

EL EXPLOSIVO HEXÓGENO

POR LORENZO PÉREZ PARDO

Comandante de Aviación * * *

El problema relativo a la elección del explosivo rompedor para la carga interior de nuestras bombas ha de resolverse necesariamente teniendo presente la contingencia de poder atender en un momento determinado a una gran demanda de explosivo fabricado con materias primas nacionales, o al menos en su mayor parte.

Pero los consumos actuales de explosivo que lleva consigo la guerra moderna han superado todos los cálculos, y la imposibilidad de atender a la reposición del adoptado como reglamentario en cada país se hizo patente ya en la anterior Guerra Europea, que vió nacer explosivos del tipo de los amatoles, en Inglaterra; amonales, en Austria, etc., que cumplen perfectamente su misión, si bien con los inconvenientes inherentes a todas las mezclas explosivas que encierran en su composición el nitrato amónico.

El nitrato amónico ya sabemos que es una sal sumamente higroscópica, y esta propiedad la llevan consigo todos los explosivos que lo contienen, absorbiendo cantidades apreciables de agua, que hacen modificar no sólo el régimen de descomposición, sino también las condiciones necesarias para su iniciación, que se traducen, unas veces, en fallos de los artificios de fuego, o, en el mejor de los casos, en explosiones incompletas.

Este efecto es mucho más marcado en el amatol que en el amonal, probablemente por la acción absorbente que realiza el carbón que entra en la composición del segundo.

La propiedad higroscópica de estos explosivos requiere un consumo inmediato o una conservación excelente que le aísle totalmente del medio exterior; aislamiento que no es posible proporcionarle si aquél se encuentra ya cargado en las bombas, por no ser éstas lo suficientemente herméticas.

La trilita, que es nuestro explosivo reglamentario, reúne unas condiciones de estabilidad difícilmente superadas por ningún otro explosivo, y su insensibilidad a los agentes atmosféricos hace que sea el explosivo ideal para acumular reservas en tiempo de paz; pero para nosotros tropieza con el inconveniente de no poder atender a su consumo, ya que la producción de tolueno, su primera materia, lo mismo que la de los demás hidrocarburos aromáticos, es en España muy reducida.

Además, el poder rompedor de este explosivo no es suficiente para producir los efectos que a las bombas de gran calibre se les exige en el ataque a fortificaciones permanentes, buques de guerra, etc., y los efectos apreciados en los bombardeos llevados a cabo por la Aviación alemana hacen pensar que en aquel país este explosivo ha sido desplazado, al menos, en algunos tipos de bombas de demolición.

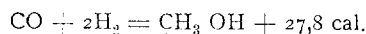
La sustitución de la trilita, que era el explosivo reglamentario en Alemania, solamente parece pueda haberse llevado a cabo, en este orden de ideas, por algu-

no de los dos explosivos que hoy produce la industria sintéticamente: la pentrita y el hexógeno, y de este último vamos a ocuparnos en el presente artículo.

El hexógeno, cuya designación química es trimetilentrinitroamina, fué fabricado por primera vez en Alemania hace próximamente veinte años; pero no tomó carta de naturaleza como explosivo militar por el elevado precio a que se obtenía, debido a que el producto de partida para su elaboración era el alcohol metílico, y éste se obtenía entonces únicamente de la destilación seca de la madera, juntamente con el ácido acético, acetona, acetaldehído, acetato de metilo, etc., separándose el ácido acético por medio de una lechada de cal en caliente, que lo retiene en forma de acetato cálcico, y de los demás acompañantes por cuidadosas rectificaciones en aparatos de columna, extremándose la dificultad en la separación de la acetona, cuyo punto de ebullición, 56,5°, está tan próximo del del alcohol metílico, 64,8°.

Modernamente, el procedimiento de obtención del alcohol metílico es sintético, por la reducción del óxido de carbono por el hidrógeno en presencia de ciertos óxidos metálicos, como catalizadores (¿óxidos de zinc y cromo?), y ciertas condiciones de presión y temperatura.

