



BOMBEROS C.E.I.S. de la REGIÓN DE MURCIA

TEMA 7 PARTE ESPECÍFICA

Agentes extintores sólidos. Tipos, características, propiedades y mecanismos de extinción. Aplicaciones, usos, ventajas e inconvenientes de los agentes extintores.

- 1. Polvos químicos secos.**
- 2. Soluciones acuosas de polvo.**
- 3. Agentes extintores de metales.**

Se conocen genéricamente como agentes extintores, aquellos productos o mezclas de productos que, en base a sus características particulares, provocan la extinción de un fuego cuando son proyectados sobre éste. El empleo de agentes extintores concretos sobre el fuego supone la acción de alguno de los diferentes mecanismos de extinción posibles, o lo que es habitual, la actuación simultánea de varios de ellos. De hecho, cualquier agente extintor presenta un mecanismo de extinción principal y uno o más secundarios.

Atendiendo al estado físico en el que se encuentren los agentes extintores, estos se pueden clasificar en agentes extintores líquidos, agentes extintores sólidos y agentes extintores gaseosos.

En este tema trataremos los diferentes agentes extintores sólidos que existen. En un primer momento hablaré de los polvos químicos secos, principales representantes de los agentes extintores sólidos, después de las soluciones acuosas de polvos extintores y finalmente expondré las características específicas de los polvos químicos para metales, que se presentan principalmente en estado sólido.

1. POLVOS QUÍMICOS SECOS.

Los polvos químicos secos son productos utilizados en la extinción de incendios, formados por mezcla de diversas sales en estado pulverulento y otras sustancias que mejoran sus características, siendo el agente más eficaz para la interrupción de las llamas. Se encuentran almacenados en recipientes resistentes a la rotura y la humedad que garantizan las propiedades funcionales del producto durante un tiempo prolongado, y son proyectados sobre el fuego mediante la acción de un gas presurizado que conduce al polvo sólido desde su recipiente a la zona de combustión.

Las normas UNE 23601 y UNE 23602 (derogada) ~~recogen~~ las características generales y métodos de ensayo de los polvos extintores. La norma europea UNE EN 615/2009 relativa a polvo extintor (excepto el polvo de clase D) recoge, además especificaciones sobre las propiedades físico-químicas. La norma ISO 7202 completa, aparte de lo citado anteriormente, ensayos de fuego.

Las sales más utilizadas para la elaboración de polvos químicos extintores son el bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, cloruro potásico, bicarbonato de urea-potasio (carbamato potásico) fosfato amónico y diamónico y sulfato amónico. La característica común a estas sustancias es la de poseer una buena higroscopicidad y por consiguiente debe someterse el producto a un proceso para hacerlo hidrófugo, no aglutinante y proporcionarle fluidez. Existen dos tratamientos básicos. Uno de ellos consiste en mezclarlos con una pequeña cantidad de material arcilloso, calcáreo o silíceo y tratarlos con los estearatos insolubles de calcio, magnesio o cinc. El método más actual, consiste en tratar la mezcla del producto y aditivos inertes, con resinas de silicona, que da como resultado un revestimiento de polisiloxano sobre todos los gránulos, proporcionando un producto químico seco, fluido, no aglutinante, inerte y resistente al fuego, que tiene una duración de conservación indefinida.

Todos estos productos se reducen a partículas cuyo tamaño oscila entre 5 y 75 micras, obteniéndose así agentes sólidos con gran fluidez para su proyección y amplias superficies específicas por unidad de masa (el bicarbonato sódico con un tamaño de partículas de 10 micras presenta una superficie específica de 225 m²/kg). La granulometría de los polvos establece sus características de dielectricidad, poder de acción frente a las llamas y

capacidad de formar una nube con poder reflectante que actúe en la extinción y proteja al operario del calor irradiado por el fuego. Aunque la eficacia extintora para un mismo producto se encuentra en razón inversa al tamaño de sus partículas, en la práctica se ha demostrado que los mejores resultados se consiguen con un tamaño medio comprendido entre 20 y 25 micras, ya que la proyección de polvo excesivamente fino resulta muy dificultosa y, por tanto, no es práctica su utilización.

