

La Protección contra Explosiones en Equipos de Filtración en entornos ATEX

■ Javier Martín Ingeniero de protección contra explosiones de Fike Ibérica, Jordi Rovira Director Fike Ibérica

Los equipos de filtración son uno de los equipos más representativos a nivel industrial de la separación sólido-gas mediante un medio poroso: aparecen en todos aquellos procesos en los que sea necesaria la eliminación de partículas sólidas en forma de polvo de una corriente gaseosa. Eliminan las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa haciéndola pasar a través de un elemento filtrante.

Debido a la extensión del artículo, el mismo se publicará en dos partes, saliendo la segunda en el próximo número de la revista.

La eliminación del polvo puede ser necesaria bien por motivos de contaminación, para acondicionar las características de un gas a las tolerables para su vertido a la atmósfera o bien como necesidad de un proceso de captación en un proceso de fabricación por motivos de higiene. En muchas ocasiones el condicionante de la separación es un factor de seguridad, ya que muchos productos en forma de polvo generan atmósferas explosivas (ATEX).

Los equipos de filtración; filtros de mangas, de cartuchos y similares son capaces de recoger altas cargas de partículas resultantes de procesos industriales de muy diversos sectores, tales como: alimentario, farmacéutico, caucho, químico, petroquímico, siderúrgico, automovilístico, aeronáutico, minero, aluminio, coque, carbón, fibras de granos, etc.

La recogida de polvo o eliminación de partículas dispersas en gases se efectúa para finalidades tan diversas como:

- Control de la contaminación atmosférica del aire.
- Reducción del coste de mantenimiento de los equipos y tareas de limpieza.
- Mejora de la calidad del producto y recuperación de productos.
- Eliminación de riesgo para la salud de las personas por inhalación o contacto con el producto.

Estadísticamente los equipos que sufren el mayor número de explosiones son los equipos de filtración.

A pesar de que no poseen elementos mecánicos internos móviles capaces de generar fuentes de ignición propias, son equipos que durante su funcionamiento normal, se considera que puedan operar dentro del rango de concentraciones de inflamabilidad, que para la mayoría de los productos pulverulentos se encuentra comprendido entre los 25 g/m³ y los 3000 g/m³, por lo que normalmente sólo se requiere de una fuente de ignición externa para que una explosión tenga lugar. La instalación de un equipo de filtración asociado a un proceso que posee; un molino, elevador de Cangilones o secador industrial debe tenerse en cuenta

generalmente se asume que a lo largo de su vida útil y en condiciones anormales de proceso pueden llegar a generar fuentes de ignición, si esta fuente de ignición (descarga electrostática, partícula incandescente, chispa, llama, etc) produce una explosión primaria en dicho equipo, existe la probabilidad de que la explosión se propague a través de las tuberías, con lo que el equipo de filtración podría recibir una explosión secundaria. Otro fenómeno que sucede con mayor frecuencia que el anterior es que la fuente de ignición originada en un punto del proceso viaja por la tubería de conexión y es captada por el equipo de filtración donde entonces tiene lugar una explosión primaria.

Este artículo tiene la intención de describir y mostrar cuales son las técnicas de protección contra explosiones disponibles en la actualidad. Dichas técnicas son citadas a continuación:

- A) Venteo de explosiones
- B) Venteo sin llama o con apagallamas
- C) Aislamiento de explosiones
- D) Supresión de explosiones

A) El venteo de explosiones

Es el método clásico de protección contra explosiones y más utilizado por la industria. En su forma más simplificada, un panel de venteo, consiste en una fina lámina metálica situada en el volumen del equipo, este panel proporciona el área suficiente de alivio de presión originada en caso de explosión. Este panel de venteo rompe a baja presión (típicamente 0.1 barg), liberando la presión, las llamas y los productos de la combustión,

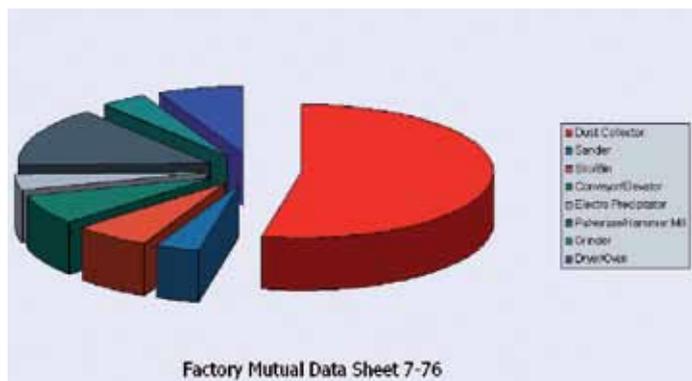


Figura 1: Estadística del porcentaje de explosiones por tipo de equipo.