La reducción tiene lugar según la siguiente reacción:

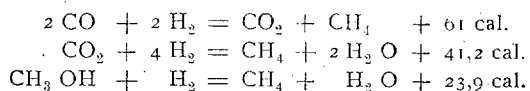


Esta reacción de transformación en alcohol metílico de una mezcla conveniente de óxido de carbono e hidrógeno, siendo exotérmica, se efectúa con contracción y se favorece por el aumento de presión a temperatura moderada. La operación se conduce de la manera siguiente:

La mezcla de óxido de carbono e hidrógeno, procedente de un gasómetro, es comprimida en un compresor a presiones comprendidas entre 150 a 250 atmósferas, y conducida a un depurador adecuado, de donde pasa a una columna de reacción que contiene material poroso mezclado con el catalizador. La columna de reacción es calentada por una resistencia eléctrica a temperaturas comprendidas entre 300 y 400 grados, y los vapores de metanol que se producen se conducen y condensan, sucesivamente, en dos serpentes refrigerados, en el segundo de los cuales se recoge el alcohol metílico líquido.

Los vapores que escapan a las dos condensaciones son aspirados por una bomba, y, una vez comprimidos, los envía nuevamente al depurador, para someterlos de nuevo al ciclo indicado.

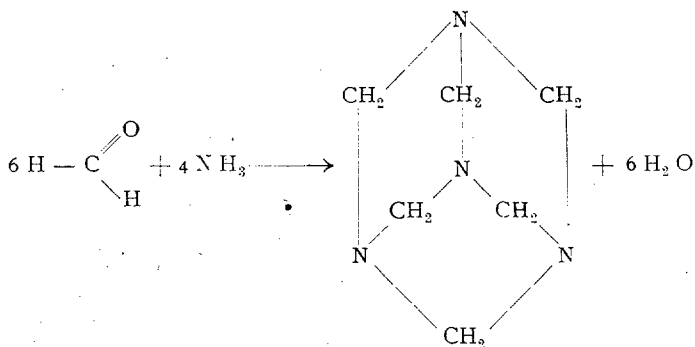
La elección del catalizador debe ser guiada, a fin de lograr que las reacciones como:



se restrinjan lo más posible, pues disminuyen el rendimiento de la reacción.

Por este procedimiento se fabrica hoy en día la mayor parte del alcohol metílico consumido, y está llamado a desplazar totalmente la obtención del matanol a partir de la madera.

Del alcohol metílico, por oxidación, se obtiene el aldehído fórmico, y éste, con el amoníaco, da la exametilentetramina o urotropina:



teniendo cuidado de agitar y de añadir el formol progresivamente, debido al gran desprendimiento de calor resultante de la reacción.

Puede utilizarse, en lugar de amoníaco, una solución de carbonato amónico.

La solución de urotropina obtenida se concentra para que cristalice, y el producto bruto se purifica por cristalización en alcohol.

