلى أكسدة الشوائب الغير مرغوب فيها المحتواة في المواد المعدنية. ويعتبر الكربون والسيليكون والمنغنيز والفوسفور والكبريت العناصر الرئيسية المُحوّلة إلى أكاسيد. وتسفر عملية الأكسدة عن اختزال محتوى الكربون إلى مستوى محدد ( يتراوح بين 4 إلى أقل من 1 في المائة تقريباً، وأقل من ذلك في الغالب)، وإزالة الشوائب. وتعتبر عملية إنتاج الصلب بواسطة فرن الأكسجين القاعدي عملية متقطعة إذ تتضمن معالجة مسبقة للمعدن الساخن (إزالة الكبريت)؛ وأكسدة داخل فرن الأكسجين القاعدي (إزالة الكربنة وأكسدة الشوائب)؛ ومعالجة معدنية ثانوية في فرن البودقة عقب خروج المنتج من فرن الأكسجين القاعدي، والصب (مستمر و / أو سيك).

وتجري عملية إزالة الكربنة داخل محطات مستقلة للمعالجة قبل إدخال المواد إلى فرن الأكسجين القاعدي. وتعتمد أشيع طرق إزالة الكربنة من المعدن الساخن على استخدام كربيد الكالسيوم الذي يتم ضخه من خلال أنبوب في المعدن الساخن بمساعدة النيتروجين. وعلى ذلك يتعلق الكبريت بالخبث الذي يطفو على سطح المعدن الساخن. ثم يُزال الخبث. وفي بعض الحالات، تتم إزالة الخبث مرة ثانية باستخدام آلات كشط الخبث. وتُشحن تماسيح الحديد بعد ذلك إلى داخل فرن الأكسجين القاعدي.<sup>35</sup>

ويعمل فرن الأكسجين القاعدي بنظام الدفعات. وتتألف الدورة الكاملة من المراحل التالية: شحن الخرّدة وتماسيح الحديد المنصهرة؛ وضخ الأكسجين؛ وسحب العينات وتسجيل درجات

الحرارة؛ وفتح الفرن لتفريغ المعدن المنصهر. وفي مصانع الصلب الحديثة، يتم إنتاج ما يقرب من 300 طن من الصلب في الدورة التي تتراوح مدتها ما بين 30 و40 دقيقة. وخلال سير العملية يتم استخدام العديد من الإضافات لضبط جودة الصلب وتكوين الخبث. ويتم الحصول على الطاقة اللازمة لرفع درجة الحرارة وصهر المواد المدخلة من خلال تفاعلات الأكسدة الباعثة للحرارة عندما يتم ضخ الأكسجين، وهكذا لا تكون هناك حاجة إلى إدخال حرارة إضافية ثم تضاف الخرّدة أو الركاز لموازنة الحرارة.

وتتوقف كمية الأكسجين المستهلكة على تركيب المعدن الساخن (على سبيل المثال، وفي المقام الأول، محتوى الكربون والسيلكا والفوسفور) وبعد أن يصل الصلب إلى الجودة المطلوبة، عندئذ يتوقف ضخ الأكسجين ويتم تفريغ الصلب الخام من فرن الأكسجين القاعدي إلى البودقة.

وعادة ما يعقب عملية الأكسدة داخل فرن الأكسجين القاعدي معالجة لاحقة تتضمن مجموعة متنوعة من العمليات المعدنية، ويطلق عليها "عمليات المعالجة المعدنية الثانوية". وقد تم إدخال مرحلة المعالجة اللاحقة استجابة لتزايد متطلبات الجودة. وتتضمن الأهداف الرئيسية لعمليات المعالجة المعدنية الثانوية الخط والمجانسة؛ وضبط التراكيب الكيميائية؛ وضبط درجة الحرارة؛ ونزع الأكسجين؛ وإزالة الغازات الغير مرغوب فيها (على سبيل المثال، الهيدروجين والنيتروجين)؛ وتحسين نقاوة الأكسيد بفصل المحتويات غير المعدنية. وتتم هذه العمليات في البودقة أو فرن البودقة، أو في أحد الأنظمة الخوائية، أو في أفران مصممة خصيصاً. وبعد المعالجة اللاحقة، يتم نقل الصلب المنصهر إلى ماكينة الصب.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

<sup>34</sup> المصدر السابق.

<sup>35</sup> المصدر السابق.

