

## قرار تنفيذي من المفوضية

الصادر بتاريخ 26 مارس/آذار 2013

بشأن تحديد استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة (BAT) بموجب التوجيه EU/75/2010 الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس بشأن الانبعاثات الصناعية لإنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم

(المبلغ بالوثيقة رقم (2013) C(1728))

(نص ذو صلة بالمنطقة الاقتصادية الأوروبية (EEA))

(EU/163/2013)

إن المفوضية الأوروبية،

مراعاة منها للمعاهدة المنظمة لعمل الاتحاد الأوروبي،

وإذ تأخذ في الاعتبار التوجيه رقم EU/75/2010 الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس بتاريخ 24 نوفمبر/تشرين الثاني 2010 بشأن الانبعاثات الصناعية (الوقاية المتكاملة من التلوث ومكافحته)<sup>1</sup>، ولا سيما المادة 13(5) الخاصة به،

حيث إن:

- (1) تستوجب المادة 13(1) من التوجيه EU/75/2010 أن تنظم المفوضية تبادل معلومات الانبعاثات الصناعية بينها وبين الدول الأعضاء والصناعات المعنية والمنظمات غير الحكومية التي تنادي بحماية البيئة، من أجل تسهيل إعداد الوثائق المرجعية لأفضل التقنيات المتاحة وفقاً لما هو محدد في المادة 3(11) من هذا التوجيه.
- (2) وفقاً للمادة 13(2) من التوجيه EU/75/2010، يتناول تبادل المعلومات أداء المنشآت والتقنيات فيما يتعلق بالانبعاثات، المحدد بمتوسطات قصيرة المدى وطويلة المدى، عند الاقتضاء، وما يتعلق بها من الشروط المرجعية للمواد الخام واستهلاكها وطبيعتها، واستهلاك المياه واستخدام الطاقة وإنتاج النفايات والتقنيات المستخدمة، وما يتصل بذلك من مراقبة التأثيرات عبر الوسائط والجدوى الاقتصادية والتقنية والتطورات الخاصة بها وأفضل التقنيات المتاحة والتقنيات الناشئة التي جرى تحديدها بعد مراعاة القضايا المذكورة في النقطتين (أ) و(ب) من المادة 13(2) من هذا التوجيه.
- (3) "استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة" وفقاً لتعريفها في المادة 3(12) من التوجيه EU/75/2010 عبارة عن العنصر الأهم في الوثائق المرجعية لأفضل التقنيات المتاحة وتطرح الاستنتاجات الخاصة بأفضل التقنيات المتاحة، ووصفها ومعلومات لتقييم مدى قابليتها للتطبيق ومستويات الانبعاثات المرتبطة بأفضل التقنيات المتاحة، وما يتعلق بها من المراقبة ومستويات الاستهلاك ذات الصلة و، عند الاقتضاء، تدابير إصلاح الموقع ذات الصلة.
- (4) وفقاً للمادة 14(3) من التوجيه EU/75/2010، يجب أن تكون استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة (BAT) المرجع الذي يُعتمد به عند وضع شروط منح تصاريح للمنشآت المشمولة في الفصل الثاني من هذا التوجيه.
- (5) وفقاً للمادة 15(3) من التوجيه EU/75/2010، يتعين على السلطة المختصة وضع قيم حدية للانبعاثات والتي، في ظروف التشغيل العادية، تضمن ألا تتجاوز الانبعاثات مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة على النحو المنصوص عليه في القرارات الخاصة باستنتاجات أفضل التقنيات المتاحة المشار إليها في المادة 13(5) من التوجيه EU/75/2010.
- (6) تنص المادة 15(4) من التوجيه EU/75/2010 على الإعفاءات من المتطلبات المطروحة في المادة 15(3) فقط إذا كانت التكاليف المرتبطة بتحقيق مستويات الانبعاث المتعلقة بأفضل التقنيات المتاحة تفوق بمعدل غير متناسب الفوائد البيئية نتيجة الموقع الجغرافي والظروف البيئية المحلية والخصائص الفنية للمنشأة المعنية.

<sup>1</sup> OJ L 334، 17 ديسمبر/كانون الأول 2010، الصفحة 17.

- (7) تنصّ المادة 16(1) من التوجيه EU/75/2010 على أن متطلبات المراقبة الخاصة بمنح التصاريح المشار إليها في النقطة (ج) من المادة 14(1) من هذا التوجيه يجب أن تستند إلى استنتاجات المراقبة كما هو موضح في استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة.
- (8) وفقاً للمادة 21(3) من التوجيه EU/75/2010 يتعين على السلطة المختصة، في غضون 4 سنوات من نشر القرارات الخاصة باستنتاجات أفضل التقنيات المتاحة، إعادة النظر، وإذا لزم الأمر، تحديث جميع شروط التصريح وضمان أن المنشأة تمتثل لشروط التصريح تلك.
- (9) وفقاً لقرار المفوضية الصادر بتاريخ 16 مايو/أيار 2011 بشأن تأسيس منتدى لتبادل المعلومات وفقاً للمادة 13 من التوجيه EU/75/2010 الخاص بالانبعاثات الصناعية<sup>2</sup>، أنشئ منتدى يتألف من ممثلي الدول الأعضاء والصناعات المعنية والمنظمات غير الحكومية التي تُنادي بحماية البيئة.
- (10) وفقاً للمادة 13(4) من التوجيه EU/75/2010، حصلت المفوضية على رأي<sup>3</sup> المنتدى بشأن المحتوى المقترح للوثيقة المرجعية لأفضل التقنيات المتاحة بشأن إنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم في 13 سبتمبر 2012 وإتاحتها للعمامة.
- (11) تتفق التدابير المنصوص عليها في هذا القرار مع رأي اللجنة المؤسّسة بموجب المادة 75(1) من التوجيه رقم EU/75/2010،  
اعتمدت هذا القرار:

#### المادة 1

استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة بشأن إنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم منصوص عليها في ملحق هذا القرار.

#### المادة 2

يُرسل هذا القرار إلى الدول الأعضاء.

حُرر في بروكسل، في 26 مارس/أذار 2013

نيابة عن المفوضية  
يانيز بوتونيك  
عضو المفوضية

## الملحق

### استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة بشأن إنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم

4	النطاق
5	ملاحظة بشأن تبادل المعلومات
5	التعريفات
7	اعتبارات عامة
9	استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة
9	1.1 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة العامة
9	1.1.1 أنظمة إدارة البيئة (EMS)
10	1.1.2 الضوضاء
11	1.2 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة الإسمنت
11	1.2.1 التقنيات الأولية العامة
11	1.2.2 المراقبة
12	1.2.3 استهلاك الطاقة واختيار المعالجة
15	1.2.4 استخدام النفايات
16	1.2.5 انبعاثات الغبار
19	1.2.6 المركبات الغازية
24	1.2.7 انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/F)
25	1.2.8 انبعاثات المعادن
26	1.2.9 معالجة المهدرات/النفايات
27	1.3 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة الجير
27	1.3.1 التقنيات الأولية العامة
27	1.3.2 المراقبة
28	1.3.3 استهلاك الطاقة
30	1.3.4 استهلاك الحجر الجيري
30	1.3.5 اختيار الوقود
32	1.3.6 انبعاثات الغبار
35	1.3.7 المركبات الغازية
41	1.3.8 انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/F)
42	1.3.9 انبعاثات المعادن
42	1.3.10 معالجة المهدرات/النفايات
44	1.4 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة أكسيد المغنسيوم
44	1.4.1 المراقبة
45	1.4.2 استهلاك الطاقة
45	1.4.3 انبعاثات الغبار
47	1.4.4 المركبات الغازية
51	1.4.5 معالجة المهدرات/النفايات
51	1.4.6 استخدام النفايات كوقود و/أو كمواد خام
53	وصف التقنيات
53	1.5 وصف تقنيات صناعة الإسمنت
53	1.5.1 انبعاثات الغبار
54	1.5.2 انبعاثات NO <sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)
56	1.5.3 انبعاثات SO <sub>x</sub>
57	1.6 وصف تقنيات صناعة الجير
57	1.6.1 انبعاثات الغبار
58	1.6.2 انبعاثات NO <sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)
59	1.6.3 انبعاثات SO <sub>x</sub>
60	1.7 وصف تقنيات صناعة المغنيسيت (طريقة المعالجة الجافة)
60	1.7.1 انبعاثات الغبار
61	1.7.2 انبعاثات SO <sub>x</sub>

## النطاق

تغطي استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة الأنشطة التالية المحددة في القسم 3.1 من الملحق 1 للتوجيه EU/75/2010، ولا سيما:

3.1' إنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم، والذي يشمل:

(أ) إنتاج الكلنكر الإسمنتي في الأفران الدوارة حيث تتجاوز القدرة الإنتاجية 500 طن يوميًا أو في أفران أخرى حيث تتجاوز القدرة الإنتاجية 50 طنًا يوميًا؛

(ب) إنتاج الجير في الأفران حيث تتجاوز القدرة الإنتاجية 50 طنًا يوميًا؛

(ج) إنتاج أكسيد المغنسيوم في الأفران حيث تتجاوز القدرة الإنتاجية 50 طنًا يوميًا.

فيما يتعلق بالنقطة 3.1(ج) المذكورة أعلاه، لا تتناول هذه الاستنتاجات لأفضل التقنيات المتاحة سوى إنتاج أكسيد المغنسيوم (MgO) باستخدام طريقة المعالجة الجافة القائمة على المغزيت الطبيعي المستخرج (كربونات المغنسيوم -  $3MgCO$ ).

بوجه خاص، فيما يتعلق بالأنشطة المذكورة أعلاه، تغطي استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه ما يلي:

- إنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم، (طريقة المعالجة الجافة)
- المواد الخام - التخزين والتحضير
- الوقود - التخزين والتحضير
- استخدام المخلفات كمواد خام و/أو وقود - متطلبات الجودة والمراقبة والتحضير
- المنتجات - التخزين والتحضير
- التغليف والتوزيع.

ولا تتناول استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه الأنشطة التالية:

- إنتاج أكسيد المغنسيوم باستخدام طريقة المعالجة الرطبة من خلال استخدام كلوريد المغنسيوم كمادة أولية، والواردة في الوثيقة المرجعية بشأن أفضل التقنيات المتاحة في المواد الكيميائية غير العضوية كبيرة الحجم- صناعات المواد الصلبة وغيرها من الصناعات (LVIC-S)
- إنتاج دولميت شديد انخفاض الكربون (هو مزيج من الكالسيوم وأكسيد المغنسيوم ينتج من خلال الإزالة الكاملة تقريبًا للكربون من الدولميت ( $3MgCO \cdot 3CaCO$ ). تكون النسبة المتبقية من ثاني أكسيد الكربون بالمنتج أقل من 0.25% والكثافة الحجمية أقل بكثير من 3.05 جرام/سم<sup>3</sup>)
- الأفران القائمة لإنتاج الكلنكر الإسمنتي
- الأنشطة غير المرتبطة مباشرة بالنشاط الأولي مثل استخراج الحجارة.

الوثائق المرجعية الأخرى ذات الصلة بالأنشطة التي تغطيها استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هي كما يلي:

النشاط	الوثائق المرجعية
تخزين ومناولة المواد الخام والمنتجات	الانبعاثات من التخزين (EFS)
مراقبة الانبعاثات	المبادئ العامة للمراقبة (MON)
معالجة النفايات	صناعات معالجة النفايات (WT)

كفاءة الطاقة العامة	كفاءة الطاقة (ENE)
تقنيات للتأثيرات الاقتصادية وعبر الوسائط	التأثيرات الاقتصادية وعبر الوسائط (ECM)

إن التقنيات الواردة في استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه والموضحة بها ليست توجيهية ولا شاملة. وقد تُستخدم تقنيات أخرى لتأمين مستوى مكافئ لحماية البيئة على الأقل.

بينما تتناول استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه مصانع الحرق المشترك للنفايات، فإن ذلك لا يخل بأحكام الفصل الرابع من التوجيه EU/75/2010 والملحق السادس منه.

بينما تتناول استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة كفاءة الطاقة، فإن ذلك لا يخل بأحكام من التوجيه EU/27/2012 الجديد بشأن كفاءة الطاقة.

## ملاحظة بشأن تبادل المعلومات

تبادل المعلومات بشأن أفضل التقنيات المتاحة في قطاعات الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم المنتهية في 2008. استُخدمت المعلومات المتاحة آنذاك، والمستكملة بمعلومات إضافية تتعلق بالانبعاثات الناجمة من إنتاج أكسيد المغنسيوم، للوصول إلى استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه.

## التعريفات

لأغراض هذه الاستنتاجات لأفضل التقنيات المتاحة، تُستخدم التعريفات التالية:

المصطلح المُستخدم	التعريف
مصنع جديد	مصنع يُدخّل لأول مرة في موقع المنشأة بعد نشر هذه الاستنتاجات لأفضل التقنيات المتاحة أو كبدل كامل لمصنع على أساسات قائمة في المنشأة بعد نشر استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه.
مصنع قائم	مصنع ليس بمصنع جديد.
التطوير الرئيسي	يشمل تطوير المصنع/الفرن تغيّرًا رئيسيًا في مستلزمات أو تقنية الفرن، أو استبدال الفرن.
'استخدام النفايات كوقود و/أو كمواد خام'	يشمل المصطلح استخدام: <ul style="list-style-type: none"> <li>وقود النفايات ذي القيمة الحرارية الكبيرة؛ و</li> <li>مواد نفايات دون قيمة حرارية كبيرة لكن مع عناصر معدنية مستخدمة في المواد التي تُساهم في مُنتج الكلنكر الوسيط؛ و</li> <li>مواد نفايات لها كل من القيمة الحرارية الكبيرة والعناصر المعدنية</li> </ul>

## تعريف منتجات معينة

المصطلح المُستخدم	التعريف
الإسمنت الأبيض	الإسمنت الذي يندرج تحت رمز 2007 PRODCOM التالي: 26.51.12.10 -

إسمنت بورتلاندي أبيض	
أنواع الإسمنت الخاص الذي يندرج تحت رموز 2007 PRODCOM التالية: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 26.51.12.50 – إسمنت ألوميني</li> <li>• 26.51.12.90 – أنواع أخرى من الإسمنت الهيدروليكي</li> </ul>	إسمنت خاص
خليط من الكالسيوم وأكاسيد المغنسيوم يُنتج من خلال إزالة الكربون من الدولميت ( $3\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{CaCO}_3$ ) مع تجاوز النسبة المتبقية من ثاني أكسيد الكربون داخل المنتج 0.25% والكثافة الحجمية للمنتج التجاري أقل بكثير من 3.05 جم/سم <sup>3</sup> . في المعتاد تكون المواد الحرة في أكسيد المغنسيوم 25% (MgO) و40%.	دولميت أو دولميت مكلس
مزيج من الكالسيوم وأكاسيد المغنسيوم يقتصر استخدامه على إنتاج الطوب الحراري ومنتجات حرارية أخرى، مع حد أدنى من الكثافة الحجمية قدره 3.05 جرام/سم <sup>3</sup>	دولميت متلبد

## تعريف ملوثات معينة للهواء

التعريف	المصطلح المستخدم
مجموع أكاسيد النتروجين (NO) وثاني أكسيد النيتروجين ( $2\text{NO}$ ) المعبر عنه بالرمز $2\text{NO}$	أكاسيد النيتروجين ( $\text{NO}_x$ ) معبر عنها بثاني أكسيد النيتروجين ( $2\text{NO}$ )
مجموع ثاني أكسيد الكبريت ( $2\text{SO}$ ) وثالث أكسيد الكبريت ( $3\text{SO}$ )، المعبر عنه بالرمز $2\text{SO}$	أكاسيد الكبريت ( $\text{SO}_x$ ) معبر عنها بثاني أكسيد الكبريت ( $2\text{SO}$ )
جميع الكلوريدات الغازية معبر عنها بالرمز HCl	كلوريد الهيدروجين المعبر عنه برمز HCl
جميع الفلوريدات الغازية معبر عنها بالرمز HF	فلوريد الهيدروجين المعبر عنه برمز HF

## الاختصارات

فرن قائم حلقي	ASK
المغنيسيت المحترق الميت	DBM
المكافئ السمي الدولي	I-TEQ
فرن دوار طويل	LRK
فرن قائم ذو تغذية مختلطة	MFSK

أفران أخرى بالنسبة لصناعة الجير، تشمل هذه الأفران:	OK
<ul style="list-style-type: none"> <li>• فرنًا قائمًا مزدوج الميل</li> <li>• فرنًا قائمًا متعدد الغرف</li> <li>• فرنًا قائمًا ذا شعلة مركزية</li> <li>• أفرانًا قائمة ذات عُرف خارجية</li> <li>• أفرانًا قائمة ذات شعلة شعاعية</li> <li>• أفرانًا قائمة ذات قنطرة داخلية</li> <li>• أفرانًا ذات شبكة تجفيف متحركة</li> <li>• أفرانًا ذات "شكل مخروطي"</li> <li>• أفران التحميص الومضي</li> <li>• أفرانًا ذات موقد دوار</li> </ul>	
أفرانًا قائمة أخرى (أفرانًا قائمة غير ASK و MFSK)	OSK
مركبات ثنائي بنزو بي الديوكسين متعدد الكلور	PCDD
مركبات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلور	PCDF
فرن التجدد موازي التدفق	PFRK
فرن دوار ذو تسخين مسبق	PRK

## اعتبارات عامة

### متوسط الفترات والشروط المرجعية للانبعاثات الهوائية

تُشير مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة (BAT-AELs) الواردة في استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه إلى الشروط القياسية: غاز جاف عند درجة حرارة 273 كلفن، وضغط قدره 1013 هكتوباسكال.

تُطبق القيم الواردة في التركيزات في ظل الشروط المرجعية التالية:

الشروط المرجعية	الأنشطة	
تركيز الأكسجين 10% حسب الحجم	صناعة الإسمنت	أنشطة مرتبطة بالأفران
تركيز الأكسجين 11% حسب الحجم	صناعة الجير <sup>(1)</sup>	
تركيز الأكسجين 10% حسب الحجم	صناعة أكسيد المغنسيوم (طريقة المعالجة الجافة) <sup>(2)</sup>	
تصحیح تركيز الأكسجين غير متاح	جميع عمليات المعالجة	أنشطة غير مرتبطة بالأفران
إذا انبعث (تصحیح تركيز الأكسجين والغاز الجاف غير متاح)	مصانع صناعة الجير المطفاً	

- (1) بالنسبة للدولميت المتلبد الذي أنتج من خلال "معالجة مزدوجة التمرير"، لا ينطبق تصحيح مستوى الأكسجين.
- (2) بالنسبة للمغنيسيت المحترق الميت (DBM) الذي أنتج من خلال "معالجة مزدوجة التمرير"، لا ينطبق تصحيح مستوى الأكسجين.

