

Antiaeronáutica

LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON ESPUMA

Por **JOAQUÍN CACHO**
Capitán Farmacéutico de Aviación
Y
FERNANDO ARIAS
Teniente de Complemento del Arma de Aviación

Debido al manejo en gran escala de combustibles líquidos en los aerodromos y diversas dependencias del Ejército del Aire, es lógico pensar que el peligro de los incendios, siempre grande, no obstante las precauciones de índole general que se tomen, se acentúa notablemente en los casos de guerra, ya que bombardeos, ametrallamientos, etc., darán origen a un número considerable de focos ignífugos, que han de ser atacados con la máxima rapidez y con los medios adecuados.

Así, por ejemplo, solamente en el primer año de nuestra pasada campaña, y según acusan las estadísticas del Servicio, se evitó la destrucción de material por valor de más de 30 millones de pesetas, y teniendo en cuenta la duración de la campaña y la índole de ésta, que no permitía un control riguroso, puede deducirse que la economía realizada por el Servicio alcanzó la respetable suma de 100 millones de pesetas, más digna de tenerse en cuenta, ya que el material salvado era entonces de difícil reposición.

En el pasado año de 1941 se ha evitado la destrucción por incendio de algunos aviones, vehículos, edificios y surtidores de gasolina, que representan aproximadamente un valor, solamente en material de vuelo, de 40 millones de pesetas.

Se comprende fácilmente que alguno de los incendios ocurridos, de no haberse logrado su extinción, hubiera ocasionado importantes destrucciones; pero de todas formas, contrastará siempre la enorme diferencia entre el coste del entretenimiento del material extintor, que no llega a importar 8.000 pesetas, con el valor de los materiales cuya destrucción se ha evitado.

Para lograr la extinción existen dos procedimientos básicos, basado uno en conseguir que la temperatura de la masa en ignición descienda a un punto inferior al preciso para que la combustión continúe, y el otro impidiendo el acceso del aire al foco del incendio.

El procedimiento clásico de los comprendidos en el primer apartado, consiste en lanzar sobre el material de ignición un volumen más o menos grande de agua, que absorbe calor, porque lo necesita para su cambio de estado de líquido a vapor. Este procedimiento presenta grandes inconvenientes y es inútil cuando se pretende detener la combustión de aceites, bencinas, etc., y en general, de todos los combustibles líquidos.

En este grupo pueden también en parte incluirse los extintores de nieve carbónica, en los cuales el anhídrido carbónico que contienen, sometido a gran presión y en estado líquido, en el momento del uso, en virtud de la rápida evaporación, produce un gran descenso de temperatura que alcanza los 80° bajo cero; al mismo tiempo se crea una atmósfera inerte, por lo que pueden considerarse también en parte como comprendidos entre los medios de extinción del segundo grupo.

Dentro del segundo grupo, o sea de los medios que crean una atmósfera inerte alrededor del foco del incendio impiden el acceso del aire al mismo, pueden mencionarse los extintores de tetracloruro de carbono, bromuro de metilo y los conocidos con los nombres de flúido y espuma.

Los primeros obran por la acción de los vapores inertes y densos que se forman al vaporizarse dicha sustancia, y en la misma acción se funda el empleo de los de bromuro de metilo, que han eliminado el uso de los de tetracloruro de carbono, a causa de la mayor densidad de sus vapores, de no producir gases tóxicos en su descomposición, de no necesitar, por lo general, un medio auxiliar para su empleo, y sobre todo, de poseer un mayor poder de extinción.

Los extintores de flúido se fundan en la formación de anhídrido carbónico en el cuerpo del extintor en virtud de la acción del ácido sulfúrico sobre una solución de bicarbonato sódico; el anhídrido carbónico producido crea una determinada

presión, que hace que en parte se disuelva éste en la solución y en parte actúe como medio impulsor del líquido sobre el foco de ignición. Estos extintores deben utilizarse exclusivamente sobre combustibles sólidos, pero de ninguna manera sobre líquidos de densidad menor que la del agua.