وقد تنشأ بعض النفايات السائلة جراء عملية طرد الغازات. وتتضمن النفايات الصلبة الرئيسية حثالة الصلب، والخبث، والمواد المقاومة للصهر. كما تتضمن النفايات الصلبة الأخرى الحمأة الناتجة عن معالجة المياه المستعملة والغبار الناتج عن أنظمة تجميع الغبار الجاف. وقد يحتوي الغبار على ديوكسينات وفيورانات نظراً للاستهلاك الكبير للخرقة الخارجية (الخرقة الفذرة). وعادة ما يعاد تدوير حثالة الصلب، ويكسر الخبث ويغربل من أجل إعادة تدويره أو بيعه، ويعاد تدوير النفايات الصلبة الأخرى، متى كان ذلك ملائماً، أو يتخلص منهم في أحد مواقع دفن النفايات. ويستخدم فرن القوس الكهربائي كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية.

وقد اندثرت تقنية فرن المجرمة المكشوفة، المعروفة أيضاً باسم عملية سيمينز مارتينز، ولم تعد تعتبر ممارسة صناعية جيدة. إذ أن لها أثر ضار على جودة الصلب وأثار بيئية كبيرة.

#### الاختزال المباشر

في عملية الاختزال المباشر، يتم اختزال حبيبات أكسيد الحديد الطبيعي وركاز الحديد الطبيعي (بدون أكسجين) إلى حديد معدني بحالة صلبة عن طريق غاز الاختزال. وتقل درجة حرارة العملية عن 1000 درجة مئوية. ويطلق على منتجها الصلب "الحديد المختزل بطريقة الاختزال المباشر". وتعتبر عملية الاختزال المباشر من العمليات المفيدة بيئياً، ويرجع السبب في ذلك بشكل كبير إلى استخدام ركاز محبب أو طبيعي، وبرغم ذلك، ظل استخدام هذه العملية مقصوراً بصفة أساسية على إنتاج درجات خاصة من الصلب أو حيثما يتوفر الغاز الطبيعي بأسعار رخيصة.

#### الصب، والدرفلة، والتشطيب

تتضمن عمليات الصلب الأخرى الصب، والدرفلة على الساخن، والتشكيل، ومعالجة أسطح المعادن بالأحماض،

#### أفران القوس الكهربائي

يمكن إنتاج الصلب من خرقة الصلب بصهرها داخل فرن القوس الكهربائي. وعادة ما يتم تسخين الخرقة تسخيناً مسبقاً داخل فرن خاص ويتم إدخالها في هذا الفرن مع الجير أو الدولولام اللذان يستخدمان كمادتين مساعدتين على الصهر من أجل تكوين الخبث. ومن المعتاد أن يشحن ما يتراوح بين 50 إلى 60 في المائة من الخرقة داخل الفرن. ويتم بعد ذلك إنزال الأقطاب إلى الخرقة. وعلى ارتفاع يتراوح بين 20 إلى 30 مم من الخرقة تُحدث الأقطاب تياراً كهربائياً قوسي الشكل. وبعد صهر الشحنة الأولى، تُضاف بقية الخرقة.<sup>37</sup>

وخلال الفترة الأولى من الصهر، يتم الإبقاء على مستوى الطاقة المسلطة منخفضاً لتجنب إتلاف جدران الفرن وسقفه بفعل الإشعاع، وإتاحة المجال أمام الأقطاب لتتخلل بين الخرقة. وبعد أن تحجب الخرقة المحيطة هذه الأفراس، عندئذ تتم زيادة الطاقة لإكمال عملية الصهر. وكثيراً ما تستخدم أنابيب الأكسجين و / أو المحارق التي تعمل بالوقود المشبع بالأكسجين للمساعدة في المراحل المبكرة لعملية الصهر. ويمكن إضافة الأكسجين إلى الصلب السائل بواسطة فوهات خاصة كائنة على الجدار السفلي أو الجانبي لفرن القوس الكهربائي. وتتضمن أنواع الوقود الغاز الطبيعي والنفط.

وعادة ما يتم جمع الانبعاثات الهاربة من عمليات شحن الخرقة، وضخ الأكسجين، وفتح الفرن لتفريغ المعدن المنصهر، ونقل المعدن الساخن، وتداول الخبث بواسطة أغطية موضعية وإزالة الغبار منها بواسطة مرشحات قماشية. وتنشأ الانبعاثات الصغيرة للجسيمات نتيجة إجراء عمليات معدنية داخل البودقة وطرد الغازات بالتفريغ وعادة ما يتم جمعها وتنظيفها بواسطة مرشحات قماشية.

