

PUESTA A PUNTO DE UN REACTOR DE TRATAMIENTO TERMOQUÍMICO Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE ENFRIAMIENTO SÚBITO PARA MATERIALES DE INTERÉS INDUSTRIAL.

Morales, F.M., García, R., Climent-Vera, A., Merino-Vigo, R.C., Perdigones, J., Santos, A., Lacroix, B.

Equipo de investigación Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz.

Este proyecto tenía como finalidad la ejecución de la puesta a punto de un reactor de tratamientos termoquímicos a presión atmosférica y a temperaturas muy elevadas para trabajar con minerales particulados de interés industrial, y otros materiales que pudiesen ser susceptibles de necesitar este tipo de procesamientos.

Para comprobar la utilidad de este prototipo desarrollado, nos encontramos en la fase de realización de pruebas de conceptos para validar la operatividad de éste, y analizar si se deben afrontar posibles mejoras. Las primeras pruebas con objeto de obtener derivados multifásicos de arena de sílice, sometida a ambientes cársticos de distintas concentraciones, y aplicando rampas variables de calentamiento y enfriamiento, han sido realizadas con éxito. Los estudios planteados son una oportunidad de hacer investigación fundamental para el IMEYMAT, y tienen carácter de investigación aplicada porque suscitan el interés de socios industriales con los que el Instituto realiza colaboraciones. De hecho, durante el año 2019, han sido publicadas las soluciones definitivas de dos proyectos industriales financiados por la Junta de Andalucía que harán uso del sistema desarrollado.

Los fondos financiados en 2018 a través del Plan Propio del IMEYMAT, en la modalidad de “líneas prioritarias”, sirvieron para costear parcialmente los gastos asociados a la fabricación y automatización de un reactor tubular de flujo discontinuo para tratamientos termoquímicos en estado sólido a presión atmosférica y temperaturas de hasta 1600°C. Este reactor consiste en un horno tubular, en cuyo interior se alberga un tubo cerámico de alúmina de gran pureza dispuesto en una posición fija, que hace las veces de termoreactor, que está ciego por un extremo (lado en el que se coloca el material a tratar durante el proceso) y abierto por el otro (extremo por el que se introduce y se descarga el material), y en cuyo interior se pueden controlar las condiciones de trabajo gracias a tres sistemas:

Sistema de traslación en dos direcciones: permite el movimiento del horno encendido y estabilizado con un perfil de temperaturas fijo previamente caracterizado. De esta forma, el horno se puede emplazar en la posición deseada, y así controlar la velocidad de enfriamiento o calentamiento de la masa de material dispuesta en el interior del reactor tubular de posición fija. Para ello se ha encastrado un husillo al cuerpo del horno, por el que pasa un tornillo sin fin acoplado a un motor en el que, gracias a un contador magnético de vueltas, se puede fijar la posición del horno con

una precisión de ± 1 mm en rangos de tiempos variables, con un límite de velocidad máxima de traslación de 1 cm/s. El control de la traslación se hace a través de un software programado para tal fin, para el que también se ha desarrollado una interfaz amigable en la que se pueden introducir muchos de los parámetros de operación.

Sistema de rotación de velocidad variable: permite controlar en ambos sentidos el movimiento rotatorio del tubo reactor cuyo cuerpo estaría dispuesto en mayor o menor extensión (dependiendo de la traslación realizada) dentro del horno tubular. De esta forma se controlarían las velocidades de calentamiento (desde rápidas hasta lentas) y las velocidades lentes de enfriamiento. El tubo reactor se hace

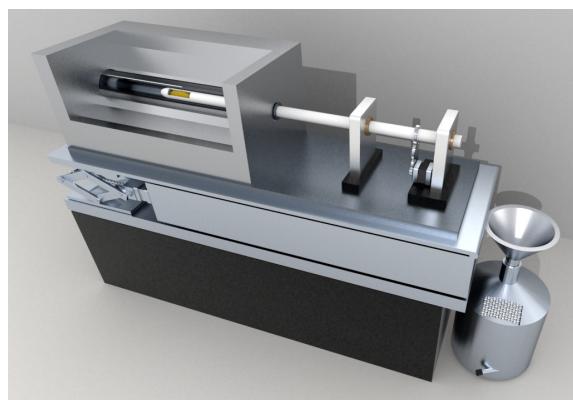


Figura 1. Prototipo teórico en diseño 3D del montaje final del reactor de tratamientos termoquímicos.

rotar por el extremo abierto mediante un sistema de cogida acoplado a engranajes helicoidales que son accionados por un motor paso a paso. El control del motor se lleva a cabo gracias al mencionado software e interfaz de desarrollos propios. Con la rotación se consigue que los materiales, que pudiesen ser por ejemplo particulados y preimpregnados con disoluciones de reactivos químicos, sean sometidos a tratamientos termoquímicos lo más homogéneos posibles en geometría y condiciones, así como facilitar por deslizamiento, la carga de los materiales al inicio del proceso, y la descarga de estos mismos en el momento final del tratamiento.

