

ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA DE LA INDUSTRIA CERÁMICA AL HORIZONTE HIPOCARBÓNICO 2050

S. Ferrer⁽¹⁾, A. Mezquita⁽¹⁾, E. Monfort⁽¹⁾, E H. Jouhara ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Universitat Jaume I. Castellón. España.

⁽²⁾ Econotherm UK Ltd, Bridgend, U.K.

1. RESUMEN

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores industriales es una de las áreas prioritarias a las que se dirigen las políticas y estrategias de reducción de emisiones debido a su amplia contribución al calentamiento global, tanto por emisiones directas como indirectas. En el sector cerámico, para alcanzar los objetivos de reducción cercano al 90 % en 2050, será necesaria la combinación de tecnologías endógenas y exógenas que requieren cambios radicales en el diseño del producto, modificaciones de proceso y de tecnologías, así como cambios en las fuentes de energía disponibles.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución de varios proyectos centrados en aumentar la eficiencia energética del proceso productivo y en el estudio del nuevo horizonte tecnológico al que se enfrenta el sector cerámico.

Los resultados de estos proyectos han permitido obtener una línea base de referencia, que sirve de punto de partida para realizar una prospectiva, dentro del proceso de fabricación de baldosas cerámicas, hacia una transición energética que comprenderá necesariamente el empleo de nuevos equipos productivos no basados completamente en fuentes de energía de origen fósil, así como la incorporación de energías renovables al proceso de fabricación.

2. INTRODUCCIÓN

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre los cuales está el Dióxido de Carbono (CO₂), son objeto de seguimiento y control a nivel internacional, dada su relación con el calentamiento global del planeta y en consecuencia sobre el Cambio Climático¹.

La Unión Europea está actualmente liderando la política internacional en este ámbito, y se ha marcado como objetivo reducir sus emisiones de CO₂ en un 40 % para el año 2030², respecto a las de 1990, como meta temporal en el camino hacia la descarbonización completa de la economía europea en 2050³.

El origen de las emisiones de GEI es transversal a todos los ámbitos de la sociedad, pues todos los sectores de actividad contribuyen en las emisiones globales. En particular, los sectores industriales son responsables del 8,8 % de las emisiones en Europa⁴, dado el empleo mayoritario de combustibles fósiles en sus procesos productivos, y están emplazados a reducir de manera muy significativa sus emisiones para el año 2050. En particular, el objetivo de reducción de emisiones para el sector industrial, en el que se incluye el sector cerámico, es de entre un 34% y un 40% en el año 2030, y entre un 83% y un 87% en el año 2050⁵.

En el camino hacia una economía global hipocarbónica, la Comisión Europea insta a cada sector industrial a trazar su propia hoja de ruta, que tenga en cuenta las particularidades propias de cada actividad industrial.

La asociación europea de la Industria Cerámica (Cerame-Unie), que aglutina la representación industrial de los nueve subsectores cerámicos, publicó su documento en 2012⁶. Mayormente, el origen de las emisiones del sector cerámico proviene de la combustión de gas natural. En la hoja de ruta del sector cerámico, se recogen las tecnologías con potencial de reducción de emisiones con mayor grado de madurez, así como aquéllas que aún no tienen el desarrollo suficiente para ser ampliamente

¹ Acuerdo de París. Convención Marco sobre el cambio climático ONU. Diciembre 2015.

² COM/2014/015 final. Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030

³ COM(2018) 773 final. Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra.

⁴ Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2017 and inventory report 2019. European Environment Agency (May 2019).

⁵ COM(2011) 112 final. Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica y competitiva en 2050.

⁶ Paving the way to 2050. The ceramic industry roadmap. Cerame Unie, 2012.

implantadas en la industria, pese a su potencial mayor impacto en la reducción de emisiones de CO₂.

En este trabajo se describen, a través de diversos de proyectos de investigación, algunos de los esfuerzos realizados por la industria cerámica de baldosas para aumentar su eficiencia energética, así como el horizonte tecnológico al que se enfrenta en el camino hacia una reducción drástica de sus emisiones directas de CO₂.

3. ESCENARIO ACTUAL 2015-2020

Entre las tecnologías con mayor grado de madurez, y de implantación, se sitúan aquéllas destinadas a la recuperación del calor residual. Los procesos de cocción de productos cerámicos requieren elevadas temperaturas, y los hornos en los que se realizan los tratamientos térmicos de alta temperatura tienen una salida de calor residual en forma de gases calientes que es susceptible de ser aprovechado en el proceso de fabricación, reduciéndose de este modo el consumo total de combustible de origen fósil.