Lavar y Esterilizar: Innovadores sistemas globales para la industria farmacéutica



Diseño acorde, procesos seguros – desde los años sesenta. Para diseñar nuestros equipos nos guiamos en las exigencias de cada uno de nuestros clientes y en la firme aplicación de las vigentes directivas GMP. Nuestros ingenieros, expertos en el sector farmacéutico y conscientes de su responsabilidad, siempre emplean materiales y componentes de alta calidad. Todo esto y la modularidad de nuestros sistemas nos permite garantizarles una máxima seguridad operativa, la validación de los procesos, gran fiabilidad y una inversión rentable y segura.

 **EXPOQUIMIA**

Salón Internacional de la Química
14-18 Noviembre 2011, Barcelona Gran Vía
Pabellón 7, Stand E-562

Belimed
Infection Control

Sistemas globales para los hospitales, la industria farmacéutica y los laboratorios de investigación

Belimed Ibérica, 08860 Castelldefels (Barcelona), +34 936 455 189, marcos.lopez@belimed.es, www.belimed.com

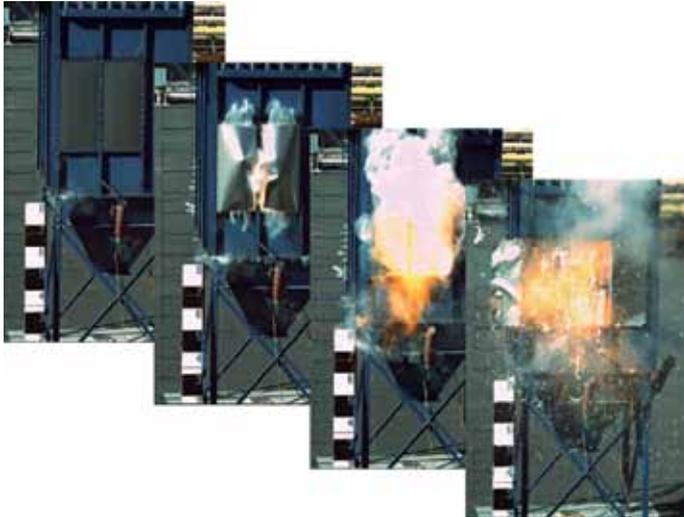


Figura 2: Secuencia de venteo de explosión en un filtro de mangas.



Figura 3: En este filtro se le ha suprimido la primera fila de mangas. Las barras soldadas impedirán la obstrucción del área de venteo.

y por consiguiente se consigue que el equipo no sufra daños.

Esta técnica de protección debe reservarse a equipos que estén instalados en el exterior de instalación y en lugares en las que la proyección del venteo no suponga un riesgo para las personas y las instalaciones. Cabe mencionar que está permitido el uso de conductos de venteo al exterior de diseños y longitudes limitadas (véase EN 14491 "Dust explosion venting protective systems") si el equipo se encuentra instalado en el interior de instalación y está cercano a una pared o techo practicable.

Es área de venteo se calcula para permitir liberar la sobrepresión generada por el incremento de temperatura resultante de la combustión del polvo en suspensión. El proceso de combustión de todo el volumen dura algo menos de 80ms. El estándar de venteo 14491 nos da la fórmula que debemos utilizar:

$$(a) 0.1 \text{ bar} \leq P_{\text{red,max}} \leq 1.5 \text{ bar}$$

$$A = B (1 + C \times \log L/D)$$

$$B = [3.264 \times 10^{-5} \times P_{\text{max}} \times K_{\text{st}} \times P_{\text{red,max}}^{-0.569} + 0.27 \times (P_{\text{stat}} - 0.1) \times P_{\text{red,max}}^{-0.5}] \times V^{0.753}$$

$$C = (-4.305 \times \log P_{\text{red,max}} + 0.758)$$

$$A_v = A/E_f$$

$$(b) 1.5 \text{ bar} \leq P_{\text{red,max}} \leq 2 \text{ bar}$$

$$A = B$$

$$A_v = A/E_f$$

Donde:

A Área geométrica de venteo. La eficiencia del panel (se verá más adelante) puede aumentar el área requerida.