Atendiendo a su eficacia sobre las diferentes clases de fuego, se distinguen tres grupos de polvos químicos extintores, polvos convencionales, polvos polivalentes y polvos especiales, si bien estos últimos, exclusivos para fuegos de metales, se tratan posteriormente de forma específica debido a sus características particulares.

Polvo convencional. La materia base la constituye normalmente, el bicarbonato sódico o bicarbonato potásico. Designado también con los términos "polvo normal" o "polvo ordinario", puede ser utilizado en fuegos de la clase B y C.

Polvo polivalente. Formado por sales de amonio, entre las que destaca principalmente el fosfato monoamónico. Además de conservar su eficacia en fuegos de la clase B y C, a diferencia de los otros compuestos, puede emplearse en fuegos de la clase A, por lo que se le conoce también con la denominación "polvo antibrasa" y "polvo universal".

La naturaleza de cada uno de los compuestos utilizados en la fabricación de polvos extintores, le confiere distinta eficacia en la actuación sobre el fuego. Diversos ensayos comparativos de supresión de incendios realizados con los distintos productos, determinan que el poder extintor de cada uno de ellos es el siguiente:

Bicarbonato sódico (NaHCO_3). Fue el primero de los productos utilizados como polvo extintor. Para cantidades iguales, presenta el doble de eficacia extintora que el anhídrido carbónico.

Bicarbonato potásico (KHCO_3). Su capacidad de extinción es doble que la del bicarbonato sódico. Así mismo, el riesgo de reignición al utilizar bicarbonato potásico es menor que cuando se usa bicarbonato sódico.

Cloruro potásico (KCl). Es la forma en que el potasio se encuentra normalmente en la naturaleza. El poder extintor de los productos formados por cloruro potásico es ligeramente inferior al de los formados por bicarbonato potásico, pero presenta muy buena compatibilidad con las espumas proteínicas por ser una sal neutra.

Carbamato potásico (KNH_2COO). La adición de bicarbonato potásico a la urea o carbamida fundida, produce una reacción de la que resulta un compuesto llamado carbamato potásico. Esta sustancia es única en cuanto a las reacciones químicas de extinción del incendio, con una eficacia extintora superior al doble que la del bicarbonato potásico, la mayor de todos los productos utilizados como polvos extintores.

Fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$). Los polvos químicos a base de fosfato monoamónico poseen un poder extintor, para fuegos de clase B, similar al de los compuestos a base de bicarbonato sódico, pero debido a los productos de su descomposición, presenta características extintoras en fuegos de sólidos combustibles. El producto químico seco a base de fosfato amónico, sal ácida, está considerado como no tóxico, y abarca el mayor número de riesgos de todos los polvos químicos. Es eficaz contra fuegos de profundidad (brasas), sin merma de su eficacia contra los fuegos de combustibles líquidos inflamables y, al mismo tiempo, presenta las propiedades aislantes para emplearlo

sobre equipos bajo tensión eléctrica. Este producto se conoce familiarmente como polvo "ABC", "universal" o "antibrasa".

A modo de consideración general, puede afirmarse que los compuestos a base de potasio presentan una mayor actividad y capacidad de reacción que los de sodio y, en consecuencia, para cualquier proporción, su eficacia extintora es superior en todos los aspectos.

Con respecto al **mecanismo de extinción**, hay que tener en cuenta que desde que empezó a utilizarse el bicarbonato sódico como agente extintor, han existido varias teorías acerca del mecanismo de extinción de los polvos químicos.

En un primer momento se aceptó que la supresión de la llama se debía a la formación de dióxido de carbono y vapor de agua al calentar el bicarbonato, sin embargo pronto se rechazó esta teoría, puesto que diversos experimentos de tipo cuantitativo no pudieron demostrarlo. Posteriormente se barajó la hipótesis de la dilución del oxígeno, debido al volumen de sólidos sobre la llama, y la capacidad de transferencia del calor de estos agentes como causas de la extinción, pero tampoco fueron aceptadas debido a los resultados negativos de las investigaciones que trataron de confirmarlo.

