

إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية

مقدمة

وتتضمن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها. وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنية، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنية المحددة إلى الرأي المهني المتخصص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

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

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

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

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



التطبيق

- الانبعاثات الهوائية
- المياه المستعملة
- النفايات الصلبة

الانبعاثات الهوائية

قد تتولد انبعاثات الهواء من عملية تخزين ومناولة المواد الخام أو أثناء عملية حرق السيراميك أو تجفيفه بالرداذ. وفي الحالة الثانية، يمكن أن تصدر الانبعاثات من المواد الخام و/أو الوقود المستخدم في إنتاج الطاقة والحرارة.

المادة الجسيمية

تتضمن المصادر الرئيسية لانبعاثات المواد الجسيمية مناولة المواد الخام (على سبيل المثال، الغريلة والخلط والوزن والنقل/التوصيل)؛ والسحق/الطحن الجاف (أقل شيوعاً من الطحن الرطب)؛ والتجفيف (على سبيل المثال التجفيف بالرداذ)؛ وعمليات الرش بالطلاء (على سبيل المثال لكل من إنتاج بلاط السيراميك والأدوات الصحية)؛ وعمليات صقل الأدوات المحروقة.

وتتضمن أساليب منع انبعاثات المواد الجسيمية المنفلتة والسيطرة عليها ما يلي:

- فصل مناطق التخزين عن مناطق التشغيل؛
- استخدام الصوامع المغلقة لتخزين مواد المسحوق السائب؛
- استخدام أساليب الوقاية من الرياح، حواجز الوقاية من الرياح (على سبيل المثال الحواجز الصناعية أو النباتات الخضراء الرأسية، مثل الأشجار والشجيرات كثيفة النمو) في حالة تخزين المواد الخام في شكل أكوام في الخلاء.
- استخدام الأنظمة المغلقة في نقل المواد الخام الجافة (مثل الناقلات والمغذيات الولبية المغلقة)؛

تتضمن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة لأجل تصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية معلومات تتعلق بالمشاريع والمرافق الخاصة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية. ويحتوي الملحق (أ) على وصف كامل لأنشطة الصناعة في هذا القطاع. ولا تتضمن هذه الوثيقة معلومات بشأن عملية استخراج المواد الخام، والتي تم تضمينها في الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل استخراج مواد البناء.

وهذه الوثيقة تم تنظيمها وفق الأقسام التالية:

القسم 0-1: الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها
القسم 0-2: مؤشرات الأداء ورصده
القسم 0-3: ثبت المراجع والمصادر الإضافية
الملحق(أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

0-1 الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

يعرض القسم التالي ملخصاً بقضايا البيئة والصحة والسلامة المرتبطة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية والتي تحدث خلال مرحلة التشغيل، هذا فضلاً عن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل معها. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بالتعامل مع قضايا البيئة والصحة والسلامة الشائعة في غالبية المرافق الصناعية الكبرى خلال مرحلة الإنشاء وإيقاف التشغيل قد تم تقديمها في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

1-1 البيئة

تتضمن القضايا البيئية المرتبطة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية بصفة أساسية ما يلي:



- استخدام معدات استخراج الغبار والمرشحات الكيسية، وبالأخص عند نقاط تحميل وتفريغ المواد الجافة، وفي أماكن تقطيع / شحذ المنتجات وصلقلها؛²
- الحد من نقاط تسرب الهواء والانسكاب من خلال أنشطة الصيانة؛
- الاحتفاظ بمستوى ضغط سلبي في الأنظمة المغلقة المستخدمة في مناولة المواد وإزالة الغبار من الهواء المسحوب؛
- استخدام أجهزة فصل الغبار الرطب لمعالجة الانبعاثات الناتجة عن عمليتي التجفيف بالرداذ والتزجيج أثناء تصنيع السيراميك الفاخر. ويمكن أيضاً استخدام المرشحات الرقائقية المُلبدة لفصل الغبار أثناء عملية التزجيج بالرداذ ولتنظيف الغازات المنبعثة من كبائن الرش. وتتسم هذه المرشحات بمقاومتها العالية للتآكل، وبكفاءة تجميعية تصل إلى 99.99 في المائة.
- استخدام أنواع الوقود التي تتميز بانخفاض محتوى الكبريت، كالغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال (LPG)؛
- استخدام المواد الخام التي تتميز بانخفاض محتواها من الكبريت وكذا إضافات البدن التي تتسم بمحتوى منخفض من الكبريت لتقليل مستويات الكبريت في المواد المُعالجة؛
- تحسين عملية التسخين ودرجة حرارة الحرق، وخفض الأخيرة إلى أقل معدل ممكن (على سبيل المثال 400 درجة مئوية)؛
- استخدام أجهزة غسل الغاز الجافة أو الرطبة. وإذا لم يكن بإمكان الامتصاص الجاف توليد تركيز غاز نظيف كافٍ، يتم تنفيذ استخدام أجهزة غسل الغاز الرطبة (أجهزة غسل تفاعلية أو مفاعلات بالسقي) بإضافة بعض المواد الكيميائية التفاعلية الأساسية (المواد الكيميائية القائمة على الكالسيوم والصوديوم) المذابة في ماء الغسل (التخفيف الرطب).

أكاسيد الكبريت

يتوقف انبعاث ثاني أكسيد الكبريت في غازات العادم من أفران السيراميك على محتوى الكبريت بالوقود وبعض المواد الخام (مثل الجبس والبيريت والمركبات الكبريتية الأخرى). ورغم ذلك، فإن وجود الكربونات في المواد الخام قد يمنع تكون انبعاثات الكبريت بسبب تفاعلها مع ثاني أكسيد الكبريت. وتتضمن أساليب منع التلوث والسيطرة المستخدمة في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت ما يلي:

- تحسين درجات حرارة قمة اللهب بالأفران، والاستعانة بالكمبيوتر في إدارة عملية الحرق بالأفران؛
- خفض محتوى النيتروجين في المواد الخام والإضافات؛
- استخدام المحارق التي تتميز بانخفاض محتواها من أكاسيد النيتروجين.