Extintores de espuma.

Historia y generalidades.—El dato más antiguo del empleo de la espuma en la extinción de incendios parece ser una patente inglesa (P. I. 560), de fecha 1867, concedida a Johnson (Reichel, Roll. Z. 59, 1932-13). En esta patente se comunica que con pequeñas cantidades de un líquido se alcanzan efectos ignífugos grandes si éste forma espuma, ya que se logra aislar el aire a la sustancia en ignición por la formación de una costra porosa residuo del chorro de espuma; condiciones más favorables para su formación se alcanzan, según Johnson, si se añaden al líquido sustancias orgánicas: como almidón, albuminoides, productos de la fabricación del jabón, etcétera, pues se obtiene una espuma de escasa densidad que puede flotar inclusive sobre la superficie de los combustibles líquidos.

El ignífugo obtenido por Johnson provenía de mezcla y agitación de soluciones de ácido glicéricosulfúrico, bicarbonato sódico, sulfato de alumina y silicatos.

Por consiguiente, hace ya más de sesenta años que se conocen los fundamentos de la composición de los ignífugos de espuma química, entrando en su composición, aparte de la sustancia formadora de espuma, el bicarbonato sódico y el sulfato de alumina, que aún hoy se emplean.

El descubrimiento de Johnson cayó en olvido, ya que en aquella época no eran frecuentes los incendios para un empleo apropiado de la espuma, pues el uso de carburantes líquidos no tenía importancia, ni el volumen de hoy ni el desarrollo de los motores de explosión había llegado al que posee en la actualidad.

La producción de espuma por conducción de gases del exterior a las soluciones líquidas formadoras de la misma (procedimiento físico de obtención de espuma) ha sido descrito por Gates (patente americana 749.374 de fecha 1903) y por Laurent en el año 1904; mostrando este último que por conducción de anhídrido carbónico, bajo una presión de 20 atmósferas a una solución de saponina, se obtiene una mezcla gas-líquido que se transforma en espuma a su salida al exterior.

Schroeter y Van Deurs han introducido este procedimiento mecánico de obtención de espuma en la técnica del empleo de los ignífugos (patente inglesa 306.550).

Podemos, por consiguiente, dividir los medios de extinción con espuma en químicos y físicos o mecánicos, según el procedimiento de obtención de ésta.

Con el nombre de procedimientos de extinción de espuma químicos se entienden aquellos medios que utilizan en presencia de la sustancia formadora de espuma el anhídrido carbónico producido por la acción de una sustancia ácida sobre un carbonato disuelto en agua, como fuente de energía de producción de la misma y gas inerte de relleno.

Si estas dos sustancias (ácido y carbonato) se disuelven en el agua antes del uso y por separado, se trabaja según el "sistema húmedo" o de "dos líquidos", y si por el contrario se disuelven ambas sustancias inmediatamente antes de la producción de espuma y simultáneamente, se dice entonces que se trabaja con un "sistema seco".

Veremos más adelante que el gas de relleno de la espuma obtenida por este procedimiento químico puede ser otro que el anhídrido carbónico.

En los procedimientos de obtención de espuma físicos o mecánicos, ésta se produce por ayuda de medios mecánicos e inyectando el gas de relleno desde el exterior a la solución; como en la actualidad se emplea casi exclusivamente el aire como gas de relleno, se llama también a este procedimiento "procedimiento de espuma de aire".

Proceso de la formación de espuma.

Sobre este proceso, Pachtner dice que en la agitación de un líquido con un gas aparece siempre una capa de superficie, en la cual se encuentran las moléculas de líquido en otros estados que en los de la masa del mismo; si éste contiene sustancias disueltas o coloidales, sus moléculas se distribuyen entre la capa de superficie y la masa del líquido empleado, de tal forma que la densidad de la sustancia disuelta en la capa de superficie es más alta que la densidad de esta materia en el líquido de partida. Así ocurre, por ejemplo, cuando se hace barbotear aire a través de una solución de jabón; por el enriquecimiento de la espuma en jabón se disminuye el contenido de éste en la solución.