<sup>37</sup> ملاحظات الاتحاد الأوروبي حول أفضل الأساليب المتوافرة (2001) في مجال إنتاج الحديد والصلب

اللازمة (على سبيل المثال، إنتاج أوزان ثقيلة للتشكيل بالطرق).

وتشمل عملية الدرفلة على الساخن عمليات تسخين البلاطات (والكتل والنورات)، والدرفلة، والتشكيل. وتقوم العديد من مصانع التشكيل على الساخن (في المقام الأول، القطاعات، والمسطحات، والأنابيب والمواسير، والأسلاك، وقضبان الصلب المسلح، والمنتجات ذات التشكيل الجانبي) بتصنيع مجموعة متنوعة من منتجات الصلب. ويتم تصنيع المنتجات الطويلة بدرفلة الكتل على الساخن إلى قضبان تقوية، أو درفلتها وسحبها إلى أعواد وطلائها في بعض الأحيان. ولتحضير الصلب من أجل درفلته أو سحبه على البارد، تتم معالجة الصلب كيميائياً بالأحماض (محاليل مياه وأحماض غير عضوية بحمض كبريتيك أو هيدروكلوريك) لإزالة الأكاسيد والقشور من على أسطحه. وتتضمن الطرق الأخرى لإزالة القشور طريقة المعالجة بالأملح وطريقة المعالجة بالتحليل الإلكتروني.

وتعقب عمليات الدرفلة على الساخن عملية الدرفلة على البارد، وذلك من أجل تصنيع أشرطة رفيعة أو أشرطة ذات جودة تشطيب عالية. وتستخدم الزيوت المستحلبة في الماء لمنح الأسطح جودة عالية ومنع تسخينها أكثر من اللازم. كما تستخدم أحواض الماء أو الزيت أو الرصاص للتبريد وإيجاد الخصائص المطلوبة.

وتنبعث المواد الجسيمية والمعادن في الهواء أثناء نقل الصلب المنصهر إلى القوالب وقطع المنتجات إلى الأطوال المحددة بواسطة مشاعل تعمل بالوقود المشبع بالأكسجين. وتتضمن الانبعاثات الهوائية الغازات الناتجة عن احتراق الوقود داخل أفران التسخين والمركبات العضوية المتطايرة الناتجة عن عملية الدرفلة وزيوت التشحيم. وتتضمن الانبعاثات الهامة

والدرفلة على البارد، وسحب الأسلاك، والطلاء. وتختصر عملية الصب المستمر الخطوات المتعددة لعملية السبك التقليدية وذلك بصب الصلب مباشرة إلى بلاطات أو كتل وعادة ما تعطي مردوداً أعلى بنسبة تتراوح ما بين 10 إلى 12 في المائة. ويتغير الصلب الساخن من حيث الحجم والشكل عبر سلسلة من الخطوات التي تبدأ بالدرفلة على الساخن والتشكيل إلى تصنيع منتجات صلب نهائية وشبه نهائية.

