

PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI NEGLI IMPIANTI DI FILTRAGGIO

di RICHARD SIWEK, FireEx Fire & Explosion Protection Consultant
Traduzione e adattamento di MASSIMO MANDIROLA, Explosion Protection Product Manager - Silvani Antincendi SpA

Negli impianti di filtraggio, a causa della loro funzione, possono temporaneamente o stabilmente formarsi miscele esplosive aria-materiale combustibile. La probabilità che questa atmosfera infiammabile esista è particolarmente elevata durante la fase di autopulizia e soprattutto in caso di polveri o miscele ibride facilmente infiammabili. Per affrontare questo pericolo ogni utilizzatore dovrebbe prevedere adeguate misure di sicurezza antiesplosione.

Possibile causa di esplosione può essere l'introduzione di particelle incandescenti la cui provenienza deve essere analizzata: possono infatti essere originate dal prodotto stesso (formazione di bracce) oppure essere generate dalle apparecchiature presenti a monte. Sebbene sia possibile la formazione di focolai incandescenti, nei filtri è comunque molto più elevato il pericolo di accensione a causa di scariche elettrostatiche (Fig. 1). Questo fenomeno deve e può essere e-

vitato tramite la corretta messa a terra di tutte le parti conduttrici dell'apparecchiatura.

Nel fare ciò, occorre realizzare con cura la messa a terra di tutte quelle parti metalliche che potrebbero risultare isolate, cioè montate sul filtro ma non direttamente in contatto con esso (gabbie delle maniche, flange).

In particolare, le messe a terra vanno ricontrollate con attenzione dopo ogni riparazione o lavoro di manutenzione. Se nell'aria da depurare sono presenti polveri la cui energia minima di accen-

sione è minore o uguale a 3 mJ, oppure si riscontra la presenza di gas o vapori infiammabili, occorre utilizzare nel filtro materiali elettricamente conduttori, controllandone la conducibilità totale ed una corretta messa a terra.

I frequenti lavaggi possono infatti influenzare la conducibilità tra un componente e l'altro e per questo sono necessari continui controlli.

Solo gli impianti di filtraggio protetti tramite inertizzazione sono esenti da tali controlli.

Tutte le pareti interne del filtro, contro le quali la polvere può urtare ad alta velocità, non devono presentare alcun rivestimento isolante con resistenza dielettrica elevata.

La tensione disruptiva deve essere inferiore ai 4 kV.

Occorre inoltre verificare che il ventilatore sia installato a valle del filtro e che siano evitati eventuali depositi di polvere nella condotta o sulla carcassa del ventilatore stesso.

Oltre a prevenire il generarsi delle fonti d'innesco efficaci, nel caso di miscele ibride (combinazioni di polveri, gas o solventi) o di polveri aventi comunque una energia minima di accensione infe-