El líquido existente entre las vesículas de espuma es de propiedades normales y se comporta conforme a las leyes del movimiento de los líquidos, mientras que la porción de éste, que entra a formar parte de la capa de superficie, obedece a leyes especiales.

La gravedad comunica al líquido contenido entre las capas de superficie que forma la espuma, un movimiento, en virtud del cual las películas que la constituyen sufren progresivos adelgazamientos, con lo que o se rompen y desaparecen, o se transforman en otras películas formadoras de burbujas mayores al soldarse varias de las primeras en el caso de que se empleen estabilizadores.

En la producción de espuma por vía química entre el bicarbonato sódico y el sulfato de alúmina en presencia de un formador de espuma, se obtiene una espuma de poros finos, debido a que al mismo tiempo que se produce el anhídrido carbónico se forma también hidróxido aluminico, que actúa como estabilizador mecánico de las pequeñas vesículas de espuma originariamente formadas e impide que al romperse formen otras de mayor tamaño. En el procedimiento físico o mecánico, en el que el gas de relleno se toma del exterior, se debe cuidar para que la espuma obtenida sea muy estable, que existan pequeñas cantidades de líquido entre las vesículas de la espuma. Hay dos posibilidades para lograr este fin: o bien aumentando el número de vesículas de aire por golpeo o azotamiento del líquido, o bien dejando expandir la dispersión de aire en un líquido que lo contiene a una presión relativamente elevada (Schroeter y Van Deurs).

En el primer caso se aumentan las capas de superficie, debido a lo cual, al mismo tiempo que se logra una elevación en el rendimiento de espuma, se logra un endurecimiento de la misma. Este procedimiento tiene el inconveniente de que la espuma formada pasa difícilmente por las conducciones para ser llevada al foco del incendio.

La espuma obtenida por el método de Schroeter y Van Deurs es, por el contrario, de más fácil empleo, ya que dentro de las conducciones es un líquido lo que circula, formándose la espuma en la expansión del gas disuelto en el mismo y durante el trayecto de la lanza del aparato extintor al objeto a extinguir.

Condiciones que debe reunir la espuma empleada para fines de extinción.

La espuma no debe tener reacción ni ácida ni alcalina, ya que si la tiene puede ejercer una acción perjudicial sobre los objetos a que se lance; debiendo ser al mismo tiempo lo suficientemente adherente para que, aun lanzada sobre objetos de superficies verticales, quede adherida durante algunos minutos antes de que se deslice, y persistente para que ejerza una acción aisladora del exterior durante un tiempo lo mayor posible, debiendo tener al mismo tiempo una conductibilidad eléctrica casi nula.

Todas estas condiciones las cumple mejor la espuma de aire que la obtenida químicamente, ya que ésta tiene siempre una reacción más o menos ácida o alcalina y es, por tanto, conductora de electricidad. La menor densidad de la espuma de aire que sobrenada aún sobre los líquidos menos densos, unido a su menor precio, hace que en los últimos años, para instalaciones o aparatos de gran capacidad, su empleo haya

tomado cada vez más incremento, desplazando a la espuma química.

