

EVALUACION DE MATERIALES CERAMICOS PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Ing. Gonzalo Bruzos
Ing. Jordi Mirabent
Lic. Noel Abrahantes

Instituto de Investigaciones del Transporte. Santiago de Cuba

RESUMEN

Se exponen los resultados de pruebas experimentales realizadas a la cerámica en estado natural y unida a polvo de bronce, con el fin de valorar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas que garantizan su empleo en las máquinas automotrices.

Los resultados obtenidos muestran las ventajas que ofrecen la unión de la cerámica natural y el polvo metálico de bronce, produciéndose un mejoramiento de las propiedades mecánicas, por lo que se encontraron los mejores resultados en la cerámica aleada con el 10 % de éste.

El amplio abanico de aplicaciones técnicas para las diferentes esferas económicas en el desarrollo actual del mundo, ha quedado abierto con la obtención, en los últimos años, de materiales cerámicos que combinan elevadas resistencias mecánicas con bajas conductividades eléctricas y térmicas, concatenadas con excelentes propiedades antifricción y anticorrosivas.

En la actualidad se realizan investigaciones en diferentes países del mundo relacionadas con la cerámica, a fin de aplicarla en la industria automotriz para lograr un mejor aprovechamiento del combustible y favorecer de esta manera la producción de energía mecánica. Los materiales cerámicos modernos empleados en la construcción de piezas para motores y máquinas térmicas, se fabrican fundamentalmente según las técnicas de prensado en seco, seguido de calentamiento bajo presión o prensado isostático y cocción. Estos materiales son compuestos puros, refinados a partir de materiales que se encuentran en la naturaleza en forma de minerales metálicos u obtenidos químicamente, tales como el carburo de silicio, nitruro de silicio, carburo de boro, nitruro de boro, boruro de circonio, cloruro de silicio, entre otros.

Este trabajo pretende buscar soluciones alternativas al empleo de los compuestos naturales, mediante la utilización de la cerámica tradicional, obtenida a partir de la arcilla extraída de yacimientos nacionales. A través del empleo de ensayos físico-mecánicos son valoradas y estudiadas las propiedades fundamentales que caracterizan a los mismos, evaluando sus posibilidades de aplicación en el transporte. La primera parte del trabajo está dedicada al estudio de estos materiales en estado natural. Estas pruebas son repetidas en la segunda etapa, pero respecto a materiales que poseen adición de polvo metálico distribuido de manera uniforme. El uso de este polvo tiene como fin llenar los poros de estos compuestos y mejorar algunas de sus propiedades mecánicas. El metal es añadido en dos niveles (5 y 10 %), permitiendo conocer en cuál de los

ABSTRACT

The results of the experimental tests realized with ceramic in natural state and joined with bronze powder are shown with the aim of proving if their physical, chemical and mechanical properties made it useful for automotor industry. The obtained results show the advantage of the mixture finding the best results in the alloyed ceramic with the 10 % of bronze powder.

casos es más ventajoso su empleo, además se utilizan diferentes temperaturas de horneado.

MATERIAS PRIMAS EVALUADAS

Para seleccionar el posible material arcilloso a emplear se tuvo en consideración las condiciones bajo las cuales debe trabajar el producto cerámico que se diseña, así como la cercanía de los yacimientos, su abundancia y las posibilidades de obtención.

Dentro de las propiedades fundamentales de la materia prima seleccionada se encuentran: un bajo contenido de óxido de hierro; no poseer en su composición yeso, fragmentos de roca, ni carbonato de calcio (elementos que pueden ser perjudiciales); además, poseer elevado nivel de refractariedad, entre otros.

En correspondencia con su composición química existen, en lo fundamental, cuatro colores: rojizo, rojo claro, rosa crema, amarillo claro.

PROPIEDADES FUNDAMENTALES DE LOS MATERIALES CERAMICOS

Porosidad

La porosidad constituye de un 10-40 % del volumen y aumenta al incrementar en la pasta cerámica aditivos quemantes, espumantes u otros.

Conductividad térmica

Los poros de aire y los huecos creados en los artículos cerámicos, reducen la masa volumétrica y disminuyen considerablemente la conductividad térmica.