La falta de evidencias que probaran tales teorías, hizo sospechar que la existencia de reacciones químicas en la llama podía ser la causa para justificar que la actuación de estos productos detenga la propagación de la llama de un modo desproporcionado en relación con la cantidad utilizada, conjetura que se demostró en unos ensayos comparativos de extinción realizados con bicarbonato potásico.

Actualmente se acepta de manera generalizada que el principal mecanismo extintor de los polvos es la inhibición química de la llama, o rotura de la reacción en cadena. La combustión automantenida supone la reacción química entre los distintos radicales libres que se forman durante la misma. Cuando el polvo extintor se descarga sobre las llamas, se descompone en distintas sustancias que impiden la unión de los radicales activos H y OH, paralizando rápidamente la reacción en cadena.

No obstante, el efecto extintor global se debe a la conjunción de diversas acciones que contribuyen en mayor o menor medida a la eficacia de estos agentes:

CO_2 1: por H_2O

La reacción de algunos de ellos ante el fuego origina la formación de dióxido de carbono y vapor de agua, lo que provoca una cierta acción sofocante. Aunque no se pueden considerar factores fundamentales en la extinción, contribuyen a la eficacia del agente extintor. El efecto de sofocación es más significativo en los polvos polivalentes al descargarlos sobre combustibles sólidos. El fosfato monoamónico se descompone por efecto del calor, formando una capa cristalina de ácido metafosfórico (PO_3H) que se adhiere al material incendiado, aislándolo del oxígeno.

La descomposición de los polvos secos implica una absorción de energía calorífica y, por consiguiente, un enfriamiento, aunque este efecto es mínimo para considerarlo una causa importante en la extinción.

La nube de polvo que forma la descarga de cualquiera de estos productos, ejerce un "efecto pantalla" que separa al combustible de una parte del calor irradiado por la llama. Se ha demostrado que este factor tiene cierta importancia en la acción extintora de los polvos secos.

En cuanto a su **aplicación**, los polvos químicos secos están especialmente recomendados para fuegos de líquidos inflamables y combustibles, donde presentan su máxima eficacia. También son recomendados para fuegos de gases inflamables. Son un agente con una gran efectividad específica y pueden utilizarse en extintores portátiles y en sistemas fijos de extinción.

El polvo convencional no es capaz de extinguir fuegos de sólidos combustibles, por ello, para estos fuegos se utilizan los polvos polivalentes. Sólo en determinadas ocasiones es necesario la aplicación de agua para reforzar la extinción.

En general, no son conductores de la electricidad, por lo que pueden ser utilizados sin riesgo sobre equipos eléctricos bajo tensión. *→ hasta 35 kv*

Existen preparados específicos para la extinción de fuegos de metales (Clase D), que suelen ser pulverulentos. En algunos casos pueden ser proyectados desde un extintor. Los demás tipos de polvo no deben utilizarse en estos casos.

Las **limitaciones** en la aplicación serán las que determinen las características particulares de cada producto.

No obstante, los polvos químicos presentan también unas limitaciones que se deben tener en cuenta para la aplicación correcta de los mismos, alcanzando de esta manera la maximización de sus propiedades extintoras.

1 - Los polvos químicos no son irritantes ni tóxicos; tampoco presentan ningún riesgo los productos resultantes de su descomposición. No obstante, la descarga de una cierta cantidad, especialmente en locales cerrados, puede originar problemas respiratorios, así como falta de visión, debido a la opacidad de la nube de polvo originada. Igualmente, no presentan efectos corrosivos ni provocan abrasión en las superficies sobre las que se proyecta.

2 - No deben utilizarse polvos químicos sobre productos químicos que producen brasas, y tampoco sobre aquellos que se proveen de su propio oxígeno al arder, tales como el nitrato de celulosa. *→ No se debe*

3 - No es aconsejable su uso sobre metales en ignición. En algunos casos la proyección de estos productos puede ocasionar reacciones violentas.