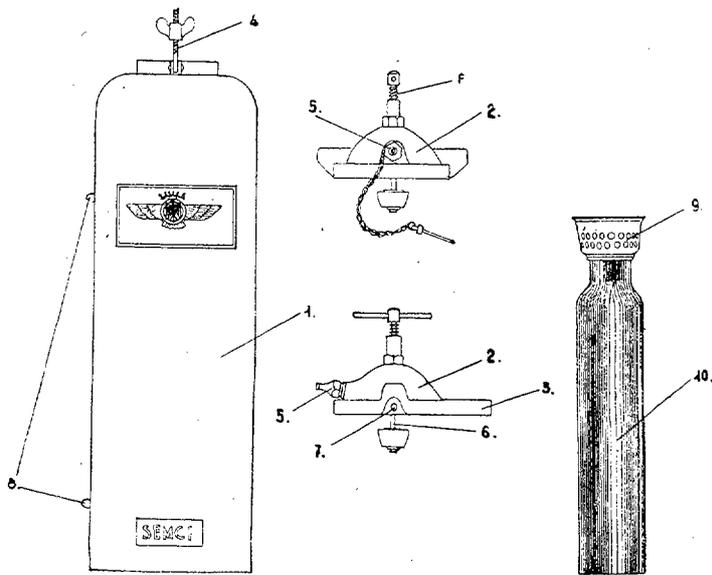
La espuma de aire muestra, por lo general, la composición siguiente:

- 90 % de aire.
- 9,8 % de agua.
- 0,2 % de líquido formador de espuma.

Al objeto de poder emplear los extintores de espuma aun con frío intenso, se le añade a la masa del líquido una sustancia anticongelable. La Perkeo (patente alemana 429.302) añade además a la masa del líquido sustancias que al evaporarse éste en los objetos sobre los que se ha lanzado la espuma, los recubre de una capa "incombustible" estable al fuego (por ejemplo, wolframatos, bórax, etc.). La Minimax (patente alemana 561.873) también mezcla a la espuma, antes o después de la salida del aparato productor de la misma, sustancias que, a consecuencia de transformaciones químicas, actúan sobre el objeto en ignición como medio de protección; por ejemplo, en la extinción del fósforo por medio de espuma se añade al agua o a la mezcla de los componentes de formación de espuma, sales metálicas (de cobre, plata, cinc o plomo), que al reaccionar con el fósforo dan lugar a productos no combustibles.

Sustancias formadoras de espuma.

Hasta hace pocos años se empleaban exclusivamente para este fin sustancias naturales, tales como la saponina, que es un glucósido de estructura complicada, que se distingue por su acción hemolítica y que se obtiene de la raíz de la Saponaria Officinalis y del extracto del jugo de la raíz de la regaliz; debido a que es un tóxico sanguíneo y a que ejerce una acción irritante sobre las mucosas, hay que tener cierta precaución en su manipulación y empleo. La albúmina y sus productos de degradación se han empleado a veces también como formadores de espuma. Modernamente las sustancias que se emplean para este fin son sustancias de origen no vegetal ni animal, y citamos a continuación las más frecuentes: productos de sulfonación de los aceites minerales, ácidos sulfónicos, ácidos grasos sulfonados, ácidos naftalensulfónicos, productos de condensación de la naftalina y formaldehído, o los mismos del fenol y formaldehído. En la actualidad se em-



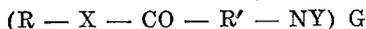
Extintor de 12 litros de espuma con husillo.

- 1.—Cuerpo del extintor.
- 2.—Tapa del extintor.
- 3.—Empuñadura o asa.
- 4.—Espárragos y tuerca para cierre de tapa.
- 5.—Boquilla con cadena y aguja obstructora.
- 6.—Husillo con tapón, vástago roscado y manilla.
- 7.—Orificio de la tapa, para paso y alojamiento del espárrago.
- 8.—Asas de suspensión del aparato.
- 9.—Cestillo de sujeción de la botella interior.
- 10.—Botella interior de cristal, con rosca.

plean también como sustancias formadoras de espuma para fines de extinción, los productos de sulfonación de los alcoholes correspondientes a los ácidos grasos superiores; por ejemplo, productos de sulfonación de los alcoholes oleico, esteárico, etcétera.

Se ha propuesto también como formadores de espuma las bases de amonio cuaternario que se derivan de las bases de nitrógeno heterocíclicas y contengan además cadenas alifáticas largas no interrumpidas por grupos de ésteres; por ejemplo, sulfato de lauril-piridina, bromuro de cetil-piridina, ioduro de optadecil-piridina, bromuro de decil-oxietil-piridina.