بالنسبة لمتوسط الفترات تنطبق التعريفات التالية:

قيم المتوسط اليومي	القيمة المتوسطة على مدار فترة 24 ساعة تُقاس من خلال المراقبة المستمرة للانبعاثات
متوسط فترة أخذ العينة	القيمة المتوسطة للقياسات البقعية (الدورية) لمدة 30 دقيقة على الأقل لكل قياس، ما لم يُذكر خلاف ذلك

### التحوّل إلى تركيز الأكسجين المرجعي

فيما يلي معادلة حساب تركيز الانبعاثات عند مستوى الأكسجين المرجعي:

$$E_R = \frac{O_R - 21}{O_M - 21} * E_M$$

حيث:

$E_R$  (مجم/نانومتر<sup>3</sup>): تركيز الانبعاثات المرتبطة بمستوى الأكسجين المرجعي  $O_R$

$O_R$  (معدل %): مستوى الأكسجين المرجعي

$E_M$  (مجم/نانومتر<sup>3</sup>): تركيز الانبعاثات المرتبطة بمستوى الأكسجين المقيس  $O_M$

$O_M$  (المعدل %): مستوى الأكسجين المقيس

## استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة

### 1.1 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة العامة

تُطبّق أفضل التقنيات المتاحة الواردة في هذا القسم على جميع المنشآت التي تتضمنها استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة هذه (صناعة الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم).

تُطبّق أفضل التقنيات المتاحة الخاصة بالعملية الواردة في الأقسام 1.2 إلى 1.4 بالإضافة إلى أفضل التقنيات المتاحة العامة الواردة في هذا القسم.

#### 1.1.1 أنظمة إدارة البيئة (EMS)

1. من أجل تحسين الأداء البيئي العام للمصانع/المنشآت التي تُنتج الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم، فإن أفضل التقنيات المتاحة للإنتاج تتمثل في تنفيذ نظام إدارة البيئة (EMS) والالتزام به بحيث يشمل جميع الخصائص التالية:

1. الالتزام تجاه الإدارة، بما في ذلك الإدارة العليا؛
2. تعريف السياسة البيئية بحيث تشمل التحسين المستمر للمنشأة على يد الإدارة؛
3. تخطيط ووضع الإجراءات اللازمة وتحديد الأهداف والغايات على نحوٍ مرتبط بالتخطيط المالي والاستثمار؛
4. تنفيذ الإجراءات مع إيلاء اهتمام خاص لما يلي:
  - أ. الهيكل والمسؤولية
  - ب. التدريب والتوعية والكفاءة
  - ج. الاتصالات
  - د. مشاركة العاملين
  - هـ. التوثيق
  - و. المراقبة الفعالة على العمليات
  - ز. برامج الصيانة
  - ح. الاستعداد لمواجهة حالات الطوارئ والاستجابة لها
  - ط. الحرص على الامتثال للتشريعات البيئية؛
5. مراجعة الأداء واتخاذ التدابير التصحيحية، مع إيلاء اهتمام خاص لما يلي:
  - أ. المراقبة والقياس (انظر أيضًا الوثيقة المرجعية للمبادئ العامة للمراقبة)
  - ب. الإجراءات التصحيحية والوقائية
  - ج. المحافظة على السجلات
  - د. إجراء مراجعة داخلية وخارجية مستقلة (حيثما أمكن ذلك) من أجل تحديد ما إذا كان نظام إدارة البيئة (EMS) متوافقًا مع الترتيبات المخطط لها وأنه ينفذ ومستمر بطريقة سليمة، أم غير ذلك؛
6. مراجعة الإدارة العليا لنظام إدارة البيئة ومدى صلاحية استمراريته وكفاءته وفعاليتها؛
7. متابعة تطوير التكنولوجيات النظيفة؛
8. مراعاة تأثيرات وقف تشغيل المنشأة نهائيًا على البيئة عند مرحلة تصميم مصنع جديد، وعلى مدى عمره التشغيلي؛
9. تطبيق المعايير المرجعية للقطاع على فترات منتظمة.

#### قابلية التطبيق

سيرتبط نطاق (مثل: مستوى التفاصيل) وطبيعة نظام إدارة البيئة (مثل: المعياري أو غير المعياري) بوجه عام بطبيعة المنشأة وحجمها ومدة تشعبها ومعدل التأثيرات البيئية الناجمة عنها.

## 1.1.2 الضوضاء

2. من أجل خفض/الحد من انبعاثات الضوضاء أثناء عمليات تصنيع الإسمنت والجير وأكسيد المغنسيوم، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

التقنية	
أ	اختر الموقع المناسب للعمليات التي تسبب الضوضاء
ب	حاصر العمليات/الوحدات المسببة للضوضاء
ج	استخدم عازل الاهتزاز للعمليات/الوحدات
د	استخدم تبطيئاً داخلياً وخارجياً مصنوعاً من مادة ممتصة للصدمات
هـ	استخدم مباني عازلة للصوت لتحتوي أي عمليات مسببة للضوضاء بما في ذلك آلات تحويل المواد
و	استخدم حوائط الحماية من الضوضاء و/أو حواجز الضوضاء الطبيعية
ز	استخدم كاتمات الصوت لتفريغ المكادس
ح	عَلِّف القنوات ومراوح نفخ الغاز النهائية الموجودة في المباني العازلة للصوت
ط	أغلق أبواب ونوافذ المناطق المتضمنة
ي	استخدم عازل الصوت للمباني الآلية
ك	استخدم عازل الصوت في فواصل الحوائط، على سبيل المثال تركيب صمام بوابي عند نقطة مدخل الحزام الناقل
ل	رَكِّب عوازل الصوت عند منافذ الهواء، على سبيل المثال منفذ تنظيف الغاز بوحدات مزيل الغبار
م	خَفِّض معدلات التدفق في القنوات
ن	استخدم عازل الصوت للقنوات
س	طَبِّق الترتيب المنفصل لمصادر الضوضاء والمكونات التي قد تُصدر رنيناً، على سبيل المثال: الضاغطات والقنوات
ع	استخدم كاتمات الصوت لمراوح المرشحات
ف	استخدم القوالب العازلة للصوت مع الأجهزة التقنية (مثل الضواغط)
ص	استخدم الدروع المطاطية مع الطواحين (لتجنب ملامسة المعدن ببعضه بعضاً)
ق	قم بتشييد المباني أو زراعة الأشجار والشجيرات بين المنطقة المحمية والنشاط المسبب للضوضاء

## 1.2 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة الإسمنت

ما لم يُذكر خلاف ذلك، يُمكن تطبيق استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة المقدمة في هذا القسم بجميع المنشآت في صناعة الأسمنت.

### 1.2.1 التقنيات الأولية العامة

3. من أجل خفض كمية الانبعاثات الناجمة عن الفرن واستخدام الطاقة بفاعلية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ عملية الفرن بسلاسة واستقرار، وذلك من خلال التشغيل مع مراعاة نقاط ضبط معاملات العملية باستخدام التقنيات التالية:

التقنية	
تحسين مراقبة العملية، بما في ذلك المراقبة الآلية القائمة على الكمبيوتر	أ
استخدام أنظمة تغذية وقود صلب حديثة تقيس النقل النوعي	ب

4. من أجل منع و/أو خفض الانبعاثات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ الاختيار بعناية ومراقبة جميع المواد الداخلة إلى الفرن.

#### الوصف

يُمكن للاختيار والمراقبة الحريصين للمواد الداخلة إلى الفرن خفض الانبعاثات. يُمثل التركيب الكيميائي للمواد وطريقة تغذية الفرن بها العوامل التي يجب مراعاتها أثناء الاختيار. قد تشمل المواد للقلق المواد الواردة في أفضل التقنيات المتاحة 11 وفي أفضل التقنيات المتاحة من 24 إلى 28.

### 1.2.2 المراقبة

5. تتمثل أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ المراقبة والقياس لمعاملات وانبعاثات العملية على أساس منتظم ومراقبة الانبعاثات وفقاً للمعايير الأوروبية ذات الصلة أو، إذا لم تكن المعايير الأوروبية متاحة، استخدام معيار الأيزو أو معايير محلية أو المعايير الدولية الأخرى التي تضمن تقديم بيانات بنفس مستوى الجودة العلمية، بما في ذلك ما يلي:

التقنية	قابلية التطبيق	
القياسات المستمرة لمعاملات العملية التي تدل على استقرار العملية، مثل درجة الحرارة، ونسبة الأكسجين، والضغط، ومعدل التدفق	القابلية العامة للتطبيق	أ
مراقبة وتثبيت معاملات العمليات بالغة الأهمية، مثل تجانس مزيج المواد الخام والتغذية بالوقود، والجرعات المنتظمة، والأكسجين الزائد	القابلية العامة للتطبيق	ب

ج	القياسات المستمرة لانبعاثات الأمونيا $3\text{NH}$ عند تطبيق الاختزال الانتقائي غير الحفزي (SNCR)	القابلية العامة للتطبيق
د	القياسات المستمرة للغبار و $\text{NO}_x$ ، و $\text{SO}_x$ ، وانبعاثات CO	قابلة للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن
هـ	القياسات الدورية للديوكسينات/الفيورانات وانبعاثات المعادن	
و	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات كلوريد الهيدروجين وفلوريد الهيدروجين والكربون العضوي الكلي.	
ز	القياسات المستمرة أو الدورية للغبار	قابلة للتطبيق على الأنشطة غير المرتبطة بالأفران.  بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10000 نانومتر <sup>3</sup> /ساعة) الناجمة عن العمليات المتربة بخلاف معالجات التبريد والطحن الرئيسية، يجب أن يعتمد معدل تكرار القياسات أو فحوصات الأداء على نظام إدارة الصيانة.

### الوصف

يعتمد الاختيار بين القياسات المستمرة أو الدورية الواردة في أفضل التقنيات المتاحة 5 (و) على مصدر الانبعاث ونوع التلوث المتوقع.

## 1.2.3 استهلاك الطاقة واختيار المعالجة

### 1.2.3.1 اختيار المعالجة

6. من أجل خفض الطاقة المستهلكة، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام فرن المعالجة الجافة مع التسخين المسبق والكلسمة المسبقة متعددة المراحل.

### الوصف

فيما يتعلق بهذا النوع من أنظمة الفرن، يمكن استخدام غازات العادم والحرارة المهذرة المستعادة من المبرد للتسخين المسبق والكلسمة المسبقة لتغذية المواد الخام قبل دخول الفرن، مما يحقق وفورات كبيرة في استهلاك الطاقة.

### قابلية التطبيق

تتوقف قابلية التطبيق بالمصانع الجديدة وعمليات التطوير الرئيسية على نسبة الرطوبة بالمواد الخام.

مستويات استهلاك الطاقة المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 1.

الجدول 1: مستويات استهلاك الطاقة المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة للمصانع الجديدة وعمليات التطوير الرئيسية باستخدام فرن المعالجة الجافة مع التسخين المسبق والكلسمة المُسبقة متعددي المراحل.

المعالجة	الوحدة	مستويات استهلاك الطاقة المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة (1)
المعالجة الجافة مع التسخين المسبق والكلسمة المُسبقة متعددي المراحل	كلنكر ملجول/طن	2900 – 3300 (2)(3)
<p>(1) مستويات لا تُطبق بالمصانع التي تُنتج الإسمنت الخاص أو الكلنكر الإسمنتي الأبيض الذي يتطلب درجات حرارة مرتفعة جداً للمعالجة نتيجة مواصفات المنتج.</p> <p>(2) في ظروف التشغيل العادية (باستثناء، على سبيل المثال عند البدء والانتهاء) وظروف التشغيل المحسنة.</p> <p>(3) تؤثر القدرة الإنتاجية على الطلب على الطاقة، حيث تحقق القدرات الأعلى توفيراً للطاقة وتتطلب القدرات الأصغر المزيد من الطاقة. كما يعتمد استهلاك الطاقة على عدد مراحل التسخين المسبق للفرازة التوامية، حيث يؤدي المزيد من مراحل التسخين المسبق للفرازة التوامية لخفض استهلاك الطاقة عند المعالجة بالفرن. يُحدد العدد المناسب لمراحل التسخين المسبق للفرازة التوامية بصورة رئيسية من خلال نسبة رطوبة المواد الخام.</p>		

### 1.2.3.2 استهلاك الطاقة

7. من أجل خفض/الحد من استهلاك الطاقة الحراري، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
<p>أ</p> <p>تطبيق أنظمة فرن محسنة ومُثلى وإجراء عمليات الفرن بسلاسة واستقرار، من خلال التشغيل مع مراعاة نقاط ضبط معاملات المعالجة عن طريق تطبيق ما يلي:</p> <p>I. تحسين مراقبة العملية، بما في ذلك أنظمة المراقبة الآلية القائمة على الكمبيوتر</p> <p>II. أنظمة تغذية وقود صلب حديثة تقيس النقل النوعي</p> <p>III. التسخين والكلسمة المسبقان لأقصى حد ممكن، مع مراعاة تكوّن نظام الفرن المعنى</p>	<p>قابلة للتطبيق بوجه عام. فيما يتعلق بالأفران المعنية، تخضع قابلية تطبيق التسخين والكلسمة المسبقين إلى تكوين نظام الفرن</p>
<p>ب</p> <p>استرداد الحرارة الزائدة من الأفران، ولا سيّما من منطقة التبريد الخاصة بهم. بوجه خاص، يُمكن استخدام حرارة الفرن الزائدة الناجمة عن منطقة التبريد (الهواء الساخن) أو من التسخين المسبق في تجفيف المواد الخام</p>	<p>قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الإسمنت.</p> <p>يُمكن تطبيق استرداد الحرارة الزائدة من منطقة التبريد في حالة استخدام مبردات التجفيف.</p> <p>يُمكن تحقيق كفاءة الاستعادة المحدودة مع المبردات الدوّارة</p>
<p>ج</p> <p>تطبيق العدد المناسب لمراحل الفرازة التوامية المرتبطة بخصائص وسمات المادة الخام والوقود المُستخدم</p>	<p>مراحل التسخين المسبق للفرازة التوامية قابلة للتطبيق بالمصانع الجديدة وعمليات التطوير الرئيسية.</p>
<p>د</p> <p>استخدام وقود ذي خصائص لها تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة حراريًا</p>	<p>يُمكن تطبيق هذه التقنية بوجه عام على أفران الإسمنت وفقاً لتوافر الوقود وفي الأفران المعنية وفقاً للإمكانات الفنية لحقن الوقود في الفرن</p>
<p>هـ</p> <p>عند استبدال الوقود التقليدي بوقود النفايات، باستخدام أنظمة أفران إسمنت محسنة ومناسبة للنفايات المحترقة</p>	<p>قابلة للتطبيق بوجه عام في جميع أنواع أفران الإسمنت</p>

قابلية التطبيق	التقنية	
قابلية للتطبيق بوجه عام في صناعة الإسمنت	خفض التدفقات الالتفافية	و

## الوصف

تؤثر عوامل عديدة في استهلاك الطاقة بأنظمة الأفران الحديثة مثل سمات المواد الخام (على سبيل المثال، نسبة الرطوبة، القابلية للحرق) واستخدام الوقود وسمات مختلفة، بالإضافة إلى استخدام نظام التقاف الغاز. بالإضافة إلى ذلك، تؤثر القدرة الإنتاجية للفرن على الطاقة المطلوبة.

التقنية 7ج: يُحدّد العدد المناسب لمراحل الفرازة الدوامية للتسخين المسبق من خلال قدرة المعالجة ونسبة الرطوبة بالمواد الخام والوقود والتي يجب تجفيفها باستخدام حرارة ووقود الغاز المتبقية لأن المواد الخام المحلية تتباين تبايناً كبيراً من حيث نسبة الرطوبة والقابلية للحرق

التقنية 7د: يُمكن استخدام الوقود التقليدي ووقود النفايات في صناعة الإسمنت. لخصائص الوقود المستخدم، مثل القيمة الحرارية الملائمة ونسبة الرطوبة المنخفضة، تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة المحدد للفرن.

التقنية 7و: تؤدي إزالة المواد الخام الساخنة والغاز الساخن إلى استهلاك أعلى للطاقة المحددة بمعدل 6 إلى 12 ملجول/طن كلنكر لكل نقطة مئوية من الغاز المُزال الذي أدخل الفرن. ومن ثم، يكون لتقليل استخدام التقاف الغاز تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة.

8. من أجل خفض استهلاك الطاقة الأولية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في مراعاة خفض نسبة الكلنكر بالإسمنت والمنتجات الإسمنتية.

## الوصف

يُمكن خفض نسبة الكلنكر بالإسمنت والمنتجات الإسمنتية من خلال إضافة حشوات و/أو إضافات، مثل خبث الأفران العالية والحجر الجيري والرماد المتطاير والبوزولانا خلال خطوة الطحن وفقاً لمعايير الإسمنت ذات الصلة.

## قابلية التطبيق

قابلية للتطبيق بوجه عام في صناعة الإسمنت، وفقاً للتوافر (المحلي) للحشوات و/أو الإضافات ومواصفات السوق المحلية.

9. من أجل خفض استهلاك الطاقة الأولية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في مراعاة التوليد المشترك/ المركب للحرارة والطاقة بالمصانع.

## الوصف

في صناعة الإسمنت، يُمكن تطبيق التوليد المشترك للطاقة بالمصانع لإنتاج البخار والكهرباء أو الحرارة والطاقة المركبة للمصانع، من خلال استرداد حرارة النفايات من مبرد الكلنكر أو غازات مدخنة الفرن باستخدام عمليات دورة البخار التقليدية أو تقنيات أخرى. بالإضافة إلى ذلك، يُمكن استرداد الحرارة الزائدة من مبرد الكلنكر أو غازات المدخنة للتدفئة المناطقية أو تطبيقات صناعية.

## قابلية التطبيق

هذه التقنية قابلة للتطبيق في جميع أفران الإسمنت عند توافر ما يكفي من الحرارة الزائدة، وإذا كان هناك إمكانية لتلبية معاملات المعالجة المناسبة، وفي حالة ضمان الجدوى الاقتصادية.

10. من أجل خفض/الحد من استهلاك الطاقة الكهربائية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
استخدام أنظمة إدارة الطاقة	أ
استخدام آلة الطحن وآلة أخرى تعمل بالكهرباء ذات كفاءة عالية للطاقة	ب
استخدام نظم المراقبة المحسنة	ج
خفض تسرب الهواء إلى النظام	د
تحسين مراقبة العملية	هـ

## 1.2.4 استخدام النفايات

### 1.2.4.1 مراقبة جودة النفايات

11. من أجل ضمان خواص النفايات التي ستستخدم كوقود و/أو مواد خام في فرن الإسمنت وخفض الانبعاثات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تطبيق التقنيات التالية:

التقنية	
تطبيق نظم ضمان الجودة لضمان خواص النفايات وتحليل أي نفايات ستستخدم كمواد خام و/أو وقود في فرن الإسمنت من أجل: I. جودة ثابتة II. المعايير الفيزيائية، على سبيل المثال: تكوّن الانبعاثات، الخشونة، التفاعل، القابلية للحرق، القيمة الحرارية الكبيرة III. المعايير الكيميائية، على سبيل المثال: محتوى الكلور والكبريت والفلويات والفسفات ومحتوى المعادن ذات الصلة	أ
مراقبة كمية المعلمات ذات الصلة الخاصة بأي نفايات ستستخدم كمواد خام و/أو وقود في فرن إسمنت، مثل الكلور، والمعادن ذات الصلة (الكادميوم والزنك والثاليوم) والكبريت وإجمالي نسبة الهالوجين	ب
تطبيق نظم ضمان الجودة لكل شحنة نفايات	ج

## الوصف

يُمكن لأنواع مختلفة من مواد النفايات أن تحل محلّ المواد الخام الأولية و/أو الوقود الحفري في تصنيع الإسمنت وسنساهم في توفير الموارد الطبيعية.

