

المخاطر الناتجة عن الانبعاثات الغازية في صناعة السيراميك وطرق معالجتها Risks caused by ceramic industry emissions and methods of treatment

د / نوال احمد ابراهيم

مدرس بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

الكلمات الدالة: Keywords:

صناعة السيراميك

Ceramic industry

الانبعاثات الكربونية

Carbon emissions

رابطه صناعة السيراميك

الاوربية

The European Ceramic

Industry Association

التقاط وخزن الوقود

Carbon Capture and

Storage (CCS)

الوقود الاحفوري

Fossil fuels

الطاقات المتجددة

Renewable energy

الافران

kilns

الحريق السريع

Fast firing

ملخص البحث Abstract:

الانبعاثات الغازية الناتجة عن صناعة السيراميك ملوثة للبيئة بشكل كبير، وهي تنتج من تخزين ومناولة المواد الخام أثناء التجفيف بالهواء الساخن أو أثناء الحريق، والانبعاثات إما ان تكون على شكل (جسيمات أو ذرات) أو غازات، أما الانبعاث الغازي فينتج عن عملية الحريق، الجسيمات العالقة لها اخطار عديدة على الصحة فهي تسبب كثير من الأمراض الخاصة بالجهاز التنفسي مثل استنشاق غبار السيليكا والكالولين والبتونيت ورماد السيليكا يسبب سرطان وتليف رئوي، وتسبب ضيق في التنفس وتسمم رئوي على فترات طويلة من استنشاقه، ولعلاج هذه المشكلة يجب عمل بعض التدابير الوقائية في المصانع مثل استخدام الأنظمة المغلقة في نقل المواد الخام الجافة (مثل الناقلات والمغذيات اللولبية المغلقة) واستخدام معدات استخراج الغبار والمرشحات الكيسية، أما الانبعاثات الغازية الناتجة عن الحريق فهي تسبب تلوث الهواء مثل اكاسيد الكبريت والنيتروجين وكذلك الكوريدات والفوريدات وهذه الانبعاثات ضارة للحيوان والنبات ومواد البناء لأنها تسبب الامطار الحمضية الضارة، ومعالجه هذه الانبعاثات تأتي بتطبيق عدد من الآليات التي تعالجها منها خفض محتوى المواد الخام والإضافات التي تحتوي على نسبة كبيرة من هذه المواد، واستخدام وقود يتميز بانخفاض محتواه من اكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين واستخدام أفران حريق سريع للحصول على كفاءة احتراق ونقل حرارة أعلى، أما انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون أشد ضررا على البيئة لأنه من اهم الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري التي تترك العالم، وتسبب زيادة في درجات الحرارة عن معدلها الطبيعي بسبب زيادة نسبة الكربون عن معدلها الطبيعي في دورة الكربون التي جعلها الله ثابتة منذ خلق الأرض، والأنشطة الصناعية ومن ضمنها صناعة السيراميك من مسببات زيادة نسبة ثاني اكيد الكربون في الجو، ولذلك بدأ العالم من فترة طويلة في وضع الخطط والاستراتيجيات لتخفيض انبعاث ثاني اكسيد الكربون، واتحاد صناع السيراميك في الاتحاد الاوربي وضعوا خطط مستقبلية حتى سنة ٢٠٥٠، من اهم تحدياتها هي الانتقال الى تنافسية انتاجيه منخفضة الكربون، وكفاءة في استخدام الموارد الاقتصادية وخاصة الطاقة، وذلك لتخفيض انبعاث ثاني اكسيد الكربون الناتج عن صناعة السيراميك حتي يصل الي ٧٨ %، ومن هذه الخطط ما هو مطبق بالفعل ومنه ما سوف يطبق في المستقبل ومنه ما يدرس ويطور تكنولوجيا، وهذه الانبعاثات في الغالب ترجع الى الوقود والحرق بنسبة كبيرة، ونسبة صغيرة منها ترجع الى مكونات الجسم، وبالنسبة للوقود والحرق فإن نوعيه الوقود وطريقة الحرق وتصميم الافران المستخدمة هي عوامل تؤثر بشكل كبير على نسبة الانبعاثات الكربونية، ولذلك فإن اختيار نوعيات من الوقود ذات محتوى كربوني قليل يخفض من نسبة الانبعاثات الكربونية الناتجة، ويمكن استخدام الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والوقود الحيوي، ولكن بعد دراسة جيدة لنوعيه الوقود وامكانيه استخدامه في صناعة السيراميك، وكذلك فإن التصميمات الحديثة للأفران تراعي الحرق المتكافيء للوقود والحرق في وقت اقصر مايمكن (الحريق السريع)، ويجب مواكبه التطور التكنولوجي الحديث في صناعة السيراميك باستمرار لأنه موفر اقتصاديا، ويجب الاستفادة التامة من حرارة الغازات الناتجة من احتراق الوقود واستخدامها في المجففات وتسخين الهواء اللازم لاحتراق الوقود وغيرها من العمليات التي تحتاج الى حرارة، لتوفير استهلاك الطاقة وبالتالي خفض الانبعاثات الكربونية.

Paper received 7th January 2015, accepted 9th March 2015, published 1st of April 2016

المفوضية الاوربية الخطط الحالية والمستقبلية لتخفيض انبعاثات الكربون في صناعة السيراميك، ويحاول الاتحاد الاوربي عن طريق التشريعات والقوانين واتفاقيات التجارة الدولية فرض آليات واستراتيجيات هذه الخطط في العالم اجمع، ويجب على مصانع السيراميك في مصر مواكبه مثل هذه الخطط بقدر المستطاع لمواكبه التطورات التكنولوجية في الصناعة، والسير بخطى متسارعه مع مصانع السيراميك العالميه، لما له من أهمية تجاريه تتمثل في حجم الصادرات المصرية للسيراميك الى الخارج.