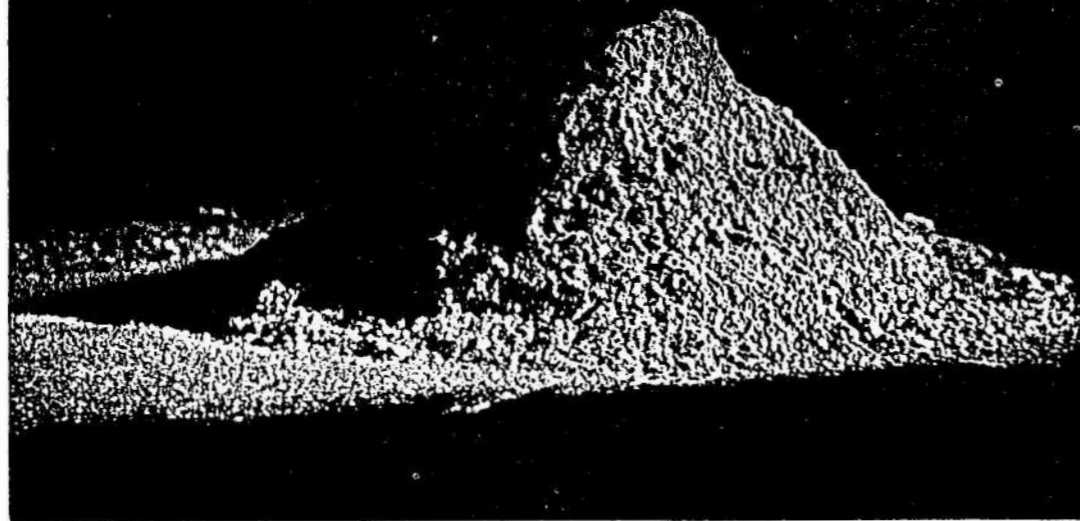
Al aligerar los artículos cerámicos la conductividad térmica disminuye equivalentemente

Resistencia mecánica

Depende de su composición de fase y de la porosidad. La marca de resistencia de un artículo cerámico significa, generalmente, el límite de resistencia a la compresión y para algunos elementos en

MOA

La ciudad del níquel



Visítenos

específico se considera además la resistencia a la flexión.

Resistencia al frío

Es el número de ciclos de congelación y descongelación alternos, que soporta un artículo en condiciones de ensayo estandarizadas, sin indicios de deterioros visibles como: desmoronamiento, estratificación, etcétera.

Resistencia al impacto

Es la propiedad del material de oponerse a la destrucción en caso de cargas de impacto. Se caracteriza por la cantidad de trabajo gastado para romper una muestra estándar, referido a la unidad de volumen (J/cm³) o al área de la sección transversal de la muestra (J/cm²).

ANÁLISIS DE LA ARCILLA CAOLINITICA ESCOGIDA

Para realizar un estudio de las características más importantes que posee el caolín escogido, se debe conocer primeramente, qué por ciento de partículas polvorosas y arcillosas existe en una determinada cantidad de arcilla. Para ello se procede a un proceso de levigación y luego al tamizado (Tabla 1).

TABLA 1. Resultados de los procesos de levigación y tamizado

Levigación					
Color	Pigmento (g)	Residuo (g)	Suma (g)	Pérdida (%)	Levigación (%)
1	165,6	794,4	960	4	20,6
2	345	579,1	924,1	7	42,1
3	450	505,1	955,7	4,4	49,4
4	406,6	566,7	973	2,7	43,3

Tamizado							
	Tamiz >2,5 (%)	Tamiz 2,5 (%)	Tamiz 0,315 (%)	Tamiz 0,2 (%)	Tamiz 0,1 (%)	Tamiz 0,063 (%)	U/M (mm)
1	57,70	7,9	21,8	4,7	6,42	1,48	
2	48,40	20,4	20,2	3,28	6,9	0,84	
3	73,84	7,5	12,6	2,5	3,46	0,3	
4	63,18	0,22	20,14	1,26	2,5	12,7	

Colores: 1. Rojizo, 2. Rojo claro, 3. Rosa crema, 4. Amarillo claro

Se le realizó además un proceso de horneado a temperaturas de 800, 1 000 y 1 200 °C observándose cambios en la coloración para las diferentes muestras.

Muestras	Cambio de coloración (800 °C)
Rojizo	Rojizo
Rojo claro	Rojo claro
Rosa crema	Violeta pálido
Amarillo claro	Violeta

1 000 °C

Rojizo	Rojo claro
Rojo claro	Rojizo
Rosa crema	Rosa pálido
Amarillo claro	Violeta intenso

(1 200 °C)

Rojizo	Rojizo intenso
Rojo claro	Rojizo intenso
Rosa crema	Rosado crema quemado
Amarillo claro	Rojizo intenso

Además, se realizaron pruebas físico-mecánicas como:

- resistencia a la compresión
- resistencia a la flexión
- resistencia al impacto.

TABLA 2. Resultados de las pruebas experimentales realizadas a la cerámica en estado natural

T	Rc		Rf		Ri	
	1	2	1	2	1	2
800	0,9	0,43	0,0082	0,318	0,5	0,43
1 000	10,24	9,53	0,76	0,83	0,5	0,44
1 200	27,2	22,6	1,55	0,88	0,74	0,69

Como se puede apreciar en la Tabla 2, el comportamiento de la resistencia a la compresión aumenta, con el incremento de la temperatura de horneado para todas las muestras, y los mejores resultados en todos los casos, son alcanzados por los colores rojizo y rojo claro, por tanto, la temperatura óptima según estas consideraciones es de 1 200 °C.