12. من أجل ضمان المعالجة المناسبة للنفايات المستخدمة كوقود و/أو مواد خام في الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

التقنية	
استخدام النقاط المناسبة لتغذية الفرن بالنفايات فيما يتعلق بدرجة الحرارة وزمن المكوث وفقاً لتصميم الفرن والعملية التي تُجرى بالفرن	أ
التغذية بالمواد الخام المحتوية على مكونات عضوية يُمكن أن تتطاير قبل منطقة التكليل إلى مناطق بنظام الفرن حيث ترتفع درجة الحرارة بصورة كافية	ب
للتشغيل بطريقة تجعل الغاز الناتج عن الحرق المشترك للنفايات يرتفع بطريقة موجهة ومتجانسة، حتى في ظل أكثر الظروف غير المواتية، إلى درجة حرارة 850 درجة مئوية لمدة ثانيتين	ج
رفع درجة الحرارة إلى 1100 درجة مئوية، في حالة الحرق المشترك للنفايات الخطرة التي تحتوي على أكثر من 1٪ من المواد العضوية المهلجنة، المعبر عنها بالكلور، بشكل مشترك	د
تغذية النفايات بصورة مستمرة ومتواصلة	هـ
تأخير أو إيقاف الحرق المشترك للنفايات لعمليات مثل بدء التشغيل و/أو إيقاف التشغيل عندما يتعذر الوصول إلى درجات الحرارة وأزمنة المكوث المناسبة، كما هو مذكور في النقاط أ) إلى د) أعلاه	و

## 1.2.4.3 إدارة السلامة لاستخدام مواد النفايات الخطرة

13. تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تطبيق إدارة السلامة عند تخزين مواد النفايات الخطرة ومناولتها وتغذيتها، مثل استخدام النهج القائم على المخاطر وفقاً لمصدر النفايات ونوعها، وعند تصنيف وفحص وجمع عينات واختبار النفايات التي ستخضع للمناولة.

## 1.2.5 انبعاثات الغبار

## 1.2.5.1 انبعاثات تطاير الغبار

14. من أجل خفض/الحد من انبعاثات تطاير الغبار الناجمة عن العمليات المترتبة، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
استخدام مخطط موقع بسيط وخطي للمنشأة	قابلية التطبيق على المصانع الجديدة فقط
إحاطة/تغليف العمليات المترتبة، مثل الطحن والغريلة والخلط	القابلية العامة للتطبيق
تغطية الناقلات والرافعات، المشيئة كُنْظْم مغلقة، في حالة وجود احتمالية لتطاير انبعاثات الغبار من المادة المترتبة	

د	تقليل تسرب الهواء ونقاط الانسكابات
هـ	استخدام الأجهزة الآلية ونظم المراقبة
و	ضمان عمليات خالية من المشكلات
ز	<p>ضمان الصيانة المناسبة والكاملة للمنشأة باستخدام معدات التنظيف بالتفريغ الهوائي المتحركة والثابتة.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• أثناء عمليات الصيانة أو في حالات مواجهة مشكلات مع نظم النقل، يمكن أن يحدث انسكاب للمواد. لمنع تطاير الغبار أثناء عمليات الإزالة، يجب استخدام نظم التنظيف بالتفريغ الهوائي. يُمكن بسهولة تجهيز المباني الجديدة بأنابيب تنظيف بالتفريغ الهوائي، بينما تكون المباني الحالية عادة مجهزة بصورة أفضل بأنظمة متنقلة ووصلات مرنة</li> <li>• في حالات معينة، يُمكن تفضيل عملية الدوران مع أنظمة النقل الهوائية</li> </ul>
ح	<p>التهوية وجمع الغبار في المرشحات القماشية:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• بقدر الإمكان، يجب مناولة جميع المواد في أنظمة مغلقة محفوظة تحت ضغط سلبي. يجري بعد ذلك إزالة الغبار عن الهواء المشفوط لهذا الغرض بواسطة مرشح قماشي قبل انبعائه في الهواء</li> </ul>
ط	<p>استخدام التخزين المغلق مع نظام المناولة الآلي:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تعتبر صوامع الكلنكر ومناطق تخزين المواد الخام الآلية بالكامل الحل الأكثر فعالية لمشكلة الغبار المتطاير الناتج عن المخزونات كبيرة الحجم. جُهزت أنواع التخزين هذه بواحد أو أكثر من المرشحات القماشية لمنع تكوين الغبار المتطاير في عمليات التحميل والتفريغ</li> <li>• استخدم صوامع التخزين ذات السعات الكافية، ومؤشرات المستوى مع المفاتيح الفاطمة والمرشحات للتعامل مع الهواء الحامل للغبار الذي تحرك أثناء عمليات التعبئة</li> </ul>
ي	<p>استخدام أنابيب تعبئة مرنة لعمليات الإرسال والتحميل، ومجهزة بنظام شفط الغبار لتحميل الإسمنت، والتي تُوضع في اتجاه أرضية التحميل بالشاحنة</p>

**15. من أجل خفض/الحد من انبعاثات تطاير الغبار الناجمة عن مناطق التخزين السائب، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:**

التقنية	
أ	تغطية مناطق التخزين السائب أو أكوام التخزين أو إحاطتها بشبكات حجب أو حوائط أو سياج خضراء عمودية (حواجز الرياح الاصطناعية أو الطبيعية لحماية الأكوام المكشوفة من الرياح)
ب	<p>استخدام تقنيات حماية الأكوام المكشوفة من الرياح:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يجب تجنب وجود أكوام تخزين المواد المترية بمناطق مكشوفة، ولكن في حالة وجودها، من الممكن خفض كمية الغبار المتطاير باستخدام حواجز رياح مصممة جيدًا</li> </ul>
ج	<p>استخدام رشاش المياه والمواد الكيميائية لإخماد الغبار:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• عند تحديد مصدر نقطة تطاير الغبار جيدًا، يُمكن تثبيت نظام حقن رشاش المياه. يساعد ترطيب جزيئات الغبار على التكتل ومن ثم يساعد على استقرار الغبار. توجد أيضًا مجموعة متنوعة من العوامل لتحسين الكفاءة العامة لرشاش المياه</li> </ul>
د	<p>ضمان الرصف وترطيب الطرق والتدابير التحضيرية:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يجب رصف المناطق التي تستخدمها الشاحنات عندما يكون ذلك ممكنًا، ويجب الحفاظ على نظافة السطح قدر الإمكان. يُمكن أن يُخفّض ترطيب الطرق من انبعاثات تطاير الغبار، ولا سيّما أثناء الطقس الجاف. كما يُمكن تنظيفها باستخدام سيارات كس الطرق. يجب استخدام ممارسات التدابير التحضيرية الجيدة من أجل إبقاء انبعاثات الغبار المتطاير عند الحد الأدنى</li> </ul>
هـ	<p>ضمان ترطيب أكوام التخزين:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يمكن خفض انبعاثات الغبار المتطاير من أكوام التخزين باستخدام الترطيب الكافي لنقاط الشحن والتفريغ، وباستخدام أحزمة ناقل ذات ارتفاعات قابلة للتعديل</li> </ul>

و	مطابقة ارتفاع التفريغ مع الارتفاع المتغير للكومة، ألبًا إن أمكن أو عن طريق تقليل سرعة التفريغ، عندما لا يمكن تجنب انبعاثات الغبار المتطاير في نقاط الشحن أو التفريغ بمواقع التخزين
---	--

### 1.2.5.2 انبعاثات الغبار الموجهة في مسارات من العمليات المترتبة

هذا القسم مختص بانبعثات الغبار الناتجة عن العمليات المترتبة بخلاف تلك الناتجة عن إشعال الفرن والتبريد وعمليات الطحن الرئيسية. يغطي هذا القسم عمليات مثل سحق المواد الخام؛ ناقلات ورافعات المواد الخام؛ تخزين المواد الخام والكلنكر والإسمنت؛ تخزين الوقود وتوزيع الإسمنت.

16. من أجل خفض انبعثات الغبار الموجهة في مسارات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تطبيق نظام إدارة الصيانة الذي يتناول بوجه خاص أداء المرشحات المستخدمة في العمليات المترتبة، بخلاف تلك الناتجة عن إشعال الفرن والتبريد وعمليات الطحن الرئيسية. مع مراعاة نظام الإدارة هذا، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التنظيف الجاف لغاز المداخن مع مرشح.

#### الوصف

فيما يتعلق بالعمليات المترتبة، عادةً ما يكون التنظيف الجاف لغاز المداخن بمرشح يتكون من مرشح قماشى. يرد وصف المرشح القماشى بالقسم 1.5.1.

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار الموجهة للمسالك الناجمة عن العمليات المترتبة (بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن والتبريد وعمليات الطحن الرئيسية) عبارة عن أقل من 10 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كمتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقعي، لمدة نصف ساعة على الأقل).

وتجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10000 نانومتر<sup>3</sup>/ساعة)، يجب مراعاة نهج الأولوية، بناءً على نظام إدارة الصيانة، فيما يتعلق بتكرار فحص أداء المرشح (انظر أيضًا أفضل التقنيات المتاحة 5).

### 1.2.5.3 انبعاثات الغبار من عمليات إشعال الفرن

17. من أجل خفض انبعثات الغبار من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الأفران، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التنظيف الجاف لغاز المداخن باستخدام مرشح.

قابلية التطبيق	التقنية (1)	
قابلة للتطبيق في جميع أنظمة الأفران	مرسبات إلكترونات (ESPs)	أ
	مرشحات قماشية	ب
	مرشحات التحام	ج
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.5.1.		

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

أفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار من غاز المداخن الناجمة عن عملية إشعال الأفران أقل من 10 - 20 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي. عند تطبيق المرشحات القماشية أو مرسبات إلكتروستاتيكية جديدة أو محدثة، يصل الانبعاث لأقل مستوى.

#### 1.2.5.4 انبعاثات الغبار من عمليات التبريد والطحن

18. من أجل خفض انبعاثات الغبار من غازات المداخن الناجمة عن عمليات التبريد والطحن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التنظيف الجاف لغاز المداخن باستخدام مرشح.

قابلية التطبيق	التقنية (1)	
قابلة للتطبيق بوجه عام في مبردات الكونكر وطواحين الإسمنت.	مرسبات إلكتروستاتيكية (ESPs)	أ
قابلة للتطبيق بوجه عام في مبردات الكونكر والطواحين	مرشحات قماشية	ب
قابلة للتطبيق في مبردات الكونكر وطواحين الإسمنت.	مرشحات التحام	ج
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.5.1		

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار من غازات المداخن الناجمة عن عمليات التبريد والطحن عبارة عن أقل من 10 إلى 20 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البعدي، لمدة نصف ساعة على الأقل). عند تطبيق المرشحات القماشية أو مرسبات إلكتروستاتيكية جديدة أو محدثة، يصل الانبعاث لأقل مستوى.

#### 1.2.6 المركبات الغازية

##### 1.2.6.1 انبعاثات NO<sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)

19. من أجل خفض انبعاثات من NO<sub>x</sub> غازات المداخن الناجمة عن إشعال الفرن و/أو عمليات التسخين/الكلسمة المسبقين، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	التقنية (1)	
	التقنيات الأولية	أ
قابلة للتطبيق بجميع أنواع الأفران المستخدمة في تصنيع الإسمنت. يمكن أن تكون درجة القابلية للتطبيق محدودة بمتطلبات جودة المنتج والتأثيرات المحتملة على استقرار العملية	1. تبريد اللهب	
قابلة للتطبيق بجميع أنواع الأفران الدوارة وفي الفرن الرئيسي، بالإضافة إلى آلة التكليس الأولى	2. الشعلات منخفضة NO <sub>x</sub>	

3. الإشعال بمنتصف الفرن	قابلة للتطبيق بوجه عام في الأفران الدوارة الطويلة
4. إضافة معدّات لتحسين قابلية الاحتراق في الجريش الخام (الكلنكر المعدّن)	قابلة للتطبيق بوجه عام في الأفران الدوارة وفقاً لمتطلبات جودة المنتج النهائي
5. تحسين العملية	قابلة للتطبيق بوجه عام على جميع أنظمة الأفران
ب	<p>الاحتراق المرحلي (الوقود التقليدي أو وقود النفايات)، بالاشتراك أيضاً مع آلة التكلّيس الأولى واستخدام مزيج الوقود الأمثل</p> <p>بوجه عام، يقتصر تطبيقها على الأفران المجهزة بآلة تكلّيس أولى. إجراء التعديلات الأساسية بالمصنع ضروري في أنظمة التسخين المسبق للفرزة الدوامية دون آلة التكلّيس الأولى.</p> <p>في حالة الأفران غير المجهزة بآلة التكلّيس الأولى، قد يكون لإشعال الوقود المجمع تأثير إيجابي على خفض NO<sub>x</sub> بناءً على القدرة على إنتاج غلاف جوي مختزل متحكم فيه والتحكم في انبعاثات أكسيد الكربون ذات الصلة</p>
ج	<p>الاختزال الانتقائي غير الحفزي (SNCR)</p> <p>بصورة أساسية، قابلة للتطبيق أفران الإسمنت الدوارة. يتنوع حقن المناطق بتنوع العمليات التي تُجرى بالفرن. في أفران العمليات الرطبة الطويلة والجافة الطويلة قد يصعب الحصول على درجة الحرارة المناسبة وزمن الاستبقاء المطلوب. انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 20</p>
د	<p>الاختزال الحفزي الانتقائي (SCR)</p> <p>تخضع قابلية التطبيق إلى الحافز المناسب وتطور العملية في صناعة الإسمنت</p>
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.5.2.	

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 2.

**الجدول 2: أفضل التقنيات المتاحة المرتبطة بمستويات انبعاثات NO<sub>x</sub> من غازات المداخل الناجمة عن إشعال الفرن و/أو عمليات التسخين/الكسمة المسبقين في صناعة الإسمنت**

نوع الفرن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (قيم المتوسط اليومي)
أفران التسخين المسبق	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>200 – 450 (1)(2)
الأفران الدوارة للبيول والطويلة	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	400 – 800 (3)
<p>(1) أعلى مستوى لمتوسط مستوى الانبعاثات المقترن بأفضل التقنيات المتاحة 500 مجم/نانومتر<sup>3</sup> إذا كان مستوى NO<sub>x</sub> بعد تطبيق التقنيات الأولية &lt;1000 مجم/نانومتر<sup>3</sup>.</p> <p>(2) يُمكن أن يؤثر تصميم نظام الفرن الحالي وخصائص مزيج الوقود بما في ذلك قابلية النفايات والمواد الخام للاحتراق (مثل: الإسمنت الخاص أو الكلنكر الإسمنتي الأبيض) في القدرة على البقاء ضمن النطاق. تُحقّق المستويات الأقل من 350 مجم/نانومتر<sup>3</sup> في الأفران ذات الشروط المواتية عند استخدام SNCR. في عام 2008، أبلغ عن أقل قيمة قدرها 200 مجم/نانومتر<sup>3</sup> كمستوى شهري لثلاثة مصانع (استخدم مزيجاً سهل الحرق) عند استخدام SNCR.</p> <p>(3) بناءً على المستويات الأولية وانسياب NH<sub>3</sub>.</p>		

20. عند استخدام SNCR، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تحقيق خفض  $NO_x$  بفاعلية، مع إبقاء انسياب الأمونيا في أقل مستوى ممكن، من خلال استخدام التقنية التالية:

التقنية	
أ	تطبيق خفض $NO_x$ المناسب والكافي بفاعلية إلى جانب عملية تشغيل مستقرة
ب	تطبيق توزيع متكافئ جيد للأمونيا لتحقيق أعلى فاعلية لخفض $NO_x$ ولخفض انسياب $NH_3$
ج	إبقاء انبعاثات انسياب $NH_3$ (الناجمة عن عدم تفاعل الأمونيا) من غازات المداخل منخفضة قدر الإمكان مع مراعاة الترابط المشترك بين فاعلية الحد من تلوث $NO_x$ وانسياب $NH_3$

### قابلية التطبيق

SNCR قابل للتطبيق بوجه عام في أفران الإسمنت الدوارة. يتنوع حقن المناطق بتنوع العمليات التي تُجرى بالفرن. في أفران العمليات الرطبة الطويلة والجافة الطويلة قد يصعب الحصول على درجة الحرارة المناسبة وزمن الاستبقاء المطلوب. انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 19.

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 3.

الجدول 3: أفضل التقنيات المتاحة المقترنة بمستويات انبعاث انسياب  $NH_3$  في غازات المداخل عند تطبيق SNCR

المعامل	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (قيم المتوسط اليومي)
انسياب $NH_3$	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>30 – 50 <sup>(1)</sup>
(1) يعتمد انسياب الأمونيا على مستوى $NO_x$ الأولي وعلى فاعلية الحد من تلوث $NO_x$ . فيما يتعلق بالأفران الدوارة الليبول والطويلة، قد يكون المستوى أعلى.		

### 1.2.6.2 انبعاثات $SO_x$

21. من أجل خفض/الحد من انبعاثات  $SO_x$  بغازات المداخل الناجمة عن إشعال الفرن و/أو عمليات التسخين/الكسمة المسبقين، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة من التقنيات التالية:

التقنية (1)	قابلية التطبيق
أ	إضافة مادة ماصة
ب	جهاز غسل الغاز الرطب
قابلية للتطبيق في جميع أنواع أفران الأسمنت مع مستويات مناسبة (كافية) من $SO_2$	

لتصنيع الجبس	
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.5.3	

## الوصف

اعتمادًا على المواد الخام وجودة الوقود، يُمكن إبقاء مستويات انبعاث  $SO_x$  منخفضة بحيث لا تتطلب استخدام تقنية الحد من التلوث.

عند الضرورة، يُمكن استخدام التقنيات الأولية و/أو تقنيات الحد من التلوث مثل إضافة مادة ماصة أو أجهزة غسل الغاز الرطب لخفض انبعاثات  $SO_x$ .

جرى بالفعل تشغيل أجهزة غسل الغاز الرطب في المصانع بمستويات غير حدية أولية من  $SO_x$  تزيد عن 800 – 1000 مجم/نانومتر<sup>3</sup>.

## مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 4.

الجدول 4: أفضل التقنيات المتاحة المرتبطة بمستويات انبعاثات  $SO_x$  من غازات المداخن الناجمة عن إشعال الفرن و/أو عمليات التسخين/الكلسمة المسبقين في صناعة الإسمنت

المعامل	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (1) (2) (قيم المتوسط اليومي)
أكاسيد الكبريت ( $SO_x$ ) معبر عنها بثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ )	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	400 – 50>
(1) يُراعى النطاق نسبة الكبريت في المواد الخام. (2) فيما يتعلق بإنتاج الإسمنت الأبيض والكلنكر الإسمنتي الخاص، قد تكون قدرة الكلنكر على الاحتفاظ بكبريت الوقود منخفضة بشدة مما يؤدي إلى انبعاثات $SO_x$ أعلى.		

22. من أجل خفض انبعاثات  $SO_2$  من الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تحسين عمليات طحن المواد الخام.

## الوصف

تتكون هذه التقنية من تحسين عملية طحن المادة الخام ومن ثم يُمكن تشغيل طاحونة المواد الخام لتعمل على الحد من  $SO_2$  بالفرن. يُمكن تحقيق ذلك من خلال تعديل عوامل مثل:

- ترطيب المواد الخام
- درجة حرارة الطاحونة
- زمن المكوث في الطاحونة
- دقة المادة المطحونة.

## قابلية التطبيق

قابلية للتطبيق في حالة كانت عملية الطحن الجاف مستخدمة في الوضع المركب.

### 1.2.6.3 انبعاثات أكسيد الكربون (CO) وتسربات أكسيد الكربون (CO)

#### 1.2.6.3.1 خفض تسربات CO

23. من أجل خفض عدد مرات تسربات CO والحفاظ على إجمالي مدتها أقل من 30 دقيقة سنويًا، عند استخدام المرسبات الإلكتروستاتيكية (ESPs) أو مرشحات الالتحام، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية مجتمعة:

التقنية	
إدارة تسربات CO من أجل خفض زمن توقف المرسب الإلكتروستاتيكي (ESP)	أ
القياسات الآلية المستمرة لأكسيد الكربون (CO) باستخدام أجهزة مراقبة ذات وقت استجابة قصير وتقع بالقرب من مصدر CO	ب

## الوصف

لأسباب تتعلق بالسلامة، وبسبب خطر حدوث انفجارات، سَتُغلق المرسبات الإلكتروستاتيكية (ESPs) أثناء زيادة مستويات CO في غاز المداخن. تمنع التقنيات التالية تسربات CO، ومن ثم تقلل من فترة إغلاق المرسب الإلكتروستاتيكي:

- مراقبة عملية الاحتراق
- مراقبة الشحنة العضوية من المواد الخام
- مراقبة جودة الوقود ونظام تغذية الوقود.

غالبًا ما تحدث المشكلات خلال مرحلة بدء التشغيل. لتنفيذ عمليات آمنة، يجب أن تكون أجهزة تحليل الغاز لحماية المرسب الإلكتروستاتيكي قيد التشغيل خلال جميع مراحل التشغيل ويمكن خفض زمن توقف المرسب الإلكتروستاتيكي باستخدام نظام مراقبة احتياطي يُراقب أثناء التشغيل.

تحتاج المراقبة المستمرة لأكسيد الكربون إلى تحسين زمن الاستجابة ويجب وضعها بالقرب من مصدر CO، على سبيل المثال: منفذ برج فرن التسخين المسبق، أو عند مدخل الفرن في حالة تطبيق ترطيب الفرن.

عند استخدام مرشحات الالتحام، يُوصى بتأريض قفص دعم الكيس باللوحة الخلوية.

#### 1.2.6.4 إجمالي انبعاثات الكربون العضوية (TOC)

24. من أجل الحفاظ على انخفاض انبعاثات TOC الناجمة من غازات مداخن عمليات الأفران المشتعلة، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تجنب تغذية المواد الخام بنسبة عالية من المركبات العضوية المتطايرة (VOC) في نظام الفرن عبر مسار تغذية المواد الخام.

#### 1.2.6.5 كلوريد الهيدروجين (HCl) وفلوريد الهيدروجين (HF)

25. من أجل الحد من/خفض انبعاثات HCl من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات الأولية التالية:

التقنية	
استخدام مواد خام ووقود بنسبة كلور منخفضة	أ
تحديد كمية نسبة الكلور بأي نفايات سئستخدم كماد خام و/أو وقود في فرن إسمنت	ب

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات HCl أقل من 10 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياسات البقعية، لمدة نصف ساعة على الأقل).

26. من أجل الحد من/خفض انبعاثات HF من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات الأولية التالية:

التقنية	
استخدام مواد خام ووقود بنسبة فلور منخفضة	أ
تحديد كمية نسبة الفلور بأي نفايات سئستخدم كماد خام و/أو وقود في فرن إسمنت	ب

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات HF أقل من 1 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقعي، لمدة نصف ساعة على الأقل).

#### 1.2.7 انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/F)

27. من أجل الحد من انبعاثات PCDD/F أو للحفاظ على انخفاض انبعاثات PCDD/F من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	التقنية	
القابلية العامة للتطبيق	العناية في اختيار ومراقبة مدخلات الفرن (المواد الخام)، أي الكلور والنحاس والمركبات العضوية المتطايرة	أ
القابلية العامة للتطبيق	العناية في اختيار ومراقبة مدخلات الفرن (الوقود)، أي الكلور والنحاس	ب
القابلية العامة للتطبيق	الحد من/تجنب استخدام النفايات التي تحتوي على مواد عضوية مكثورة	ج
القابلية العامة للتطبيق	تجنب التغذية بوقود يحتوي على نسبة عالية من الهالوجينات (مثل الكلور) في الإشعال الثانوي	د
قابلة للتطبيق في الأفران الرطبة الطويلة والأفران الجافة الطويلة دون تسخين مسبق. في الأفران الحديثة للتسخين والكلسمة المسبقين، هذه الميزة متوفرة	تسريع تبريد غازات مداخن الأفران إلى أقل من 200 درجة مئوية وخفض زمن المكوث لغازات المداخن ونسبة الأكسجين في المناطق التي تتراوح فيها درجات الحرارة بين 300 درجة مئوية و450 درجة مئوية	هـ
القابلية العامة للتطبيق	إيقاف الحرق المشترك للنفايات لعمليات مثل بدء التشغيل و/أو إيقاف التشغيل	و

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاثات المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات PCDD/F من غاز المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن أقل من 0.05 إلى 0.1 نانوجرام PCDD/F I-TEQ/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (6 إلى 8 ساعات).

### 1.2.8 انبعاثات المعادن

28. من أجل خفض انبعاثات المعادن من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
اختيار مواد تحتوي على نسبة منخفضة من المعادن ذات الصلة ووضع نسبة حديدية للمعادن ذات الصلة في المواد، ولا سيما الزئبق	أ
استخدام نظم ضمان الجودة لضمان خواص مواد النفايات المستخدمة	ب
استخدام تقنيات فعالة لإزالة الغبار وفقاً لما هو مذكور في أفضل التقنيات المتاحة 17	ج

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 5.

الجدول 5: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات المعادن من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن

المعادن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (متوسط زمن أخذ العينة (القياسات البقعية، لمدة نصف ساعة على الأقل))
الزئبق	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.05 <sup>(2)</sup>
Σ (كادميوم، ثاليوم)	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.05 <sup>(1)</sup>
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.5 <sup>(1)</sup>

(1) أبلغ عن مستويات منخفضة ناجمة عن درجة جودة المواد الخام والوقود.

(2) أبلغ عن مستويات منخفضة ناجمة عن درجة جودة المواد الخام والوقود. يجب خضوع القيم التي تتجاوز 0.03 مجم/نانومتر<sup>3</sup> لمزيد من البحث. تتطلب القيم القريبة من 0.05 مجم/نانومتر<sup>3</sup> التفكير في تقنيات إضافية (مثل خفض درجة حرارة غاز المداخن، كربون نشط).

## 1.2.9 معالجة المهدرات/النفايات

29. من أجل خفض نفايات المواد الصلبة الناجمة عن عملية تصنيع الإسمنت إلى جانب وفورات المواد الخام،  
تضمن أفضل التقنيات المتاحة في:

التقنية	قابلية التطبيق
إعادة استخدام الأغبرة المجمعة في العملية، حيثما كان ذلك ممكناً	قابلة للتطبيق بوجه عام ولكن تخضع لتركيب المواد الكيميائية بالغبار
الاستفادة من الأغبرة في منتجات تجارية أخرى، إذا أمكن	قد تكون الاستفادة من الأغبرة في منتجات تجارية أخرى خارج نطاق مراقبة المشغل

### الوصف

يُمكن إعادة تدوير الغبار المجمع في عمليات الإنتاج حيثما كان ذلك ممكناً. قد تحدث عملية إعادة التدوير هذه مباشرة في الفرن أو بتغذية الفرن (تكون نسبة المعدن القلوي العامل المحدد) أو عن طريق المزج بمنتجات الإسمنت النهائية. قد يلزم إجراء ضمان الجودة عند إعادة تدوير الغبار المجمع في عمليات الإنتاج. قد توجد استخدامات بديلة للمواد غير القابلة لإعادة التدوير (مثل مادة مضافة لإزالة الكبريت من غاز المداخن في مصانع الاحتراق).

### 1.3 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة الجير

ما لم يُذكر خلاف ذلك، يُمكن تطبيق استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة المقدمة في هذا القسم بجميع المنشآت في صناعة الجير.

#### 1.3.1 التقنيات الأولية العامة

30. من أجل خفض جميع الانبعاثات الناجمة عن الفرن واستخدام الطاقة بفاعلية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ عملية الفرن بسلاسة واستقرار، وذلك من خلال التشغيل مع مراعاة نقاط ضبط معاملات العملية باستخدام التقنيات التالية:

التقنية	
تحسين مراقبة العملية، بما في ذلك المراقبة الآلية القائمة على الكمبيوتر	أ
استخدام أنظمة تغذية وقود صلب حديثة تقيس النقل النوعي و/أو عدادات قياس تدفق الغاز	ب

#### قابلية التطبيق

تحسين مراقبة العملية قابل للتطبيق في جميع مصانع الجير بدرجات متفاوتة. بوجه عام، لا يُمكن جعل العمليات آلية بالكامل بسبب متغيرات لا يمكن السيطرة عليها، مثل جودة الحجر الجيري.

31. من أجل منع و/أو خفض الانبعاثات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ الاختيار بعناية ومراقبة جميع المواد الخام الداخلة إلى الفرن.

#### الوصف

للمواد الخام الداخلة إلى الفرن تأثير بالغ على انبعاثات الهواء ويرجع ذلك إلى ما تحويه من شوائب؛ ومن ثم، قد يؤدي الحرص عند اختيار المواد الخام إلى خفض هذه الانبعاثات من المصدر. على سبيل المثال، لتفاوت نسب الكبريت والكلور في الحجر الجيري/الدولميت تأثير في نطاق انبعاثات  $HCl$  و  $SO_2$  في غاز المداخن، بينما لوجود مواد عضوية تأثير في انبعاثات  $CO$  و  $TOC$ .

#### قابلية التطبيق

تعتمد قابلية التطبيق على التوافر (المحلي) لمواد خام تحتوي على نسبة شوائب منخفضة. قد يُمثل نوع المنتج النهائي ونوع الفرن قيدًا إضافيًا.

#### 1.3.2 المراقبة

32. تتمثل أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ مراقبة وقياس لمعاملات العملية وانبعاثاتها على أساس منتظم ومراقبة الانبعاثات وفقًا للمعايير الأوروبية ذات الصلة أو، إذا لم تكن المعايير الأوروبية متاحة، استخدام معيار الأيزو أو معايير محلية أو المعايير الدولية الأخرى التي تضمن تقديم بيانات بنفس مستوى الجودة العلمية، بما في ذلك ما يلي:

قابلية التطبيق	التقنية	
قابلية للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن	القياسات المستمرة لمعاملات العملية التي تدل على استقرار العملية، مثل درجة الحرارة، ونسبة الأكسجين، والضغط، ومعدل التدفق وانبعاثات CO	أ
	مراقبة وتثبيت معاملات العمليات بالغة الأهمية، مثل تجانس التغذية بالوقود، والجرعات المنتظمة، والأكسجين الزائد	ب
قابلية للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات التراب و NO <sub>x</sub> و SO <sub>x</sub> و CO وانبعاثات NH <sub>3</sub> عند تطبيق SNCR	ج
قابلية للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات HCl و HF في حالة الحرق المشترك للنفايات	د
قابلية للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات TOC أو القياسات المستمرة في حالة الحرق المشترك للنفايات	هـ
قابلية للتطبيق على عمليات المعالجة بالفرن	القياسات الدورية للديوكسينات/الفيورانات وانبعاثات المعادن	و
قابلية للتطبيق على العمليات التي لا تستخدم الفرن	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات الغبار	ز
	بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10000 نانومتر <sup>3</sup> /ساعة)، يجب أن يعتمد معدل تكرار القياسات على نظام إدارة الصيانة	

### الوصف

يعتمد الاختيار بين القياسات المستمرة أو الدورية الواردة في أفضل التقنيات المتاحة 32 (ج) إلى 32 (و) على مصدر الانبعاث ونوع التلوث المتوقع.

بالنسبة للقياسات الدورية لانبعاثات الغبار و NO<sub>x</sub> و SO<sub>x</sub> و CO، يكون معدل التكرار لمرة واحدة شهريًا وحتى مرة واحدة سنويًا في وقت ظروف التشغيل العادية مؤثرًا.

بالنسبة للقياسات الدورية لانبعاثات PCDD/F و TOC و HCl و HF والمعادن، يجب تطبيق معدل التكرار المناسب للمواد الخام والوقود المستخدم في العملية.

### 1.3.3 استهلاك الطاقة

33. من أجل خفض/الحد من استهلاك الطاقة حراريًا، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	الوصف	التقنية	
تقتصر قابلية التقنية (أ) 2 للتطبيق على الأفران الدوارة الطويلة (LRK)	الحفاظ على معاملات التحكم في الفرن بالقرب من قيمها المثلى له تأثير في خفض جميع معاملات الاستهلاك ويرجع ذلك، من بين أسباب أخرى، إلى	تطبيق أنظمة فرن محسنة ومثلى وإجراء عمليات الفرن بسلاسة واستقرار، من خلال التشغيل مع مراعاة نقاط ضبط معاملات	أ

	<p>انخفاض عدد مرات الإغلاق والظروف المضطربة.</p> <p>يخضع استخدام الحجم الحبيبي الأمثل للحجر لتوافر المادة الخام</p>	<p>المعالجة، من خلال:</p> <p>I. تحسين مراقبة العملية</p> <p>II. استرداد الحرارة من غازات المداخن (مثل استخدام الحرارة الزائدة من الأفران الدوارة في تحفيف الحجر الجيري لعمليات أخرى مثل طحن الحجر الجيري)</p> <p>III. أنظمة تغذية وقود صلب حديثة تقيس النقل النوعي</p> <p>IV. صيانة الآلة (مثل تسرب الهواء، تآكل المواد المقاومة للصهر)</p> <p>V. استخدام الحجم الحبيبي الأمثل للحجر</p>	
<p>تعتمد قابلية التطبيق على الإمكانية الفنية لتغذية الوقود المختار في الفرن وعلى توافر أنواع الوقود المناسب (مثل القيمة الحرارية المرتفعة والرطوبة المنخفضة) والتي قد تتأثر بسياسة الطاقة في الدولة العضو</p>	<p>يُمكن أن يكون لخصائص الوقود، مثل القيمة الحرارية المرتفعة ونسبة الرطوبة المنخفضة، تأثير إيجابي في استهلاك الطاقة حراريًا</p>	<p>استخدام وقود ذي خصائص لها تأثير إيجابي في الاستهلاك الحراري للطاقة</p>	ب
<p>قابلة للتطبيق على LRK و PRK في حدود ارتفاع درجة الحرارة المحتمل في بعض المناطق بالفرن مع ما يترتب على ذلك من انحدار عمر مقاومة الانصهار</p>	<p>لتقليل الهواء الزائد المستخدم في الحرق تأثير مباشر على استهلاك الوقود حيث تتطلب النسب المثوية المرتفعة من الهواء المزيد من الطاقة الحرارية لتسخين الكمية الزائدة.</p> <p>في حالتي LRK و PRK فقط، يكون للحد من الهواء الزائد تأثير في استهلاك الطاقة الحرارية.</p> <p>قد تتسبب التقنية في زيادة انبعاثات CO و TOC</p>	<p>وضع حدود للهواء الزائد</p>	ج

### مستويات الاستهلاك المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 6.

### الجدول 6: المستويات المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لاستهلاك الطاقة حراريًا في صناعة الجير والدولميت

الاستهلاك الحراري للطاقة <sup>(1)</sup> جيجاجول/طن من المنتج	نوع الفرن
9.2 – 6.0	أفران دوارة طويلة (LRK)
7.8 – 5.1	أفران دوارة ذات تسخين مسبق (PRK)
4.2 – 3.2	أفران التجدد موازي التدفق (PFRK)
4.9 – 3.3	أفران قائمة حلقة (ASK)
4.7 – 3.4	أفران قائمة ذات تغذية مختلطة (MFSK)

أفران أخرى (OK)	7.0 – 3.5
(1) يعتمد استهلاك الطاقة على نوع المنتج وجودة المنتج وظروف العملية والمواد الخام	

34. من أجل خفض استهلاك الطاقة الكهربائية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
استخدام أنظمة إدارة الطاقة	أ
استخدام الحجم الحبيبي الأمثل للحجر الجيري	ب
استخدام آلة الطحن وآلة أخرى تعمل بالكهرباء ذات كفاءة عالية للطاقة	ج

#### الوصف - التقنية (ب)

يُمكن للأفران العمودية عادةً حرق حصى الحجر الجيري الخشن فقط. على الرغم من ذلك، يمكن أيضًا للأفران الدوارة ذات الاستهلاك العالي للطاقة الاستفادة من الكسور الصغيرة ويمكن للأفران العمودية الجديدة حرق حبيبات صغيرة بدءًا من 10 مم. تُستخدم الحبيبات الأكبر حجمًا من أحجار تغذية الفرن في الأفران العمودية أكثر من الأفران الدوارة.

#### 1.3.4 استهلاك الحجر الجيري

35. من أجل خفض استهلاك الحجر الجيري، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق	
استخراج حجارة معينة وسحقها والاستخدام التوجيهي الجيد للحجر الجيري (الجودة، حجم الحبيبات)	قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الحجر الجيري؛ ومع ذلك، تعتمد معالجة الحجر على جودة الحجر الجيري	أ
اختيار الأفران التي تستخدم التقنيات المثلى التي تسمح بتشغيل أوسع نطاقًا لأحجام حبيبات الحجر الجيري وذلك للاستخدام الأمثل للحجر الجيري المأخوذ من المحجر	قابلة للتطبيق بالمصانع الجديدة وعمليات التطوير الرئيسية بالفرن.  يُمكن للأفران العمودية، بصورة مبدئية فقط، حرق حصى الحجر الجيري الخشن. يُمكن تشغيل أفران PFRK و/أو الأفران الدوارة للجير الناعم مع حبيبات حجر جيري أصغر حجمًا	ب

#### 1.3.5 اختيار الوقود

36. من أجل منع/خفض الانبعاثات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في بذل العناية عند اختيار ومراقبة الوقود الداخل إلى الفرن.