مشكلة البحث Statement of the Problem:

الانتشار الواسع لصناعة السيراميك على مستوى العالم، وكذلك في مصر، جعلها تساهم بشكل أو بآخر في زيادة نسبة التلوث البيئي الناتج عن الانبعاثات الغازيه وخصوصا الانبعاثات الكربونية التي تساهم بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري على مستوى العالم، ولذلك اصبح هناك ضرورة للاهتمام بهذه

مقدمة Introduction:

اصبحت صناعة السيراميك من اكثر الصناعات انتشارا في العالم وفي مصر ايضا، وهي صناعة حيوية ومتطورة ومتميزة، ولكن بالرغم من ذلك فلها أخطارها وأضرارها، فهي من الصناعات الملوثة للبيئة لما تنتجه من انبعاثات هوائية وغازية تلوث الهواء، وخطر على الصحة، ومصانع السيراميك الحديثة الآن لا تأخذ تصريح بالانشاء الا بعد وضع كافة التدابير والعميات التي من شأنها خفض ومعالجة مشاكل التلوث في المصنع، وتقوم بمراقبة تطبيقها وزارة البيئة، وانبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون من صناعات السيراميك (والصناعات الأخرى المنتجة له) له اهميه عالمية خاصة. ناتجة من اهميته كغاز من الغازات الدفيئة واهمها (التي تسبب ظاهرة الاحتباس الحراري) وهذه الظاهره تشغل العالم كله الآن، وتقام من اجلها المؤتمرات والابحاث والخطط للخفض من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون، ولذلك وضعت

الطفلة (fuller's earth) لفترات طويلة يتسبب في الإصابة بالتجر الرئوي دون ظهور أعراض التسمم السيليك، وتظهر أعراض هذا الداء عادة بعد مرور سنوات عديدة على التعرض، أما تعرض العيون المباشر فيؤدي إلى التهابات حادة في الجزء الامامي من العين (الغلاظة الوعائية للمقلة (uvea)، وتكون الخراج (abscess) في الجزء الخلفي من القرنية .

رماد الصودا :

يتسبب التعرض لأتربة أو بخار كربونات الصوديوم في تهيج الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسي مما يؤدي إلى حدوث السعال وضيق التنفس. (جهاز شون البيبة ٢٠٠٢)

أساليب المعالجة أو الحد من الجسيمات العالقة في الجو :

- فصل مناطق التخزين عن مناطق التشغيل.
- استخدام الصوامع المغلقة لتخزين الخامات المطحونة.
- 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 اللولبية المغلقة).
- استخدام معدات استخراج الغبار والمرشحات الكيسية، وبالأخص عند نقاط تحميل وتفريغ المواد الجافة، وفي أماكن تقطيع وشحن المنتجات وصقلها.
- 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 .

• 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 وتطبيق الطلاء الزجاجي بالرش أثناء تصنيع السيراميك، ويمكن أيضاً استخدام المرشحات الرقائقية الملبدة لفصل الغبار أثناء عملية التزجيج بالرداذ ولتنظيف الغازات المنبعثة من كبائن الرش، وتتسم هذه المرشحات بمقاومتها العالية للتآكل، وبكفاءة تجميعية تصل إلى ٩٩،٩٩ في المائة.

• استخدام أجهزة الوقاية الشخصية مثل أقنعة الوجه

للعاملين في بيئات الغبار (مجموعة البنك الدولي ٢٠٠٧)

٢. 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.

(مجموعة البنك الدولي ٢٠٠٧)

أضرار انبعاث أكاسيد الكبريت :

يعد تلوث الهواء بأكاسيد الكبريت من المشكلات البيئية الهامة وهي مركبات ضارة للحيوانات والنباتات ولمواد البناء كما أن ذوبان هذه الجزيئات في جزيئات بخار الماء العالقة في الجو يسبب ظاهرة الأمطار الحمضية التي تؤدي إلى تآكل المعادن والأحجار الجيرية و مواد أخرى مختلفة. (جهاز شون البيبة ٢٠٠٢)

أساليب معالجة أو الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت

- استخدام أنواع الوقود التي تتميز بانخفاض محتوى الكبريت، كالغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال (LPG)

المشكلات البيئية اهتماما كبيرا، والاهتمام بالخطط والاستراتيجيات الحالية والمستقبلية التي تطبق على مستوى العالم لمعالجة وتخفيض مثل هذه المشكلات التي تمثل خطرا على البيئة.

اهداف البحث Objectives:

١. التركيز على التلوث البيئي الناتج عن صناعة السيراميك وطرق معالجته أو الحد منه لما له من اهمية ناتجة عن هذه الصناعة الواسعة الانتشار.
٢. الاهتمام بالخطط العالمية الحالية والمستقبلية في مجال خفض أو معالجة الانبعاثات الكربونية الناتجة عن صناعة السيراميك لما له من اهمية كبيره على اقتصاديات الصناعة، والتلوث البيئي الناتج عنها.

الاطار النظري Theoretical Framework

الانبعاثات الغازية الناتجة عن صناعة السيراميك :

قد تتولد الانبعاثات الغازية من تخزين ومناولة المواد الخام أثناء التجفيف بالهواء الساخن أو أثناء الحريق، والانبعاثات إما ان تكون على شكل (جسيمات أو ذرات) أو غازات، وانبعاث الجسيمات تأتي من أكثر من مصدر منها التعامل مع المواد الخام (مثل التخزين والوزن والخلط والنقل)، وتغليف المنتجات بالغازات الساخنة، وتطبيق الطلاءات الزجاجية عن طريق الرش، والحريق ينتج عنه انبعاثات غازية، وفيما يلي نستعرض مصادر الانبعاثات الهوائية وأساليب معالجتها أو الحد منها.

١. المواد الجسيمية العالقة :

تتضمن المصادر الرئيسية لانبعاثات المواد الجسيمية مناولة المواد الخام (على سبيل المثال، الغربلية 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،

(مجموعة البنك الدولي ٢٠٠٧)

وقد تكون ناتجة عن عمليات الاحتراق غير التام ومن أمثلتها : الرماد، السناج والمركبات الكربونية بالإضافة إلى ذلك تضم الجسيمات العالقة متكثفات حمضية ومعادن مثل الرصاص والكاديوم وكبريتات ونترات، ومعظم الأضرار الصحية الناتجة عن التعرض للجسيمات العالقة تتسبب فيها هذه الجسيمات المتناهية في الصغر (أقل من ١٠ جزء في المليون)

(جهاز شون البيبة ٢٠٠٢)

الأضرار الناتجة عن الجسيمات العالقة :

غبار السيليك :

يعتبر التعرض في أماكن العمل لمواد جسيمية دقيقة عالقة بالهواء في صورة غبار السيليك مشتق من رمال السيليك والفلسبار أو غيرها من المواد، أهم المخاطر المهنية في هذا القطاع، وهناك أدلة كافية تثبت أن استنشاق بلورات السيليك على شكل الكوارتز من العوامل المسببة للسرطان ويتسبب استنشاق بلورات السيليك في حدوث تليف ينتشر في الأنسجة الحشوية بالرئة وبالجهاز اللمفاوي. ويستمر هذا التليف في الانتشار والتضخم حتى بعد مرور سنوات على التعرض. وأهم أعراض التسمم السيليك (silicosis) هي ضيق التنفس الناتج عن عدم قدرة القفص الصدري على الاتساع، وقد يصحبه سعال جاف.