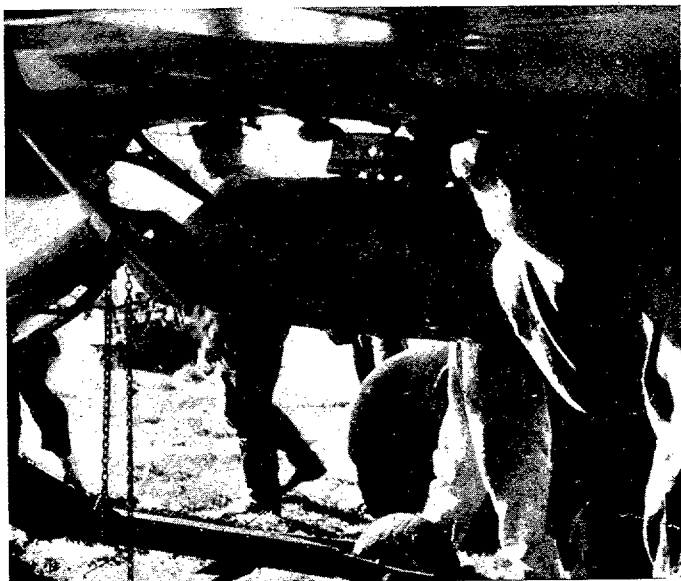
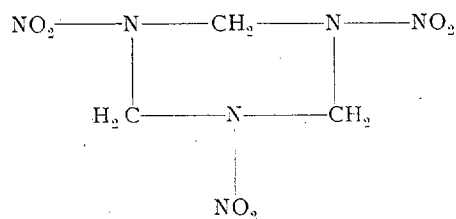
Obtenida la urotropina, para llegar al hexógeno, siguiendo el procedimiento de la Sociedad Dinamita Nobel, de Avitgliana, hay que preparar el nitrato de urotropina por la acción del ácido nítrico, $d = 1,4$, sobre solución de urotropina, y cuidando que la temperatura no exceda de 20° . Optimamente debe mantenerse entre 10° y 15° . El nitrato obtenido se filtra al vacío y se lava repetidas veces con agua helada y, finalmente, con alcohol de 90, secándolo a continuación entre las temperaturas de 30 y 40° .

Una parte de este nitrato se agrega a siete partes de ácido nítrico concentrado, de densidad 1,51, enfriando la mezcla para que la temperatura se mantenga inferior a 15°, ya que por encima de los 20-25° se forman espuma y explosiones peligrosas. Hacia el término de la reacción, cuando se advierte que ésta se debilita, se eleva la temperatura hasta 30° próximamente, manteniéndola así durante una hora.

El producto obtenido se filtra a 0°, y el ácido nítrico diluido se destila en el vacío a temperatura inferior a 40°, recuperándose de esta manera dicho ácido nítrico, que sirve nuevamente para la preparación del nitrato, el cual se incorpora otra vez al ciclo de fabricación.

Del líquido concentrado que resulta de la destilación se separa, por enfriamiento, otra porción de hexógeno, y, finalmente, al diluir con agua el líquido residual, se precipitan nuevamente las últimas porciones

de trimetilentrinitroamina, cuya fórmula de constitución es la siguiente:



El aspecto del hexógeno, o T_4 , como le designa la Sociedad Dinamita Nóbel, de Avitgiana, es un polvo fino cristalino, que, según Hennig y Herz, tiene un punto de fusión de 200° , y, según Avogadro, este punto de fusión es de 202° , comenzando a esta temperatura el desprendimiento de vapores.

Es un cuerpo inodoro, sin sabor, estable a la luz y muy estable al calor, no siendo higroscópico ni venenoso, hasta el punto de que, aspirada gran cantidad de polvillo, no produce molestia alguna. Prácticamente es insoluble en el agua fría, pues tiene una solubilidad de 0,007 por 100 a 20° y 0,15 por 100 a 150°.

También es muy poco soluble en los disolventes orgánicos, alcohol etílico, metílico, éter, benceno, tolueno, cloroformo, sulfuro y tetracloruro de carbono; siéndolo, en cambio, en frío en los ácidos acético, fórmico y nítrico concentrado. Su mayor disolvente es la acetona, que lo hace al 7,4 por 100.

Como ya hemos dicho, al calentarse a la temperatura de fusión (202°) se inicia con su descomposición una producción de vapores, que se acentúa más a medida que se va elevando la temperatura. Si esta elevación de temperatura es brusca, a 215° hace explosión con violencia, y al contacto con un cuerpo en ignición arde con llama viva.

No tiene acción alguna sobre los metales, y el contacto con ellos no compromete su estabilidad.

Respecto a sus propiedades explosivas, es necesi-

rio, para poder formar juicio, compararlas con las de otro explosivo conocido y al que sea semejante en su comportamiento. Por varios conceptos, como materia prima, precio de coste y potencia, es un explosivo muy similar a la pentrita, y, en consecuencia, vamos a establecer una comparación entre las características de uno y otro explosivo.