## الوصف

للووقود الداخل إلى الفرن تأثير بالغ في انبعاثات الهواء ويرجع ذلك إلى ما تحويه من شوائب؛ تؤثر نسبة الكبريت (ولا سيما في حالة الأفران الدوارة الطويلة) والنيتروجين والكلور على مدى انبعاثات  $NO_x$  و  $SO_x$  وانبعاثات HCl في غاز المداخن. بناءً على التركيب الكيميائي للوقود ونوع الفرن المستخدم، يمكن أن يؤدي اختيار الوقود المناسب أو مزيج الوقود إلى خفض الانبعاثات.

## قابلية التطبيق

باستثناء التغذية المختلطة للأفران القائمة، يمكن لجميع أنواع الأفران أن تعمل مع جميع أنواع الوقود ومخاليط الوقود ويخضع ذلك لتوافر الوقود الذي قد يتأثر بسياسة الطاقة في الدولة العضو. يعتمد اختيار الوقود أيضًا على الجودة المنشودة للمنتج النهائي، والإمكانية التقنية لتغذية الوقود في الفرن المختار، والاعتبارات الاقتصادية.

### 1.3.5.1 استخدام وقود النفايات

#### 1.3.5.1.1 مراقبة جودة النفايات

37. من أجل ضمان خواص النفايات التي ستستخدم كوقود في فرن الجير، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تطبيق التقنيات التالية:

التقنية	
تطبيق نظم ضمان الجودة لضمان خواص النفايات ومراقبتها وتحليل أي نفايات ستستخدم كوقود في الفرن من أجل:	أ
I. جودة ثابتة II. المعايير الفيزيائية، على سبيل المثال: تكوّن الانبعاثات، الخشونة، التفاعل، القابلية للحرق، القيمة الحرارية الكبيرة III. المعايير الكيميائية، على سبيل المثال: إجمالي نسبة الكلور، ونسبة الكبريت والفلويات والفوسفات، ونسبة المعادن ذات الصلة (مثل، الكروم والرصاص والكاديوم والزنك والثاليوم)	
مراقبة كمية المكونات ذات الصلة لأي نفايات ستستخدم كوقود، مثل إجمالي نسبة الهالوجين والمعادن (مثل: إجمالي الكروم، الرصاص، الكاديوم، الزنك، الثاليوم) والكبريت.	ب

#### 1.3.5.1.2 تغذية الفرن بالنفايات

38. من أجل الحد من/خفض الانبعاثات الناتجة عن استخدام وقود النفايات في الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

التقنية	
استخدام الشعلات المناسبة لتغذية النفايات المناسبة بناءً على تصميم الفرن وتشغيل الفرن	أ
للتشغيل بطريقة تجعل الغاز الناتج عن الحرق المشترك للنفايات يرتفع بطريقة موجهة ومتجانسة وحتى في ظل أكثر الظروف غير المواتية، إلى درجة حرارة 850 درجة مئوية لمدة ثانيتين	ب
رفع درجة الحرارة إلى 1100 درجة مئوية في حالة الحرق المشترك للنفايات الخطرة التي تحتوي على أكثر من 1٪ من المواد العضوية المهلجنة، المعبر عنها بالكلور	ج
تغذية النفايات بصورة مستمرة ومتواصلة	د

هـ	إيقاف تغذية النفايات لعمليات مثل بدء التشغيل و/أو إيقاف التشغيل عندما يتعذر الوصول إلى درجات الحرارة وأزمة المكوث المناسبة، كما هو مذكور في النقطتين (ب) و(ج) أعلاه
----	---

### 1.3.5.1.3 إدارة السلامة لاستخدام مواد النفايات الخطرة

39. من أجل منع الانبعاثات العرضية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام إدارة السلامة عند تخزين مواد النفايات الخطرة ومناولتها وتغذيتها بالفرن.

#### الوصف

يشمل استخدام إدارة السلامة عند تخزين مواد النفايات الخطرة ومناولتها وتغذيتها، النهج القائم على المخاطر وفقاً لمصدر النفايات ونوعها، وتصنيف النفايات التي ستخضع للمناولة وفحصها وجمع عينات منها واختبارها.

### 1.3.6 انبعاثات الغبار

#### 1.3.6.1 انبعاثات تطاير الغبار

40. من أجل خفض/الحد من انبعاثات تطاير الغبار الناجمة عن العمليات المتربة، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
أ	إحاطة/تغليف العمليات المتربة مثل الطحن والغربلة والخلط
ب	استخدام الناقلات والرافعات المغطاة، المشيدة كخُظم مغلقة، في حالة وجود احتمالية لتسرب انبعاثات الغبار من المادة المتربة
ج	استخدام صوامع التخزين ذات السعة الكافية، ومؤشرات المستوى مع المفاتيح القاطعة والمرشحات للتعامل مع الهواء الحامل للغبار الذي تحرك أثناء عمليات التعبئة
د	استخدام عملية الدوران المفضلة مع أنظمة النقل الهوائية
هـ	يجب مناولة المواد في أنظمة مغلقة محفوظة تحت ضغط سلبي وإزالة الهواء المشفوط باستخدام المرشح القماشى قبل انبعاثه في الهواء
و	خفض تسرب الهواء ونقاط الانسكابات، وإكمال المنشأة
ز	الصيانة المناسبة والكاملة للمنشأة
ح	استخدام الأجهزة الآلية وأنظمة المراقبة
ط	استخدام عمليات مستمرة خالية من المشكلات
ي	استخدام أنابيب تعبئة مرنة مزودة بنظام استخراج التراب لتحميل الجير والتي تُوضع في اتجاه أرضية التحميل بالشاحنة

#### قابلية التطبيق

في عمليات تحضير المواد الخام، مثل السحق والغربلة، لا تكون هناك حاجة عادة لفصل الغبار، بسبب نسبة الرطوبة في المواد الخام.

41. من أجل خفض/الحد من انبعاثات تطاير الغبار الناجمة عن مناطق التخزين السائب، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
إحاطة مواقع التخزين باستخدام شبكات حجب أو حوائط أو سياج خضراء عمودية (حواجز الرياح الاصطناعية أو الطبيعية لحماية الأكوام المكشوفة من الرياح)	أ
استخدام صوامع منتجات ومخازن للمواد الخام المغلقة الآلية بالكامل. جُهزت أنواع التخزين هذه بواحد أو أكثر من المرشحات القماشية لمنع تكوين الغبار المتطاير في عمليات التحميل والتفريغ	ب
خفض انبعاثات الغبار المتطاير من أكوام التخزين باستخدام الترتيب الكافي للأكوام بنقاط الشحن والتفريغ وباستخدام أحزمة ناقلة ذات ارتفاعات قابلة للتعديل. عند استخدام معايير/تقنيات الترتيب أو الرش، يمكن سد الأرضية وجمع المياه الزائدة، وإذا لزم الأمر يمكن معالجتها واستخدامها في دورات مغلقة	ج
خفض انبعاثات الغبار المتطاير في نقاط الشحن أو التفريغ بمواقع التخزين إذا كان لا يمكن تجنبها، من خلال مطابقة ارتفاع التفريغ مع الارتفاع المتغير للكومة، أليًا إن أمكن أو عن طريق تقليل سرعة التفريغ	د
إبقاء المواقع رطبة، ولا سيما المناطق الجافة، باستخدام أجهزة الرش وتنظيفها باستخدام شاحنات التنظيف	هـ
استخدام نظم التنظيف بالتفريغ الهوائي خلال عمليات الإزالة. يُمكن بسهولة تجهيز المباني الجديدة بأنظمة للتنظيف بالتفريغ الهوائي، بينما تكون المباني الحالية عادة مجهزة بصورة أفضل بأنظمة متنقلة ووصلات مرنة	و
خفض انبعاثات الغبار المتطاير في المناطق التي تستخدمها الشاحنات، من خلال رصف هذه المناطق عندما يكون ذلك ممكنًا، ويجب الحفاظ على نظافة السطح قدر الإمكان. يُمكن أن يُخفّض ترطيب الطرق من انبعاثات تطاير الغبار، ولا سيما أثناء الطقس الجاف. يُمكن استخدام ممارسات التدابير التحضيرية الجيدة من أجل إبقاء انبعاثات الغبار المتطاير عند الحد الأدنى	ز

### 1.3.6.2 انبعاثات الغبار الموجهة للمسارات الناجمة عن العمليات المترتبة بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن

42. من أجل خفض انبعاثات الغبار الموجهة في المسارات الناجمة عن العمليات المترتبة بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام إحدى التقنيات التالية واستخدام نظام إدارة الصيانة الذي يتناول بوجه خاص أداء المرشحات:

التقنية (1) (2)	قابلية التطبيق
مرشح قماشي	قابلة للتطبيق بوجه عام في مصانع الطحن والجرش والعمليات الثانوية في صناعة الجير؛ ونقل المواد؛ ومنشآت التخزين والتحميل. قد تكون قابلية تطبيق المرشحات القماشية في مصانع ترطيب الجير محدودة بسبب ارتفاع الرطوبة وانخفاض درجة الحرارة لغازات المدخن
أجهزة غسل الغاز الرطب	قابلة للتطبيق بصورة رئيسية في مصانع ترطيب الجير

(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.6.1.

(2) عند الضرورة، يُمكن استخدام فَرَاة الطرد المركزي/الفرازة الدوامية في المعالجة الأولية لغازات المدخن.

مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة  
انظر الجدول 7.

الجدول 7: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار الموجهة للمسارات الناجمة عن العمليات المترتبة بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن

التقنية	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
مرشح قماشى	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	10>
جهاز غسل الغاز الرطب	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	20 – 10>

وتجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10 000 نانومتر<sup>3</sup>/ ساعة)، يجب مراعاة نهج الأولوية فيما يتعلق بتكرار فحص أداء المرشح (انظر أيضًا أفضل التقنيات المتاحة (32)).

### 1.3.6.3 انبعاثات الغبار من عمليات إشعال الفرن

43. من أجل خفض انبعاثات الغبار من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الأفران، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التنظيف لغاز المداخن باستخدام مرشح. يُمكن استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية (1)	قابلية التطبيق
أ	مرسب إلكتروستاتيكي (ESP)
ب	مرشح قماشى
ج	فرّازة الغبار الرطب
د	فرّازة الطرد المركزي/الفرّازة الدوامية
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.6.1.	

مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 8.

الجدول 8: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن

التقنية	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
مرشح قماشى	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	10>
مرسب إلكترونات أو مرشحات أخرى	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	*20>
(*) في حالات استثنائية تكون فيها مقاومة الغبار عالية، يمكن أن يكون مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة أعلى، حيث يصل إلى 30 مجم/نانومتر <sup>3</sup> ، مثل قيمة المتوسط اليومي.		

### 1.3.7 المركبات الغازية

#### 1.3.7.1 التقنيات الأولية لخفض انبعاثات المركبات الغازية

44. من أجل خفض انبعاثات المركبات الغازية (أي  $NO_x$ ،  $SO_x$ ،  $HCl$ ،  $CO$ ،  $TOC/VOC$ ، المعادن المتطايرة) في غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
أ	الحرص عند اختيار ومراقبة المواد الداخلة إلى الفرن
ب	الحد من المواد الأولية الملوثة بالوقود، وإذا أمكن، بالمواد الخام، أي: I. اختيار الوقود الذي، حيثما أمكن، يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت (ولا سيما في الأفران الدوارة الطويلة) والنيتروجين والكبريت II. اختيار المواد الخام التي، إذا أمكن، تحتوي على نسبة منخفضة من المواد العضوية III. اختيار وقود النفايات المناسب للعملية والشعلة
ج	استخدام تقنيات تحسين العملية لضمان الامتصاص الفعال لثاني أكسيد الكبريت (مثل الاتصال الفعال بين غازات الفرن والجير الحي)
	قابلية للتطبيق في جميع مصانع الجير. بوجه عام، لا يُمكن جعل العملية آلياً بالكامل بسبب متغيرات لا يمكن السيطرة عليها، مثل جودة الحجر الجيري

#### 1.3.7.2 انبعاثات $NO_x$ (أكسيد النيتروجين)

45. من أجل خفض انبعاثات  $NO_x$  من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
أ	التقنيات الأولية
I. الاختيار المناسب للوقود مع وضع حد لنسبة النيتروجين بالوقود	قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الجير وفقاً لتوافر الوقود والذي قد يتأثر بسياسة الطاقة في الدولة العضو وبالإمكانية التقنية لتغذية نوع معين من الوقود في الفرن المختار
II. تحسين العملية بما في ذلك شكل اللهب ومعدل درجة الحرارة	يمكن تطبيق تحسين العملية ومراقبتها في تصنيع الجير ولكنه يخضع لجودة المنتج النهائي
III. تصميم الشعلات (شعلة منخفضة) ( $^1\text{NO}_x$ )	الشعلات منخفضة $\text{NO}_x$ قابلة للتطبيق في الأفران الدوارة والأفران القائمة الحلقية التي توفر ظروف الهواء الأولي المرتفع. تحتوي أفران التجدد موازي التدفق والأفران القائمة الأخرى على احتراق عديم اللهب، مما يجعل الشعلات منخفضة $\text{NO}_x$ لا تنطبق على هذا النوع من الأفران
IV. إطلاق الهواء <sup>(1)</sup>	غير قابلة للتطبيق بالأفران القائمة.  تقتصر قابليتها للتطبيق على الفرن المتجدد موازي التدفق عن إنتاج الجير الحي الصلب. قد تكون قابلية التطبيق محدودة بسبب القيود التي يفرضها نوع المنتج النهائي، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة المحتمل في بعض مناطق الفرن وما يترتب على ذلك من تدهور البطانة المقاومة للصهر
ب	قابلة للتطبيق في الأفران الدوارة الليبول. انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 46
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.6.2	

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 9.

الجدول 9: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاث  $\text{NO}_x$  من غازات المدخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن في صناعة الجير

نوع الفرن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل)، المعبر عنها بـ $2\text{NO}$ )
OSK، MFSK، ASK، PFRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	100 – 350 <sup>(1)</sup> <sup>(3)</sup>
PRK، LRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	> 200 – 500 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
<p>(1) ترتبط أعلى معدلات في النطاقات بإنتاج الدولميت والجير الحي الصلب. قد ترتبط المستويات التي تتجاوز أعلى معدل في النطاق بإنتاج الدولميت المتلبد.</p> <p>(2) بخصوص أفران PRK و LRK القائمة التي تُنتج الجير الحي الصلب، يصل المستوى الأعلى إلى 800 مجم/نانومتر<sup>3</sup></p> <p>(3) في حالة كانت التقنيات الأولية كما هو موضح في أفضل التقنيات المتاحة 45 (أ) غير كافية للوصول إلى هذا المستوى وفي حالة كانت التقنيات الثانوية غير قابلة للتطبيق لخفض انبعاثات <math>\text{NO}_x</math> إلى 350 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، يكون المستوى الأعلى 500 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، ولا سيما مع الجير الحي</p>		

46. عند استخدام SNCR، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في تحقيق خفض  $NO_x$  بفاعلية، مع الحفاظ على انسياب الأمونيا في أقل مستوى ممكن، من خلال استخدام التقنية التالية:

التقنية	
أ	تطبيق الخفض المناسب والكافي بفاعلية إلى جانب عملية تشغيل مستقرة
ب	تطبيق معدل تكافئي جيد للأمونيا وتوزيعها لتحقيق أعلى فاعلية لخفض $NO_x$ ولخفض انسياب الأمونيا
ج	الحفاظ على انبعاثات انسياب $NH_3$ (الناجمة عن عدم تفاعل الأمونيا) من غازات المداخن منخفضة قدر الإمكان، مع مراعاة الترابط المشترك بين فاعلية الحد من تلوث $NO_x$ وانسياب $NH_3$ .

### قابلية التطبيق

تقتصر قابلية التطبيق على الأفران الدوارة الليبول، عند توفر نطاق درجة حرارة يتراوح بين 850 درجة مئوية إلى 1020 درجة مئوية. انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 45، التقنية (ب).

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاثات المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات انسياب  $NH_3$  من غازات المداخن أقل من 30 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياسات البقعية، لمدة نصف ساعة على الأقل).

### 1.3.7.3 انبعاثات $SO_x$

47. من أجل خفض انبعاثات  $SO_x$  من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق	
أ	تحسين العملية لضمان الامتصاص الفعال لثاني أكسيد الكبريت (مثل الاتصال الفعال بين غازات الفرن والجير الحي)	تحسين مراقبة العملية قابلة للتطبيق في جميع مصانع الجير
ب	اختيار وقود بنسبة كبريت منخفضة	قابلة للتطبيق بوجه عام، وفقاً لتوافر الوقود تحديداً لاستخدامه في الأفران الدوارة الطويلة (LRK)، ويرجع ذلك لانبعاثات $SO_x$ المرتفعة
ج	استخدام تقنيات إضافية ماصة (مثل: مادة ماصة إضافية، أو تنظيف غاز المداخن باستخدام مرشح، أو جهاز غسل الغاز الرطب، أو حقن الكربون النشط) (1)	التقنيات الإضافية الماصة قابلة للتطبيق بصورة رئيسية في صناعة الجير؛ ومع ذلك، لم تُطبق هذه التقنية بعد في قطاع الجير في 2007. يجب إجراء المزيد من الفحص ولا سيما لأفران الجير الدوارة من أجل تقييم قابلية التطبيق

(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.6.3

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 10.

الجدول 10: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاث  $SO_x$  من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن في صناعة الجير

نوع الفرن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (1) (2) (قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل))، مُعبر عن $SO_x$ بـ $SO_2$ )
PRK ، OSK ، MFSK ، ASK ، PFRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	> 50 - 200
LRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	> 50 - 400

(1) يعتمد المستوى على مستوى  $SO_x$  الأولي في غاز المداخن وعلى انخفاض التقنية المستخدمة.  
(2) فيما يتعلق بإنتاج الدولميت المتلبد باستخدام "المعالجة مزدوجة التمرير"، قد تتجاوز انبعاثات  $SO_x$  أعلى معدل في النطاق.

