

CURSO DE COHETERIA

COHETERÍA CIVIL: LECCIÓN NRO 2

Los Propergoles Sólidos:

Las pólvoras , que técnicamente son los propergoles sólidos, son el origen de la propulsión por cohetes. La denominación de pólvoras que se les da a veces a los propergoles sólidos no debe hacer pensar que estas sustancias tienen una estructura polvosa, sino que se presentan en forma de una estructura "rígida", llamada "grano".

Estos se pueden dividir en dos categorías:

Propergoles Homogéneos: Los elementos necesarios para la combustión se pueden reunir en una sola fase sólida.

Propergoles Compuestos: Es una mezcla íntima de una fase comburente y de una fase combustible.

A) Propergoles Homogéneos

En general nos referimos con estos a todos los que posean como ingrediente principal la Nitrocelulosa. La naturaleza coloidal de ésta les confiere las propiedades estructurales de las sustancias plásticas, permitiéndoles, ser trabajados según las técnicas normales para los materiales sintéticos. Muchas veces se le asocia una segunda sustancia autocombustible, que juega igualmente el papel de plastificante, por ejemplo la Nitroglicerina, la cual además puede contener nitroguanidina. Estas mezclas se conocen bajo el nombre de propergoles de doble o triple base. Estos son los monoergoles que forman una sola base homogénea, las cuales viene a sumarse un cierto número de aditivos destinados a darnos la estabilidad química requerida y a modificar sus propiedades físicas y balísticas.

El problema principal durante la fabricación es el de aglomerar todos los elementos entre sí y asegurarles una distribución uniforme en el seno de una masa compacta que tenga la forma deseada.

Se puede lograr esto mediante la utilización de solventes del tipo acetona o éter etílico que son eliminados durante la preparación, por ejemplo la acetona se usa en los bibásicos, dan sustancias duras y rugosas, las que pueden ser extrudadas directamente, el proceso del extrudado es como si estuviéramos utilizando la "churrera" para fabricar los "churros"; para agregar una nota graciosa, a mi primer Cohete mis amigos le llamaron la "**Churrera**", pues su "capsula" se le parecía.

Las composiciones sin solventes tienen una apariencia lisa, cerosa, con el olor característico del plastificante que se uso.

Las cargas obtenidas pueden tener diferentes geometrías (como veremos mas adelante) o pueden también ser coladas directamente dentro de la cámara de combustión del motor cohete, donde se adhieren fuertemente, protegiéndolas de los efectos de variación de la temperatura.

Ahora daremos una tabla de un propergol de doble base muy utilizado:

El J.P.N. balistita, este nos servirá de referencia para estudiar los distintos elementos constitutivos de esta categoría de propergol:

Veamos ahora cada uno de los elementos mostrados en la tabla:

<u>Tipo</u>	<u>Tipo de Constituyente</u>	<u>Constituyente</u>	<u>Composición Nominal</u>
J.P.N. balistita	Ingrediente de base	Nitrocelulosa	51,5
Extrudado con	Plastificantes explosivos	Nitroglicerina	43,0
Solventes	Plastificantes	Dietilftalato	3,25
	Estabilizante	Etilcentralita	0,72
	Agente bálístico	Sulfato de potasio	1,25
	Agente de opacidad	Negro humo	0,2
	Agente lubricante	Cera estearina	0,08

a) Nitrocelulosa: también llamada nitrato de celulosa, resulta de la esterificación de los radicales alcohólicos de la celulosa por el ácido nítrico (HNO_3). En realidad, no se emplea el ácido nítrico solo, pues la formación de una cierta cantidad de agua diluiría el ácido y detendría la reacción. Para evitar esto se le agrega ácido sulfúrico (H_2SO_4), este absorbe agua a medida que aparece.

La fórmula general de la nitrocelulosa es: $\text{C}_{24}\text{H}_{40-n}\text{O}_{20-n}(\text{NO}_3)_n$, el número n que vemos aparecer representa el grado de nitración, es decir, el número de moléculas de ácido que ha reaccionado sobre una molécula de celulosa. El número n puede variar de 4 a 11, pero en las pólvoras autopropulsoras jamás es inferior a 9, lo que corresponde aproximadamente a un porcentaje de nitrógeno comprendido entre 12,6% y 13,5%, esto es muy sencillo de calcular realizando su cálculo centesimal.

Para mejorar las cualidades combustibles de la nitrocelulosa, se mezclan muchas fracciones de nitrocelulosa que hayan sufrido diferentes grados de nitración.

b) Plastificantes: Tienen por función la de gelatinizar la nitrocelulosa, es decir, darle su textura coloidal, pero estos plastificantes deben producir "energía", es el caso de la nitroglicerina y del nitrato de dietilenglicol, este es muy productivo. La nitroglicerina es un trinitrato de glicerina preparado por la nitración de la glicerina a partir de una mezcla equimolecular de ácido nítrico y de ácido sulfúrico. Su porcentaje en la composición final varía entre el 40% y 50%, de acuerdo al tipo de pólvora.

c) Estabilizantes: La nitrocelulosa se descompone continuamente bajo el efecto del calor. Esta descomposición insignificante a la temperatura ambiente, aumenta conforme se eleva la temperatura, por encima de los 350 °C, hay inflamación espontánea. En el proceso de descomposición se liberan compuestos ácidos y óxido de nitrógeno que aceleran la velocidad. Los estabilizantes se combinan químicamente con estos óxidos para fijarlos. Estos productos no detienen la descomposición sino que reducen mucho la velocidad.

d) Agentes de opacidad: Una de las condiciones necesarias para una buena combustión del grano (cuerpo del combustible con una geometría característica) es que el conjunto de las reacciones quede localizado en las vecindades de la superficie, no debiendo variar la temperatura de la masa. Para ello es necesario que la opacidad del grano sea suficiente, de manera de limitar al máximo el intercambio de calor por radiación de los gases calientes. El agregado de negro humo detiene las radiaciones y evita una inflamación intempestiva en profundidad.

e) Aditivos diversos: Sus proporciones no pasan del 10%, y permiten un aprovechamiento mas eficaz de la mezcla, por ejemplo el sulfato de potasio (K_2SO_4), al que se designa como "agente balístico", tiene un excelente poder antifogonazo, existen otros que actúan sobre la estabilidad de combustión y sobre la ley de velocidad. Otros disminuyen la temperatura de los gases de combustión, y al mismo tiempo reduce la higroscopicidad de la nitrocelulosa, por ejemplo el dinitrotolueno.



En esta imagen mostramos el Cohete bautizado "La Churrera", su verdadero nombre Mercurio C-I, primer Cohete de Raúl Podestá .Probado a mediados de la década de los sesenta (Foto archivo del CIDEA, Centro de Investigaciones y Desarrollo Espacial Argentino).

Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá
Presidente LIADA
Coordinador de los Cursos LIADA
rrpodesta@hotmail.com