Tradicionalmente, las tecnologías de aprovechamiento del calor residual se basan en intercambiadores de calor, utilizando como fluido caloportador aire o aceite térmico. Sin embargo, una nueva tecnología de intercambio de calor basada en los cambios de fase de un fluido térmico (Heat Pipe Heat Exchanger. HPHE) se está desarrollando, con aplicación en diversos sectores industriales, entre los que se incluye el sector cerámico. Varios proyectos europeos incluyen demostradores de esta tecnología aplicada al sector cerámico, como son los proyectos SMARTREC⁷ Y DREAM⁸. Ambos están financiados por la Comisión Europea mediante el programa Horizonte 2020.

El proyecto SMARTREC (Developing a standard modularised solution for flexible and adaptative integration of heat recovery and thermal storage capable of recovery and management of waste heat), comprende la instalación de un sistema de recuperación de calor basado en el cambio de fase de un fluido térmico (HPHE), implementado en la chimenea de salida de humos de un horno piloto de cocción de baldosas cerámicas. El recuperador de calor instalado tiene una potencia máxima de recuperación de calor de 65 kW, y en el caso piloto analizado, el calor se recupera en una corriente de agua caliente.

El sistema se ha ensayado bajo diferentes condiciones de operación, variando el caudal y la temperatura de los gases calientes de entrada, así como el caudal del fluido calentado en la salida. Las eficiencias obtenidas, calculadas como calor recuperado respecto al calor total aportado, se sitúan en el intervalo entre el 45 y el 65 %, en función de las condiciones de operación.

Cabe destacar la rapidez de respuesta de la instalación ante cambios en alguna de las variables de trabajo, así como la facilidad de operación del sistema. Asimismo, remarcar que, en la instalación ensayada bajo las condiciones de operación analizadas, el funcionamiento del horno no se ha visto alterado con la puesta en marcha o paro del sistema de recuperación de calor.

⁷ <http://smartrec.eu/>

⁸ <https://www.spire2030.eu/dream>

En una instalación industrial, el fluido recuperador del calor puede ser agua, aire o aceite térmico. En el caso de calentar agua, su principal uso sería como agua caliente sanitaria, ya que no se requiere en el proceso industrial agua caliente. Sin embargo, no es habitual en el sector cerámico recuperar calor en agua caliente, dado que la demanda en las empresas es muy pequeña frente a la cantidad de agua caliente que se generaría.

Si el fluido calentado es aire ambiente, o aceite térmico, el calor puede ser recuperado en las instalaciones de secado, reduciendo de este modo el consumo de gas natural en los secaderos, y evitando, en consecuencia, la emisión de CO₂ asociada a la combustión del gas natural.

El proyecto DREAM (Design for resource and energy efficiency in ceramic kilns) ha implementado varias soluciones tecnológicas para mejorar la eficiencia energética de los hornos de cocción de baldosas cerámicas. Una de estas soluciones, consiste en la recuperación de calor de la zona de enfriamiento de los hornos, basada en el empleo de HPHE. En este caso, se ha instalado en un horno industrial un recuperador de calor que aprovecha el calor de los gases que salen por la chimenea de enfriamiento del horno para calentar aire ambiente, que se emplea como aire de combustión precalentado en los quemadores del horno. El recuperador de calor, basado en el cambio de fase de un fluido térmico (HPHE), recupera hasta 100 kW de calor, obteniéndose un ahorro en gas natural y una reducción de las emisiones de CO₂ asociadas. El tiempo de retorno de esta instalación se ha calculado en torno a 15 meses.

4. VISIÓN 2020-2050

El sector de fabricación de baldosas cerámicas está englobado dentro del sector industrial, que es uno de los sectores con mayor consumo de energía en la Comunitat Valenciana, sólo superado por el sector transportes.⁹

La producción de baldosas cerámicas¹⁰. en 2018 fue de 530 millones de m². En 2018, el consumo energético en este sector industrial ascendió a 14767 GWh/año, siendo el consumo de electricidad un 8,4 % del total, y el 91,6 % restante consumo de gas natural en el proceso de fabricación. Las emisiones totales de dióxido de carbono en ese mismo año fueron de 2,7 millones de toneladas de CO₂, siendo un 10 % las emisiones de proceso, y un 90 % las emisiones procedentes de la combustión del gas natural.