² يكثر استخدام المرشحات الكيسية في صناعة الخزف وتكون ذات أهمية أكبر إذا كان الغبار يحتوي على مستويات خاصة من المعادن. ويمكن استخدام هذه المرشحات في عمليان إزالة الغبار في الصوامع أو إعداد المواد الخام الجافة ومناولتها أو التجفيف بالرداذ أو الطحن الجاف أو عملية التشكيل. وتتطلب السيطرة على التآكل الحفاظ على درجات حرارة ملائمة، علماً بأن هذه المرشحات ذات كفاءة تجميعية تصل إلى 95 في المائة.



انبعاثات غازات الدفيئة

- استخدام المحارق عالية السرعة للحصول على كفاءة احتراق ونقل حرارة أعلى؛
- تحسين درجات حرارة قمة اللهب بالأفران، واستخدام الكمبيوتر في إدارة عملية الحرق بالأفران؛
- تحسين عملية نقل المواد المجففة بين المجفف والفرن، ومتى أمكن، استخدام منطقة التسخين المسبق الموجودة بالفرن لإكمال عملية التجفيف (لتجنب التبريد غير الضروري لأدوات التجفيف قبل القيام بعملية الحرق)؛
- استعادة الحرارة الزائدة من الفرن، وبصفة خاصة من منطقة التبريد، بالنسبة للمجففات الحرارية ومنتجات التجفيف المسبق؛
- استرداد الحرارة من غاز عادم الفرن لإجراء التسخين المسبق لهواء الاحتراق.

وتتضمن فرص كفاءة الطاقة في أجهزة التجفيف بالرداذا ما يلي:

- اختيار أجهزة التجفيف بالرداذا ذات الفوهات المحسنة؛
- تركيب عازل لأجهزة التجفيف بالرداذا؛
- التحديد المناسب لحجم مراوح العادم وتركيب أجهزة تحكم ذات سرعات متغيرة بمقومات عكسية، بدلاً من المراوح والمنظمات الخانقة ذات السرعة الثابتة.

وتشمل فرص تحقيق الكفاءة الأخرى ما يلي:

- استخدام المكابس الهيدروليكية عالية الضغط مع بلاط السيراميك؛
- استخدام الصب بالضغط في مصانع الأدوات الصحية؛
- تحسين وقت دورة الطحن في الطواحين الكروية؛
- تحسين كمية المياه المستخدمة في خليط الطحن؛

ترتبط انبعاثات غازات الدفيئة (GHG)، لا سيما ثاني أكسيد الكربون، بصفة رئيسية باستخدام الطاقة في الأفران وأجهزة التجفيف بالرداذا. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة معلومات إضافية حول استراتيجيات التعامل، بما في ذلك الحفاظ على الطاقة، فيما يتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن اتباع التدابير التالية للحد من استهلاك الطاقة في هذا القطاع:

- استبدال الأفران التي لا تعمل بكفاءة (مثل أفران اللهب الهابط)، وتركيب أفران جديدة نفقية أو مكوكية ذات حجم ملائم أو أفران الإحراق السريع (كالأفران ذات المجرمة الدوارة). وفي صناعة الأدوات الصحية، ينبغي تركيب الأفران ذات المجرمة الدوارة، لا سيما في حالة إنتاج عدد قليل من الأشكال؛
- استبدال زيت الوقود الثقيل والوقود الصلب بوقود نظيف (مثل الغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال)؛
- تطوير أغشية الأفران من أجل تقليل فقد الحرارة نتيجة التدفق الزائد للهواء (على سبيل المثال، الصندوق المعدني أو مانعات التسرب المائي في الأفران النفقية والأفران ذات الإشعال المتقطع)؛
- تحسين مستوى العزل الحراري للأفران للحد من الحرارة المفقودة؛
- استخدام العزل الحراري الكتلي المنخفض مع الأفران ذات الإشعال المتقطع؛
- استخدام عربات الأفران ذات الكتلة الحرارية المنخفضة من أجل تحسين الكفاءة بشكل عام (كاستخدام مواد مثل كورديريت موليت وكربيد السيليكون المعاد بلورته) إلى جانب خفض أحمال الطفيليات الأخرى³؛

المسافة المتاحة للأدوات. كما يمكن أيضاً من الالتزام الأكبر بدرجات الحرارة المفضلة في عمليتي التسخين والتبريد وكذا تقليل تعرض المنتجات للصدمة الحرارية.

³ تسمح عربات الأفران ذات الكتلة الحرارية المنخفضة بادخار كميات كبيرة من الوقود في الأفران النفقية وزيادة سعة الإنتاجية من خلال زيادة



الطلاء المستخدمة في صباغة السيراميك. ولتقليل انبعاثات المعادن، ينبغي القيام بما يلي:

- استخدام مواد الطلاء الزجاجي المتاحة والمعروفة بعدم اشتمالها على الرصاص أو المعادن السامة الأخرى، وتجنب الأصباغ والألوان المعتمدة على الكروم والتي تحتوي على الأنثيمون أو الباريمون أو الكوبالت أو الرصاص أو الليثيوم أو المنجنيز أو الفانديوم؛
- استخدام المركبات الملونة (كالأصباغ المشتملة على البقع) التي تكون ثابتة عند درجات الحرارة المرتفعة وخاملة بوجه عام في أنظمة السيليكاكات. ويمكن الحد من مخاطر تطاير المعادن مع هذا النوع من الطلاء الزجاجي بشكل أكبر من خلال دورات الحرق القصيرة؛
- استخدام تقنيات الحد من الأتربة عالية الكفاءة (مثل المرشحات القماشية).