Por último, se ha visto que las combinaciones orgánicas de empleo más ventajoso son aquellas sustancias de elevado peso molecular y que obedecen a la fórmula general



en donde R es un radical alifático o ciclo-alifático; R', un radical alifático, aromático o alifático-aromático; X, oxígeno o nitrógeno; NY, un radical que forme con el grupo RXCOR' un catión de una base nitrogenada orgánica, y G, un anión. Como ejemplo de estas sustancias podemos citar al cloruro de la tetradeciloxil-carbometil-trietilamonio o el cloruro de la dodecilamino-carbometil-piridina, etc.

Gases para la producción de espuma.

El gas necesario para la producción de espuma, como ya hemos dicho, puede ser producido o por vía química en la solución misma (espuma química) o introducido desde el exterior (espuma mecánica o de aire).

a) Gases por procedimiento químico: El generalmente empleado es el anhídrido carbónico, que se forma por la reac-

ción de sustancias ácidas (ácidos o sales ácidas) sobre los carbonatos. Los polvos de espuma más empleados hoy día contienen casi siempre como sustancia ácida el sulfato aluminico muy finamente pulverizado, y como sustancia básica, bicarbonato sódico, con el que va mezclada íntimamente la sustancia formadora de espuma en estado de fina pulverización.

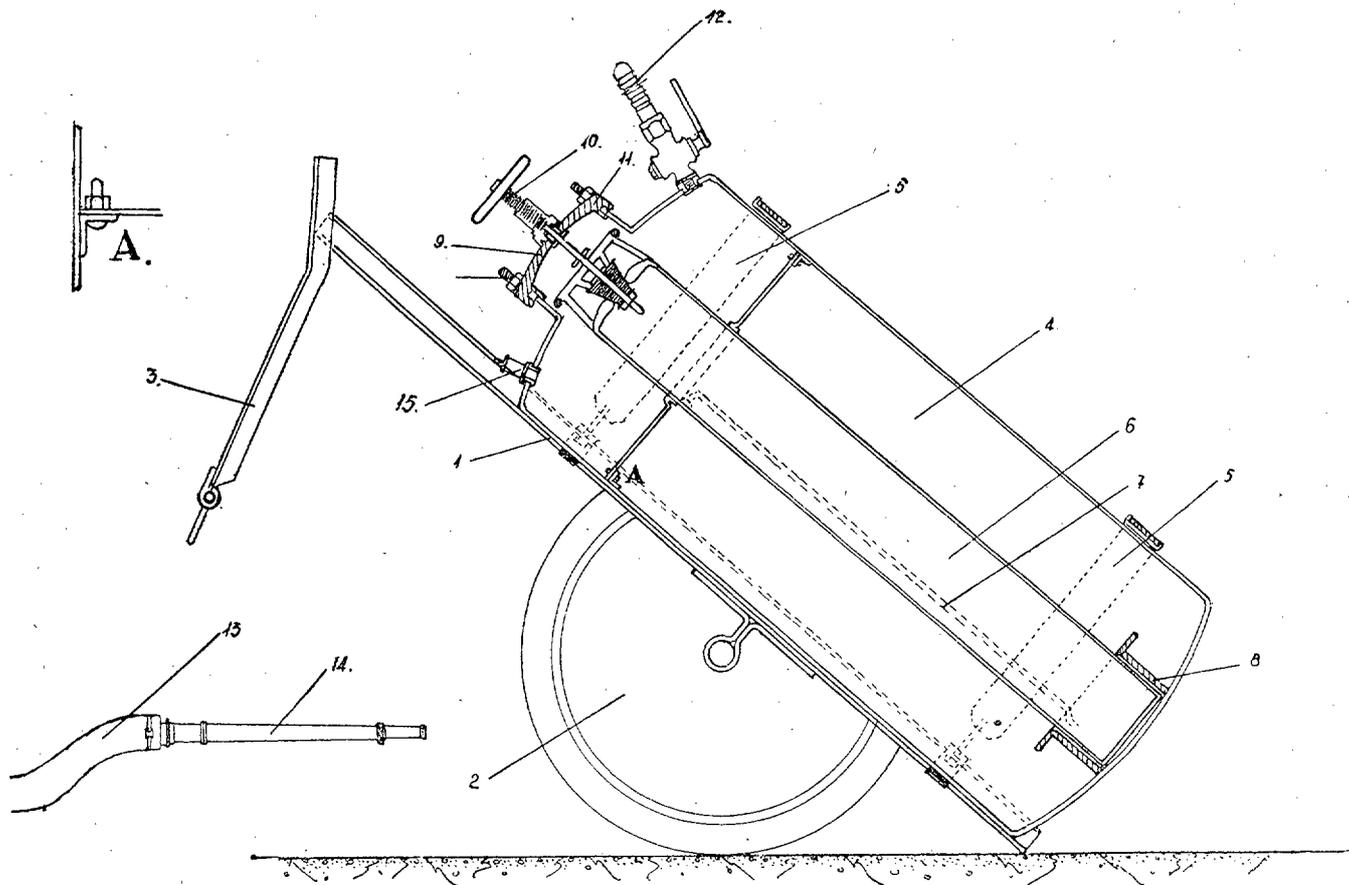
El hidróxido aluminico que se forma simultáneamente con el anhídrido carbónico en el agua existente en el cuerpo del extintor, le comunica a la espuma formada una tenacidad muy ventajosa, muy apropiada para la extinción del incendio (J. Hansen: Chem. Tech. Zeitschr. 1927, núm. 11).