طفلة الكاولين :

يتسبب استنشاق الكاولين في بيئة العلم في حدوث تليف رئوي مزمن بالانسجة الحشوية بالرئة وبالجهاز اللمفاوي.

التهاب رئوي:

يحتوي مسحوق البنتونيت على كميات كبيرة من السيليك الحرة التي قد يتسبب استنشاقها لفترات طويلة في الإصابة بتغيير الرئة (pneumoconiosis) وقد ثبت أن استنشاق أنواع مماثلة من

استخدام الإضافات مثل الكلوريدات المحتوية على الماء أثناء عملية إعداد المواد الخام إلى صدور انبعاثات حمض الهيدروكلوريك (HCl)، وقد يصدر كذلك حمض آخر، هو حمض الهيدروفلوريك نتيجة لتحلل الفلوروسيليكات في تركيب الجسم.

طرق معالجة أو الحد من انبعاثات الكلوريدات والفلوريدات

- استخدام المواد الخام والإضافات التي تتميز بمحتواها المنخفض من الفلورين، والتي يمكن الاستعانة بها في تخفيف الانبعاثات في المواد المُعالجة.
- 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.

٥. المعادن

محتوى المعدن الصلب في غالبية مواد السيراميك الخام منخفضًا بوجه عام ويثير قلقًا محدودًا، باستثناء بعض مواد الطلاء المستخدمة في الطلاءات الزجاجية للسيراميك.

معالجة أو الحد من انبعاثات المعادن

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

- استخدام المواد الخام التي تتميز بانخفاض محتواها من الكبريت.
- تحسين عملية الحرق ودرجة حرارة الحرق، وخفض درجة الحرارة إلى أقل معدل ممكن (على سبيل المثال ٤٠٠ درجة مئوية).
- استخدام أجهزة غسل الغاز الجافة أو الرطبة، وإذا لم يكن بإمكان الامتصاص الجاف توليد تركيز غاز نظيف كاف، 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).

٣. أكاسيد النيتروجين

تتمثل المصادر الرئيسية لأكاسيد النيتروجين في أكاسيد النتروجين الحرارية التي تتولد نتيجة درجات الحرارة العالية المستخدمة للحرق (أقل من ١٢٠٠ درجة مئوية) في الأفران، ومحتوى النيتروجين في المواد الخام، وأكسدة النيتروجين الموجود في الوقود.

أضرار انبعاث أكاسيد النيتروجين في الجو

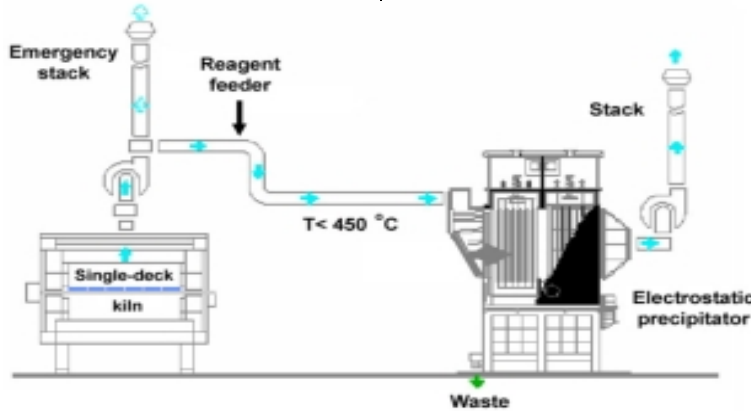
تتسبب أكاسيد النتروجين في تكون الأمطار الحمضية النيتروجينية الضارة حيث تتكون بنفس الطريقة السابقة الذكر.

أساليب المعالجة لتقليل انبعاثات أكاسيد النيتروجين

- التحكم في درجات الحرارة في الأفران ألبا بالمكبوتر حتى يمكن إدارة عملية الحرق بالأفران بكفاءة عالية.
- خفض محتوى النيتروجين في المواد الخام والإضافات.
- استخدام وقود يتميز بانخفاض محتواه من أكاسيد النيتروجين.
- استخدام أفران حرق سريع للحصول على كفاءة احتراق ونقل حرارة أعلى.

٤. الكلوريدات والفلوريدات

الكلوريدات والفلوريدات عبارة عن ملوثات توجد في الغازات العادمة المنبعثة من أفران السيراميك ويتولدان من الشوائب الموجودة في المواد التي تدخل في تكوين السيراميك، وقد يؤدي



شكل (١) تخطيط لتنظيف جاف للغازات التي تخرج من مدخنة الفرن بواسطة مرسب (يعمل بنظرية الكهربائية الساكنة) الكهروستاتيكي ظاهرة الاحتباس الحراري التي بدأت تظهر جلياً على مستوى العالم، وهي تسبب الارتفاع التدريجي في درجة حرارة الطبقة السفلى القريبة من سطح الأرض من الغلاف الجوي المحيط بالأرض، وسبب هذا الارتفاع هو زيادة انبعاث الغازات الدفينة أوغازات الصوبة الخضراء، والغازات الدفينة هي الكلوروفلوروكربون (CFCs) - أكسيد النيتروز (N₂O) الميثان - (CH₄) - ثاني أكسيد الكربون (H₂O) (CO₂) بخار الماء

ونتيجة الأنشطة الإنسانية المتزايدة وخاصة الصناعية حدثت زيادة في كمية هذه الغازات الدفينة التي من أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون، لدرجة انه أصبح مقدارها يفوق ما يحتاجه الغلاف

شكل (١) تخطيط لتنظيف جاف للغازات التي تخرج من مدخنة الفرن بواسطة مرسب (يعمل بنظرية الكهربائية الساكنة) الكهروستاتيكي

الانبعاثات الكربونية :

اسباب حدوث الانبعاثات الكربونية (غاز CO₂) في مصانع السيراميك في الغالب ترجع الى الوقود والحرق بنسبة كبيرة، ونسبه صغيرة منها ترجع الى مكونات الجسم، وبالنسبة للوقود والحرق فإن نوعيه الوقود وطريقة الحرق وتصميم الأفران المستخدمة هي عوامل تؤثر بشكل كبير على نسبة الانبعاثات الكربونية.