### 1.3.7.4 انبعاثات أكسيد الكربون (CO) وتسربات أكسيد الكربون (CO)

#### 1.3.7.4.1 انبعاثات CO

48. من أجل خفض انبعاثات CO من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
أ	اختبار المواد الخام، التي تحتوي على نسبة منخفضة من المواد العضوية
ب	استخدام تقنيات تحسين العملية لتحقيق عملية احتراق مستقرة وكاملة
	قابلية للتطبيق في جميع مصانع الجير.
	قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الجير وفقاً لقيود التوافر المحلي للمواد الخام وتركيباتها، ونوع الفرن المستخدم وجودة المنتج النهائي
	قابلة للتطبيق في جميع مصانع الجير.
	بوجه عام، لا يُمكن جعل العملية آلياً بالكامل بسبب متغيرات لا يمكن السيطرة عليها، مثل جودة الحجر الجيري

في هذا السياق، انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 30 و 31 بالقسم 1.3.1 وأفضل التقنيات المتاحة 32 بالقسم 1.3.2.

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 11.

الجدول 11: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات CO من غاز المداخن الناجم عن عمليات إشعال الفرن

نوع الفرن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (1) (2) (قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقعي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
PRK ،LRK ،OSK ،PFRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>500
(1) قد تكون الانبعاثات أعلى وفقاً للمواد الخام المستخدمة و/أو نوع الجير المنتج، مثل الجير الهيدروليكي. (2) لا ينطبق مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة على MFSK وASK.		

#### 1.3.7.4.2 خفض تسربات CO

49. من أجل خفض عدد مرات تسربات CO عند استخدام المرشحات الإلكترونية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

التقنية	
إدارة تسربات CO من أجل خفض زمن توقف المرشحات الإلكترونية (ESP)	أ
القياسات الآلية المستمرة لأكسيد الكربون (CO) باستخدام أجهزة مراقبة ذات وقت استجابة قصير وتقع بالقرب من مصدر CO	ب

#### الوصف

لأسباب تتعلق بالسلامة، وبسبب خطر حدوث انفجارات، ستُغلق المرشحات الإلكترونية (ESPs) أثناء زيادة مستويات CO في غاز المداخل. تمنع التقنيات التالية تسربات CO، ومن ثم تقلل من فترة إغلاق المرشحات الإلكترونية:

- مراقبة عملية الاحتراق
- مراقبة الشحنة العضوية من المواد الخام
- مراقبة جودة الوقود ونظام تغذية الوقود.

غالبًا ما تحدث المشكلات خلال مرحلة بدء التشغيل. لتنفيذ عمليات آمنة، يجب أن تكون أجهزة تحليل الغاز لحماية ESP قيد التشغيل خلال جميع مراحل التشغيل ويمكن خفض زمن توقف ESP باستخدام نظام مراقبة احتياطي يُراقب أثناء التشغيل.

تحتاج المراقبة المستمرة لأكسيد الكربون إلى تحسين زمن الاستجابة ويجب وضعها بالقرب من مصدر CO، على سبيل المثال: منفذ برج فرن التسخين المسبق، أو عند مدخل الفرن في حالة تطبيق ترطيب الفرن.

#### قابلية التطبيق

قابلة للتطبيق بوجه عام في الأفران الدوارة المجهزة بمرشحات إلكترونية (ESPs).

### 1.3.7.5 إجمالي انبعاثات الكربون العضوية (TOC)

50. من أجل خفض انبعاثات TOC من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
تطبيق التقنيات الأولية العامة والمراقبة (انظر أيضًا أفضل التقنيات المتاحة 30 و31 بالقسم 1.3.1 وأفضل التقنيات المتاحة 32 بالقسم 1.3.2)	أ
تجنب تغذية نظام الفرن بمواد خام تحتوي على نسبة مرتفعة من المركبات العضوية المتطايرة (إلا في حالة إنتاج الجير الهيدروليكي)	ب

#### قابلية التطبيق

لتطبيق التقنيات الأولية العامة والمراقبة انظر أفضل التقنيات المتاحة 30 و31 بالقسم 1.3.1 وأفضل التقنيات المتاحة 32 بالقسم 1.3.2.

التقنية (ب) قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الجير، وفقًا لتوفر المواد الخام محليًا و/أو نوع الجير المنتج.

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 12.

الجدول 12: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات TOC من غاز المداخن الناجم عن عمليات إشعال الفرن

نوع الفرن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (1) (قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقيعي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
PRK ،LRK	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	10>
ASK ،MFSK <sup>(2)</sup> ،PFRK <sup>(2)</sup>	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	30>

(1) قد يكون المستوى أعلى وفقًا لنسبة المواد العضوية بالمواد الخام المستخدمة و/أو نوع الجير المنتج، ولا سيما إنتاج مثل الجير الهيدروليكي الطبيعي.  
(2) في حالات استثنائية، قد يكون المستوى أعلى.

### 1.3.7.6 كلوريد الهيدروجين (HCl) وفلوريد الهيدروجين (HF)

51. من أجل خفض انبعاثات HCl وانبعاثات HF من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، في حالة استخدام النفايات، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات الأولية التالية:

التقنية	
أ	استخدام وقود تقليدي بنسبة كلور وفلور منخفضة
ب	تحديد كمية نسبة الكلور بأي نفايات سٌستخدم كوقود في فرن جير

### قابلية التطبيق

التقنيات قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة الجير ولكن وفقاً لتوفر الوقود المناسب محلياً.

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 13.

الجدول 13: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات HCl و HF من غاز المداخن الناجم عن عمليات إشعال الفرن، في حالة استخدام النفايات

الانبعاث	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (قيمة المتوسط اليومي أو قيمة المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
HCl	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>10
HF	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>1

### 1.3.8 انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/F)

52. من أجل الحد من أو خفض انبعاثات PCDD/F من غاز المداخن الناجم عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات الأولية التالية:

التقنية	
أ	اختيار وقود بنسبة كلور منخفضة
ب	وضع حد لنسبة النحاس المدخلة عن طريق الوقود
ج	خفض زمن المكوث لغازات المداخن ونسبة الأكسجين في المناطق التي تتراوح فيها درجات الحرارة بين 300 درجة مئوية و450 درجة مئوية

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستويات الانبعاثات المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة >0.05 – 0.1 نانوجرام PCDD/F I-TEQ/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (6 إلى 8 ساعات).

### 1.3.9 انبعاثات المعادن

53. من أجل خفض انبعاثات المعادن من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
اختيار وقود بنسبة معادن منخفضة	أ
استخدام نُظم ضمان الجودة لضمان خواص وقود النفايات المستخدم	ب
وضع حد لنسبة المعادن ذات الصلة في المواد، ولا سيَّما الزئبق	ج
استخدام واحدة أو أكثر من تقنيات إزالة الغبار وفقاً لما هو مذكور في أفضل التقنيات المتاحة 43	د

مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 14.

الجدول 14: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات المعادن من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، في حالة استخدام النفايات

المعادن	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل))
الزئبق	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.05
Σ (كاديوم، ثاليوم)	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.05
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	>0.5

ملاحظة: أبلغ عن مستويات منخفضة عند تطبيق التقنيات كما ورد في أفضل التقنيات المتاحة 53 من (أ) إلى (د).

إضافة إلى ذلك في هذا السياق، انظر أيضاً أفضل التقنيات المتاحة 37 (القسم 1.3.5.1.1) وأفضل التقنيات المتاحة 38 (القسم 1.3.5.1.2).

### 1.3.10 معالجة المهدرات/النفايات

54. من أجل خفض النفايات الصلبة الناجمة عن عمليات تصنيع الجير ولتوفير المواد الخام، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	التقنية	
قابلة للتطبيق بوجه عام حيثما كان ذلك ممكناً	إعادة استخدام ما جُمع من الأغيرة أو مادة أخرى معينة (مثل الرمل، والحصى) في العملية	أ
يُمكن الاستفادة منهم في أنواع مختلفة من المنتجات التجارية المختارة، حيثما كان ذلك ممكناً	الاستفادة من الغبار والجير الحي غير المطابق للمواصفات والجير المطفاً غير المطابق للمواصفات في منتجات تجارية مختارة	ب

## 1.4 استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة لصناعة أكسيد المغنسيوم

ما لم يُذكر خلاف ذلك، يُمكن تطبيق استنتاجات أفضل التقنيات المتاحة المقدمة في هذا القسم بجميع المنشآت في صناعة أكسيد المغنسيوم (طريقة المعالجة الجافة).

### 1.4.1 المراقبة

55. تتمثل أفضل التقنيات المتاحة في تنفيذ مراقبة وقياس لمعاملات العملية وانبعثاتها على أساس منتظم ومراقبة الانبعثات وفقاً للمعايير الأوروبية ذات الصلة أو، إذا لم تكن المعايير الأوروبية متاحة، استخدام معيار الأيزو أو معايير محلية أو المعايير الدولية الأخرى التي تضمن تقديم بيانات بنفس مستوى الجودة العلمية، بما في ذلك ما يلي:

قابلية التطبيق	التقنية	
قابلة للتطبيق بوجه عام في عمليات الفرن	القياسات المستمرة لمعاملات العملية التي تدل على استقرار العملية، مثل درجة الحرارة، ونسبة الأكسجين، والضغط، ومعدل التدفق	أ
	مراقبة وتنشيط معاملات العمليات بالغة الأهمية، مثل التغذية بالمواد الخام والوقود، والجرعات المنتظمة، والأكسجين الزائد	ب
قابلة للتطبيق بوجه عام في عمليات الفرن	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات الغبار و $NO_x$ و $SO_x$ و CO	ج
قابلة للتطبيق على العمليات التي لا تستخدم الفرن.	القياسات المستمرة أو الدورية لانبعاثات الغبار	د
بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10000 نانومتر <sup>3</sup> /ساعة)، يجب أن يعتمد معدل تكرار القياسات أو التحقق من الأداء على نظام إدارة الصيانة		

### الوصف

يعتمد الاختيار بين القياسات المستمرة أو الدورية الواردة في أفضل التقنيات المتاحة 55 (ج) على مصدر الانبعثات ونوع التلوث المتوقع.

بالنسبة للقياسات الدورية لانبعاثات الغبار و  $NO_x$  و  $SO_x$  و CO من عمليات الفرن، يكون معدل التكرار لمرة واحدة شهرياً وحتى مرة واحدة سنوياً في وقت ظروف التشغيل العادية مؤشراً.

## 1.4.2 استهلاك الطاقة

56. من أجل خفض استهلاك الطاقة حراريًا، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	الوصف	التقنية	
تحسين مراقبة العملية قابلة للتطبيق بجميع أنواع الأفران المستخدمة في صناعة المغنيسيت.	يُمكن استخدام استرداد الحرارة من غازات المداخل من خلال التسخين الأولي للمغنيزيت من أجل خفض استخدام طاقة الوقود. يُمكن استخدام الحرارة المستردة من الفرن في تجفيف أنواع الوقود والمواد الخام وبعض مواد التغليف	تطبيق أنظمة فرن محسنة ومثلى وإجراء عمليات الفرن بسلاسة واستقرار، من خلال تطبيق: I. تحسين مراقبة العملية II. استرداد الحرارة من غازات المداخل والمبردات	أ
قابلة للتطبيق بوجه عام وفقًا لتوفر الوقود وأنواع الأفران المستخدمة وخصائص المنتج المطلوبة والإمكانيات التقنية لحقن الوقود في الفرن.	لخصائص الوقود، مثل القيمة الحرارية المرتفعة ونسبة الرطوبة المنخفضة، تأثير إيجابي في استهلاك الطاقة حراريًا	استخدام وقود ذي خصائص لها تأثير إيجابي في الاستهلاك الحراري للطاقة	ب
القابلية العامة للتطبيق	عادةً ما يكون المستوى الفعلي للأكسجين الزائد للحصول على الجودة المطلوبة بالمنتجات والاستهلاك الأمثل نحو 1 إلى 3%	وضع حدود للهواء الزائد	ج

### مستويات الاستهلاك المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

أفضل التقنيات المتاحة لاستهلاك الطاقة حراريًا 6 إلى 12 جيجاجول/طن، وفقًا للعملية والمنتجات (1).

(1) يعكس هذا النطاق المعلومات الواردة في فصل أكسيد المغنسيوم من الوثائق المرجعية لأفضل التقنيات المتاحة الصادرة من الاتحاد الأوروبي (BREF). لم ترد معلومات أكثر تخصصًا بشأن أفضل تقنيات الأداء مع المنتجات التي تُنتج.

57. من أجل خفض استهلاك الطاقة الكهربائية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
استخدام أنظمة إدارة الطاقة	أ
استخدام آلة الطحن وآلة أخرى تعمل بالكهرباء ذات كفاءة عالية للطاقة	ب

## 1.4.3 انبعاثات الغبار

### 1.4.3.1 انبعاثات تطاير الغبار

58. من أجل خفض/الحد من انبعاثات تطاير الغبار الناجمة عن العمليات المترتبة، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

التقنية	
أ	مخطط موقع بسيط وخطي
ب	التدابير التحضيرية الجيدة للمباني والطرق، إلى جانب الصيانة المناسبة والكاملة للمنشأة
ج	ترطيب أكوام المواد الخام
د	إحاطة/تغليف العمليات المتربة مثل الطحن والغربلة
هـ	استخدام الناقلات والرافعات المغطاة، المشيدة كنظم مغلقة، في حالة وجود احتمالية لتسرب انبعاثات الغبار من المادة المتربة
و	استخدم صوامع التخزين ذات السعة الكافية مع تجهيزها بالمرشحات للتعامل مع الهواء الحامل للغبار الذي تحرك أثناء عمليات التعبئة
ز	عملية الدوران مفضلة مع أنظمة النقل الهوائية
ح	خفض تسرب الهواء ونقاط الانسكابات
ط	استخدام الأجهزة الآلية وأنظمة المراقبة
ك	استخدام عمليات مستمرة خالية من المشكلات

#### 1.4.3.2 انبعاثات الغبار الموجهة للمسارات الناجمة عن العمليات المتربة بخلاف عمليات إشعال الفرن

59. من أجل خفض انبعاثات الغبار الموجهة في المسارات الناجمة عن العمليات المتربة بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام تنظيف غاز المداخن باستخدام المرشح من خلال تطبيق واحدة أو أكثر من التقنيات التالية واستخدام نظام إدارة الصيانة الذي يتناول بوجه خاص تنفيذ التقنيات التالية:

التقنية (1)	قابلية التطبيق
أ	مرشحات قماشية
ب	فرازات الطرد المركزي/الفرازات الدوامية
ج	فرازات الغبار الرطب
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.7.1	

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار الموجهة للمسالك الناجمة عن العمليات المتربة بخلاف تلك الناتجة عن عمليات إشعال الفرن عبارة عن أقل من 10 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كمتوسط يومي أو متوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقعي، لمدة نصف ساعة على الأقل).

وتجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة للمصادر الصغيرة (>10 000 نانومتر<sup>3</sup>/ساعة)، يجب مراعاة نهج الأولوية، بناءً على نظام إدارة الصيانة فيما يتعلق بتكرار فحص أداء المرشح (انظر أفضل التقنيات المتاحة (55)).

### 1.4.3.3 انبعاثات الغبار من عملية إشعال الفرن

60. من أجل خفض انبعاثات الغبار من غازات المداخل الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام تنظيف غاز المداخل بمرشح من خلال تطبيق واحدة أو أكثر من التقنيات التالية:

قابلية التطبيق	التقنية (1)	
ESPs قابلة للاستخدام بصورة أساسية في الأفران الدوارة. فهي قابلة للاستخدام في درجات حرارة غازات المداخل التي تتجاوز درجة التكتف وتصل إلى 370 إلى 400 درجة مئوية	مرسبات إلكتروستاتيكية (ESPs)	أ
يُمكن، بصورة أساسية، تطبيق المرشحات القماشية لإزالة الغبار من غازات المداخل بجميع الوحدات في عملية تصنيع أكسيد المغنسيوم. يُمكن استخدامها في درجات حرارة غازات المداخل التي تتجاوز درجة التكتف وتصل إلى 280 درجة مئوية.  فيما يتعلق بإنتاج المغنيسيت المكلسة الكاوية (CCM) والمغنيسيت المتلبدة/المقاومة للانصهار (DBM)، نظرًا لارتفاع درجات الحرارة والطبيعة التآكلية والحجم الكبير لغازات المداخل الناجمة عن عملية إشعال الفرن، يجب استخدام مرشحات قماشية مصنوعة من مواد مرشحات مقاومة لدرجة الحرارة العالية. وعلى الرغم من ذلك، يتضح من التجارب السابقة في صناعة المغنيسيت لإنتاج DBM أنه لا توجد معدة مناسبة متاحة لدرجات حرارة غاز المداخل التي تصل إلى 400 درجة مئوية تقريبًا لإنتاج المغنيسيت	مرشحات قماشية	ب
نظرًا لمحدودية درجة الفرز بالنظام، فإن الفرازات الدوامية قابلة للتطبيق بصورة أساسية كفرازات أولية للغبار الخشن وغازات المداخل	فرازات الطرد المركزي/الفرازات الدوامية	ج
القابلية العامة للتطبيق	فرازات الغبار الرطب	د
(1) يرد وصف التقنيات بالقسم 1.7.1.		

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات الغبار من غازات المداخل الناجمة عن عمليات إشعال الفرن عبارة عن أقل من 20 إلى 35 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو قيمة المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل).

### 1.4.4 المركبات الغازية

#### 1.4.4.1 التقنيات الأولية العامة لخفض انبعاثات المركبات الغازية

61. من أجل خفض انبعاثات المركبات الغازية (أي  $NO_x$ ،  $HCl$ ،  $SO_x$ ،  $CO$ ) في غازات المداخل الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام واحدة أو أكثر من التقنيات الأولية التالية:

قابلية التطبيق	التقنية	
قابلة للتطبيق بوجه عام وفقًا لتوافر المواد الخام والوقود ونوع الفرن المستخدم وخصائص المنتج المطلوبة والإمكانية التقنية لحقن الوقود	الاختبار والمراقبة الحريصان للمواد الداخلة إلى الفرن	أ

من أجل خفض المواد الأولية الملوثة بالوقود، أي:	في الفرن المُختار.
I. اختيار الوقود الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت، إذا كان متاحًا، والكور والنيتروجين	يُمكن اعتبار المواد الخام كوقود في صناعة المغنيسيت ولكن لم تُطبق بعد في صناعة المغنيسيت في 2007
II. اختيار المواد الخام التي تحتوي على نسب منخفضة من المواد العضوية	
III. اختيار وقود النفايات المناسب للعملية والشعلة	
استخدام مقاييس/تقنيات تحسين العملية لضمان إجراء عمليات الفرن بسلاسة واستقرار، من خلال التشغيل بالتشغيل بالقرب من الهواء المتكافئ المطلوب	تحسين مراقبة العملية قابلة للتطبيق لجميع أنواع الأفران المستخدمة في صناعة المغنيسيت. على الرغم من ذلك، قد يكون من الضروري توافر نظام مراقبة عمليات بالغ التطور

#### 1.4.4.2 انبعاثات NO<sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)

62. من أجل خفض انبعاثات NO<sub>x</sub> من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

التقنية	قابلية التطبيق
الاختيار المناسب للوقود مع نسبة محدودة للنيتروجين بالوقود	قابلة للتطبيق بوجه عام وفقًا لتوفر الوقود
تقنية تحسين العملية وطريقة إشعال محسنة	قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة المغنيسيت

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات NO<sub>x</sub> من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن عبارة عن أقل من 500 إلى 1500 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل) المشار إليه برمز NO<sub>2</sub>. ترتبط القيم الأكثر ارتفاعًا بارتفاع درجة الحرارة في عملية DBM.

