



# APLICACIONES INDUSTRIALES DE NANOPARTÍCULAS OBTENIDAS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SHS

*Autores:*

A.Sargasyan, I. Agote y M. Gutiérrez.  
F. INASMET.

Barcelona, 14 de Mayo del 2007

inasm<sup>et</sup>  
tecn<sup>alia</sup>

# INDICE

- ❖ I.- Introducción a la tecnología, de origen soviético, SHS.
- ❖ II.- Aplicaciones industriales nano
- ❖ III.- Conclusiones

**S**: Self –propagating, **H**: High –temperature, **S**: Synthesis.

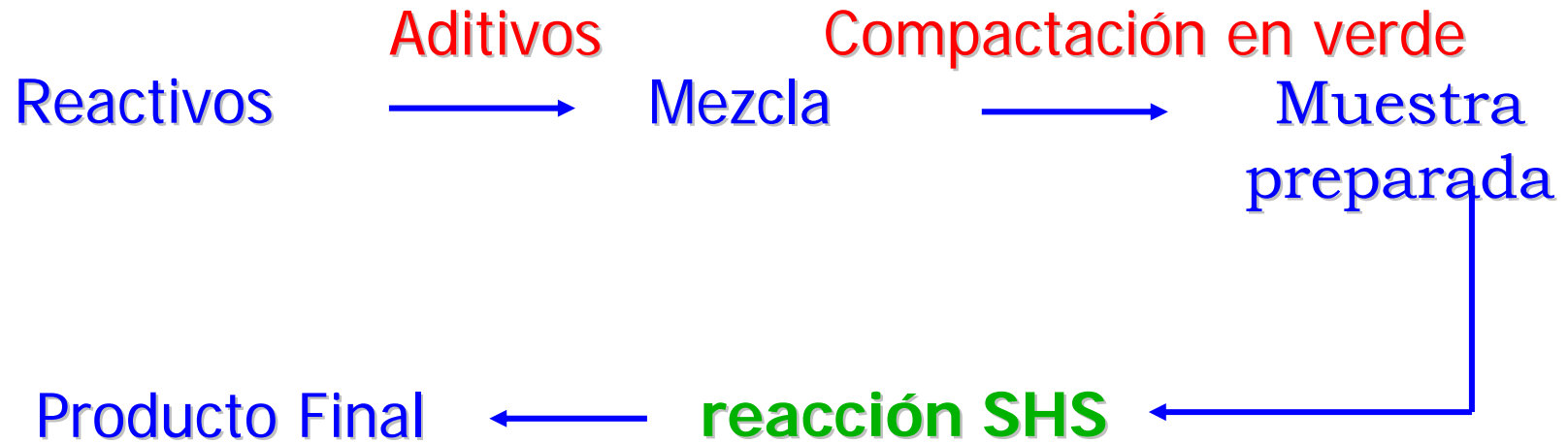
Se traduce como “Síntesis Auto-propagada a Alta Temperatura “  
o Síntesis de materiales por Combustión y  
está basada en las reacciones químicas  
que se producen cuando se mezcla un  
sólido con sólido o sólido con gas,  
y que son fuertemente exotérmicas,  
es decir que el calor desprendido  
de la masa reaccionante permite su autopropagación  
mediante una onda o frente de combustión.



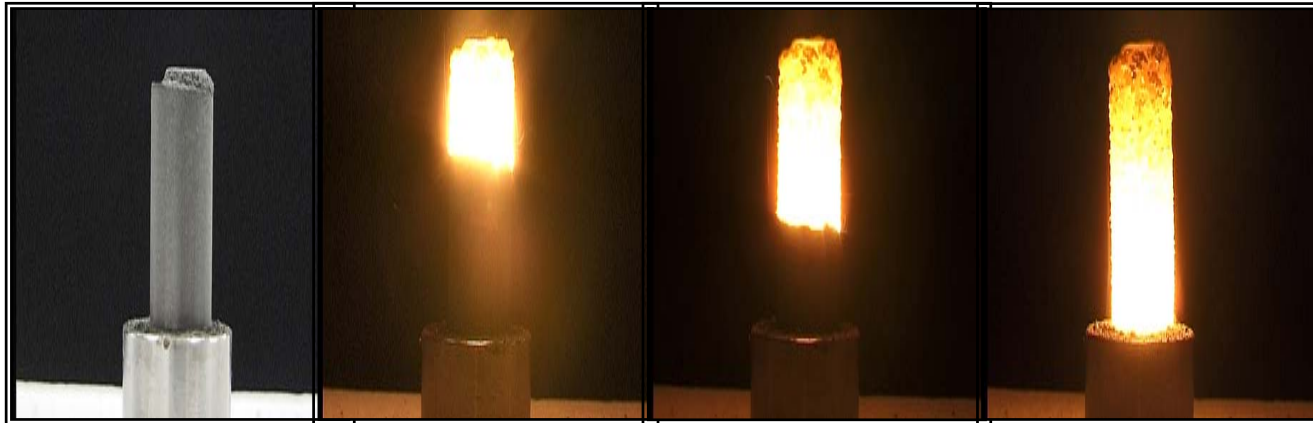
La temperatura de dicho frente, dependiendo de los procesos,  
puede alcanzar hasta 4000°C, desarrollándose en algunos de ellos  
presiones de hasta 2500 Pa.