أضرار الانبعاثات الكربونية :

الانبعاثات الكربونية الناتجة عن صناعة السيراميك تمثل نسبة من التلوث البيئي على مستوى العالم، وتساهم في زيادة نسبة الكربون في الكرة الأرضية عن النسبة الافتراضية، وبالتالي تساهم في

- استبدال زيت الوقود الثقيل والوقود الصلب بوقود نظيف مثل (الغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال).
- تحسين مستوى العزل الحراري للأفران للحد من الحرارة المفقودة.
- استخدام العزل الحراري الكتلتي المنخفض مع الأفران ذات الإشعاع المتقطع.
- استخدام عربات الأفران ذات الكتلة الحرارية من أجل تحسين الكفاءة بشكل عام (كاستخدام مواد مثل الكورديريت موليت وكربيد السيليكون المعاد بلورته).
- استخدام الولاعات (burners) عالية السرعة للحصول على كفاءة احتراق ونقل حرارة أعلى .
- التحكم بالكمبيوتر في درجات حرارة الأفران وإدارة عملية الحريق آلياً.
- تحسين عملية نقل الغازات الساخنة التي تستخدم في التجفيف بين المجففات والفرن
- استخدام منطقة التسخين الأولية الموجودة بالفرن لإكمال عملية التجفيف قبل القيام بعملية الحرق.
- استعادة الحرارة الزائدة من الفرن، وبصفة خاصة من منطقة التبريد إلى المجففات الحرارية والمنجفات التي تحتاج إلى تجفيف.
- استرداد الحرارة من غاز عادم الفرن لإجراء التسخين المسبق لهواء الاحتراق.

كفاءة الطاقة في أجهزة التجفيف بالرداذ :

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

(مجموعة البنك الدولي ٢٠٠٧)

الخطة المستقبلية للاتحاد الأوروبي لخفض الانبعاثات الكربونية في صناعة السيراميك :

وضع اتحاد صناعات السيراميك في الاتحاد الأوروبي خارطة طريق مستقبلية لخفض الانبعاثات الكربونية في صناعة السيراميك لسنة ٢٠٥٠، من أهم تحدياتها هي الانتقال إلى تنافسية إنتاجه منخفضة الكربون، وكفاءة في استخدام الموارد الاقتصادية، وهذا التحدي الهائل يحتاج إلى بناء خبرة وكيفية العمل (know how)، وانطلاقاً تكنولوجية جديدة ومطلوبة في الوقت الحالي.

وخفض الانبعاثات الكربونية كهدف لعام ٢٠٥٠ من أكبر التحديات لقطاع رأس المال في صناعة السيراميك (الذي يعتبر دورات استثمارية طويلة)، وهذه الخارطة تسعى لخفض الانبعاثات الكربونية إلى ٦٥% بدايه من عام ١٩٩٠ إلى ٢٠٥٠، وقطاعات صناعة السيراميك المتمثلة في (الطوب، وبلاطات السقف والجدران، والارضيات والحراريات) ينبعث منها حوالي ١٠ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون وذلك عام (٢٠١٠)، وكانت ٦٦% منها بسبب احتراق الوقود، ١٨% من الكهرباء، ١٦% من العمليات الانتاجية الأخرى التي تنبعث منها غازات كربونية.

وهذه الخطة المستقبلية التي وضعت للحد من الانبعاثات الكربونية من صناعة السيراميك تقترض مستوى ثابت من الإنتاج بين عام ٢٠١٠ - ٢٠٥٠ (خليط من المنتجات المتشابهة) والانبعاثات الكربونية الناتجة لفرن مستمر، وتحميل شبه كامل للفرن وبمستويات إنتاج مختلفة (إشارة إلى انخفاض مستوى الإنتاج متأثراً بالازمة الاقتصادية العالمية) وهذه الخطة المستقبلية وضعت استراتيجيات طويلة المدى من

الجوي للحفاظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة وعند مقدار معين، ولذلك فإن وجود كميات إضافية من الغازات الدفينة وتراكم وجودها في الغلاف الجوي يؤدي إلى الاحتفاظ بكمية أكبر من الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي وبالتالي تبدأ درجة حرارة سطح الأرض بالارتفاع، وتسمى هذه الظاهرة بالاحتباس الحراري، وتمثلت في ازدياد درجات الحرارة بشكل كبير وحدثت تدخل واختلالات في فصول السنة، وذلك قد يتسبب في حدوث كوارث مدمرة نتيجة ذوبان الجليد والثلوج الموجودة على قمم الجبال، وقد يتسبب في انقراض الكثير من الطيور والحيوانات، وسوف تظل درجات الحرارة في ازدياد إذا لم تخفض نسبة الانبعاثات الكربونية الناتجة من الصناعة، وصناعة السيراميك جزء من الصناعات التي تنتج انبعاثات كربونية، وبالرغم من أن نسبة هذه الانبعاثات ليست كثيفة مثل صناعة الاسمنت أو الحديد، ولكن مصانع السيراميك منتشرة بشكل واسع على مستوى العالم، لذلك يجب الاهتمام بخفض نسبة الانبعاثات الكربونية الناتجة عن هذه الصناعة الواسعة الانتشار.

Review Winter, 2012/2013

الجهد العالمي لحل مشكلة الانبعاثات الكربونية :

المؤتمر الذي انعقد في باريس في شهر ديسمبر من العام الماضي (٢٠١٥) "اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ"، والذي يقوم على التذكير والتوضيح للمشاكل الناجمة عن الانبعاثات الكربونية وحث الجهات المختصة لوضع الحلول المستقبلية لها وهي :

أولاً : ينبغي أن تتناسب شدة إجراءات خفض الانبعاثات الكربونية التي تهدف إلى الحفاظ على استقرار المناخ مع درجة ضخامة تأثيرات الكربون على المناخ

ثانياً: ارتفاع نسبة الانبعاثات الكربونية بدرجة كبيرة جداً إلى ما بعد عام ٢١٠٠ يفرض على الأجيال المستقبلية عبء تبتئي سياسات اقتصادية خالية من الكربون، كما يفرض عليهم درجات حرارة عالمية تزيد قبيل عصر الصناعة بمقدار

١٠ درجات مئوية عن قيمتها (Randerson, 2015)

ثالثاً: التذكير بأن الكربون المنبعث في الوقت الحالي سيغير في تكوين بيئتنا بصورة لا يمكن إصلاحها لعدة أجيال قادمة، وتتزايد هذه التغيرات مع تزايد تراكم الانبعاثات الكربونية. وسوف تستمر كذلك حمضية المحيط ومحطاه من الكربون والحرارة - والآثار السلبية ذات الصلة - في الزيادة لفترة طويلة، بعد تثبيت مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وهو ما يؤكد الحاجة إلى خفض قصير المدى للانبعاثات .