La estabilidad química, condición primordial que debe tener un explosivo militar para que sea posible su almacenamiento en tiempo de paz, la tiene el hexógeno, y por ensayos recientes que sobre ella se han hecho se ha deducido que es mayor su estabilidad al calor que la de la pentrita.

Estos ensayos se llevaron a cabo sometiendo muestras de ambos explosivos a la temperatura de 132°, y mientras la muestra de T₄ se mantuvo inalterable después de ocho horas, la pentrita acusó una abundantísima producción de vapores nitrosos.

Se repitieron estas experiencias bajando la temperatura a 110°, y nuevamente se confirmaron las conclusiones anteriores.

Esta gran estabilidad y su indiferencia con la humedad atmosférica es la que permite su almacenamiento con toda seguridad, aun sin envases especiales y sin tener que recurrir a controles y verificaciones difíciles.

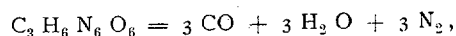
La sensibilidad a las acciones mecánicas fué comparada al choque y a la fricción; al choque en el aparato de caída, y siendo grande su sensibilidad, resulta inferior a la de la pentrita, ya que la detonación de la primera se consigue con la pesa de dos kilos, según Giua, desde una altura de 30 centímetros, mientras que a la pentrita basta, según Friederich y Brun, 12 centímetros. Sin embargo, Stettbacher, el mayor apolo-gista de este explosivo, da como sensibilidad al choque de la pentrita 27 centímetros; de todas maneras, inferior al de T₄.

También se comparó la sensibilidad a las acciones mecánicas sometiendo bombas cargadas de uno y otro explosivo a la acción de balas de fusil y ametralladora de gran velocidad inicial, y disponiendo la experiencia de modo que las bombas fueran atravesadas de parte a parte; resultando que mientras el T₄ deflagraba en parte, la pentrita detonaba francamente.

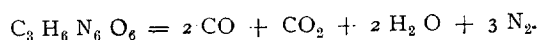
La sensibilidad a la fricción se comparó en mortero y almirez de porcelana no barnizada y empleando muestras de 0,03 gramos de sustancia, comprobando que mientras el hexógeno produce ligeras explosiones aisladas, la pentrita hace explosión regularmente y con toda intensidad.

La sensibilidad de uno y otro explosivo a la acción de un cebo es extraordinaria.

No contiene, lo mismo que la pentrita, oxígeno suficiente para la combustión total de todos sus elementos, y aunque su ecuación teórica de descomposición es:



el análisis de los gases de su explosión da la siguiente:



Las velocidades de detonación, que tanto influyen en la potencia de los explosivos, son semejantes, algo superior la del hexógeno, que a la densidad de 1,67 llega, según Kast, a 8,460 metros por segundo.

Esta velocidad de detonación indica claramente que se trata de un explosivo poderoso, que en ciertos casos, como para la carga interior de bombas contra personal, pudiera serlo en exceso, ya que en estas bombas no se pretende más que trocearlas en fragmentos que sean capaces de producir efectos útiles; pero, como veremos más adelante, su mismo medio de utilización permite variar esta característica entre amplios límites.

El volumen de gases desarrollados a 0 grados y 760 mm. es, por kilo de explosivo, 908 litros para el hexógeno y 828 para la pentrita, siendo la fuerza específica del primero 14,410, y 13,510 para el segundo.

La densidad de carga máxima para uno y otro explosivo es la misma e igual a 1,7.

Estas características que hemos expuesto nos ponen de manifiesto que se comparan dos explosivos potentes; pero que adolecen ambos, para los fines que nosotros perseguimos, del inconveniente de ser muy sensibles, y también nos revelan la ventaja que tiene el hexógeno sobre la pentrita de tener mayor estabilidad.

El hecho de deflagrar el explosivo cargado en una bomba al choque de una bala de ametralladora le excluye ya, desde luego, para este fin, puesto que los impactos en los lanzabombas pueden producirse con toda normalidad a lo largo de un combate aéreo; pero sin llegar a producirse este hecho, hay que contar, respecto a la sensibilidad del explosivo, con el efecto del choque de la bomba contra los blancos blindados (cuya destrucción es el principal objeto que se persigue al mejorar la potencia del explosivo), que en ocasiones puede determinar la explosión de la bomba antes de que funcionen los artificios de fuego, no dando tiempo a que aquélla haya penetrado en el blindaje.