#### 1.4.4.3 انبعاثات أكسيد الكربون (CO) وتسربات أكسيد الكربون (CO)

##### 1.4.4.3.1 انبعاثات CO

63. من أجل خفض انبعاثات CO من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات التالية:

التقنية	الوصف
اختيار المواد الخام التي تحتوي على نسبة منخفضة من المواد العضوية	يُنْتَج جزء من انبعاثات CO الناجمة عن المواد العضوية للمواد الخام، ومن ثم فإن اختبار المواد الخام تنخفض بها نسبة المواد العضوية يمكن أن يقلل من انبعاثات CO
تحسين مراقبة العملية	الاحتراق الكامل والصحيح ضروري لخفض انبعاثات CO. يمكن التحكم في إمداد الهواء من المبرد والهواء الأساسي بالإضافة إلى تيار مروحة المكس من أجل الحفاظ على مستوى الأكسجين بين 1 (تليد) و1.5% (مادة كاوية) أثناء

	الاحتراق. يُمكن أن يقلل تغير الهواء وشحنة الوقود من انبعاثات CO. إضافة إلى ذلك، يُمكن خفض انبعاثات CO من خلال تغيير عمق الشعلة	
ج	من أمثلة التحكم في إضافة الوقود: <ul style="list-style-type: none"> <li>• استخدام أجهزة التغذية التي تقيس الوزن وصمامات دوارة مُحكمة لتغذية فحم النفط و/أو</li> <li>• استخدام عدادات التدفق وصمامات مُحكمة لتنظيم تغذية الزيت/الغاز الثقيل إلى شعلة الفرن</li> </ul>	

### قابلية التطبيق

تقنيات خفض انبعاثات CO قابلة للتطبيق بوجه عام في صناعة المغنيسيت. يخضع اختيار المواد الخام التي تحتوي على نسبة منخفضة من المواد العضوية لتوفر المواد الخام.

### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاثات CO من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن أقل من 50 إلى 1000 مجم/نانومتر<sup>3</sup>، كقيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة (القياس البقي لمدة نصف ساعة على الأقل).

### 1.4.4.3.2 خفض تسربات CO

64. من أجل خفض عدد مرات تسربات CO عند استخدام ESPs، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

التقنية	
إدارة تسربات CO من أجل خفض زمن توقف المرسب الإلكترونياتيكي (ESP)	أ
القياسات الآلية المستمرة لأكسيد الكربون (CO) باستخدام أجهزة مراقبة ذات وقت استجابة قصير وتقع بالقرب من مصدر CO	ب

### الوصف

لأسباب تتعلق بالسلامة، وبسبب خطر حدوث انفجارات، ستُغلق المرسبات الإلكترونياتيكية (ESPs) أثناء زيادة مستويات CO في غاز المداخن. تمنع التقنيات التالية تسربات CO، ومن ثم تقلل من فترة إغلاق المرسب الإلكترونياتيكي:

- مراقبة عملية الاحتراق
- مراقبة الشحنة العضوية من المواد الخام
- مراقبة جودة الوقود ونظام تغذية الوقود.

غالبًا ما تحدث المشكلات خلال مرحلة بدء التشغيل. لتنفيذ عمليات آمنة، يجب أن تكون أجهزة تحليل الغاز لحماية ESP قيد التشغيل خلال جميع مراحل التشغيل ويمكن خفض زمن توقف ESP باستخدام نظام مراقبة احتياطي يُراقب أثناء التشغيل.

تحتاج المراقبة المستمرة لأكسيد الكربون إلى تحسين زمن الاستجابة ويجب وضعها بالقرب من مصدر CO، على سبيل المثال: منفذ برج فرن التسخين المسبق، أو عند مدخل الفرن في حالة تطبيق ترطيب الفرن.

#### قابلية التطبيق

قابلة للتطبيق بوجه عام في الأفران المجهزة بمرسبات إلكتروستاتيكية (ESPs).

#### 1.4.4.4 انبعاثات SO<sub>x</sub>

65. من أجل خفض انبعاثات SO<sub>x</sub> من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام مجموعة من التقنيات الأولية والثانوية التالية:

قابلية التطبيق	التقنية	
القابلية العامة للتطبيق	تقنيات تحسين العملية	أ
قابلة للتطبيق بوجه عام وفقاً لتوفر الوقود الذي يحتوي على نسبة كبريت منخفضة والذي قد يتأثر بسياسة الطاقة في الدولة العضو. يعتمد اختيار الوقود أيضاً على الجودة المنشودة للمنتج النهائي، والإمكانات التقنية، والاعتبارات الاقتصادية	اختيار وقود بنسبة كبريت منخفضة	ب
القابلية العامة للتطبيق	تقنية إضافية ماصة للتجفيف (مثل، إضافة مادة متشربة إضافية إلى مجرى غاز المداخن مثل أنواع أكسيد المغنسيوم النشط، الجير المطفا، الكربون النشط غير ذلك) بالإضافة إلى مرشح (1)	ج
قد تكون قابلية التطبيق محدودة في المناطق الجافة بسبب ضرورة توافر كمية كبيرة جداً من الماء والحاجة إلى معالجة مياه الصرف والتأثيرات عبر الوسائط ذات الصلة	أجهزة غسل الغاز الرطب (1)	د
(1) يرد وصف المقياس/التقنية بالقسم 1.7.2		

#### مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة

انظر الجدول 15.

الجدول 15: مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة لانبعاث SO<sub>x</sub> من غازات المداخن الناجمة عن عمليات إشعال الفرن في صناعة المغنيسيت

المعامل	الوحدة	مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة (1) (2)
أكاسيد الكبريت (SO <sub>x</sub> ) معبّر عنها بثاني أكسيد الكبريت (SO <sub>2</sub> )	مجم/نانومتر <sup>3</sup>	(قيمة المتوسط اليومي أو المتوسط على مدى زمن أخذ العينة) (القياس البقي، لمدة نصف ساعة على الأقل)) > 400 - 50 (3)

- (1) تعتمد مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة على نسبة الكبريت في المواد الخام والوقود. يرتبط أقل معدل في النطاق باستخدام المواد الخام التي تحتوي على نسبة كبريت منخفضة واستخدام الغاز الطبيعي؛ يرتبط أعلى معدل في النطاق باستخدام المواد الخام التي تحتوي على نسبة كبريت أعلى و/أو وقود يحتوي على الكبريت.
- (2) يجب وضع التأثيرات عبر الوسائط في الاعتبار عند تقييم أفضل مجموعة من أفضل التقنيات المتاحة من أجل خفض انبعاثات SO<sub>x</sub>.
- (3) في حالة عدم إمكانية استخدام أجهزة غسل الغاز الرطب، تعتمد مستويات الانبعاث المقترنة بأفضل التقنيات المتاحة على نسبة الكبريت في المواد الخام والوقود. في هذه الحالة، يكون مستوى الانبعاث المقترن بأفضل التقنيات المتاحة >1500 مجم/نانومتر<sup>3</sup> مع ضمان التخلص الفعال من انبعاثات SO<sub>x</sub> بنسبة 60% على الأقل.

#### 1.4.5 معالجة المهدرات/النفائيات

66. من أجل خفض/الحد من مهدرات/نفائيات العملية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في إعادة استخدام الأنواع المختلفة من أغبرة كربونات المغنسيوم المجمعة في هذه العملية.

##### قابلية التطبيق

قابلة للتطبيق بوجه عام، وفقاً لتركيب المواد الكيميائية للغبار.

67. من أجل خفض/الحد من مهدرات/نفائيات العملية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في الاستفادة من الأنواع المختلفة من أغبرة كربونات المغنسيوم المجمعة في منتجات تجارية أخرى حينما لا يمكن إعادة تدويرها.

##### قابلية التطبيق

قد تكون الاستفادة من أغبرة كربونات المغنسيوم في منتجات تجارية أخرى خارج نطاق مراقبة المشغل.

68. من أجل خفض/الحد من مهدرات/نفائيات العملية، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في إعادة استخدام الرواسب الناجمة عن العملية الرطبة لإزالة الكبريت من غاز المدخنة المتعلق بالعملية أو في قطاع آخر.

##### قابلية التطبيق

قد لا يكون استخدام الرواسب الناجمة عن العملية الرطبة لإزالة الكبريت من غاز المدخنة في قطاعات أخرى تحت سيطرة المشغل.

#### 1.4.6 استخدام النفائيات كوقود و/أو كمواد خام

69. من أجل ضمان خواص النفائيات التي سستخدم كوقود و/أو مواد خام في أفران أكسيد المغنسيوم، تكمن أفضل التقنيات المتاحة في استخدام التقنيات التالية:

التقنية	
اختيار نفائيات مناسبة للعملية والشعلة	أ

التقنية	
ب	لتطبيق نُظْم ضمان الجودة لضمان خواص النفايات ومراقبتها وتحليل أي نفايات سٌستخدم من أجل: .I التوفر .II جودة ثابتة .III المعايير الفيزيائية، على سبيل المثال: تكوّن الانبعاثات، الخشونة، التفاعل، القابلية للحرق، القيمة الحرارية الكبيرة .IV المعايير الكيميائية، على سبيل المثال، نسبة الكلور والكبريت والقلويات والفسفات، ونسبة المعادن ذات الصلة (مثل: إجمالي الكروم والرصاص والكاميوم والزنك والثاليوم)
ج	لمراقبة كمية المعاملات ذات الصلة لأي نفايات سٌستخدم، مثل إجمالي نسبة الهالوجين والمعادن (مثل: إجمالي الكروم، الرصاص، الكادميوم، الزنك، الثاليوم) والكبريت

### قابلية التطبيق

قد تُستخدم النفايات كوقود و/أو مواد خام في صناعة المغنيسيت (على الرغم من عدم تطبيقها بعد في صناعة المغنيسيت في 2007) وفقاً لتوافرها ونوع الفرن المستخدم وخصائص المنتج المطلوبة المنشودة والإمكانية التقنية لتغذية الوقود في الفرن المُختار.

## وصف التقنيات

### 1.5 وصف تقنيات صناعة الإسمنت

#### 1.5.1 انبعاثات الغبار

الوصف	التقنية	
<p>تولد المرسبات الإلكترونية (ESPs) مجالًا إلكتروستاتيكيًا عبر مجال مادة معينة في تيار الهواء. تُصبح الجسيمات ذات شحنة سلبية وتهاجر باتجاه صفائح التجميع ذات الشحنات الإيجابية. يجري خلخلة أو هز صفائح التجميع دوريًا، مما يُحرك المواد ومن ثم تسقط في قوادم التخزين الموجودة أسفلها. من الضروري تحسين دورات خلخلة المرسب الإلكتروني لخفض إعادة سحب الجسيمات، ومن ثم خفض احتمالية التأثير في رؤية عمود الدخان.</p> <p>تتميز ESPs بقدرتها على العمل في ظل ظروف ارتفاع درجات الحرارة (تصل إلى 400 درجة مئوية تقريبًا) وارتفاع الرطوبة. تكمن العيوب الرئيسية لهذه التقنية في انخفاض كفاءتها مع الطبقة العازلة وتراكم المواد التي قد تنتج بسبب مخلات الكلور والكبريت المرتفعة. فيما يتعلق بالأداء العام لمرسبات ESPs، من الضروري تجنب تسربات CO</p> <p>على الرغم من عدم وجود قيود تقنية على قابلية استخدام ESPs في العمليات المختلفة في صناعة الإسمنت، إلا أنه لا يجري اختيارها غالبًا لإزالة الغبار عن مطحنة الإسمنت بسبب تكاليف الاستثمار والكفاءة (انبعاثات عالية نسبيًا) أثناء بدء التشغيل وإيقاف التشغيل</p>	مرسبات إلكتروستاتيكية	أ
<p>المرشحات القماشية ومجمعات الغبار الفعالة. تكمن الفكرة الأساسية في المرشحات القماشية في استخدام غشاء نسيجي والذي يسهل على الغاز اختراقه ولكنه سيحتفظ بالغبار. بصورة أساسية، يُثبت وسيط الترشيح هندسيًا. في البداية، يترسب الغبار على كل من الأنسجة السطحية وفي عمق النسيج، ولكن مع التراكم على الطبقة السطحية، يصبح الغبار نفسه وسيط الترشيح الأكثر حجبًا. يُمكن تدفق الغاز المتسرب إما من داخل الكيس إلى الخارج أو العكس. مع زيادة سماكة الغبار المتراكم، تزداد مقاومة تدفق الغاز. ومن ثم، يكون التنظيف الدوري لوسيط الترشيح أمرًا ضروريًا للتحكم في تسرب ضغط الغاز عبر المرشح. يجب أن يحتوي المرشح القماشي على حجرات متعددة يمكن عزلها بصورة فردية في حالة إصابة الكيس ويجب أن يكون هناك عدد كافٍ منها للسماح بالحفاظ على الأداء المناسب في حالة فصل إحدى الحجرات عن البقية. يجب وجود "أجهزة للكشف عن انفجار الكيس" في كل حجرة لتشير إلى الحاجة إلى إجراء صيانة عند حدوث ذلك. أكياس الترشيح متوفرة في مجموعة من الأقمشة المنسوجة وغير المنسوجة. يمكن أن تعمل الأقمشة الاصطناعية الحديثة في درجات حرارة مرتفعة نسبيًا تصل إلى 280 درجة مئوية.</p> <p>يتأثر أداء المرشحات القماشية تأثرًا أساسيًا بالمعاملات المختلفة، مثل توافق وسيط الترشيح مع خصائص غاز المداخن والغبار، والخصائص المناسبة للمقاومة الحرارية والفيزيائية والكيميائية، مثل التحلل المائي والأحماض والقلويات والأكسدة ودرجة حرارة العملية. يجب مراعاة رطوبة غازات المداخن ودرجة حرارتها أثناء اختيار التقنية.</p>	مرشحات قماشية	ب
<p>مرشحات الالتحام عبارة عن مجموعة من مرسبات ESPs والمرشحات القماشية في الجهاز نفسه. تُنتج بوجه عام من تحويل مرسبات ESPs الموجودة. وتسمح بإعادة الاستخدام الجزئي للمعدات القديمة</p>	مرشحات التحام	ج

## 1.5.2 انبعاثات NO<sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)

الوصف	التقنية	
	المقاييس/التقنيات الأولية	أ
تُخفض إضافة الماء إلى الوقود أو إلى اللهب مباشرة باستخدام أساليب حقن مختلفة، مثل حقن سائل واحد (سائل) أو سائلين (سائل وهواء مضغوط أو مواد صلبة) أو استخدام نفايات سائلة/صلبة مع نسبة مرتفعة من الماء، من درجة الحرارة وتزيد من تركيز جذور الهيدروكسيل. يُمكن أن يكون لذلك تأثير إيجابي في انخفاض NO <sub>x</sub> في منطقة الاحتراق	1 تبريد اللهب	
تختلف تصميمات الشعلات المنخفضة NO <sub>x</sub> (إشعال غير مباشر) من حيث التفاصيل ولكن يُحقن الوقود والهواء بصورة أساسية في الفرن عبر أنابيب محورية. تُخفض نسبة الهواء الأولية إلى نحو 6 إلى 10٪ من تلك المطلوبة للاحتراق المتكافئ؛ (عادةً ما تكون 10 إلى 15٪ في المحارق التقليدية). يُحقن الهواء المحوري بقوة اندفاع مرتفعة في القناة الخارجية. يمكن نفخ الفحم عبر الأنبوب المركزي أو القناة الوسطى. تُستخدم قناة ثالثة للهواء الدوامي، حيث تُحفز دوامة الهواء بواسطة الريش الموجودة عند منفذ أنبوب الإشعال أو خلفه. يكمن الأثر الصافي لتصميم هذه الشعلة في إنتاج اشتعال ميكرو جذاً، ولا سيما في المركبات المتطايرة بالوقود، في غلاف جوي منخفض الأكسجين، وهذا سيؤدي إلى خفض تكوين NO <sub>x</sub> .	2 الشعلات منخفضة NO <sub>x</sub>	
لا يترتب دائمًا على استخدام شعلات ذات نسبة NO <sub>x</sub> منخفضة انخفاض في انبعاثات NO <sub>x</sub> . يجب تحسين الهيكل الأساسي للشعلة		
في الأفران الرطبة الطويلة والجافة الطويلة، يمكن أن يؤدي إنشاء منطقة اختزال عن طريق إشعال الوقود المجمع إلى تقليل انبعاثات NO <sub>x</sub> . نظرًا لأن الأفران الطويلة عادة لا تصل إلى منطقة درجة حرارة تبلغ نحو 900 درجة مئوية إلى 1000 درجة مئوية، يمكن تركيب أنظمة إشعال بمنصف الفرن حتى تتمكن من استخدام وقود النفايات الذي لا يمكنه تجاوز الشعلة الرئيسية (على سبيل المثال: الإطارات).	3 الإشعال بمنصف الفرن	
يُمكن أن يكون معدل حرق الوقود حاسمًا. إذا كان منخفضًا جدًا، يمكن أن تحدث ظروف خفض في منطقة الاحتراق؛ مما قد يؤثر بشدة في جودة المنتج. إذا كان مرتفعًا جدًا، فقد ترتفع درجة حرارة مقطع سلسلة الفرن - مما يؤدي إلى احتراق السلاسل. يستثنى نطاق درجة حرارة أقل من 1100 درجة مئوية استخدام النفايات الخطرة التي تحتوي على نسبة كلور تزيد عن 1٪		
إضافة المعادن، مثل الفلور، إلى المواد الخام عبارة عن تقنية لضبط جودة الكلنكر والسماح بخفض درجة حرارة منطقة التليد. من خلال خفض/تقليل درجة حرارة الاحتراق، ينخفض تكون NO <sub>x</sub> أيضًا	4 إضافة معادن لتحسين قابلية الاحتراق في الجريش الخام (الكلنكر المعدن)	
يمكن تطبيق تحسين العملية، مثل تطويع وتحسين تشغيل الفرن وظروف الحرق وتحسين مراقبة تشغيل الفرن وتجانس تغذية الوقود أو أي مما سبق، لخفض انبعاثات NO <sub>x</sub> . جرى تطبيق مقاييس/تقنيات التحسين الأولية العامة مثل مقاييس/تقنيات مراقبة العملية، وتقنية الحرق غير المباشر ووصلات المبرد المُحسن والاختيار المحسن للوقود، ومستويات الأكسجين المُحسن	5 تحسين العملية	
يُطبق الاحتراق المرحلي في أفران الإسمنت باستخدام آلة تكليس أولية مصممة خصيصًا. تحدث المرحلة الأولى من الاحتراق في الفرن الدوار في ظل ظروف مثلى لعملية حرق الكلنكر. مرحلة الاحتراق الثانية عبارة عن شعلة عند مدخل الفرن، ينتج عنها غلاف جوي مختزل يؤدي إلى تحلل جزء من أكاسيد النيتروجين المتولدة في منطقة التليد. درجة الحرارة المرتفعة في هذه المنطقة مناسبة تحديدًا للتفاعل الذي يعيد تحويل NO <sub>x</sub> إلى نيتروجين أولي. في المرحلة الثالثة من الاحتراق، يُغذى وقود التكليس في آلة التكليس مع كمية من الهواء الثالثي؛ مما ينتج عنه غلاف جوي مختزل، أيضًا. يُخفض هذا النظام من تولد NO <sub>x</sub> من الوقود، كما يقلل من NO <sub>x</sub> الخارج من الفرن. في المرحلة الرابعة والأخيرة من الاحتراق، يُغذى الهواء الثالثي في النظام ليكون "الغلاف الجوي العلوي" للاحتراق المتبقي	الاحتراق المرحلي (الوقود التقليدي أو وقود النفايات)، بالاشتراك أيضًا مع آلة التكليس الأولي واستخدام مزيج الوقود الأمثل	ب