المياه المستعملة

المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية

تتكون المياه المستعملة الناتجة عن العمليات بصفة رئيسية من مياه التنظيف في وحدات الإعداد والصب، إلى جانب الأنشطة المصاحبة للعديد من العمليات (مثل التزجيج والزخرفة والتلميع والطحن الرطب). وتتسم المياه المستعملة الناتجة عن العمليات بتعكرها وعدم صفوها بسبب الجزيئات العالقة لمعادن الطلاء الزجاجي والفخار. وتتضمن الملوثات المحتملة التي تثير القلق الجوامد العالقة (مثل الطين والسيليكاكات غير القابلة للذوبان) والمعادن الثقيلة المعلقة والمذابة (مثل الرصاص والزنك) إلى جانب الكبريتات والبيروكسيدات وكميات ضئيلة من المواد العضوية. وتتضمن التدابير المرتبطة تحديداً بالقطاع بالنسبة للحد من توليد المياه المستعملة ما يلي:

- تحديد الحمل الكهربائي في الطواحين، من خلال اعتماد المحركات الكهربائية ذات السرعة المزدوجة أو المحركات الكهربائية المزودة بقارنات السوائل؛
- استخدام حساسات الرطوبة لضبط التجفيف والطلاء في تصنيع بلاط السيراميك؛
- استخدام التوليد المشترك للحرارة والطاقة لتوليد الطاقة بواسطة الحرارة الضائعة عن عملية تشغيل جهاز التجفيف بالرداد المعتمد على توربينات الغاز.

الكلوريدات والفلوريدات

الكلوريدات والفلوريدات عبارة عن ملوثات توجد في الغازات العادمة المنبعثة من أفران السيراميك ويتولدان من الشوائب الموجودة في المواد الفخارية. وقد يؤدي استخدام الإضافات والكلوريدات المحتوية على الماء أثناء عملية إعداد المواد الخام إلى صدور انبعاثات حمض الهيدروكلوريك (HCl). وقد يصدر كذلك حمض آخر، هو حمض الهيدروفلوريك نتيجة لتحلل الفلوروسيليكاكات في الفخار. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاثات الكلوريدات والفلوريدات والتحكم فيها ما يلي:

- استخدام المواد الخام والإضافات التي تتميز بمحتواها المنخفض من الفلورين، والتي يمكن الاستعانة بها في تخفيف الانبعاثات في المواد المعالجة؛
- استخدام أنظمة غسل الغاز الجافة؛ حيث يمكن السيطرة على انبعاثات حمض الهيدروكلوريك وحمض الهيدروفلوريك باستخدام المواد الماصة الرئيسية، بما في ذلك بيكربونات الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم والجير، في الأحوال الجافة أو الرطبة.

المعادن

يكون محتوى المعدن الصلب في غالبية مواد السيراميك الخام منخفضاً بوجه عام ويثير قلقاً محدوداً، باستثناء بعض مواد



التدفقات الأخرى للمياه المستعملة واستهلاك المياه

تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توجيهات حول كيفية التعامل مع المياه المستعملة غير الملوثة الناتجة عن العمليات التي تتم في المرافق الصناعية، ومياه العواصف غير الملوثة، ومياه الصرف الصحي. ويجب توجيه مجاري المياه المستعملة الملوثة إلى نظام معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية. وتعرض الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات لخفض استهلاك المياه، لا سيما في الأماكن التي تكون فيها المصادر الطبيعية محدودة.

النفايات الصلبة

تتكون نفايات العمليات الناتجة عن صناعة المنتجات الخزفية بصفة أساسية من أنواع مختلفة من الحمأة، منها الحمأة المخفضة من المياه المستعملة، وحمأة المعالجة الناتجة عن عملية التزجيج، والجص، وأنشطة الطحن. وتشمل نفايات العمليات الأخرى الأدوات المكسورة من أنشطة العمليات (مثل عمليات التشكيل والتجفيف والحرق)، والمواد الحرارية المكسورة؛ والمواد الصلبة الناتجة عن عمليات معالجة الغبار (مثل تنظيف غاز المداخل وإزالة الغبار)؛ وقوالب الجص المستهلكة؛ وعوامل الامتصاص المستهلكة (مثل الحجر الجيري المسحوق وغبار الحجر الجيري)؛ وبقايا عملية التغليف (مثل البلاستيك والخشب والمعادن والورق).

وتتضمن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل مع المخلفات الصلبة ما يلي:

- خفض إنتاج النفايات عن طريق عمليات تحسين التشغيل مثل:

استخدام وحدات صب البطانة بالضغط (التضاغط

المتوازن) ذات القوالب البوليمر بدلاً من قوالب الجص؛

- استخدام أنظمة تنظيف الغازات الناتجة بدلاً من التنظيف الرطب للغازات المنبعثة؛
- متى أمكن، تركيب أنظمة جمع نفايات الطلاء الزجاجي؛
- تركيب شبكات أنابيب لنقل البطانة؛
- فصل تدفقات المياه المستعملة الناتجة عن العمليات عن خطوات التصنيع الأخرى وتطبيق أنظمة إعادة استخدام المياه مغلقة الدائرة؛⁴

معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات

تتضمن الأساليب الخاصة بمعالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية في هذا القطاع معادلة التدفق والحمل بضبط الأس الهيدروجيني؛ والترسيب لخفض المواد الصلبة العالقة باستخدام أحواض تصفية أو أجهزة تنقية؛ والترشيح متعدد الوسائط لخفض المواد الصلبة العالقة التي يتعذر تصفيتها؛ ونزح الماء والتخلص من المخلفات في مدافن النفايات، أو في المواقع المخصصة للنفايات الخطرة، إذا كانت من النوع الخطر. وقد يتطلب الأمر استخدام ضوابط هندسية إضافية من أجل الإزالة المتقدمة للمعادن باستخدام الترشيح الغشائي أو تقنيات المعالجة الفيزيائية/الكيميائية الأخرى.

وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة

كيفية التعامل مع المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية وأمثلة لمقتربات المعالجة. ويتعين على المرافق، من خلال استخدامها لهذه التقنيات وأساليب الممارسة الصحيحة المتعلقة بكيفية التعامل مع المياه المستعملة، أن تفي بالقيم الإرشادية المعنية بتصريف المياه المستعملة والمبينة بالجدول ذي الصلة بالقسم 2 من وثيقة قطاع الصناعة هذا.

⁴ تتراوح النسبة النموذجية لإعادة تدوير المياه بالنسبة لتصنيع بلاط السيراميك بين 70-80 بالمائة، وبين 30-50 بالنسبة لتصنيع الأدوات الصحية.



بالنسبة لمعظم المرافق الصناعية وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة طرق منعها والسيطرة عليها. وبصفة رئيسية، تتضمن قضايا الصحة والسلامة المهنية المرتبطة بمرحلة عمليات التشغيل الخاصة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية ما يلي:

- مخاطر الجهاز التنفسي
- التعرض للحرارة
- التعرض للضوضاء / الاهتزازات
- المخاطر البدنية
- المخاطر الكهربائية

مخاطر الجهاز التنفسي

يعتبر التعرض في أماكن العمل لمواد جسيمية دقيقة عالقة بالهواء في صورة غبار السيليكا مشتق من رمال السيليكا والفلسبار، أهم المخاطر المهنية في هذا القطاع. وقد تنشأ المخاطر الأخرى المحتملة من إضافة الطلاء الزجاجي وألياف السيراميك الحرارية العالقة في الهواء إلى جانب المواد الثانوية للاحتراق. وتتضمن الطرق الموصى بها لمنع التعرض والسيطرة عليه ما يلي:

- فصل مناطق تخزين المواد الخام عن مناطق التشغيل الأخرى؛
- تركيب نظم تهوية العادم المحلية بوحدات المرشحات (مثل أغطية مجمرات الفرن)؛
- تركيب أنظمة تنفيس الأفران (كاستخدام المنفسات القابلة للضبط التي يتم تثبيتها بالجزء العلوي للأفران) من أجل تيسير عمليات التحميل والتفريغ بالأفران؛
- تنفيذ عملية إزالة الغبار الدورية من على الأسطح (مثل أجهزة التنظيف بالشفط المزودة بفلاتر الهواء عالية الكفاءة لالتقاط الجسيمات HEPA)؛

زيادة مدة استغلال قوالب الجص (على سبيل المثال، عن طريق استخدام قوالب جص أكثر صلابة يتم الحصول عليها من خلال استخدام خلطات الجص الأوتوماتيكية أو خلطات الجص الهوائية)؛
تركيب ضوابط إلكترونية لمنحنى الحرق (لتحسين العمليات وتقليل نسبة الأدوات المتكسرة)؛

تركيب كبائن الرش التي تسمح باستعادة الطلاء الزجاجي الزائد؛

- تقليل النفايات الناتجة عن عملية إعادة التدوير وإعادة الاستخدام الداخلي للفتات والأدوات المكسورة وقوالب الجص المستخدمة والمنتجات الثانوية الأخرى، بما في ذلك الحمأة بواسطة الأساليب التالية:

إعادة تدوير الحمأة في قوالب السيراميك، وخصوصاً في المرافق التي يتم فيها تنفيذ سحق الرطب في إعداد المواد الخام؛

إعادة استخدام الحمأة من عملية تصنيع السيراميك الفاخر والأدوات الصحية كمادة خام أو إضافة في عملية تصنيع الطوب أو ركام الطين الممتدد؛

إعادة تدوير، كمادة خام، الغبار المتجمع في أنظمة التخفيف ومن خلال أنشطة العمليات المختلفة،

بالإضافة إلى الفتات والفوائد الأخرى الناتجة عن العمليات؛

- بالنسبة للمواد التي لا يمكن إعادة تدويرها، يتم التخلص منها وفقاً لإرشادات التعامل مع النفايات الصناعية الواردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

2-1 الصحة والسلامة المهنية

تعد آثار الصحة والسلامة المهنية أثناء إنشاء وإيقاف تشغيل مرافق تصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية مشتركة



- تقليل وقت العمل اللازم في البيئات مرتفعة الحرارة (على سبيل المثال، جعل ورديات العمل قصيرة الوقت في هذه المواقع)،
- استخدام معدات الوقاية الشخصية (مثل القفازات المعزولة والكمادات المزودة بالهواء أو الأكسجين)، لا سيما أثناء القيام بعمليات الصيانة؛

الضوضاء والاهتزازات

تشتمل مصادر الضوضاء على عمليات إعداد المواد الخام (مثل عمليات السحق والطحن والخلط الجاف والرطب والغرلة والتصفية)، وعمليات الكبس والتخزين. وتتيح الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة مبادئ توجيهية حول التعامل مع الضوضاء.

المخاطر البدنية

تمثل الأنشطة ذات الصلة بتشغيل وصيانة المعدات (على سبيل المثال مصانع الاستخلاص وأجهزة الفصل الموجودة بالمصانع والناقلات المزودة بالسيور) مصدرًا من مصادر التعرض للتأثيرات البدنية، وخصوصًا أثناء تشغيل وإيقاف المعدات. وهناك مخاطر نموذجية أخرى منها مناولة المواد الحادة ورفع الأشياء الثقيلة والحركة الدائبة. وتشتمل الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة مبادئ توجيهية حول الوقاية من المخاطر البدنية والتحكم فيها.