A las arcillas que mejores resultados ofrecieron se les añadió bronce como metal de aportación. Muy diversos son los fines por los cuales se ha tratado de llevar a cabo el proceso de unión entre los elementos cerámicos y los metales, pero el objetivo primordial que se persigue es, obtener características medias entre ambos materiales, para de esta forma mejorar algunas propiedades de la cerámica, que impiden su mayor aplicación en las máquinas automotrices.

Lograr disminuir el exceso de fragilidad e incrementar su resistencia, sobre todo al impacto, es uno de los objetivos esenciales que se persiguen en la investigación de estos materiales.

El metal fue añadido a la arcilla en dos cantidades diferentes y fueron confeccionadas dos masas arcillosas por cada muestra escogida, una masa para el 5 % en peso del metal y la otra para un 10 %.

En la proyección de las pruebas de compresión se decidió utilizar como temperatura de experimentación las de 800 y 1 000 °C. En la Tabla 3 es posible apreciar cómo para cada temperatura existe un incremento de la resistencia a la compresión con el aumento del por ciento de metal aportado.

TABLA 3. Resultados de las pruebas experimentales realizadas a la cerámica con bronce

T	Br	Rc		Rf		Ri	
		1	2	1	2	1	2
800	5 %	2,46	4,65	1,92	2,304	0,5	0,4
	10 %	3,7	6,35	2,47	3,075	0,7	0,6
1 000	5 %	30,2	10,4	12,87	8,645	0,5	0,5
	10 %	32,9	18,6	27,74	7,814	0,8	0,61

Donde:
T: Temperatura de horneado (°C); Br: Por ciento de bronce en la aleación (%); Rc: Resistencia a la compresión (Mpa); Rf: Resistencia a la flexión (Mpa); Ri: Resistencia al Impacto (J/cm²); 1: Color rojizo; 2: Color rojo claro

De forma general, en la mayoría de los ensayos mecánicos, con el incremento de la temperatura, existe una mejoría en las propiedades de las muestras analizadas. Esto se debe a que a elevadas temperaturas se realiza un mejor proceso de fusión de los elementos, así como una mejoría en el relleno de los poros al recogerse y reunirse entre sí las partículas arcillosas, lo que permite una mejor contracción al quemado. Con la incorporación del bronce a los elementos cerámicos se observó una mejoría de las propiedades; esto está dado porque durante el proceso de horneado, el bronce pasa a ocupar los poros de estos elementos, que posteriormente producen entre sí una fusión indisoluble, garantizando la obtención de características medias entre ambos elementos.

De todos los materiales analizados, los colores que mejores resultados aportaron fueron el rojo claro y el rojizo, demostrando en casi todos los casos una superioridad considerable, la muestra de color rojizo.

CONCLUSIONES

A través de la realización de los ensayos físico-mecánicos la arcilla caolínica de color rojizo fue la que mejores resultados manifestó en las pruebas realizadas, tanto para la cerámica en estado natural como en el caso en que se añadió bronce.

Los ensayos realizados a la cerámica unida al polvo de bronce, mostraron los mejores valores para el caso en que éste se añadió en un 10 %, apreciándose una mejoría en la resistencia mecánica de estos elementos.

Todos los resultados obtenidos en los experimentos realizados demuestran, las grandes posibilidades que poseen estos materiales para ser empleados en la fabricación de piezas para diferentes ramas de la economía, en especial, en la industria automotriz en la confección de zapatas de frenos, bujes antifrictionantes, discos de embrague, entre otros.

BIBLIOGRAFIA

- GORCHACOV, G.I.: *Materiales de la construcción*, Ed. Mir, Moscú, 1984.
- HAMANO, Y.: "Testing a small D.I. ceramic diesel engine", en *Automotive engineering*, august, USA, 1986.
- JOVAJ, M.S. y G.S. MASLOV: *Motores en automóvil*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1993.
- KOSLOV, Y.: *Ciencia de los materiales*, Ed. Mir, Moscú, 1986.
- KUCHER, A.: *Tecnología de los metales*, Ed. Mir, Moscú, 1987.
- MARTINEZ, A. y M. REGUIFEROS: *Informe final de caolines de El Cobre*, Empresa Geólogo Minera, Santiago de Cuba, 1993.
- WATANABE, K. et al.: "Research and development of ceramics turbine wheels", en *Transaction of the ASME*, vol. 115, January, pp. 3641, 1993.
- YAMAGUCHI, J.: "Ceramics combustion chamber increases turbodiesel power", en *Automotive engineering*, January, USA, 1983.