L/D representa la relación Longitud versus Diámetro hidráulico del volumen que vamos a proteger. A mayor L/D mayor área requerida. La esfera es el volumen que mi-

nimiza el área de venteo, y las estructuras largas, como los silos, son las que mayor área requieren por la influencia de este factor.

K_{st} Índice de explosividad del producto combustible. Su valor se encuentra en bibliografía para productos habituales como la harina carbón coque, cacao, aluminio... o se determina en laboratorio si se trata de una mezcla o de un reactivo no tipificado. Factores como la granulometría de la muestra y la humedad afectan directamente su valor.

P_{red,max} Resistencia del equipo. Presión máxima que puede resistir el equipo sin deformaciones. El elemento más débil del equipo que queremos proteger debe resistir esta sobrepresión. El estándar europeo calcula el área para que la presión dentro del volumen llegue justo a esta presión. En el estándar americano NFPA 68 (utilizado

habitualmente hasta hace pocos años) sólo se permite llegar a 2/3 de la resistencia del equipo, y da la posibilidad de aceptar deformaciones o no del volumen..

P_{stat} Presión a la que abre el panel de venteo. Típicamente son 100mbar. La norma permite utilizar hasta 1bar.

A_v Área de venteo requerida después de aplicar la eficiencia del panel.

E_f Eficiencia del panel. Mide la inercia. Para paneles con una densidad inferior a 0.5 Kg/m² se acepta eficiencia 100% (EN14797), para densidades superiores la eficiencia debe medirse en laboratorio con explosiones a escala real. Este valor debe ser dado por el fabricante del panel. Los paneles más sencillos de una sola capa tienen eficiencia 100%. Si buscamos paneles que puedan aguantar vacío absoluto, incrementar la vida útil del panel reforzándolo para resistir procesos pulsantes (limpieza de las mangas

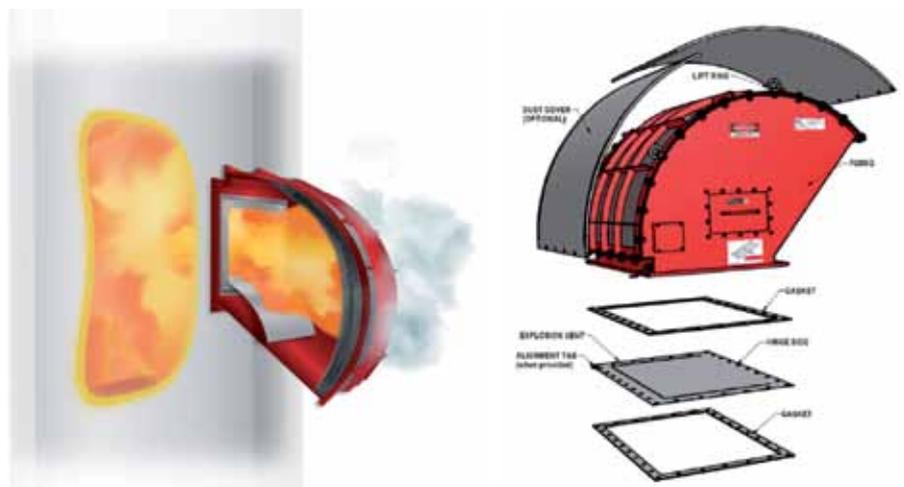
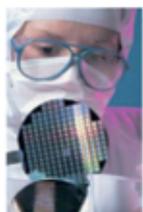


Figura 4: Configuración de un sistema de panel de venteo con apagallamas.



Ingeclima

Su Proyecto + Nuestra Experiencia = La Solución a su Medida

INGECLIMA, 24 años construyendo salas limpias "Llave en Mano" para la industria farmacéutica, biotecnológica y afines.