Además, el hecho de iniciar la descomposición el hexógeno a la temperatura de fusión impide también efectuar la carga de bombas por este cómodo procedimiento, teniendo que recurrir a la carga a mano con presión si queremos aumentar en lo posible su densidad de carga, con la ventaja consiguiente de aumentar también la velocidad de detonación.

En consecuencia, para que este explosivo pueda utilizarse en la carga de bombas, necesitamos disminuir su sensibilidad y, a ser posible, el punto de fusión.

Lo primero pudiera conseguirse aumentando su densidad; pero esto llevaría consigo someter al explosivo a compresiones que siempre son peligrosas, por lo que se recurre a efectuar con él oportunas mezclas, que si bien es cierto disminuyen su sensibilidad, lo hacen también proporcionalmente a su potencia; pero que de todas maneras, si la sustancia fregmatizante que se emplea es estrictamente la indispensable, se consigue un explosivo extraordinariamente potente.

Las sustancias elegidas para este fin son aceites minerales de alto punto de inflamabilidad, vaselina,

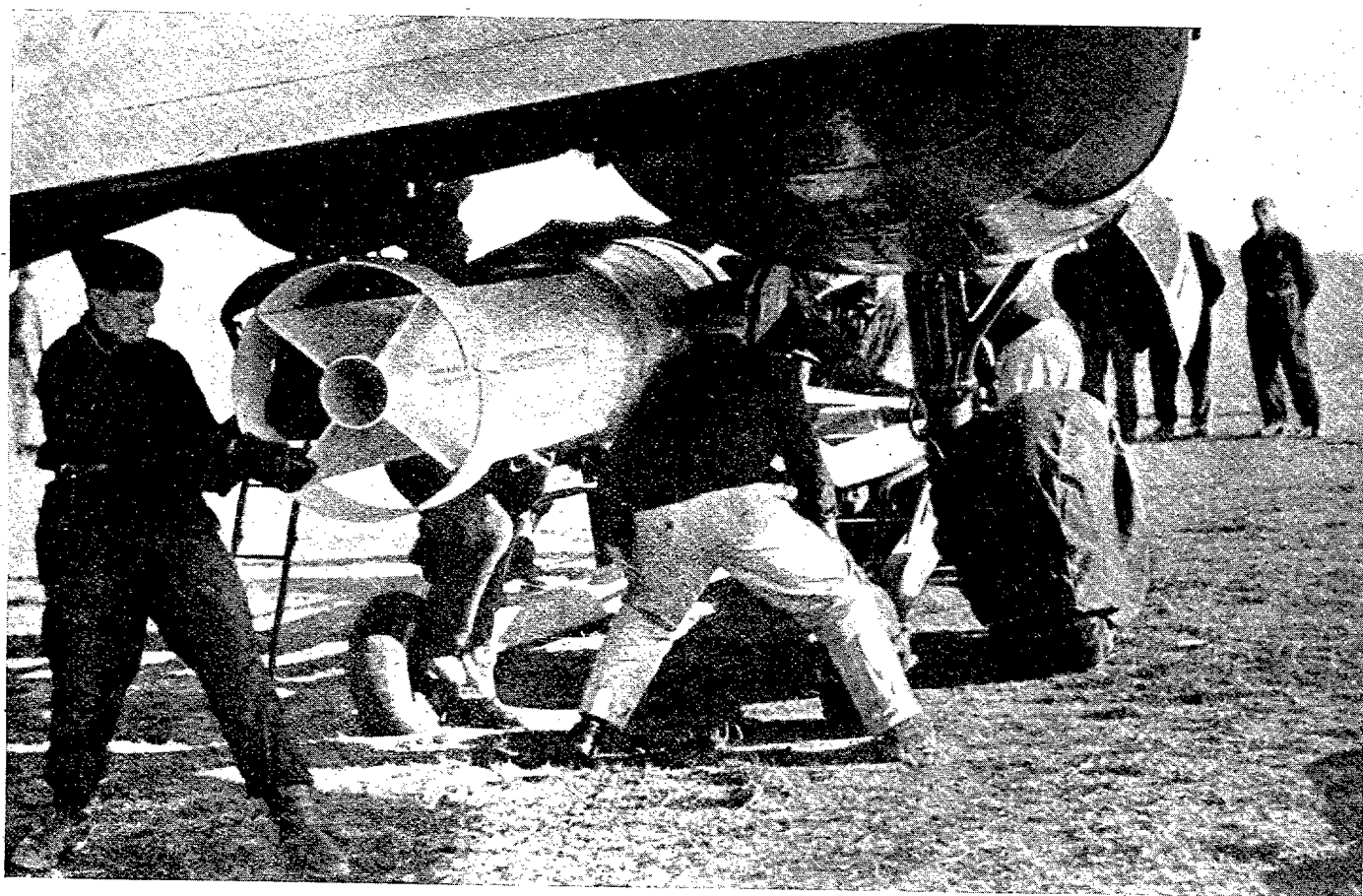
parafina, etc., y es suficiente un 2 por 100 de aceite para que un proyectil de gran velocidad inicial pueda atravesar una bomba cargada con hexógeno sin que se produzca en éste descomposición alguna.