المخاطر الكهربائية

قد يتعرض العاملون إلى مخاطر كهربائية نتيجة وجود معدات كهربائية في مرافق تصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية. وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات لمنع التعرض للمخاطر الكهربائية والسيطرة عليه.

- كنس مكان العمل باستخدام معدات الكنس بالشفط أو الفوهات الموجهة لأسفل أو الكنس الرطب بدلاً من عملية الكنس الجاف؛
- شراء المواد الممزوجة مسبقًا، إذا أمكن، من أجل تقليل الحاجة إلى القيام بعملية المزج. وتقليل الحاجة إلى استعمال الجواريف لجمع المساحيق الجافة والترتيب لاستلام المواد الخام في حاويات كبيرة، للتعامل معها من خلال المرافع الشوكية؛
- نقل المواد الخام من خلال ناقلات أو أنابيب مغلقة؛
- إجراء تطبيقات التزجيج في مناطق جيدة التهوية مع تركيب كبائن الرش. وتجنب استخدام مواد الطلاء الزجاجي ذات الذوبانية المنخفضة والمحتوية على الرصاص أو أية معادن ثقيلة أخرى؛
- توفير معدات الوقاية الشخصية (مثل الأردية السروالية والملابس الواقية والقفازات وأقنعة الوجه) للعاملين في بيئات الغبار والذين يقومون بإضافة الطلاء الزجاجي.

التعرض للحرارة

قد يتعرض الشخص للحرارة أثناء عملية تشغيل وصيانة الأفران أو المعدات الساخنة الأخرى. ويعد التعرض لحرارة الإشعاعات ودرجات الحرارة المتغيرة والرطوبة العالية المحيطة من المخاطر المرتبطة بالصناعة. وتتضمن الطرق الموصى بها لمنع التعرض للحرارة والسيطرة عليه ما يلي:

- التأكد من تهوية مكان العمل على نحو ملائم (على سبيل المثال، استخدام قنوات نقل الهواء الصحي، والسماح بالتهوية العرضية وتركيب مراوح العادم)؛
- توفير غرف مبردة بالهواء للعاملين لفضاء أوقات الراحة بها؛
- عزل الأسطح التي يكون فيها العاملون قريبين من المعدات الساخنة؛



1.3 صحة المجتمعات المحلية وسلامتها

تتماثل التأثيرات الواقعة على صحة المجتمع المحلي وسلامته أثناء إنشاء، وتشغيل، وإيقاف تشغيل مرافق تصنيع السيراميك مع التأثيرات الحادثة أثناء إنشاء، وتشغيل، وإيقاف تشغيل معظم المرافق الصناعية الكبيرة وقد تناولها بالمناقشة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.



0-2 مؤشرات الأداء ورصده

1-2 البيئة

إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة

يقدم الجدولان 1 و 2 إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة لهذا القطاع. وتشرح القيم الإرشادية الخاصة بالانبعاثات والنفايات السائلة الناتجة عن العمليات في هذا القطاع الممارسة الصناعية الدولية الجيدة كما هي واردة في المعايير ذات الصلة للبلدان التي لديها أطر تنظيمية معترف بها. كما يمكن تطبيق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل العادية داخل المرافق المصممة والمشغلة على نحو ملائم من خلال تطبيق أساليب منع التلوث والسيطرة عليه والتي تم تناولها بالمناقشة في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة. وينبغي تطبيق هذه المستويات بدون تخفيف، فيما لا يقل عن 95 في المائة من وقت تشغيل المصنع أو الوحدة، بعد حسابها كنسبة من ساعات التشغيل السنوية. ويجب تبرير عدم تطبيق هذه المستويات بالنسبة لأوضاع مشروع محلي محدد في التقييم البيئي.

إن الإرشادات المعنية بانبعاث الملوثات تنطبق على الانبعاثات الناتجة عن العمليات. وتوفر الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توجيهات حول انبعاث الملوثات من مصادر الاحتراق المرتبطة بأنشطة توليد الطاقة البخارية والكهربائية من مصادر لها قدرة تساوي أو تقل عن 50 ميجاواط؛ أما انبعاثات مصادر الطاقة الأكبر فتعالجها الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الحرارية. كما تقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة إرشاداً حول اعتبارات البيئة المحيطة استناداً إلى إجمالي حمل الانبعاثات.

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



مجموع المواد الصلبة المعلقة	مليغرام/ لتر	50
زيوت وشحوم	مليغرام/ لتر	10
رصاص	مليغرام/ لتر	0.2
كادميوم	مليغرام/ لتر	0.1
كروم (إجمالي)	مليغرام/ لتر	0.1
كوبالت	مليغرام/ لتر	0.1
نحاس	مليغرام/ لتر	0.1
نيكل	مليغرام/ لتر	0.1
زنك	مليغرام/ لتر	2
زيادة درجة الحرارة	درجة مئوية	>3 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ عند حافة منطقة خلط قائمة علمياً تأخذ في الاعتبار نوعية المياه المحيطة، واستخدام المياه المستقبلية، والمستقبلات المحتملة، والقدرة التمثيلية		

استغلال الموارد

تعطينا الجداول التالية، من 3 إلى 5، أمثلة لمؤشرات استهلاك
الموارد والعبء عليها في هذا القطاع. ويتم إتاحة القيم
المعيارية للصناعة بغرض المقارنة فقط وعلى المشروعات
الفردية أن تستهدف التحسين المستمر.