La Casa Perkeo conserva estas cargas químicas en una envoltura soluble en agua (patente alemana 420.773), pudiendo servir para este objeto la gelatina, cola de pescado, etc.; también las rodea con una capa de parafina, que funde por la acción del agua caliente, quedando entonces sometidas las sustancias que componen la carga a la acción del agua.

Se han empleado también para la producción de este gas de relleno sustancias que por la acción del agua dejen gas en libertad, tales como el carburo cálcico, metales alcalinos y alcalino-térreos, combinaciones hidrogenadas u oxigenadas de los mismos, aluminio activado en forma de polvo, sulfatos u óxidos de níquel y cobalto, etc.

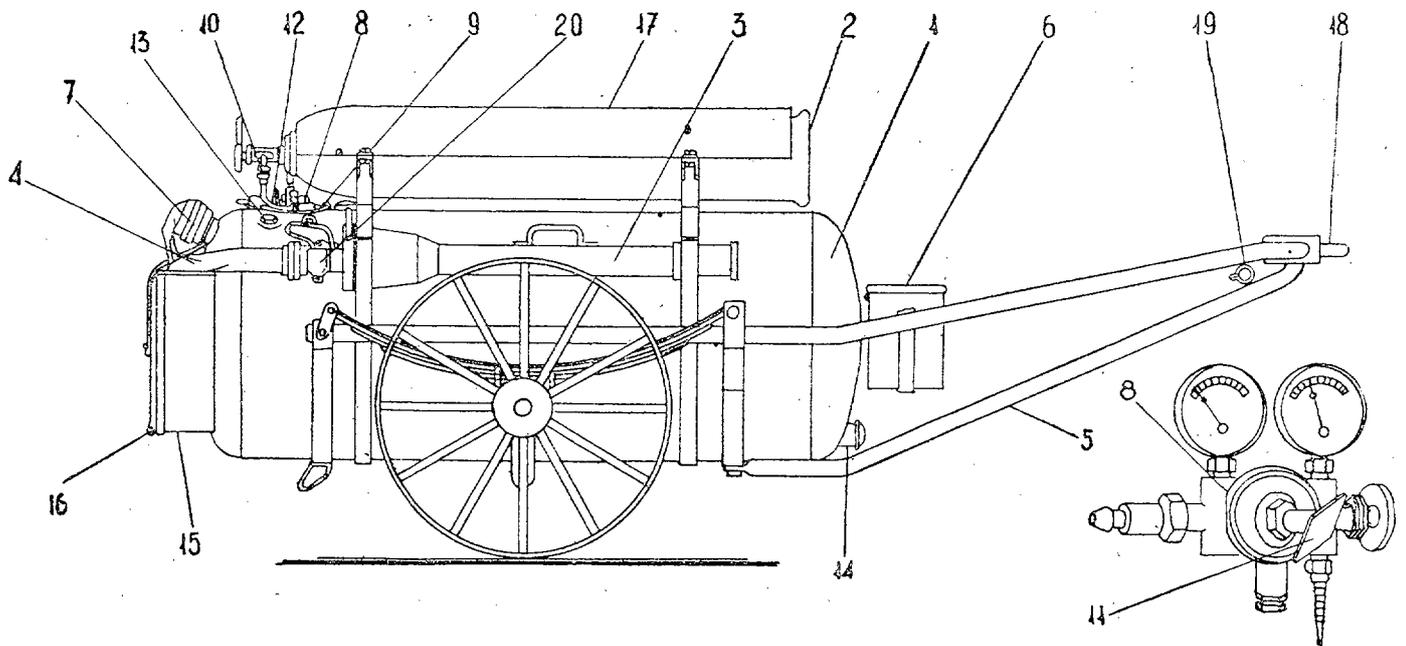
Otras sustancias que pueden emplearse para este fin son aquellas que, como los bicarbonatos alcalinos, producen por calentamiento un gas incombustible.

Algunos de estos procedimientos, al parecer paradójicos, se fundan en hechos confirmados experimentalmente por O. Treichel (Chem. Ztg. 1929, 69), que empleaba para la extinción de incendios espuma química conteniendo en libertad



Carro extintor de 50 litros espuma.

- 1.—Chasis.
- 2.—Ruedas.
- 3.—Lanza de tiro.
- 4.—Cuerpo del extintor.
- 5.—Cinchas de sujeción del cuerpo del extintor al chasis.
- 6.—Botella interior.
- 7.—Guías para la botella interior.
- 8.—Cesta de fijación de la botella interior.
- 9.—Tapa.
- 10.—Husillo con tapón, vástago roscado y manilla.
- 11.—Espárragos y tuercas de sujeción de la tapa.
- 12.—Grifo con manilla y record de unión de la manguera.
- 13.—Manguera.