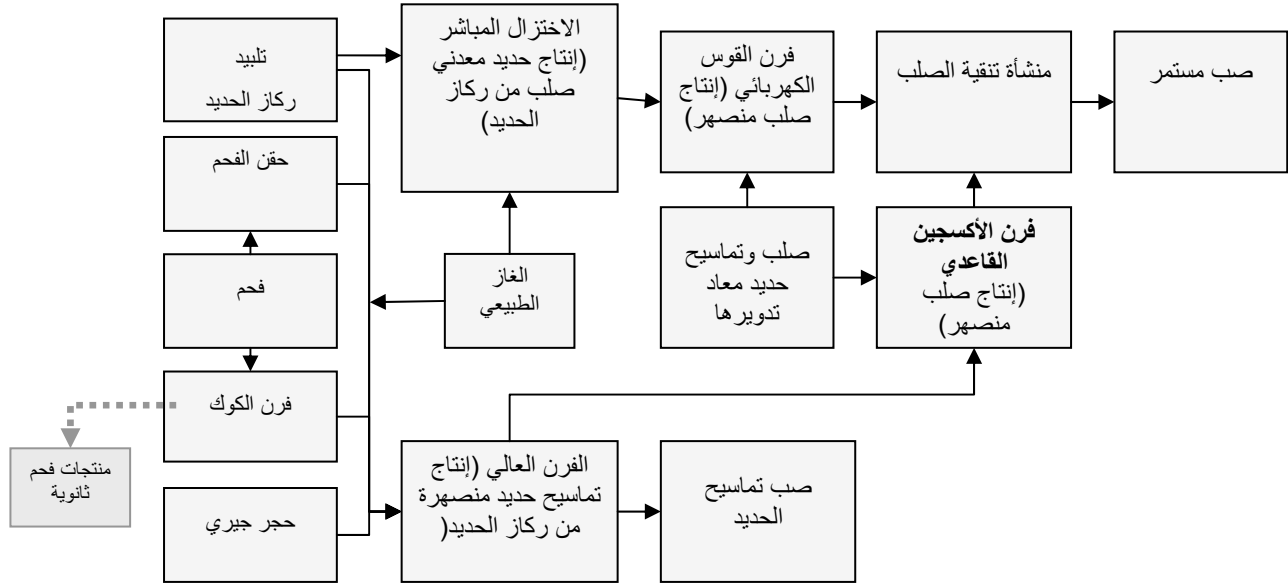
وينقل الصلب السائل عقب إجراء عمليات المعالجة المعدنية الثانوية إلى ما يسمى "مسكبة" ماكينة الصب المستمر. وهي عبارة عن بودقة متوسطة ومزودة بمخرج يمكن التحكم فيه. ويتم تسخين البودق تسخيناً مسبقاً قبل استقبال شحنة الصلب السائل لتفادي حدوث اختلافات رأسية في درجة الحرارة داخل المسكبة. وعندما يصل الصلب السائل إلى درجة الحرارة المطلوبة، عندئذ يتم صبه في المسكبة. ويُنقل الصلب السائل من المسكبة إلى قالب نحاسي قصير خال من الهواء ليُبرد بالماء كما أن القالب يتحرك حركات تذبذبية حتى يمنع التصاق الصلب به. ومن شأن هذا القالب إعطاء المعدن الشكل المطلوب. وبعد خروج المعدن من قالب الصب، تتكون "قشرة" من الصلب المقوى ويتحرك الصلب المصبوب على عدد كبير من الاسطوانات الدوارة المائلة ميلاً أفقياً خفيفاً. وعند هذه المرحلة، يتم تقطيع الصلب المصبوب الذي لا نهاية له إلى قطع بواسطة قاطعة ذات شعلة. وبهذه الطريقة يتم صب البلاطات، والنورات والكتل.

وفي عملية صب السبائك، يتم صب الصلب السائل في قوالب الصب. وبعد التبريد، يتم إخراج السبائك من قوالب الصب وتنقل إلى مصانع الدرفلة. وعقب إجراء التسخين المسبق، تتم درفلة السبائك إلى بلاطات، أو نورات أو كتل. وقد حل الصب المستمر حالياً محل صب السبائك بشكل كبير إلا مع المنتجات التي يتطلب إنتاجها اتباع طريقة صب السبائك لتحقيق الجودة



الأخرى في الهواء هباء الأحماض الناتج عن عمليات معالجة أسطح المعادن بالأحماض ومصنع استرجاع الأحماض، إذا كانت عملية استرجاع الأحماض متبعة داخل المصانع. وتنشأ النفايات السائلة نتيجة تبريد المعدن الساخن وتحتوي على جزيئات قشور وزيوت ناتجة عن عملية إزالة قشور الصلب الساخن بمياه مضغوطة ضغطاً عالياً ومواد صلبة عالقة وزيوت وشحوم. وتتمثل المصادر الرئيسية للنفايات السائلة في مياه الشطف المستخدمة في عمليات معالجة أسطح المعادن بالأحماض، وأجهزة غسل أذخنة الأحماض، وأجهزة غسل الغازات الناتجة عن مصنع استرجاع الأحماض، والتنظيف بمواد قلوية. وتنشأ النفايات الصلبة أثناء قطع الصلب، إلا أنها تخضع وبشكل عام لعملية إعادة التدوير داخل المصنع.

الشكل أ-1: عمليات إنتاج الصلب المتكاملة



المصدر: مأخوذ من المعهد الأمريكي للحديد والصلب

الشكل أ-2: عمليات تشطيب الصلب المتكاملة