الجدول 1: مستويات الانبعاثات الهوائية من تصنيع بلاط السيراميك		
الملوثة	الوحدة	القيمة الإرشادية
الجسيمات	مليغرام/متر مكعب عادي ³	50 ⁽¹⁾
ثاني أكسيد الكبريت	مليغرام/متر مكعب عادي ³	400 ⁽²⁾
أكاسيد النيتروجين	مليغرام/متر مكعب عادي ³	600 ⁽²⁾
كلوريد الهيدروجين	مليغرام/متر مكعب عادي ³	30
فلوريد الهيدروجين	مليغرام/متر مكعب عادي ³	5
رصاص	مليغرام/متر مكعب عادي ³	0.5
كادميوم	مليغرام/متر مكعب عادي ³	0.2
الكربون العضوي الكلي	مليغرام/متر مكعب عادي ³	20
ملاحظات: ⁽¹⁾ مداخل المجفف والفرن ⁽²⁾ عمليات الأفران (عند 10 في المائة أكسجين).		

الجدول 3: استهلاك الطاقة		
معايير الصناعة الإرشادية	الوحدة	المدخلات حسب وحدة المنتج
تصنيع بلاط السيراميك- استهلاك الطاقة		
-980 2,200	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية: عملية التجفيف بالرداذ
-250 750	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية: عملية التجفيف

الجدول 2: مستويات النفايات السائلة من تصنيع بلاط السيراميك		
الملوثة	الوحدة	القيمة الإرشادية
الأس الهيدروجيني	وحدة معيارية	9-6
الحاجة الحيوية الكيميائية للأكسجين ⁵	مليغرام/ لتر	50



الجدول 4: توليد النفايات		
معياري الصناعة الإرشادي	الوحدة	الإنتاج لكل وحدة منتج
100	غم/م ² من سطح البلاطة	نفايات الطلاء الزجاجي الناتجة عن عملية تزجيج أسطح البلاطات
150-90	غم/م ² من سطح البلاطة	الحماة
-700 1300	غم/م ² من سطح البلاطة	النفايات الصلبة - الكسرات والبلاطات المعيبة
-0.08 0.1	م ³ /اليوم	استعادة الطلاء الزجاجي وإعادة استخدامه في تصنيع الأدوات الصحية
3-1.5	كيلوغرام كيلوغرام/العنصر	الطلاء الزجاجي المستخدم لكل عنصر من الأدوات الصحية

-5,400 6,300	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية: الحرق: البلاطات المحروقة مرة واحدة (الأفران النفقية)
-6,000 7,300	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية الحرق: البلاطات المحروقة مرتين (الأفران النفقية)
-1,900 4,800	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية الحرق: البلاطات المحروقة مرة واحدة (الأفران ذات المجرمة الدوارة)
-3,400 4,600	كيلوجول/غرام	الطاقة الحرارية الحرق: البلاطات المحروقة مرتين (الأفران ذات المجرمة الدوارة)
150-50	كيلو واط ساعة/ كيلوغرام	الطاقة الكهربائية العصر
40-10	كيلو واط ساعة/ كيلوغرام	الطاقة الكهربائية التجفيف
150-20	كيلو واط ساعة/ كيلوغرام	الطاقة الكهربائية الحرق
تصنيع الأدوات الصحية - استهلاك الطاقة		
-9,100 12,000	كيلوجول/غرام	الفرن النفقي التقليدي
-4,200 6,500	كيلوجول/غرام	الفرن النفقي الحديث المزود بعازل من الفيبر الخفيف
-3,500 5,000	كيلوجول/غرام	الفرن ذو المجرمة الدوارة
-8,500 11,000	كيلوجول/غرام	فرن مكوكي حديث
المصدر: EU BREF (2005)		

(NIOSH) ⁶ ، وحدود التعرض المسموح بها (PELs) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (OSHA) ⁷ ، والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي ⁸ ، أو ما يشابهها من مصادر.

معدلات الحوادث والوفيات

يجب على إدارات المشاريع أن تحاول خفض عدد الحوادث التي تقع بين عمال المشروع (سواء المعينين مباشرة أو المتعاقدين من الباطن) إلى أن يصل إلى مستوى الصفر، لا سيما الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى فقدان وقت العمل، أو إلى مستويات مختلفة من الإعاقة، أو حتى إلى حدوث وفيات. ويمكن مقارنة معدلات المنشأة بأداء المنشآت الأخرى في هذا القطاع في البلدان المتقدمة من خلال استشارة المصادر المنشورة (على سبيل المثال: مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة) ⁹ .

رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب رصد بيئة العمل بحثاً عن الأخطار المهنية ذات الصلة بالمشروع المحدد. وينبغي تصميم الرصد والقيام به على أيدي متخصصين معتمدين ¹⁰ كجزء من برنامج رصد الصحة والسلامة المهنية. كما يجب على المنشآت الاحتفاظ بسجلات

⁶ متاح على الموقع التالي: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>
⁷ متاح على الموقع التالي:

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

⁸ متاح على الموقع التالي:

http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

⁹ متاح على الموقعين التاليين:

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

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

¹⁰ يمكن أن يكون من بين المهنيين المعتمدين خبراء الصحة الصناعية المعتمدين، أو الخبراء المسجلون المعنونون بممارسة المهنة، أو المهنيون المعتمدون المعنونون بالصحة والسلامة، أو الأفراد المماثلون.

الرصد البيئي

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد أنها ذات آثار كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف غير المواتية. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى المؤشرات المباشرة وغير المباشرة المطبقة على مشروع بعينه للانبعاثات والنفائيات السائلة واستغلال الموارد.