4 - Aunque no son conductores de la electricidad, el polvo químico es abrasivo y se descompone a altas temperaturas, tiene gran capacidad de dispersión y penetración, por lo que no es recomendable para equipos delicados eléctricos, electrónicos o mecánicos, debido a los daños secundarios que puede originar. *Si hasta 35 kv*

5 - Los polvos químicos se descomponen con facilidad a las temperaturas que normalmente tienen las llamas, pero son muy estables a temperaturas ordinarias. Sin embargo, debido a su naturaleza, algunos polvos extintores son incompatibles entre sí. Por tanto, los recipientes que hayan contenido un determinado tipo de polvo no han de recargarse con un polvo incompatible con él, salvo que se elimine todo resto de la carga anterior. La mezcla de productos compuestos por fosfato monoamónico (sal ácida), con productos a base de bicarbonatos (alcalinos), produce una reacción que genera dióxido de carbono. Algunas explosiones en extintores se han producido debido a reacciones de este tipo. Igualmente, algunos polvos convencionales son incompatibles con las espumas.

6 - Al ser la inhibición química su principal mecanismo extintor, no producen enfriamiento, ni tampoco atmósferas inertes duraderas, por lo que existe el riesgo de reignición si existen superficies con temperaturas suficientemente elevadas.

SOLUCIONES ACUOSAS DE POLVO

Se trata de disoluciones acuosas de carbonatos y/o acetatos potásicos, especialmente desarrollados para combatir fuegos de clase B, en equipos en los que la utilización del polvo pudiera ocasionar problemas de suciedad o contaminación en los mismos o zonas anexas. Los extintores a base de acetato de potasio para **fuegos de clase K** fueron creados para extinguir fuegos de aceites vegetales en freidoras de cocinas comerciales o incendio de grasas en acopios industriales o en restaurantes o cocinas industriales. La solución sale pulverizada.

AGENTES EXTINTORES DE METALES

Los metales en ignición presentan temperaturas de llama muy altas y una gran reactividad. Los agentes extintores habituales, con elevada eficacia de extinción en otros tipos de fuegos, presentan muy poca o ninguna en los fuegos de metales y, en algunos casos, su aplicación sobre ellos origina reacciones de tipo explosivo o de liberación de gases tóxicos o combustibles. Para su extinción se utilizan una serie de agentes especiales homologados, si bien, dentro del ámbito industrial, se emplean también otras sustancias que aunque no están específicamente destinadas para tal fin, poseen características extintoras.

Los agentes homologados para fuegos de metales se designan de forma habitual por su nombre comercial. Aunque existen algunos en forma de líquido, la mayor parte de ellos se encuentran en forma de polvo (polvo especial), y básicamente, se componen de productos no reactivos con el metal en ignición, principalmente sales inorgánicas como el cloruro sódico.

Su aplicación sobre el fuego puede realizarse de forma manual o con extintores portátiles, teniendo en cuenta que un agente no tiene necesariamente que servir para cualquier metal; aunque algunos puedan aplicarse sobre diversos tipos de metales, otros son específicos para metales determinados.

El proceso de extinción lo realizan mediante los siguientes efectos:

Sofocación. En la mayoría de casos, el agente funde por efecto del calor, formando una costra aislante que cubre la superficie del metal en ignición. En aquellos agentes que no la forman, es necesario recubrir completamente el metal, y mantener dicho recubrimiento, de forma que se impida el contacto del metal con el aire.

Enfriamiento. Es un efecto secundario en la acción extintora de ciertos agentes, pero principal mecanismo extintor en algunos polvos especiales que contienen grafito en su composición, ya que es un excelente conductor térmico y puede absorber calor suficiente para rebajar la temperatura del metal por debajo de su punto de ignición.

A continuación procederé a nombrar los agentes homologados para fuegos de metales existentes en el mercado, indicando la composición, forma de dosificación y extinción y aplicaciones.

- 1 • G-1 Pireno, se compone de coque de fundición, grafitado y cribado, al que se le añade un fosfato orgánico. Se emplea una combinación de partículas de distintos

tamaños para conseguir buenas características aglomerantes cuando se aplica a un metal incendiado. El grafito actúa como termoconductor y absorbe el calor del fuego reduciendo la temperatura del metal por debajo de su punto de ignición, lo que produce la extinción.