وأخيراً إذا تجهنا فعلاً إلى الحد من الاحتباس الحراري وحمضية المحيطات، بحيث لا يتجاوزان الحدود المعتدلة، فهناك حاجة ماسة عاجلة إلى خفض انبعاثات الكربون، وأي تأخير في هذا الأمر سوف يقضي على الفرصة المتاحة حالياً لتحقيق الأهداف المناخية ولذلك يجب على القائمين على الصناعة العالمية العمل المشترك لخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الصناعات الكثيفة في انبعاث الكربون مثل صناعة الاسمنت والحديد، والصناعات السيراميكية (نتيجة لإنتشارها الواسع في أوروبا والعالم ككل) بشكل سريع. (Steinacher, 2013)

أساليب معالجة أو الحد من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن صناعة السيراميك

ترتبط الانبعاثات الكربونية بصفة رئيسية باستخدام الطاقة في الأفران وأجهزة التجفيف بالرداذ، وتقدم الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة معلومات حول استراتيجيات التعامل في هذا القطاع، بما في ذلك الحفاظ على الطاقة والحد من استهلاكها وهي :

- استبدال الأفران التي لا تعمل بكفاءة عالية إلى أفران حديثة مثل أفران الحريق السريع.

الغاز الطبيعي مع نشارة الخشب، وذلك خفض الانبعاثات من ٤٠-٥٠ %، واليوم انخفضت الانبعاثات بأكثر من ٧٥ %.



شكل (٢) فرن نفقى لحرق البورسلين (ادوات المائدة)



شكل (٣) فرن حريق سريع

٢. الاستفادة من الحرارة التي تخرج مع عوادم الفرن .:

يتم ذلك عن طريق توجيه غازات العادم عن طريق مسارات معزولة الى المجففات أو التشكيل أو أماكن تسخين هواء الاحتراق الذي يتم ضخه مع الوقود أثناء الحرق لرفع درجة حرارة الحرق، لذلك يجب أن تكون مرافق التصنيع التي تحتاج الى حرارة مصممة بطريقة ذكية بحيث لا تتحرك عوادم الفرن الساخنة في مسارات طويلة حتى يتم الاستفادة منها بدون فاقد في الحرارة كبير، والاستفادة من حرارة العوادم يوفر في استهلاك الطاقة وبالتالي يقلل من الانبعاثات الكربونية الناتجة.



شكل (٤) صورة تبين كيفية الاستفادة من غازات العادم الساخنة مرة اخرى بنقلها الى أماكن التجفيف أو تسخين غازات الاشتعال

٣. استخدام أفران الكهرباء في صناعة السيراميك :

استخدام أفران الكهرباء يخفض من الكربون المنبعث من الفرن، وذلك ممكن أن يكون خيارا للحد من انبعاث الكربون، ولاسيما في الافران الكبيرة مثل أفران الطوب وبلاط السقف والجدران والارضيات، ولكن هذا الخيار حاليا غير اقتصادي لارتفاع تكلفته مقارنة مع الغاز الطبيعي.

٤. مصادر الطاقة البديلة :

اجل تنافسية اقتصادية منخفضة الكربون، وكفاءة في استخدام الموارد والطاقة والنقل، وجدير بالاتحاد الاوروبي الاهتمام بصناعة السيراميك والاهتمام بمستقبل الصناعة لما لها من اهمية كبيرة، فصناعة السيراميك جسر جيد للعالم القديم مع الحديث، وهي تلعب دورا رئيسيا في حياتنا اليومية، وصناعة السيراميك صناعة محفزة استراتيجيا للنمو والابتكار والاستدامة، لذلك فإنها صناعة مزدهرة وحيوية لتحقيق المنافسة الانتاجية منخفضة الكربون، فحوالي ٢٥ % من انتاج السيراميك في اوروبا يتم تصديره للخارج، والميزان التجاري للصناعة ايجابي حوالي ٣,٧ بليون يورو، وهذه الصناعة توفر حوالي ٢٠٠٠٠٠ وظيفة في اوروبا بقيمة الانتاج السنوي ٢٨ مليار يورو، وهي تساهم بشكل كبير في الاقتصاد الاوروبي، ونظرا للاهمية الاستراتيجية للعديد من المنتجات السيراميكية فإن المناخ التنافسي امر ضروري للحفاظ على مكانه هذه الصناعة العالمية، وشركات السيراميك تسعى لأن تكون الأكثر ابتكارا في جميع انحاء العالم، وينعكس ذلك في استثمارات كبيرة في شركات السيراميك، وكذلك في مجموعات من الجامعات ومراكز البحوث.

وهذه الخطة المستقبلية تخطط أيضا لتغيير نصف الافران في الصناعة الى افران كهرباء، والنصف الثاني الى افران تعمل بالغازات الحيوية بالاشتراك مع الغاز الطبيعي، وعملية الانبعاث الكربوني يمكن خفضها فقط ولا يمكن تجنبها، لأنها متلازمة مع الحرق لأن الكربون جزء من الوقود.

آليات خفض الانبعاثات الكربونية في صناعة السيراميك (في الخطة المستقبلية للاتحاد الاوروبي :

١. كفاءة استخدام الطاقة :

هي الطريقة الأبرز للحد من انبعاثات الوقود، واستهلاك الطاقة، ويمكن تحقيق ذلك بعدة طرق اولها تطوير الافران والمجففات وكل الماكينات أو الآلات التي تستهلك وقود في هذه الصناعة أو استخدام التكنولوجيا الحديثة في هذه الماكينات والافران والمجففات وتنفيذ الضوابط الاتوماتيكية لها، ويمكن الحفاظ على الحرارة أو الطاقة في الافران والمجففات من خلال استخدام عزل حراري مع بطانات حرارية ومواد سيراميكية اخرى، ويمكن ايضا استبدال الفرن بفرن احداث تكنولوجيا قبل انتهاء العمر الافتراضي له (اكثر من اربعين عاما)، ويعتبر الفرن من الاستثمارات الرأسمالية الكبيرة، وعمله استبداله بأحدث منه يعتبر استثمار جيد في توفير الطاقة.