Analizando la evolución sectorial de los consumos energéticos y las emisiones de CO₂ en la década 2008-2018, se obtiene que el consumo específico de energía eléctrica (kWh/m²) se ha reducido ligeramente, un 2,5 %, el consumo específico de gas natural (kWh/m²) ha disminuido un 11,2 %, y las emisiones específicas de CO₂ (kg CO₂/m²) se han reducido en un 11,3 %.

Los resultados obtenidos reflejan la adaptación del sector industrial cerámico a un entorno cada vez más competitivo y restrictivo en lo que a emisiones de CO₂ se refiere. Así, la paulatina adaptación al entorno de industria 4.0, y el aumento en la automatización y control de los procesos, procesos ambos que requieren de un mayor consumo de electricidad, tienen como consecuencia que el consumo de electricidad sectorial no haya disminuido de manera sustancial, a pesar de los crecientes esfuerzos

⁹ Datos energéticos de la Comunitat Valenciana 2015. Generalitat Valenciana. Ivace Energía.

¹⁰ ASCER, 2019. www.ascer.es

en aumentar la eficiencia energética en los equipos e instalaciones con mayor consumo de electricidad.

Respecto al consumo de gas natural, y en consecuencia a las emisiones de CO₂, en la última década se han reducido ambos factores en algo más de un 11 %, lo que refleja el gran esfuerzo del sector en reducir su consumo de gas natural y aumentar la eficiencia de las instalaciones. Entre las actuaciones de ahorro energético llevadas a cabo en las plantas productivas, destacan la implementación de instalaciones de recuperación de calor, la instalación de quemadores de mayor eficiencia, así como el mayor control y seguimiento de las variables de proceso con mayor influencia en el consumo de gas natural, tanto en secaderos como en hornos.

No obstante, dada la madurez de la tecnología utilizada, no cabe esperar grandes reducciones en el consumo de gas, y por ende en las emisiones de CO₂, en los próximos años, si no se producen cambios tecnológicos de relevancia. No hay que perder de vista que a pesar de todos los esfuerzos realizados, el sector en global es deficitario en emisiones de CO₂, y por tanto soporta un coste adicional asociado a las emisiones emitidas que exceden a las asignadas.

Con la vista puesta en el horizonte hipocarbónico establecido por la Unión Europea, para los sectores industriales, hay que empezar a buscar alternativas al proceso actual que tengan como principal impacto una drástica reducción en las emisiones de CO₂, eso sí, sin comprometer la cantidad ni calidad del producto cerámico fabricado. Entre las alternativas existentes, se pueden citar la implantación de tecnologías de captura de CO₂, la electrificación de secaderos y hornos, acompañada de la implantación de sistemas propios de generación de electricidad, entre otras.

Algunas de las tecnologías citadas, se encuentran en un grado de madurez que invita ya a pensar en la posibilidad de implementar alguna instalación piloto demostrativa, que facilite a medio plazo su implantación general en el sector. Sin embargo, esto sólo será posible con el apoyo institucional y financiero necesario para la ejecución efectiva de las inversiones necesarias en esta transición tecnológica que se encuentra a la vuelta de la esquina.

5. CONCLUSIONES

El sector de fabricación de baldosas cerámicas ha realizado y sigue realizando esfuerzos encaminados a la reducción del consumo de gas natural, con el objetivo de reducir tanto los costes asociados al consumo de combustible como las emisiones de CO₂, que también suponen ya un sobre coste al que hacer frente en las empresas.

La tecnología utilizada actualmente es una tecnología madura, y muy optimizada desde el punto de vista de eficiencia energética. No obstante, aún existe cierto margen de mejora de rendimiento, pero éste no será suficiente para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones establecidos a nivel europeo.

Nos encontramos, pues, inevitablemente, a las puertas de una transición tecnológica, que debe realizarse con el objetivo de reducir al máximo las emisiones de CO₂, sin perder de vista la competitividad de las empresas ni la calidad y diversificación del producto final obtenido.

6. AGRADECIMIENTOS

El proyecto SMARTREC ha recibido financiación del Programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, con el Acuerdo de financiación Número 723838.

El proyecto DREAM ha recibido financiación del Programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, con el Acuerdo de financiación Número 723641.

Este trabajo muestra también algunos de los resultados obtenidos en el proyecto "Estrategias de economía circular para una industria cerámica hipocarbónica (*CerOh! Strategies*)", cofinanciado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y la Unión Europea a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020 (IMDEEA/2019/5). Las líneas de estudio que se muestran en este trabajo se encuentran en fase de ejecución ya que este proyecto finalizará en diciembre de 2020.