Entornos Limpios:

Áreas clasificadas GMP
Bioseguridad
Cerramientos especiales
Tratamiento del aire
Instalaciones Auxiliares
Ensamblado de equipos (Hook-Up)

Procesos:

Agua PW, HPW, WFI
Sistemas CIP & SIP
Fluidos de proceso
Bio-descontaminación
Vapor, Vacío, Aire comprimido
Gases especiales

BILBAO: Dr. Díaz Empananza, 39 (48002-BILBAO)

+34 944.424.800

MADRID: Camino de lo Cortao, 6-8, nave 22 (28700-S.S.de los Reyes)

+34 902.102.308

del filtro) o incluir aislantes térmicos, por ejemplo, deberemos seleccionar un panel en el que estas prestaciones resultan en un aumento de la masa del panel y reducen su eficiencia al 90-95% en función del modelo / fabricante.

La ubicación del panel en el equipo debe ser por encima del nivel de llenado de la tolva y por debajo de las mangas. De esta forma evitamos la expulsión de producto combustible y la obstrucción del área de venteo por las mangas en caso de explosión. De no ser posible, hable con su proveedor, deberá recalcularse el área de venteo o buscar alternativas.

Las características del conducto de venteo también están recogidas por la norma. Las limitaciones de la longitud y la forma del conducto vienen dadas por el aumento de la presión reducida en el equipo debido a que el conducto impide el venteo. La solución es aumentar el área de venteo hasta que la nueva presión reducida esté dentro del rango de diseño del equipo.

B) El venteo sin llama o con apagallamas

El venteo con apagallamas es una técnica que se utiliza en combinación con el venteo de explosiones y tiene la finalidad de que

la proyección de las llamas procedentes del venteo no representen un riesgo exterior para las personas y el resto de equipos de planta.

Esta tecnología consiste en un complejo y elaborado filtro de acero inoxidable que permite absorber el calor de combustión originado en una explosión que involucra polvos de clase St 2 ($K_{st} < 300 \text{ bar}\cdot\text{m/s}$). Cuando el frente de llama alcanza el filtro metálico se produce una laminación de la llama y un intercambio térmico que detiene la reacción de combustión, durante este proceso, se consigue disminuir la temperatura por debajo del punto de ignición del polvo, por lo tanto las llamas no son capaces de proseguir su camino a través del filtro de acero y son apagadas. Es por lo tanto una solución técnica para aquellos equipos de filtración a los que no se les puede practicar el venteo conducido al exterior o que su colocación en planta se encuentre muy alejada de una pared o techo practicable. Estos equipos deben estar diseñados de acuerdo a los requisitos del estándar europeo EN 16009 "Flameless explosion venting devices".

La finalidad de apagallamas es doble: por un lado, al enfriar el frente de llama extingue la combustión, en segundo lugar la malla es una barrera física que impide a las

partículas incandescentes salir proyectadas después de una explosión. Retener las partículas es importante por cuestiones obvias como no lesionar al personal o evitar un incendio. No es tan obvio pero igual de importante el evitar una explosión secundaria al ignitar el polvo combustible que se deposita en el suelo, sobre las conducciones eléctricas vigas y equipos colindantes

Al dimensionar el área de venteo, debe considerarse la eficiencia del apagallamas. Al igual que el panel y el conducto el apagallamas también representa un obstáculo al libre venteo, que debe compensarse incrementando el área. Test de explosiones a escala real han demostrado que los productos fibrosos, como la madera, reduce la eficiencia del apagallamas al obstruir la malla con mayor facilidad. La eficiencia de estos equipos sólo se puede determinar con tests a escala real y puede variar entre el 50% y el 80% en función del diseño del equipo y del material que se ventea.

■ **AQUÍ FINALIZA LA PRIMERA PARTE, EN LA PRÓXIMA HABLAREMOS SOBRE EL AISLAMIENTO DE EXPLOSIONES Y LA SUPRESIÓN DE LAS MISMAS.**



Figura 5: Filtro de captación protegido mediante venteo con apagallamas.



TechnoPharm 2011

11 a 13 de octubre en Núremberg, Alemania

Salón Internacional de Ciencias de la Vida y Tecnologías de Procesos
Pharma - Food - Cosmetics

FOCO DE ATENCIÓN

CLEANROOMS



www.technopharm.de

Nuestro fuerte socio



POWTECH 2011

Patrocinadora



Promotora

NürnbergMesse GmbH

Tel +49 (0) 9 11.86 06-49 44

visitorservice@nuernbergmesse.de

Información

Nürnberg Firal, S.L.

Tel +34 93.2 38 74 75

Fax +34 93.2 12 60 08

espana@nuernbergmesse.com

NÜRNBERG MESSE