El grafito muy compactado también sofoca el fuego y el material orgánico que forma parte del producto extintor se descompone con el calor y produce un gas ligeramente humeante que penetra en los espacios entre las partículas de grafito, impidiendo la penetración de aire. El polvo no es tóxico ni combustible.

El polvo G-1 es efectivo contra fuegos de magnesio, sodio, potasio, titanio, litio, calcio, zirconio, hafnio, tório, uranio y plutonio y también se recomienda para aplicaciones especiales sobre fuegos de aluminio, zinc y hierro pulverizados.

- 1.4 • METALGUARD. El polvo Metal Guard tiene exactamente la misma composición que el G-1. Se trata simplemente de un nombre comercial distinto.
- 2 • MET-L-X. Este polvo se suministra en tambores y es adecuado para incendios en los que están involucrados metales como el magnesio, sodio, potasio y aleaciones de sodio y potasio.

Este polvo, cuyo tamaño de partículas se controla para obtener la óptima eficacia extintora, está basado en cloruro sódico con aditivos. Se le añade un material termoplástico para aglutinar las partículas de cloruro sodio en una masa sólida bajo las condiciones de incendio.

El polvo no es combustible y en su aplicación contra metales incendiados no se producen fuegos secundarios. No existe ningún peligro conocido para la salud que se derive del empleo de este agente. No es abrasivo ni conductor.

- 3 • NA-X. Gracias a su bajo contenido o total ausencia de cloruros, está especialmente indicado para combatir los incendios de sodio metálico. Tiene una base de carbonato sódico con varios aditivos que se incorporan para hacerlo higroscópico y fácilmente fluido para su empleo en extintores de precisión. También se le incorpora un aditivo que se ablanda y forma una costra por encima de la superficie expuesta de sodio metálico incendiado.

Es incombustible y no se producen incendios secundarios por su aplicación sobre el sodio metálico. No se producen peligros personales derivados del empleo de este agente sobre fuegos de sodio, y no es abrasivo ni conductor.

- 4 • LITH-X. Este polvo especial se compone de una base de grafito con aditivos. Los aditivos le confieren fluidez, de modo que se pueda descargar desde un extintor. Impide el contacto con el agua y extrae el calor de la masa incendiada para realizar la extinción. No se adhiere a la superficie del metal caliente, por lo que es necesario cubrirla completamente con el material.

- 5 • PYROMET, compuesto por Cloruro sódico con fosfato diamónico y aplicado mediante extintores portátiles.

- 6 • Polvo TEC, compuesto por Cloruro sódico, potásico y bórico, cuya aplicación se realiza mediante extintores portátiles. Es eficaz en la extinción de fuegos de ciertos metales combustibles. El polvo tiene que recubrir el metal impidiendo su contacto con el aire.

En los fuegos de astillas de magnesio su acción consiste en la exclusión del aire por la formación de sales fundidas que recubren la superficie del metal. Los pequeños fuegos de uranio y plutonio se han logrado extinguir con este polvo.

El cloruro bórico que contiene la mezcla es venenoso, por lo que se debe evitar la inhalación del polvo.

Entre los agentes no patentados empleados en fuegos de metales, podemos destacar principalmente la arena seca, polvos de talco, grafito y el cloruro sódico, pero también se utilizan otros productos sólidos como los fundentes, limaduras de hierro colado, cenizas de sosa, cloruro de litio, silicato de zirconio y dolomita (carbonato de calcio y magnesio), e incluso ciertos gases como el helio, argón, trifluoruro de boro y tricloruro de boro.

Agentes No patentados:

- Pol. talco

- Cloruro sódico

* Sólidos fundentes:

- Limaduras de hierro colado

- Cenizas de sosa.

- Silicato de zirconio

- Dolomita.

- Cloruro de litio

Ciertos gases:

- Argón

- Trifluoruro de boro.

- Tricloruro de boro.