في العقدتين الاخيرين، حدث انخفاض كبير في استهلاك الطاقة في صناعة السيراميك، وذلك عن طريق تحسين تصميم الفرن، وكفاءة أفضل في الحرق، والابتكارات الموفرة للطاقة اعتمدت على استبدال الوقود الصلب الى غاز طبيعي، ورفع مستوى وتحسين كفاءة تكنولوجيا الفرن، وتحويل الفرن من مقطع الى مستمر، ومن نفقى الى حريق سريع، ونجد أن صناعة السيراميك في تطور مستمر من ناحية كفاءة الطاقة لأنها ذات جدوى اقتصادية، فالطاقة المستخدمة لحرق (١) م^٣ من الطوب نقصت حوالي ٣٩ % من عام ١٩٩٠ الى ٢٠٠٧، ولإنتاج (١) طن بلاطات حوائط وارضيات انخفض استهلاك الطاقة في انتاجها ٤٧ % من عام ١٩٨٠ الى ٢٠٠٣، وذلك عن طريق تغيير الحرق من حرقتين الى حريق واحد، فأدى ذلك الى توفير طاقة احدي الحرقتين.

انخفضت الانبعاثات في مصنع لانتاج ادوات مائدة فندقية بالمملكة المتحدة بنسبه ٧٩ % بالمقارنة بمثيلاتها من المصانع الاخرى التي تنتج نفس المنتجات، وفي الدنمارك انخفض استهلاك الوقود في انتاج الطوب حوالي ٩٥ % اواخر عام ١٩٦٠، وذلك نتيجة لتحويل الحرق من حرق بالفحم الى

كهربية في عام ٢٠١٢، وهناك حوالي ٢٥٠ محطة توليد حرارية كهربية رئيسية في إيطاليا والبرتغال وأسبانيا، وتولد قدرة كهربية حوالي ٣ ميجا وات، والعديد منهم للتوليد الصغير قدرتها حوالي ١ ميجا وات، وصناعة السيراميك تحتاج الى حرارة منخفضة أو متوسطة وهي لا تصنف من الصناعات الكثيفة في استهلاك الكهرباء، ولكن هناك بعض الصناعات السيراميكية التي تستهلك كهرباء كثيفة مثل الحرارية وبعض المنتجات التقنية الأخرى التي تحرق فوق ٢٠٠٠ م، ومن المتوقع مستقبلا أن ترتفع الكثافة في استهلاك الكهرباء في صناعة السيراميك عام ٢٠٥٠، وبعض العمليات سوف تحول من غاز الى كهرباء، وعلاوة على ذلك زادت المطالب في الاتحاد الأوروبي لعمل توجيهات وتشريعات لتقليل الانبعاثات في صناعة السيراميك، وذلك قد يحتاج الى استخدام مزيد من المعدات التي تعمل بالكهرباء، وبذلك فإن بعض قطاعات السيراميك سوف تستهلك كهرباء أكبر في المستقبل.

صناعة السيراميك في الغالب تستخدم الغاز الطبيعي لأنه أكثر كفاءة في درجات الحرارة العالية، ولكن في حالة عدم توفره يستخدم غاز الديزل أو البترول المسال أو الفحم أو فحم الكوك. في جميع الشركات الأوروبية يتم الآن دمج أنواع الوقود البديل والكهرباء المتجددة في مجال الطاقة، وقد بدأت العديد من البلدان في استخدام الطاقة المتجددة في بعض الصناعات مثل صناعة الطوب وبلاطات السقف والأرضيات والحوائط وأنابيب الصرف الصحي، ولكن واجهتهم صعوبات في الحصول على إذن تخطيط لبعض هذه المنشآت، وخاصة لتوربينات الرياح والطاقة في مشاريع النفايات، ولذلك فإنه من الأساسي ان يوضع تشريع أو اطار قانوني ملائم لمثل هذه المشاريع (مشاريع الطاقة وتدوير النفايات)

A.I.S.B Cerame-Unie

٥. استخدام الحرارة الكهربائية :

وضعت الدول الاعضاء في الاتحاد الأوروبي حوافز تنظيمية واضحة للتعاون المشترك في انشاء محطات توليد حرارية



شكل (٥) أمثلة لمصادر الطاقة البديلة من اليسار (الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية، والنوية، وطاقة الرياح، طاقة التبريد والتسخين الكامنة وحرارة الأرض الجوفية) د/موسى الفياض، م. عبير ابو رمان/٢٠٠٩

الاحتراق بالأكسجين فقط بدلا من الهواء لتركيز حجم ثاني أكسيد الكربون المنبعث وسهولة خزنه. Review Winter,2012/2013
ويبين الشكل رقم (٦) تحليلا لبعض التكنولوجيات الرئيسية التي يمكن تطبيقها في صناعة السيراميك، وتسهيل الضوء على كل من الإمكانيات المتوفرة حاليا، والتطورات المستقبلية، ومراعاة فاعلية التكلفة واحتمال نجاحها في الحد من الانبعاثات، وتعرض التكنولوجيات المتقدمة المعروفة اليوم ولكنها لا تزال بحاجة إلى مزيد من التطوير، كما تعرض ما يمكن أن يقلل إلى حد كبير من الانبعاثات في المستقبل القريب إذا ثبت فاعليته، واستخدام تكنولوجيات مثل الغاز الصناعي والغاز الحيوي في المصانع وكذلك الحرارية الكهربائية واحتجاز الكربون وتخزينه، ذلك يحتاج إلى دعم كبير من المنظمين أو مواجهه التحديات التي تقع خارج سيطرة الصناعة

الصعوبات والتحديات التي تواجه الخطه المستقبلية لخفض الانبعاثات الكربونية في الاتحاد الأوروبي :

مثل هذه الخطط تواجه كثير من القيود الاقتصادية والتكنولوجية والموارد ولذلك فإنه من الضروري ان يكون هناك اطار قانوني وتشريعي دائم حتى يتم العناية البشرية والمالية اللازمة لتنفيذ التكنولوجيات الأساسية المتقدمة، وذلك في العديد من القطاعات العالمية، ومن الأساسيات التي لا بد من تعديلها ان تؤثر تشريعات الاتحاد الأوروبي على الصعيد الدولي وعلى القدرة التنافسية للصناعة والتصدي لها بشكل صحيح، وعلى وجه الخصوص فإن سياسة المناخ تحتاج الى أسلوب من أسفل الى أعلى والتي تأخذ بعين الاعتبار الجدوى التكنولوجية والاقتصادية من خفض الانبعاثات، وعلى مستوى التنظيم (اللوائح التنظيمية) التزام البلدان خارج الاتحاد الأوروبي بهذه المنظومة.