يجب أن يكون معدل تكرار الرصد كافياً لتوفير بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رسده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربون وفقاً لإجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات مع استخدام معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. كما ينبغي تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أية إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات والنفائيات السائلة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

2-2 الصحة والسلامة المهنية

إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (TLV®) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (BEIS®) المنشورة من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (ACGIH) ⁵ ، ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية

⁵ متاح على الموقعين التاليين:

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

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

والسلامة إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة المهنية.

عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث الخطرة. وتتوفر من خلال الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة

0-3 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

Assopiastrelle and Snam. 1998. Rapporto Integrato Ambiente Energia Sicurezza Salute Qualità, Industria Italiana delle Piastrelle di Ceramica e dei Materiali Refrattari. Sassuolo, Italy: Assopiastrelle and Snam.

United States (US) Department of Labor, Bureau of Labor Statistics (BLS). 2003. Occupational Injuries and Illnesses: Industry Data. Years 1995–2003. Washington, DC: BLS. Available at <http://www.bls.gov/iif/oshsum.htm>

Department for Environment, Food, and Rural Affairs (DEFRA), United Kingdom. 2004. Integrated Pollution Prevention and Control. Secretary of State's Guidance for the A2 Ceramics Sector including Heavy Clay, Refractories, Calcining Clay and Whiteware. Sector Guidance Note IPPC SG7. London: DEFRA. Available at www.defra.gov.uk/environment/ppc/localauth/pubs/guidance/notes/sgnotes/

US Environmental Protection Agency (EPA). 1995. Office of Compliance. Profile of the Stone, Clay, Glass and Concrete Products Industry. Sector Notebook Project. Washington, DC: US EPA. Available at <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/>

Environment Australia. 1998. National Pollutant Inventory, Emissions Estimation Technique Manual for Bricks, Ceramics, and Clay Product Manufacturing. Canberra, Australia: Environment Australia.

US EPA. Code of Federal Regulation Title 40, Part 63 National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories. Subpart KKKKK National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Clay Ceramics Manufacturing. Washington, DC: US EPA.

Government of Hong Kong, Environmental Protection Department. 1994. Air Management Group. A Guidance Note on the Best Practicable Means for Ceramic Works. BPM4. Hong Kong: Government of Hong Kong. Available at http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/guide_ref/guide_best_pract.html

European Commission. 2005. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference Document on Best Available Techniques (BREF) for Ceramics. Seville: EIPPCB. Available at <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Commission. 1996. Corinair90. Emission Inventory Guidebook. Fine Ceramics Production. Activities 030320. Copenhagen: EC. Available at <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/B3320vs2.1.pdf>

European Environment Agency (EEA). 2001. Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Third Edition. Copenhagen: EEA. Available at <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/page012.html>

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

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

Ireland Environmental Protection Agency (EPA). 1996. BATNEEC Guidance Note – Coarse Ceramics. Class 13.4, Draft 3. Dublin: Ireland EPA. Available at <http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/>

Northern Ireland Environment and Heritage Service. 1998. Chief Inspector's Guidance to Inspectors – Ceramic Processes. Process Guidance Note GNB 3/6 Version 1. Belfast: Northern Ireland Environment and Heritage Service. Available at <http://www.ehsni.gov.uk/pollution/ipc/guidancenotespartb.htm>

الملحق (أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

يتم تصنيع منتجات السيراميك من الفخار والمواد الأخرى اللاعضوية وغير المعدنية. ويمكن تعريف بلاط السيراميك على أنه بلاطات رفيعة تستخدم لتغطية الأرضيات والحوائط. وعادة، يتم تشكيل البلاطات عن طريق البثق أو كبس الغبار في درجة الحرارة المحيطة، ثم تجفيفها وحرقتها للاحتفاظ بهيئتها على نحو دائم. ويشار بشكل عام إلى منتجات السيراميك التي تُستخدم للأغراض الصحية (مثل أحواض الحمامات، والغسيل، والخزانات، وأسبلة الشرب) بالأدوات الصحية ويتم تصنيعها بشكل رئيسي من الخزف الصيني الزجاجي (شبه البورسلين) أو الخزف الحجري. وتتراوح مستويات الإنتاج النموذجية بالنسبة لمرافق تصنيع السيراميك بين 10 إلى 50 طنًا / في اليوم بالنسبة للسيراميك الفاخر و540 إلى 500 طن / في اليوم بالنسبة لبلاط السيراميك.

وتتضمن أنشطة العمليات الشائعة في قطاع تصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية خلط معادن الطين الخام الأساسية بالمعادن الإضافية الأخرى إلى جانب عملية الحرق والصهر. وفي عملية الحرق / الصهر، يتم تحويل المواد الخام في مرحلة زجاجية (الترجيح) بدرجات حرارة تتراوح بين 1000 درجة مئوية و1400 درجة مئوية. وتزود عملية الترجيح المنتجات الخزفية بخصائص كيميائية وفيزيائية معينة، بما في ذلك مقاومة الحرارة والحرق إلى جانب المتانة والخمول الكيميائي. وتتضمن عمليات التصنيع الرئيسية التي تغطيها هذه الإرشادات التخزين الخام وإعداد المواد الخام، والتشكيل والتجفيف ومعالجة الأسطح (مثل الترجيح أو الطلاء بالمينا) والحرق والمعالجة (مثل التلميع) والفرز والتعبئة في العبوات. يوضح الشكل ألف-1 مثالاً لعملية تصنيع الخزف النموذجية.

تخزين المواد الخام ومناولتها

تتكون المنتجات الناتجة عن صناعة السيراميك بصفة أساسية من خليط معقد من معادن الطين (سيليكات الألومنيوم التي تعمل كمواد بلاستيكية) التي تتكامل مع المعادن الأخرى (مثل الإضافات، مواد الحشو والعوامل الصهارة [المواد غير البلاستيكية] ومكونات الطلاء الزجاجي). يلخص الجدول ألف-1 المواد الخام الرئيسية التي تستخدم في تصنيع السيراميك.

