

Resumen

Los materiales aislantes han sido investigados a fondo por sus posibles mejoras en la eficiencia térmica de los motores de combustión interna alternativos. Estas mejoras se ven reflejadas tanto directamente en el trabajo indicado como indirectamente a través de la reducción del sistema de refrigeración del propio motor. Diferentes estudios, tanto experimentales como analíticos, han mostrado la reducción en la transferencia de calor a través de las paredes de la cámara de combustión mediante la utilización de estos materiales. Sin embargo, demostrar la conversión de la energía térmica adicional en trabajo indicado ha resultado más difícil. En ciertos estudios se pudieron obtener mejoras en el trabajo indicado durante la carrera de expansión, pero éstas fueron reducidas debido a un menor rendimiento volumétrico debido al calentamiento de la carga durante el proceso de admisión y un mayor trabajo en la carrera de compresión. Típicamente, las únicas mejoras en el trabajo al freno provendrían de la reducción de pérdidas por bombeo en los motores turboalimentados, o de la extracción de la energía adicional de los gases de escape a través de turbinas.

El concepto de los materiales con oscilación de la temperatura durante el ciclo motor intenta aprovechar los beneficios del aislamiento durante los procesos de combustión y expansión, mitigando las pérdidas por el incremento de la temperatura de las paredes durante la admisión y la compresión. La combinación de baja capacidad calorífica y baja conductividad térmica permitiría que la temperatura de la superficie de la cámara de combustión respondiera rápidamente a la temperatura del gas durante el proceso de combustión. Las temperaturas de la superficie son capaces de aumentar en respuesta al pico de flujo de calor, minimizando así la diferencia de temperatura entre el gas y la pared en la carrera de expansión cuando es posible la mayor conversión de energía térmica en trabajo mecánico. La combinación de baja capacidad calorífica y conductividad térmica es también esencial para permitir este aumento de temperatura durante la combustión y para permitir que la superficie se enfríe durante la expansión y el escape para no perjudicar así el rendimiento volumétrico del motor durante la carrera de admisión y minimizar el trabajo de compresión realizado en el siguiente ciclo.

En esta tesis se han desarrollado modelos térmicos y termodinámicos para predecir los efectos de las propiedades de los materiales en las paredes y caracterizar los efectos de la transferencia de calor en diferentes partes del ciclo sobre el trabajo indicado, el rendimiento volumétrico, la energía en los gases de escape y las temperaturas del gas para un motor de combustión interna alternativo. También se ha evaluado el impacto del uso de estos materiales en el knock en motores de

combustión de encendido provocado, ya que los estudios experimentales de esta tesis se realizaron en un motor de estas características.

Durante la investigación se evaluaron materiales aislantes convencionales para comprender el estado actual de esta técnica y para adquirir también experiencia en el análisis de materiales aislantes con oscilación de temperatura. Desafortunadamente, los efectos de la permeabilidad a través de la porosidad del material en los recubrimientos convencionales, la absorción de combustible y la relación de compresión tendieron a ocultar los efectos de la oscilación de la temperatura y la reducción de la transferencia de calor a través de las paredes. Así pues, se analizó el impacto individual de cada uno de estos mecanismos y su influencia en el rendimiento del motor para así definir un nuevo material con las características necesarias que mejorasen el aislante con de oscilación de temperatura.

Finalmente, a partir de los estudios de esta fase de análisis, se creó un nuevo material y se aplicó a la superficie del pistón y a la superficie interna de las válvulas de admisión y de escape. Los datos de motor se tomaron con estos componentes recubiertos del nuevo material aislante con oscilación de temperatura y se compararon con los datos de referencia del mismo motor donde no se utilizó recubrimiento. Aunque el material resistió en la mayoría de ensayos experimentales, el análisis de los datos sugiere que el material no estaba completamente sellado y sufrían las mismas pérdidas de permeabilidad que afectaban al aislamiento convencional. Esta investigación demuestra que es necesario un desarrollo adicional para llegar a una solución robusta y eficaz que minimice la transferencia de calor a través de las paredes de la cámara de combustión mediante materiales aislantes con oscilación de la temperatura para motores de combustión interna. El éxito de estos materiales aislantes con oscilación de temperatura requiere una muy baja conductividad térmica, capacidad calorífica y un espesor de aislamiento apropiado, así como sellado elástico de cualquier volumen poroso dentro del revestimiento para evitar pérdidas adicionales de calor y de combustible a lo largo del ciclo.