٦. تخزين الكربون واحتجازه Ccs

هو من التكنولوجيات التي تحتاج الى تطوير، وهو يمكن أن يكون حل في بعض القطاعات الصناعية، وبالرغم من أن مصانع السيراميك أكثر عددا، وأصغر في الحجم، ومنتشرة جغرافيا بصورة أكبر من مصانع الاسمنت والحديد، والعوادم التي تخرج من مصانع السيراميك تحتوي على نسبة قليلة نسبيا من غاز ثاني أكسيد الكربون بالمقارنة بعوادم مصانع الاسمنت والحديد، وكذلك فإن عوادم مصانع السيراميك تحتوي على الكثير من المواد الأخرى مع ثاني أكسيد الكربون، لذا فإن نظام تخزين الكربون يعتبر مكلفا في صناعة السيراميك، وتم تطوير هذه التكنولوجيات في نطاق مناسب لصناعة السيراميك ولكنه لا يزال باهظ التكاليف، فذلك هو يحتاج الى مزيد من الدراسة والتطوير لخفض تكاليفه في مجال الصناعة.

وعملية إنتشال وخرن ثاني أكسيد الكربون له قدرة كبيرة على تقليل كمية الغاز الذي يطلق إلى الغلاف الجوي، كما أن التكنولوجيا اللازمة لفصل الغاز وعزله عن الغازات الأخرى معروفة، وأفضل مكان لانتشال غاز الكربون هو من مصادر الانبعاثات الرئيسية، ومحطات الطاقة الكهربائية تنتج حوالي ثلث انبعاثات غاز الكربون، بالإضافة إلى ذلك يعد غاز الكربون منتجا ثانويا لعمليات إنتاج الحديد والصلب، وصناعة الاسمنت، ويتم إزالة غاز الكربون من الغاز الطبيعي قبل استخدامه كوقود، وتعتبر هذه العمليات الصناعية لانتشال وخرن غاز الكربون من الاختيارات المناسبة لخفض الانبعاثات الكربونية في الغلاف

الجوي Cerame-Unie A.I.S.B

وهناك استراتيجيات لخرن غاز الكربون وهي فصل الغاز بعد الاحتراق، أو استخراج الكربون من الوقود قبل الاحتراق، ويمكن

TECHNOLOGIES			CCS
			On-site syngas and biogas
			Low-temperature heat recovery from kiln exhaust
			Heat exchanger in kiln stack
			Clay/raw material preconditioning
	On-site CHP		
	Process optimisation		
	Energy management		
	Raw materials formulation changes for more efficient firing		
	New kiln design		
AVAILABLE TODAY		PILOT ONLY	REQUIRES SIGNIFICANT DEVELOPMENT
			BREAKTHROUGH TECHNOLOGY

شكل (٦) تحليل للتكنولوجيات التي يمكن ان تطبق في صناعة السيراميك في جميع انحاء العالم

عالمية يمكن ان يدمر هذه الصناعة في بعض البلدان التي تكون فيها الطاقة الكهربائية عالية السعر وغير متوفرة بشكل كبير، فيجب أن تراعي الخطة المستقبلية هذه البلاد وتجد لها حلول اخرى.

٢. أليه تبديل التكنولوجيا وخصوصا في الافران الى تكنولوجيا حديثة شيء جيد لأنه يعمل على توفير استهلاك الطاقة وكفاءة أفضل في الحريق، فيجب حث كل المصانع على ذلك.

٣. آلية تخزين الكربون قبل الحريق (في محطات توليد الطاقة نفسها) تخفض حوالى ثلث الانبعاثات الكربونية، لذلك يجب الاهتمام بهذه التكنولوجيا في كل البلدان، ويجب بحث وتطوير هذه التكنولوجيا حتى تصبح في متناول جميع محطات توليد الطاقة في العالم وبأسعار معقولة، لأنها تعمل على تخفيض الانبعاثات الكربونية في كل الصناعات وليس صناعة السيراميك فقط.

٤. أليه ادارة الطاقة أليه ممتازة لأنها تنظم كل شيء يختص باستخدام الطاقة في الصناعة، لذلك يجب أن تنشأ مثلا مراكز بحث وتطوير لإدارة الطاقة في جميع بلدان العالم وتكون متصلة بمركز رئيسي تابع للاتحاد الاوروي، ليكون بيت خبرة للمصانع في عملية ادارة الطاقة.

٥. التكنولوجيا الحديثة في صناعة السيراميك يجب الا تكون اسعارها عالية جدا بطريقة مبالغ فيها حتى تشجع شركات السيراميك على استبدال التكنولوجيا القديمة بالحديثة للدخول في منظومة التنافسية الانتاجية منخفضة الكربون

٦. عند تطبيق الخطة المستقبلية يجب وضع بعض الآليات التنظيمية الخاصة بمصانع السيراميك ذات الامكانيات المحدودة، لمحاولة حثها على الاشتراك في التنافسية الانتاجية المنخفضة الكربون.

نتائج البحث Results:

١. اصبحت صناعة السيراميك من الصناعات الواسعة الانتشار في العالم وفي مصر.
٢. الانبعاثات الهوائية الناتجة عن صناعة السيراميك لها تأثير ضار على البيئة وعلى الصحة لذلك يجب الاهتمام بطرق معالجتها والحد منها.
٣. الانبعاثات الكربونية في صناعة السيراميك متلازمه معها، ولا يمكن التخلص منها نهائيا ولكن يمكن خفضها الى نسبة معقولة.

استنادا الى تحليل التكنولوجيا الحالية والمستقبلية، وافترض ان جميع العوائق بشأن الوقود البديل تم التغلب عليها، وايضا الجهات التي تعالج الغاز الصناعي والحيوي تحاول ان تجعل صافي الانبعاثات صفر، وحتى في فرضية ان يتم تغيير نصف الافران المستخدمة الى افران كهربائية من عام (٢٠٣٠-٢٠٥٠) والنصف الآخر يعمل بالغاز الصناعي والحيوي مع الغاز الطبيعي، كل هذه الممارسات تقلل الانبعاثات الى ٧٨ % مقارنة مع مستويات عام (١٩٩٠)، ويرجع ذلك الى ان الانبعاثات عمليا لا يمكن تجنبها كليا.