✦ Muy innovador en el campo nano: todavía gramos.

## ETAPAS DEL PROCESO SHS



## ✦ Modo de ignición inicial: Local

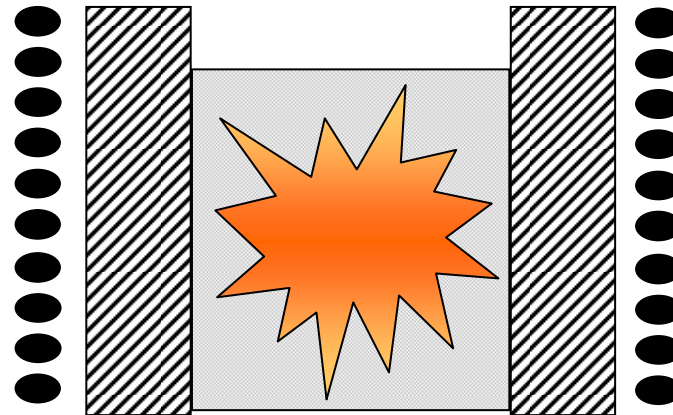


Barcelona. 14/05/07.

APLICACIONES DE NANOPARTÍCULAS OBTENIDAS POR  
SHS

## Volumétrica o Explosión térmica

Menos controlable y por tanto más difícil para sintetizar nanopulvos.



## TIPO DE REACCIÓN DE SHS

Se basan en la típica aluminotermia:



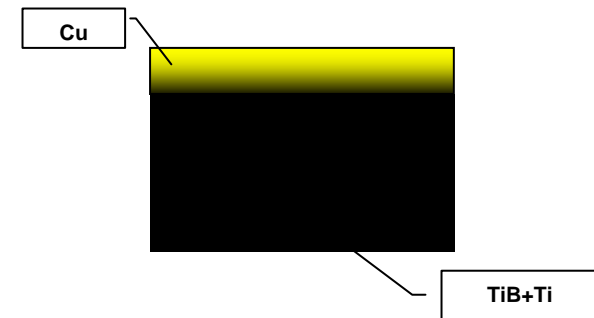
Se ha obtenido más de 500 compuestos

- Siliciuros: MoSi<sub>2</sub>.
- Óxidos: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>
- Aluminuros: TiAl<sub>3</sub>, NiAl, Ni<sub>3</sub>Al, FeAl.
- Boruros: TiB<sub>2</sub>, MgB<sub>2</sub>, TiC-TiB<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Carburos: WC, TiC, Fe(TiC), SiC, TiC-TiB<sub>2</sub>
- Cermets: WC+Me, TiC-Ni, TiC-Mo, TiB-Ti, TiAl-TiB-Ti, Ti-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Nitruros: TiN, TiCN, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.
- Metales: Cu, Ti, Fe, Mo, Ni
- Pigmentos, ferritas, hidroxiapatita.



## PROCESOS DE SHS QUE PRODUCEN NANOPARTÍCULAS

- De pulvimetalurgia
- De obtención de materiales porosos.
- De fusión y solidificación.
- SHS + Compactación/ Extrusión.
- Recubrimientos por SHS
- De obtención de FGM.



Este método posee un gran número de ventajas respecto a los procesos tradicionales entre las que destacan:

La **sencillez**, se obtienen de forma rápida grandes cantidades de materiales de alta pureza usando reactores de diseño y funcionamiento sencillo sin necesidad del equipamiento sofisticado convencional de alta temperatura.

**Ahorro energético:** en la mayoría de las aplicaciones, toda la energía necesaria para la combustión es proporcionada directamente por su exotermicidad sin usar otras fuentes externas.

**Tecnología limpia:** responde satisfactoriamente a la exigencia social cada vez mayor, de potenciar tecnologías capaces de hacer compatible el desarrollo industrial con la preservación del medioambiente.

**Elevada productividad y rapidez:** La tecnología SHS no requiere tiempos de procesamiento tan elevados como los asociados a la técnica convencional en hornos de alta temperatura.