الوصف	التقنية	
يشمل الاختزال الانتقائي غير الحفزي (SNCR) حقن ماء الأمونيا (يصل إلى 25% $\text{NH}_3$ ) أو مركبات المواد الأولية للأمونيا أو محلول اليوريا في غاز الاحتراق لاختزال $\text{NO}$ إلى $\text{N}_2$ . يكون للتفاعل تأثير أمثل في نافذة درجة حرارة تبلغ نحو 830 درجة مئوية إلى 1050 درجة مئوية، ويجب توفير وقت مكوث كافٍ للعوامل المحقونة لتتفاعل مع $\text{NO}$	SNCR	ج
يختزل الاختزال الحفزي الانتقائي $\text{NO}$ (SCR) و $\text{NO}_2$ إلى $\text{N}_2$ بمساعدة $\text{NH}_3$ والحافز في درجة حرارة تتراوح بين 300 درجة مئوية إلى 400 درجة مئوية تقريباً. التقنية مستخدمة على نطاق واسع للحد من تلوث $\text{NO}_x$ في صناعات أخرى (محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، ومحارق النفايات). في صناعة الإسمنت، يوجد نظامان معتبران بصورة أساسية: تكوين غبار منخفض بين وحدة إزالة الغبار والمكس، وتكوين غبار مرتفع بين وحدة التسخين المسبق ووحدة إزالة الغبار. تتطلب أنظمة غاز المداخل منخفضة الغبار إعادة تسخين غازات المداخل بعد إزالة الغبار؛ مما قد يتسبب في تكاليف طاقة إضافية وخسائر في الضغط. تُعتبر أنظمة الغبار المرتفع مفضلة لأسباب فنية واقتصادية. لا تتطلب هذه الأنظمة إعادة التسخين، لأن درجة حرارة غاز العادم عند منفذ نظام التسخين المسبق تكون عادةً في نطاق درجة الحرارة المناسب لتشغيل SCR	SCR	د

### 1.5.3 انبعاثات SO<sub>x</sub>

الوصف	التقنية	
<p>تُضاف المادة الماصة إما إلى المواد الخام (مثل إضافة الجير المطفأ) أو تُحقن في تيار الغاز (مثل الجير المرطب أو المطفأ (Ca(OH)<sub>2</sub>))، أو الجير الحي (CaO)، الرماد المتطاير النشط الذي يحتوي على نسبة عالية من CaO أو بيكربونات الصوديوم ((NaHCO<sub>3</sub>)).</p> <p>يمكن تغذية الجير المطفأ في مطحنة الخام مع مكونات المواد الخام أو إضافته مباشرة إلى تغذية الفرن. توفر إضافة الجير المطفأ ميزة أن المواد المضافة الحاملة للكالسيوم تشكل منتجات تفاعل يمكن دمجها مباشرة في عملية حرق الكlinker.</p> <p>يمكن تطبيق حقن المادة الماصة في تيار الغاز في صورة جافة أو رطبة (غسل الغاز شبه الرطب). تُحقن المادة الماصة في مسار غاز المداخن عند درجات حرارة قريبة من نقطة تكثف الماء؛ مما يؤدي إلى ظروف أكثر ملاءمة لحجز SO<sub>2</sub>. في أنظمة أفران الإسمنت، عادة ما يتحقق نطاق درجة الحرارة هذا في المنطقة الواقعة بين مطحنة المواد الخام ومجمع الغبار.</p>	إضافة مادة ماصة	أ
<p>يُعتبر تنظيف الغاز الرطب التقنية الأكثر استخدامًا لإزالة الكبريت من غاز المداخن في المصانع التي تعمل بالفحم. فيما يتعلق بعمليات تصنيع الإسمنت، تُعتبر العملية الرطبة لخفض انبعاثات SO<sub>2</sub> تقنية ثابتة. يعتمد غسل الغاز الرطب على التفاعل الكيميائي التالي:</p> $2\text{O} + \text{CO}_2\text{H}_2 \cdot 4\text{CaSO} \rightarrow \leftarrow_3\text{O} + \text{CaCO}_2\text{H}_2 + 2\text{O} \frac{1}{2} + 2\text{SO}$ <p>يُمتص SO<sub>x</sub> بواسطة سائل/ملاط يُرش في برج رش. عادةً تكون كربونات الكالسيوم المادة الماصة. توفر أنظمة الغسل الرطب أعلى كفاءة إزالة للغازات الحمضية القابلة للذوبان الموجودة بجميع أساليب إزالة الكبريت من غاز المداخن (FGD) مع أقل عوامل متكافئة زائدة وأقل معدل إنتاج للنفايات الصلبة. تتطلب التقنية كميات معينة من الماء مع حاجة ماسة لمعالجة ماء الصرف.</p>	جهاز غسل الغاز الرطب	ب

## 1.6 وصف تقنيات صناعة الجير

### 1.6.1 انبعاثات الغبار

الوصف	التقنية	
<p>يرد وصف عام لمرسبات ESPs بالقسم 1.5.1.</p> <p>ESPس مناسبة للاستخدام في درجات الحرارة التي تتجاوز درجة التكتف وتصل إلى 400 درجة مئوية. إضافة إلى ذلك، من الممكن استخدام ESPس بالقرب من درجة التكتف أو أدناها. بسبب التدفقات الكبيرة الحجم وحمولات الغبار العالية نسبياً، فإن الأفران الدوارة التي لا تحتوي على أجهزة تسخين مسبق وأيضاً الأفران الدوارة المزودة بأجهزة تسخين مسبق مجهزة بمرسبات ESPس. في حالة الدمج مع برج تبريد، يمكن تحقيق أداء ممتاز.</p>	مرسب إلكتروستاتيكي (ESP)	أ
<p>يرد وصف عام بشأن المرشحات القماشية بالقسم 1.5.1.</p> <p>المرشحات القماشية ملائمة جداً للأفران ومصانع طحن وجرش الجير الحي بالإضافة إلى الحجر الجيري؛ مصانع صناعة الجير المطفأ؛ ونقل المواد؛ ومنشآت التخزين والتحميل. غالباً ما يكون الدمج مع فرازة دوامية ذات مرشحات أولية مفيداً. تطبيق المرشحات القماشية محدود بسبب ظروف غاز المداخن مثل درجة الحرارة والترطيب وشحنة الغبار والتركيب الكيميائي. توجد أنواع مختلفة من المواد القماشية المتاحة المقاومة للتآكل الميكانيكي والحراري والكيميائي لتتماشى مع تلك الظروف.</p>	مرشح قماشي	ب
<p>في حالة أجهزة فصل الغبار الرطبة، يجري التخلص من الغبار الناجم عن تيارات الغازات الخارجة عن طريق جعل تدفق الغاز في اتصال وثيق مع سائل التنظيف الرطب (عادة الماء)، بحيث يُحتفظ بجزيئات الغبار في السائل ويمكن شطفها بعيداً. يوجد عدد من الأنواع المختلفة لأجهزة غسل الغاز الرطب المتاحة لإزالة الغبار. الأنواع الرئيسية التي استُخدمت في أفران الجير هي أجهزة غسل الغاز الرطب متعددة التسلسل/متعددة المراحل وأجهزة غسل الغاز الرطب الديناميكية وأجهزة غسل الغاز الرطب الفنتورية. أغلب أجهزة غسل الغاز الرطب المستخدمة في أفران الجير هي أجهزة غسل الغاز الرطب متعددة التسلسل/متعددة المراحل.</p> <p>يقع الاختيار على أجهزة غسل الغاز الرطب عندما تكون درجات حرارة غازات المداخن قريبة من درجة التكتف أو أقل منها. وقد يقع عليها الاختيار حينما تكون المسافة محدودة. تُستخدم أجهزة غسل الغاز الرطب أحياناً مع درجات حرارة أكثر ارتفاعاً للغازات، وفي هذه الحالة يبرد الماء الغازات ويقلل من حجمها.</p>	فرازة الغبار الرطب	ج
<p>في حالة فرازة الطرد المركزي/الفرازة الدوامية، تُطرد جسيمات الغبار المطلوب إزالتها من تيار الغاز الخارج باتجاه الجدار الخارجي للوحدة باستخدام نشاط الطرد المركزي ثم إزالتها من خلال فتحة في قاع الوحدة. يُمكن تطوير قوى الطرد المركزي من خلال توجيه تدفق الغاز في حركة حلزونية هبوطية من خلال وعاء أسطواني (فرازة دوامية) أو بواسطة دافع دوار مركب في الوحدة (فرازة ميكانيكية للطرد المركزي). على الرغم من ذلك، تقتصر ملاءمتها للاستخدام على الفرازة الأولية بسبب كفاءتها المحدودة في إزالة الجسيمات ولأنها تخفف حمولة الغبار المرتفعة لأجهزة الترسيب الإلكترونيستاتيكية والمرشحات القماشية، وتقلل من مشكلات التآكل.</p>	فرازة الطرد المركزي/الفرازة الدوامية	د

## 1.6.2 انبعاثات NO<sub>x</sub> (أكسيد النيتروجين)

الوصف	التقنية	
تُعتبر الشعلات المنخفضة NO <sub>x</sub> مفيدة لخفض درجة حرارة اللهب، ومن ثم خفض الحرارة و(إلى حد ما) NO <sub>x</sub> المشتق من الوقود. يتحقق انخفاض NO <sub>x</sub> عن طريق إمداد هواء الشطف لتقليل درجة حرارة اللهب أو التشغيل النبضي للشعلات. صُممت الشعلات المنخفضة NO <sub>x</sub> لتقليل حصة الهواء الأساسي مما يؤدي إلى انخفاض تكوين NO <sub>x</sub> بينما تعمل الشعلات متعددة القنوات الشائعة بحصة هواء أساسية تتراوح من 10 إلى 18% من إجمالي هواء الاحتراق. تؤدي الحصة الأعلى من الهواء الأساسي إلى لهب قصير ومكثف من خلال الخلط المبكر للهواء الثانوي الساخن والوقود. ينتج عن هذا لهب ذو درجات حرارة مرتفعة بالإضافة إلى تكوين كمية عالية من NO <sub>x</sub> التي يمكن تجنبها باستخدام شعلات منخفضة NO <sub>x</sub>	تصميم الشعلات (شعلة منخفضة NO <sub>x</sub> )	أ
تُنشأ منطقة الاختزال عن طريق خفض إمداد الأكسجين في مناطق التفاعل الأولية. درجات الحرارة المرتفعة في هذه المنطقة مناسبة تحديداً للتفاعل الذي يعيد تحويل NO <sub>x</sub> إلى نيتروجين أولي. في مناطق الاحتراق التالية، يزداد إمداد الهواء والأكسجين لأكسدة الغازات المتكونة. يتعين المزج الفعال للهواء/الغاز في منطقة إشعال النار لضمان إبقاء كل من CO و NO <sub>x</sub> بمستويات منخفضة.	إطلاق الهواء	ب
تُزال أكاسيد النيتروجين (NO و NO <sub>2</sub> ) من غازات المداخن عن طريق الاختزال الانتقائي غير الحفزي وتحويلها إلى نيتروجين وماء عن طريق حقن عامل الاختزال في الفرن والذي يتفاعل مع أكاسيد النيتروجين. عادةً ما تُستخدم الأمونيا واليوريا كعامل اختزال. تحدث التفاعلات في درجات حرارة تتراوح بين 850 درجة مئوية و1020 درجة مئوية، مع ترواح النطاق الأمثل بين 900 درجة مئوية إلى 920 درجة مئوية	SNCR	ج

### 1.6.3 انبعاثات SO<sub>x</sub>

الوصف	التقنية	
<p>تتضمن التقنية إضافة مادة ماصة في صورة جافة مباشرة في الفرن (عن طريق التغذية أو الحقن) أو في صورة جافة أو رطبة (مثل الجير المطفاً أو بيكربونات الصوديوم) في غازات المداخن من أجل إزالة انبعاثات SO<sub>x</sub>. عند حقن مادة ماصة في غازات المداخن، يجب توفير زمن مكوث كافٍ بين نقطة الحقن ومجمع الغبار (المرشح القماشي أو المرسب الإلكتروني) من أجل الحصول على امتصاص فعال.</p> <p>بالنسبة للأفران الدوارة، قد تشمل تقنيات الامتصاص:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• استخدام الحجر الجيري الناعم: في الفرن الدوار المستقيم المغذى بالدولميت، يمكن أن تحدث انخفاضات كبيرة في انبعاثات SO<sub>2</sub> مع أحجار التغذية التي تحتوي إما على مستويات عالية من الحجر الجيري المقسم لأجزاء دقيقة أو تكون عرضة للتفتت عند التسخين. يُسحب كلس الحجر الجيري المقسم لأجزاء دقيقة في غازات الفرن ويُزال SO<sub>2</sub> في طريقه إلى مجمع الغبار وبداخله.</li> <li>• حقن الجير في هواء الاحتراق: تقنية حاصلة على براءة اختراع ( EP 0 734 A1 755 ) والتي تُزيل انبعاثات SO<sub>2</sub> من الأفران الدوارة عن طريق حقن الجير الحي أو المطفاً المقسم لأجزاء دقيقة في الهواء الذي يُغذى في غطاء الاشتعال بالفرن</li> </ul>	تقنيات إضافة مادة ماصة	أ

## 1.7 وصف تقنيات صناعة المغنيسيت (طريقة المعالجة الجافة)

### 1.7.1 انبعاثات الغبار

الوصف	المقياس/التقنية	
يرد وصف عام لمرسبات ESPs بالقسم 1.5.1	مرسبات إلكتروستاتيكية (ESPs)	أ
<p>يرد وصف عام بشأن المرشحات القماشية بالقسم 1.5.1</p> <p>تتولى المرشحات القماشية أكبر حصة من حجز الجسيمات، عادةً ما يزيد عن 98% ويصل إلى 99% اعتماداً على حجم الجسيمات. توفر هذه التقنية أفضل كفاءة في جمع الجسيمات مقارنةً بالمقاييس/التقنيات الأخرى للحد من تلوث الغبار المستخدمة في صناعة المغنيسيت. وعلى الرغم من ذلك، نظراً لدرجات الحرارة المرتفعة لغازات المداخل في الأفران، يجب استخدام مواد ترشيح خاصة يمكنها تحمل درجات الحرارة المرتفعة.</p> <p>عند تصنيع DBM، تُستخدم المرشحات القماشية التي تعمل في ظل درجات حرارة تصل إلى 250 درجة مئوية، مثل المرشحات القماشية المصنوعة من مادة PTFE (التفلون). تُقدم مادة المرشح هذه مقاومة جيدة للأحماض أو القلويات وتم حل الكثير من مشكلات التآكل</p>	مرشحات قماشية	ب
يرد وصف عام للفرازة الدوامية بالقسم 1.6.1. عبارة عن معدات متينة وتتمتع بنطاق درجة حرارة تشغيلية واسع ذي متطلبات طاقة منخفضة. نظراً لمحدودية درجة الفرز بالنظام، فإن الفرازات الدوامية قابلة للاستخدام بصورة أساسية كفرازات أولية للغبار الخشن وغازات المداخل	الفرازة الدوامية (فرازة الطرد المركزي)	ج
<p>يرد وصف عام لفرازات الغبار الرطب (تسمى أيضاً أجهزة غسل الغاز الرطب) في القسم 1.6.1</p> <p>يُمكن تقسيم فرازات الغبار الرطب إلى أنواع مختلفة وفقاً لتصميمها ومبادئ العمل، مثل النوع الفنتوري. يحتوي هذا النوع من فرازات الغبار الرطب على عدد من التطبيقات في صناعة المغنيسيت، بما في ذلك عند توجيه الغاز عبر أضيق مقطع من الأنبوب الفنتوري، "رقبة الفنتوري"، ويُمكن تحقيق سرعات متجهة للغاز تتراوح بين 60 و120 م/ث. تنتشر سوائل الغسيل التي تُغذى في عنق أنبوب الفنتوري في صورة رذاذ من القطرات الدقيقة جداً وتختلط على نحو مكثف بالغاز. تصبح الجسيمات المفصولة في صورة قطرات ماء أثقل ويمكن سحبها بسهولة باستخدام فرازة قطرات مثبتة في فرازة الغبار الرطب الفنتورية هذه</p>	فرازات الغبار الرطب	د

## 1.7.2 انبعاثات SO<sub>x</sub>

الوصف	التقنية	
<p>تتضمن التقنية حقن مادة ماصة في صورة جافة أو رطبة (غسل شبه جاف للغاز) في غازات المداخن من أجل إزالة انبعاثات SO<sub>x</sub> ضروري توفير زمن مكوث كافٍ للغاز بين نقطة الحقن ومجمع الغبار من أجل الحصول على امتصاص عالي الفعالية. يمكن استخدام أنواع أكسيد المغنسيوم النشط كمواد ماصة فعالة لـSO<sub>2</sub> في صناعة المغنيسيت. على الرغم من الكفاءة المنخفضة مقارنة بالمواد الماصة الأخرى، فإن استخدام أنواع أكسيد المغنسيوم النشط يضيف ميزة مزدوجة لأنه يقلل من تكاليف الاستثمار وأيضًا لا يُولِّث غبار المرشح بمواد أخرى ويمكن إعادة استخدامه بدلاً من المواد الخام لإنتاج المغنيسيت أو يُستخدم كسماد (كبريتات المغنسيوم) لخفض توليد النفايات</p>	تقنية إضافة مادة ماصة	أ
<p>في تقنية غسل الغاز الرطب، يُمتص SO<sub>x</sub> بواسطة سائل/ملاط يُرش في اتجاه معاكس في غازات المداخن ببرج الرش. تتطلب التقنية كمية من الماء بين 5 و 12 م<sup>3</sup>/طن منتج، مع حاجة ماسة لمعالجة ماء الصرف</p>	جهاز غسل الغاز الرطب	ب