وهذا السيناريو مكلف جدا لكل من رأس المال والتشغيل، وفي ظل هذه الظروف فإن صناعة السيراميك الاوروبية لا يمكن ان تبقى قابلة للاستمرار ماليا، وللمنافسة دوليا، فتكلفة رأس المال لهذا الخيار حوالى ٩٠ بليون يورو، على افتراض تطبيق التكنولوجيا المتقدمة لرفع كفاءة الافران الكهربائية، والتنمية تعني تكاليف اضافية كبيرة، بالإضافة الى أن هناك تكلفة اخرى مضافة تصل الى ٤٠ بليون يورو لإزالة المحطات أو المصانع أو الافران فيل نهاية عمرها الافتراضي، بالإضافة الى خسارة المبيعات في هذه الفترة وأثناء تعديلها، علاوة على ذلك فإن فاتورة الكهرباء لمصنع نموذجي للبلاط السيراميك سوف تزيد بنسبة ٢,٥ مرة، ومعدل التيار الكهربائي وتكاليف الغاز الحيوي سوف تزداد من ٢-٣ مرة عن الغاز الطبيعي حتى بالاسعار الحالية.

ولكن نجد أن البحث العلمي والتطوير خلق فرص للمزيد من خفض الانبعاثات الكربونية في جميع قطاعات صناعة السيراميك من خلال التقنيات المتقدمة الغير معروفة الآن او على غرار الموجودة حاليا.

وشركات السيراميك في جميع انحاء اوربا أخذت خطوات جادة لتقديم أفضل الممارسات الموفرة للطاقة وتحسين كفاءة الموارد، والابتعاد عن مصادر الطاقة التقليدية بالإضافة الى ذلك الاخذ في الاعتبار دورة حياة المنتجات السيراميكية التي تساعد في توفير مصادر الطاقة والمياه للمستهلكين والقطاعات المستخدمة.

Cerame-Unie A.I.S.B

مقترحات بشأن الخطة المستقبلية للاتحاد الاوروي لخفض الانبعاثات الكربونية :

١. يجب أن تكون هناك مرونة في تطبيق آليات خفض الانبعاث الكربوني، فمثلا أليه استبدال نصف الافران الى افران كهربائية حتى عام ٢٠٥٠، يجب الوضع في الاعتبار مدى توفر الطاقة الكهربائية وأسعارها في بعض البلدان، وفرض تلك الآلية على جميع البلدان عن طريق تشريعات تجارية

التوصيات Recommendations:

١. يجب الاهتمام بمصادر الطاقة البديلة والمتجددة في مصر، لدرأ أي مشكلة مستقبلية تتعلق بعدم توافر كميات الوقود الاحفوري اللازم للصناعة.
٢. يجب اقامة مراكز بحثية على مستوى العالم، لإدارة الطاقة في صناعة السيراميك.
٣. يجب على القائمين على صناعة السيراميك في مصر مواكبة الخطط المستقبلية العالمية الخاصة بخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن صناعة السيراميك لما لها من أهمية اقتصادية وبيئية كبيرة.

المراجع References :

١. موسى الفياض، عبير ابو رمان، ٢٠٠٩، الوقود الحيوي، الافاق والمخاطر والفرص، شبكة البصرة الثقافية.
٢. جهاز شئون البيئة (٢٠٠٢) دليل التفتيش على الصناعات السيراميكية، مشروع التحكم في التلوث الصناعي.
٣. مجموعة البنك الدولي (٢٠٠٧) إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع بلاط السيراميك والأدوات الصحية.
4. Unie A.I.S.B.L, "The European Ceramic Industry Association", Belgium, Cerame from www.cerameunie.eu.
5. Oilfield Review Winter, 2012/2013; 24, no.4.copyright@2013schlumberger, <http://www.slb.com/oilfieldreview>
6. Randerson, J. T. et al. Glob. Biogeochem , (2015) Cycles <http://dx.doi.org/10.1002/2014gb005079>.
7. Steinacher, M., Joos, F. & Stocker, T. F. (2013) Allowable carbon emissions lowered by multiple climate targets, <http://www.nature.com/nature>
8. Stocker, T.F., 2013, The closing door of climate targets. *Science* 339, 280-28, <http://www.sciencemag.org/>

٤. كفاءة الحريق في الافران (وهي تعتمد على احتراق الوقود احتراقا تاما والاستفادة الكلية من كمية الطاقة الناتجة عن احتراق الوقود) هي من العوامل الهامة لخفض الانبعاثات الكربونية في صناعة السيراميك، ولذلك فإن استبدال الأفران دائما بالأحدث منها تكنولوجيا، وعدم انتظار انقضاء العمر الافتراضي لها (أكثر من اربعين عاما) مهم جدا للحد من استهلاك الطاقة وكفاءة حريق جيده، وذلك بخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الحريق في صناعة السيراميك ويؤثر ايجابيا على اقتصاديات الصناعة.
٥. وضع آليات لتفعيل التنافسيه الانتاجيه منخفضة الكربون في صناعة السيراميك مثل التشريعات والقوانين والمعاهدات الدولية التي تنظم حركة التجارة الدولية لمنتجات السيراميك على مستوى العالم شيء هام جدا، وذلك لأن حجم التجارة العالمية في صناعة السيراميك كبير على مستوى العالم (فالاتحاد الاوروبي فقط يصدر حوالي ٢٠% من منتجاته السيراميكية خارج اوروبا).
٦. خارطة الطريق المستقبلية الموضوعه من قبل المفوضية الاوروبية لخفض الانبعاثات الكربونية تحتوي على بعض الآليات مكلفة جدا اقتصاديا، وخصوصا على بعض الدول النامية التي انتشرت بها صناعة السيراميك، مثل الاعتماد بنسبة كبيرة على الطاقة الكهربائية في صناعة السيراميك، وتحويل نصف الافران المستخدمة الى الطاقة الكهربائية، وكذلك تحويل المعدات التي تعمل بأي طاقة أخرى الى الطاقة الكهربائية، وذلك يعتبر مكلفا جدا لبعض الدول النامية مثل مصر لأن سعر الكهرباء فيها غالي جدا، ويمكن أن يكون هذا عائق لدخول المنتجات السيراميكية لبعض الدول مجال التنافسية الانتاجية منخفضة الكربون، وبالتالي فإن الهدف من الخطة المستقبلية لن يتحقق بنسبة كبيرة لعدم دخول عدد من البلاد هذه المنافسة لوجود معوقات بالنسبه لها.
٧. الحلول العملية لخفض الانبعاثات الكربونية تحتاج الى دراسة بحثية وتجارب للوصول الى نتيجة مناسبة وخصوصا في مجال الطاقة الحيوية والمتجددة حتى يمكن تطبيقية والاستفادة منه في صناعة السيراميك والصناعات الأخرى.
٨. استبدال التكنولوجيا القديمة في المصانع بالتكنولوجيا الحديثة، موفر اقتصاديا.