- 14.—Lanza de la espuma.
- 15.—Válvula de seguridad.



Bomba de incendios, de espuma de aire "total Komette".

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.—Depósito de líquido. 2.—Botella de aire comprimido. 3.—Lanza de la manguera. 4.—Manguera. 5.—Armadura del carro. 6.—Caja para la herramienta. 7.—Racord de unión de la manguera al depósito. 8.—Mano-reductor regulador de presión. 9.—Tapón de nivel para líquido. 10.—Grifo de la botella de aire. | <ul style="list-style-type: none"> 11.—Tornillo de presión del mano-reductor. 12.—Tubo de acoplamiento del mano-reductor. 13.—Válvula de seguridad. 14.—Tapón para desagüe depósito. 15.—Soporte de la manguera. 16.—Mozo del carro y sujeta-manguera. 17.—Cubierta de la botella de aire comprimido. 18.—Anilla para remolque. 19.—Soporte para pértiga. 20.—Llave de paso de la lanza. |
|--|--|

oxígeno e hidrógeno; los gases contenidos en pequeña cantidad en las vesículas de espuma hacen explosión en contacto con la llama, y a estas pequeñas y continuas explosiones se debe, según Treichel, la acción eficaz de tal clase de espuma química, sobre todo en incendios de carburantes líquidos. La espuma que fluye después y sobrenada sobre la superficie de éstos aísla del aire a los vapores de la bencina.

b) Gases por procedimiento físico: En el procedimiento mecánico hemos visto que el gas se conduce y mezcla con el líquido formador de espuma por medios físicos. Se comprende que, por su bajo precio y facilidad de empleo, el gas que más comúnmente se ha empleado con este fin es el aire. Más raramente se emplea el anhídrido carbónico.

