

CURSO DE COHETERÍA CIVIL: LECCIÓN NRO 12

Propergoles Líquidos

Los propergoles líquidos tienen una gran importancia fundamentalmente debido a la gran cantidad de combinaciones que han podido obtenerse con los oxidantes y reductores.

Es Tsiolkowsky, matemático ruso, quien tiene el mérito de haber propuesto, desde 1903, el empleo de líquidos para la propulsión de cohetes. Su proyecto, perfeccionado en 1914 y en 1915, preveía ya una mezcla de oxígeno y de hidrógeno líquido con un sistema de alimentación por bombas idénticas a las que conocemos actualmente. Fue menester, sin embargo, esperar hasta 1926 para que el americano Goddard hiciera volar el primer cohete de combustible líquido en los Estados Unidos.

La Segunda Guerra Mundial aceleró la aparición de un número considerable de cohetes de propergoles líquidos, entre los cuales merecen especial mención las realizaciones alemanas. Son, en efecto, los ingenieros alemanes, encabezados por el ilustre Doctor W. von Braun, quienes tienen el honor y también el triste mérito haber lanzado en 1944 la primera máquina que funcionó con oxígeno y alcohol, desde entonces y hasta la fecha se fue perfeccionando cada vez más estos propergoles.

Veamos ahora algunas propiedades fisicoquímicas que deben poseer para satisfacer los criterios generales de utilización que les son impuestos.

- a) La tensión de vapor de un propergol líquido debe ser baja. Un valor elevado de este parámetro entraña serias dificultades, al exigir del sistema de alimentación una presión anormalmente alta.
- b) Un líquido denso es de gran interés, pues aumenta la masa que se puede poner en los depósitos del vehículo.
- c) El punto de congelación tiene una significación real solo en la medida en que los propergoles deben ser almacenados a temperaturas muy bajas, como es el caso del oxígeno líquido.
- d) En la viscosidad la condición esencial es que su valor esencial no sobrepase sino algunos centipoises.
- e) La hipergolicidad de una combinación caracteriza su capacidad de inflamación espontánea en el momento en que los dos ergoles son puestos en contactos.

Componentes

I) Oxidantes:

- 1) El Oxígeno y sus compuestos: Conocido desde 1944 por su empleo en los cohetes alemanes V2, el oxígeno líquido, empleado en combinación hipergólica con los alcoholes y petróleos, ha conservado el primer lugar como comburente de cohetes de gran tonelaje. Obtenido por destilación fraccionada del aire líquido a un precio de fábrica bastante bajo, no es tóxico ni corrosivo, pero, no obstante, causa graves quemaduras en contacto prolongado con la piel. Estable en las condiciones de presión ordinarias, el oxígeno líquido puede motivar explosiones en presencia de sustancias orgánicas bajo el efecto de fuertes presiones. Su principal inconveniente resulta de su punto de ebullición muy bajo (-183°C), que provoca una rápida evaporación; por esto es necesario transportarlo y conservarlo en recipientes abiertos provistos de un aislador eficaz. La relación de evaporación diaria varía desde 0,56 % para algunos tanques de motores y hasta 8 % para los aviones.
- 2) El Ozono: Oxidante poderoso, pero de empleo poco cómodo a causa de su gran reactividad, en estado líquido está habitualmente disuelto en el oxígeno en una proporción del 30 %. Por arriba de esta proporción, una chispa eléctrica basta para producir la detonación de la mezcla.
- 3) Compuestos Nitrados: El gran poder oxidante del Ácido Nítrico interesaron muchísimo a los químicos Alemanes durante la Segunda Guerra Mundial. Hoy es el más usado de los compuestos nitrados, pues sirve tanto en diergoles como de materia prima en la fabricación de los propergoles sólidos.
- 4) Peróxido de Hidrógeno: La combinación del hidrógeno y del oxígeno da nacimiento a un compuesto particularmente interesante conocido comercialmente como “agua oxigenada”. Su preparación industrial se realiza en dos etapas. La hidrólisis del ácido persulfúrico, obtenido previamente por oxidación anódica, proporciona un peróxido de hidrógeno, que es concentrado luego a 85 %, y aún más, por destilación fraccionada al vacío, dando así un cuerpo que puede servir de monoergol. Dado que su estabilidad disminuye con las concentraciones fuertes, se le agrega un estabilizante, generalmente un ácido, en poca cantidad.
 - Se aprovecha su facilidad de descomposición activándolo dentro de la cámara de combustión mediante el agregado de catalizadores tales como soluciones acuosas de permanganato de calcio o de sodio.
 - Como comburente en los diergoles, el peróxido de hidrógeno está asociado a los alcoholes, a la hidracina y al hidrato de hidracina, con los cuales forma una mezcla hipergólica, lo mismo que con otras sustancias orgánicas.

- Lamentablemente, su elevada reactividad crea problemas de mantenimiento no siempre fáciles de solucionar.
 - Corroe a los tanques y la liberación de energía debido a su ataque, casi en todos los casos lleva a una explosión.
 - Esta dificultad está solucionada con el empleo de tanques de acero al cromo-níquel y protegidos con un revestimiento plástico.
- 5) El ácido nítrico: Se presenta bajo dos aspectos bien diferentes. El ácido nítrico fumante blanco es un ácido concentrado al 98 % que no contiene más del 2 % de agua. Libera importantes humos blanquecinos, muy peligrosos al ser respirados. El ácido nítrico fumante rojo, tiene un color que varía desde el naranja al rojo oscuro, según la proporción de dióxido de nitrógeno que tenga disuelto, el cuál no puede exceder del 20 %. Su transporte es relativamente fácil, reacciona espontáneamente con las aminas y la anilina.
- 6) El flúor y sus derivados: Las reacciones de oxidación no están limitadas forzosamente a los cuerpos que contienen oxígeno; también se producen con los elementos electronegativos, o sea elementos que adquieren fácilmente un electrón externo.
- El flúor es el más electronegativo entonces es un muy buen oxidante.
 - Funciona muy bien con el amoníaco y la hidracina.
 - Proporciona calores de reacción que solo el ozono puede igualar.
 - El oxígeno funciona mejor con el hidrógeno, pero el flúor reacciona mejor con combustibles a base de boro, litio, aluminio y berilio.
 - Es muy tóxico y muy corrosivo; su afinidad con los metales hace sumamente difícil su conservación, pues los ataca aún en frío; pero con unos grandes números de ellos forma una película protectora que resguarda de una acción futura al material del cual está hecho el recipiente que lo contiene.

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