De las mezclas tomadas en consideración para que puedan ser fundidas y coladas en bombas son las mejores las que se efectúan con trilita o con mononitronaftalina, aunque con esto no se soslaya totalmente el problema de utilizar explosivos cuya primera materia abunde en caso de guerra; pero sí se consigue, al menos, una disminución notable en el consumo de nitroderivados aromáticos, al mismo tiempo que se les aumenta considerablemente su potencia.

troamina, 3 de nitrato potásico y 2,5 de aceite de ricino. El producto tiene el aspecto de un polvo blanco cristalino, inodoro y sin sabor alguno, siendo muy soluble en acetona y poco en alcohol.

Ligeramente higroscópica, en la prueba Abel resiste a 80° más de treinta minutos, y su sensibilidad al choque viene medida con la pesa de 5 kilos por una altura de caída de 55 a 85 centímetros, debido tal vez este amplio margen a la poca homogeneidad de la mezcla.

Tiene una elevada densidad, 1,74, y el punto de fusión, por su proximidad al de descomposición, 225°, no permite hacer la carga más que por compresión,



De los dos cuerpos antes citados, la mononitronaftalina será probablemente el de mayor empleo en caso de guerra, ya que proporcionalmente se tendrá siempre mayor aprovisionamiento de derivados de naftalina en comparación con los derivados del toluol.

La industria militar italiana también ha experimentado con buen éxito la mezcla de hexógeno y nitrato amónico para la carga interior de las granadas de 75 y 100, y aunque la citada mezcla excluye el uso de nitroderivados aromáticos, requiere su utilización, al igual de los amatoles y amonales, un consumo inmediato.

Otra mezcla que con el mismo fin utiliza la citada industria militar es la conocida con el nombre de Duxita B, compuesta por 94,5 partes de trimetilentrini-

Estas cargas fueron experimentadas en las granadas de 7,5 y 10,5, comprimiendo la Duxita a presiones comprendidas entre 1,000 y 1,100 kilos por centímetro cuadrado.

Además de la aplicación que como carga interior de las bombas pueda tener la trimetilentrinitroamina, también es posible elaborar con él multiplicadores que sustituyan a los de trilita comprimida y tetralita, que resultarán de verdadera aplicación, sobre todo en aquellas bombas cargadas con explosivos poco sensibles de los tipos amonales y amatoles.

Su aplicación también se ha experimentado con buen éxito en la elaboración de cebos en vaina de aluminio y preparados con mezcla de hexógeno y fulminato de mercurio.