عادة ما يتم توزيع مكونات تصنيع البدن في منطقة تخزين المواد الخام بكميات هائلة، كما يتم تخزينها بصفة عامة في مكدسات أو في الحاويات / الصوامع من أجل الحد من التفاعل مع العوامل الجوية والعوامل المثيرة للغبار. هذا ويتم إعداد المواد الخام عن طريق عمليات عديدة (مثل السحق الأولي والثانوي أو الطحن أو الغريلة أو السحق الجاف أو الرطب أو الغريلة الجافة أو الرش بالتجفيف أو التكليل)، وبعد ذلك يتم خلط هذه المواد وكبسها قبل بثقها وصبها في الشكل المطلوب (التشكيل / التكوين). كما يتم إعداد مواد الطلاء الزجاجي باستخدام السيليكا (كمكون دهان رئيسي) والعوامل الصهارة (مثل الفلويات والتراب القلوي والبورون والرصاص) والمواد المعتمدة (مثل الزركونيوم والتيتانيوم) ومواد التلوين (مثل الحديد والكروم والكوبالت والمنجنيز). أما الماء فيتم استخدامه بشكل منتظم من أجل تعزيز عملية الخلط والتشكيل، والتي يعقبها مرحلة التجفيف. ومن الممكن أيضاً القيام بعملية معالجة الأسطح وتزيين المنتجات الفخارية. وبعد ذلك، يتم وضع المنتجات في الأفران تمهيداً لمرحلة الحرق / الترجيح.

التبريد إلى المجففات المجاورة. ولتقليل مرات الحرق واستهلاك الطاقة، ينبغي توفير حجرة حرق مانعة لتسرب الغاز، ومن هنا، فإن غرفة الحرق وعربات الأفران عادة ما يتم إحكام إغلاقها في جوانب النفق باستخدام مانع تسرب رملي (أو الماء أو المحاليل الكيميائية الأخرى) مقابل الهواء الثانوي.

وتعد الأفران ذات المجرمة الدوارة المزودة بمهبط واحد أكثر الأفران استخداماً في إنتاج بلاط الحوائط والأرضيات. وفي هذه الأفران تتم عملية الحرق من خلال محارق هوائية تعمل بالغاز الطبيعي وتوجد في جوانب الفرن. وهي تمكن من خفض زمن عملية الحرق إلى 40 دقيقة وتتحرك البلاطات فوق البكرات المُدارة. وتتمثل الآليات الأساسية لنقل الحرارة في الحمل الحراري والإشعاع. وفي بعض الأحيان، يتم استخدام الأفران ذات المجرمة الدوارة لإنتاج بلاط الأسقف الخزفي غير المصقول والأدوات الصحية.

تشمل الأفران المتقطعة الأفران المكوكية والأفران ذات الأغشية، المعتمدة على غرفة واحدة، والتي يتم ملؤها بمنتجات الخزف الجافة، ويحكم إغلاقها ثم تعريضها لدورة حرق محددة. وعادة ما يتم تزويد الأفران بمحارق غازية، وتستخدم الأفران المتقطعة أحياناً لتصنيع الأدوات الصحية الخاصة على نطاق صغير.

صقل المنتجات

يُستخدم العديد من عمليات المعالجة بعد عملية الحرق من أجل صقل المنتجات. وتشتمل عمليات المعالجة هذه على الطحن (الرطب أو الجاف) والنشر والتلميع. ومن الممكن أيضاً إضافة المواد المساعدة مع بعض المنتجات، وتنتهي عملية التصنيع النموذجية بفرز منتجات السيراميك وتعبئتها وتخزينها.

الجدول ألف-1: المواد الخام المستخدمة في تصنيع السيراميك

الإضافات	الكاولين، الجير
المواد الخام الأساسية (المواد البلاستيكية)	الكالينايت، المونتموريلونيت، الهالوسيت
مواد التعبئة والعوامل الصهارة (المواد غير البلاستيكية)	الكوارتز، الفلسبار، الطباشير، الدولوميت، ولاستونيت، أكاسيد الحديد، الجبس، ستيتايت، التالك
مكونات الطلاء الزجاجي	السيليكا، القلويات، الرصاص، البورون، الزركونيوم، الحديد، الكروم، الكوبالت

عملية الحرق

تسمح عملية الحرق بتزجيج المنتجات الفخارية المُشكلة والجافة. ويتم القيام بعملية الحرق في الأفران، والتي قد تعمل بشكل مستمر أو متقطع. وتشتمل الأفران التي تعمل بشكل مستمر على الأفران النفقية أو الأفران ذات المجرمة الدوارة. والأفران النفقية عبارة عن أفران مقاومة للصحرة تعمل من خلال مسارات قضيبية تقوم بحمل العربات الخاصة بالفرن. وهذه العربات مزودة بمهابط مقاومة للصحرة يتم وضع الأدوات عليها بأشكال محددة وثابتة. يتم دفع العربات في جميع أنحاء الفرن في فترات زمنية محددة، في اتجاه مضاد لتدفق الهواء الذي تسحبه المروحة (المراوح) إلى أنبوب تصريف موجود بالقرب من منطقة دخول العربة. تُدار معظم الأفران النفقية بالغاز، يتم إجراء عملية التسخين المسبق للمواد الخام الموجودة على العربات من خلال الغازات الساخنة التي يتم الحصول عليها من منطقة الحرق، وفي أثناء تبريد الهواء الداخل، تتم عملية التسخين المسبق للمواد المحروقة قبل مرحلة الاحتراق. وعادة ما يتم إخراج جزء من الهواء من منطقة