**Producción de materiales avanzados:** Controlando las condiciones del proceso SHS se obtienen materiales de composiciones y estructuras muy finas, debido a la rapidez del proceso, imposibles de obtener por métodos convencionales.

**Flexibilidad:** Los diferentes métodos de procesamiento permiten una amplia diversidad tanto de productos como de calidades y cantidades

**Novedad:** Hasta la fecha sólo ha sido desarrollada en Rusia, Estados Unidos y Japón, siendo todavía desconocida en Europa.

**Oportunidad** para convertirnos en líderes de una tecnología a la que se le augura un gran futuro.

En resumen, la tecnología SHS constituye una innovación tecnológica en el campo de los materiales avanzados permitiendo obtener componentes con mejores prestaciones y un costo significativamente menor al de los ofertados actualmente en el mercado.

## APLICACIONES GENERALES

A modo de ejemplo, a continuación se exponen algunas de las aplicaciones en las que esta técnica, SHS, puede ser utilizada.

- Sector Químico: Para procesos de catálisis, aleaciones para almacenamiento de H<sub>2</sub>, materiales expuestos a medios agresivos.
- Sector Petroquímico: catalizadores, cementos refractarios, recubrimientos, recargues.
- Sector Cementero: Recubrimientos en placas para antidesgaste y sometidos a elevadas temperaturas. Cementos refractarios para hornos. Ladrillos de espinelas.
- Sector de la Máquina-Herramienta: sustitución del metal duro de W por otros de TiB<sub>2</sub>, TiC u otros compuestos.
- Medio Ambiente: filtros, reciclaje de materiales de desecho
- Sector Metalúrgico: obtención de ferroaleaciones, afinadores de grano.
- Tratamientos Superficiales: recubrimientos duros. Revestimientos decorativos.
- Bienes de Equipos: soldaduras difíciles y materiales disimilares.
- Armamento y Defensa: blindajes cerámicos y espumas metálicas.
- Sector Biomédico: empastes dentales, prótesis de materiales avanzados como TiNi.
- Obtención de piezas abrasivas a partir de residuos metálicos.
- Industria del Aluminio: Obtención de electrodos de TiB<sub>2</sub> y TiC
- Obtención de materiales de función gradiente (FGM: Functional Gradient Materials) desde una cara conductora hasta la cara opuesta no conductora.

## PARÁMETROS DE SHS QUE INFLUYEN EN LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS

SHS: procesos rápidos y se consigue un producto con una estructura cristalina muy bien formada.

- Tamaño de grano de los reactivos
- Composición de los reactivos
- Aditivos
- Mecla
- Temperatura de Combustión.
- Modo de combustión: fase gaseosa
- Enfriamiento

## NANOPRODUCTOS PREPARADOS POR SHS

- **Nanoparticulas:** < 100 nm.
  - por SHS metales, cerámicos y cermets.
- **Nanofibras** : hilos muy delgados, invisibles a simple vista.
  - Por SHS pueden obtenerse nanofibras ceramicas.
- **Nanoestructurados** : Cristales nano (50 nm): Mediante SHS+DEFORMACIÓN
- **Nanoporosos:** tipo membranas, materiales con porosidad controlada de 100 nm .
- **Capas finas:** deposición en capas superficiales.  
Espesores inferiores a 100 nm. Ahora tb. por SHS.

Barcelona. 14/05/07.

## EQUIPOS DE SHS PARA LA FABRICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DISEÑADO EN INASMET



Barcelona. 14/05/07.

APLICACIONES DE NANOPARTÍCULAS OBTENIDAS POR  
SHS

## II.- APLICACIONES INDUSTRIALES TIPO NANO.

- 1.- Fabricación de materiales extraduros: WC y cermets
- 2.- Nanopartículas para lubricantes: MoS<sub>2</sub>
- 3.- Plásticos conductores: adición de polvos de Cu nano
- 4.- Cerámicas tenaces: nanoestructuradas
- 6.- Cerámicas “bio”: hidroxiapatita y BN
- 7.- NanoMateriales para almacenamiento de hidrógeno, como Mg<sub>2</sub>Si
- 8.- Obtención de polvos metálicos (Cu, Ti) e intermetálicos (TiAl)
- 9.- Recuperación de residuos: virutas de Ti, polvos de Al.

## III.-CONCLUSIONES

La tecnología SHS:

Es una buena alternativa a otros procesos más convencionales de fabricación de nanopartículas.

- Requiere dominio de las reacciones químicas y metalúrgicas.
- Permite obtener productos nanos partiendo de:
  - Minerales.
  - Recuperación de residuos.
  - Ferroaleaciones.
  - Productos compuestos o en estado elemental.
- Equipamiento muy sencillo. Puede ser incorporado sin dificultad en las empresas.
- Consigue productos difíciles de fabricar por otros procesos.