Sistema de basculación del conjunto: permite, si fuese necesario, la descarga rápida de la carga de material procesada en el reactor, con objeto de promover su bajada de temperatura de forma moderada o súbita. Para procurar posibles

“este equipo se integrará en los Servicios Periféricos del IMEYMAT, y va a ser protagonista en dos proyectos industriales financiados en 2019 por la Junta de Andalucía”

tipos de enfriamientos continuos o isotérmicos, el material estabilizado a una temperatura fija, podría verterse sobre un habitáculo vacío de pared fría a condiciones atmosféricas o de presión variable (al aire, vacío, o presión), sobre contenedores de agua o aceites (temples húmedos), o sobre hornillos o recipientes que contengan metales o sales fundidos (temples prolongados, etc.).

Asociado a este equipamiento, se ha diseñado también un sistema para realizar enfriamientos muy rápidos del material sin la intervención de líquidos (temples secos). Se trataría de un enfriador tubular basado en el principio de lecho fluidizado, que recepcionaría el material caliente por una boca antiretorno lateral en forma de embudo, que refrigeraría el material con un ventilador de potencia variable en función de la masa a enfriar, y que proyectaría el aire caliente con posibles restos de gases subproductos o micropartículas en suspensión a una chimenea sellada a la que se le aplica extracción.

Se prevé a continuación construir el enfriador y realizar pruebas de concepto en el prototipo de tratamiento termoquímico, lo que abrirá la oportunidad de ofertar su

uso en forma de Servicio Periférico de Investigación de la Universidad de Cádiz, dando pie al comienzo de sinergias con compañeros del IMEYMAT que puedan necesitar del uso de este artefacto para hacer tratamientos termoquímicos o térmicos de sus materiales, posibilitándose un calentamiento variable hasta muy alta temperatura y el control de enfriamiento desde velocidades bajas hasta velocidades muy rápidas.

El primer reto científico tras haber concluido el desarrollo del prototipo es, gracias a este aparato, obtener derivados multifásicos de arena de sílice mezclada con distintas concentraciones de agente mineralizador, aplicando rampas variables de calentamiento y enfriamiento. El objetivo último del sistema desarrollado es poder contar con una planta piloto para emular y hacer variaciones experimentales de las condiciones industriales de tratamientos termoquímicos que aplican algunas compañías mineras, metalúrgicas, y de tecnologías de otros materiales para la obtención de arenas de alto valor añadido, cementos, aleaciones metálicas de propiedades avanzadas, polímeros o compuestos curados a velocidades variables, etc.

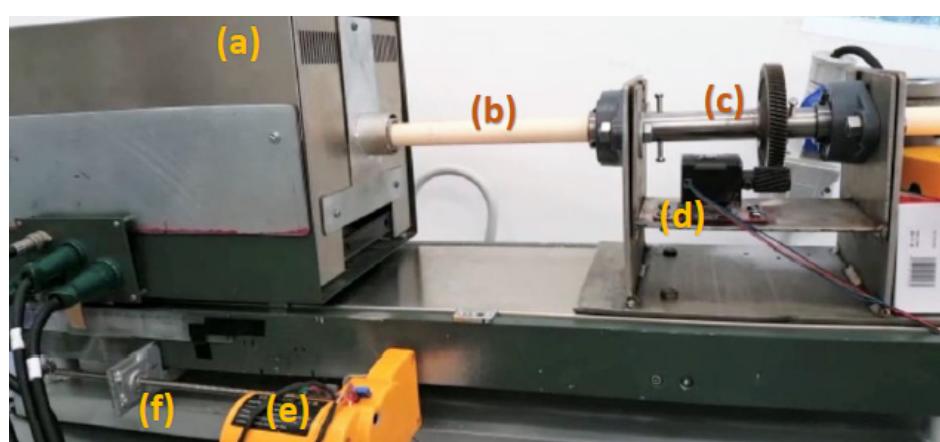


Figura 2. Montaje final del prototipo (a) cuerpo del horno; (b) tubo reactor de alúmina; (c) sistema de sujeción del tubo pasante compuesto por cilindro de acero sujeto a rodamientos en los extremos y soportado a un engranaje helicoidal; (d) motor paso a paso con engranaje en su eje para rotación programada; (e) motor para traslación programada con sensor cuenta vueltas; (f) husillo enroscado en macho. La fotografía está realizada desde la cara opuesta a la posición normal de trabajo del operario.



El Prof. Dr. Francisco M. Morales se doctoró con premio extraordinario en la Universidad de Cádiz en 2003, y hasta 2006 consiguió posiciones financiadas por la Fundación Alexander von Humboldt, la Sociedad Max Planck, y los Programas Marie Curie y Ramón y Cajal (1^a posición en Ciencia y Tecnología de los Materiales). En 2007 se habilita como PTU, y en 2014 se acredita como CU. Desde 2014 es en la UCA el Director del Instituto IMEYMAT, Responsable del “Laboratorio de Preparación de Muestras” de los SC-ICYT y Coordinador del Servicio Técnico Homologado “Materialografía”, y es Catedrático desde 2017.