Se han propuesto también para estos fines los gases de escape de los motores de explosión, que tienen la ventaja de no necesitar dispositivo de compresión de aire; a esta ventaja se puede añadir también la del calor que portan dichos gases.

Se han ensayado también el anhídrido sulfuroso, amoníaco, formaldehído, etc., que se conducen a presión hasta el líquido que contiene el formador de espuma.

A continuación, y para terminar, haremos una somera descripción de los diversos tipos de extintores de espuma, carbónica y de aire, reglamentarios en el Ejército del Aire.

Extintor de 12 litros de espuma carbónica.—Como indica la figura, este aparato está constituido por un cilindro de chapa de hierro que constituye el cuerpo del extintor, provisto de tapa independiente y que se sujeta al cuerpo del extintor por medio de dos tuercas de aletas, consiguiéndose un cierre perfecto hasta una presión de ocho atmósferas apretando simplemente estas tuercas con las manos; la disposición de estas tuercas, situadas en un diámetro del orificio de carga, permite un movimiento de báscula a la tapa del aparato en caso de un exceso de presión, con lo que se evitan los accidentes que pudiesen ocurrir cuando un operador intenta abrir la tapa para el examen del extintor. La parte anterior de la tapa posee un orificio donde va roscada la boquilla, que tiene un orificio de salida de seis milímetros de diámetro.

En el interior del cuerpo del extintor, y roscado a un cestillo metálico estañado, que a su vez se apoya en un re-

baje del orificio de carga, va una botella de vidrio de una capacidad aproximada de un litro y que ha de contener la carga ácida. En el cuerpo del extintor va disuelta la carga básica.

Extintor de 50 litros de espuma carbónica.—Como indica la figura 2, se compone esencialmente de un chasis, un recipiente cilíndrico de chapa de hierro, otro también de hierro y emplomado interiormente, tapa y manguera. El principio de funcionamiento del aparato es idéntico al descrito para el extintor de 12 litros, y la sola inspección de la figura da una perfecta idea de su funcionamiento. La misma figura nos indica los detalles del mismo, que no necesitan descripción.

Extintor de 200 litros de espuma carbónica.—La descripción y funcionamiento de este extintor es en todo igual al de 50 litros de capacidad, con la única salvedad de que las ruedas del mismo van montadas sobre un eje a rodamiento de bolas y que su manguera es de mayor longitud y diámetro, de acuerdo con la mayor capacidad de este extintor.

Extintor de 250 litros de espuma de aire.—Este moderno aparato, patente de la Casa alemana Total Komette, se compone de un chasis en el que descansa el cuerpo del extintor, encima del cual va colocada la botella de aire comprimido que da la característica a los tipos de extintores de espuma de aire. Esta se acopla a un manorreductor de presión que comunica con el cuerpo del extintor; de la parte posterior de éste parte la manguera, a cuyo extremo se coloca la lanza productora de espuma.

La carga del aparato se verifica después de comprobar que la botella de aire comprimido marca 150 atmósferas de presión, introduciendo en el cuerpo del extintor 14 litros de líquido formador de espuma y añadiendo a continuación agua limpia hasta que ésta, y no la espuma que pudiera formarse, comience a salir por el orificio nivel.

Si los aparatos de espuma carbónica de gran capacidad se combinan con botellas de nieve carbónica, dan lugar a los aparatos llamados carros mixtos y apagallamas, que pueden ir montados sobre chasis automóvil, según la capacidad de los depósitos de espuma y número de las botellas de nieve carbónica, logrando así mayor efectividad al conseguir una mayor rapidez de ataque al foco del incendio.