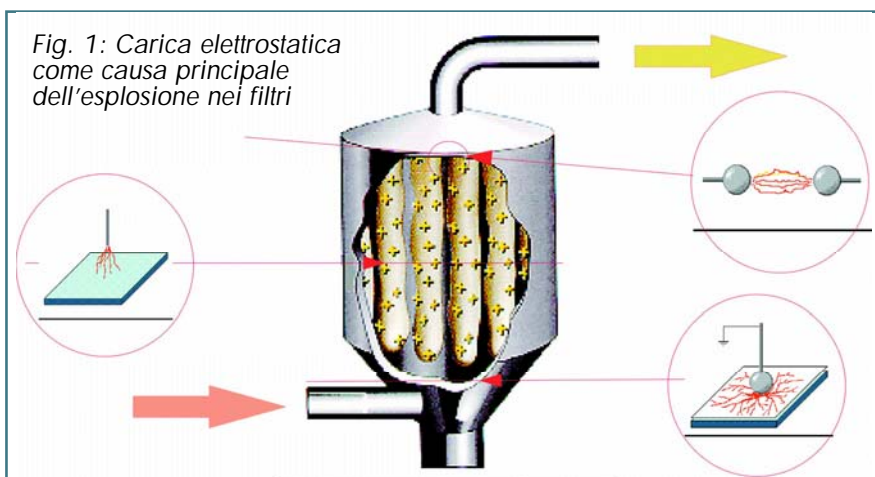


Fig. 1: Carica elettrostatica come causa principale dell'esplosione nei filtri

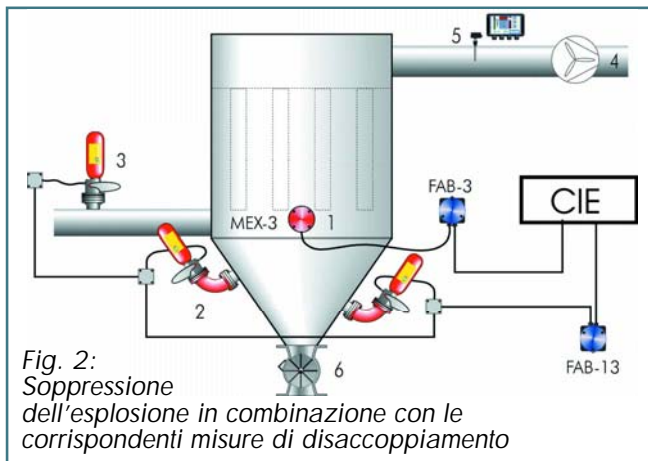


Fig. 2: Soppressione dell'esplosione in combinazione con le corrispondenti misure di disaccoppiamento

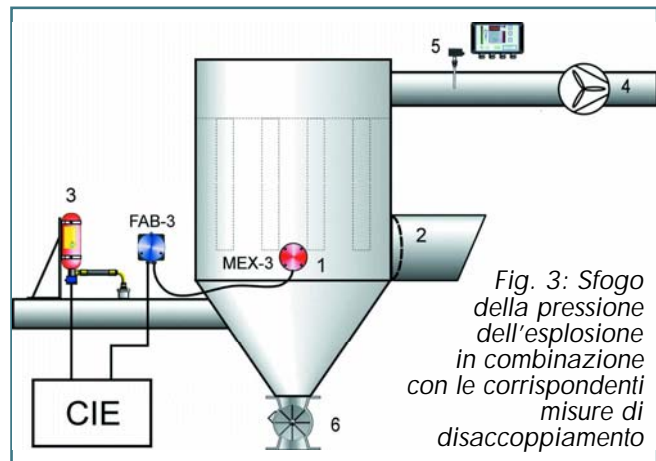


Fig. 3: Sfogo della pressione dell'esplosione in combinazione con le corrispondenti misure di disaccoppiamento

riore ai 10 mJ, devono essere prese in considerazione anche misure di protezione antiesplosione di tipo costruttivo. La Fig. 2 mostra lo schema di connessione esistente tra la classica soppressione dell'esplosione e le relative misure di disaccoppiamento per un filtro a maniche con gabbie (la presenza delle gabbie può, in alcuni casi, essere considerata come una sufficiente misura di compartimentazione).

Per l'attivazione del sistema di soppressione occorre un multisensore di esplosione dinamico (1), che posto sulla struttura del filtro, è in grado di rilevare repentinamente l'aumento della pressione interna.

La progettazione ed il calcolo della quantità di polvere estinguente necessaria, cioè la determinazione della dimensione e del numero dei soppressori (2), devono soddisfare precise condizioni. In base alle caratteristiche della polvere di processo, il massimo valore della sovrappressione raggiunta in caso di esplosione non deve ovviamente oltrepassare quello della resistenza meccanica della struttura che, in genere, è compreso tra 0,25 e 1 bar.

Lungo la condotta di adduzione è posizionata una barriera estinguente (3), che impedisce il propagarsi della fiamma nell'impianto a monte del filtro.

La distanza minima che si deve mantenere tra il multisensore (1) e la barriera estinguente (3) dipende essenzialmente dai seguenti parametri:

- sezione della condotta
- velocità dell'esplosione
- tempo di rilevazione
- ritardo del segnale
- tempo di scarica dell'estinguente

- massima pressione ridotta dell'esplosione soppressa nel filtro.

Tale distanza minima deve essere calcolata tenendo conto della massima velocità di propagazione delle fiamme prevista.

SOPPRESSIONE DELL'ESPLOSIONE O SFOGO DELL'ESPLOSIONE

La Fig. 3 mostra schematicamente un filtro sulla cui struttura è stato realizzato un apposito sfogo per l'eventuale sovrappressione generata da una esplosione.

Lo schema illustra anche le necessarie misure di compartimentazione.

La sezione del disco di rottura e la lunghezza del relativo tubo di sfogo (2) è stata dimensionata in base alle caratteristiche della polvere trattata in modo che la massima pressione ridotta possibile in caso di esplosione non superi il valore della resistenza meccanica della struttura che, per i limiti di questa applicazione, solitamente varia tra gli 0.5 e i 4 bar.

Ancora una volta nella condotta di adduzione è installata una barriera estinguente (3) che impedisce il propagarsi delle fiamme alla parte di impianto situata a monte.

Anche in questo caso l'attivazione della barriera estinguente è subordinata alla rilevazione dell'esplosione da parte del multisensore dinamico (1) montato sulla struttura del filtro a maniche.

Come alternativa al multisensore per questa particolare applicazione, è possibile utilizzare un disco di rottura dotato di apposito filo a strappo (2).

Fra il multisensore (1) oppure fra il di-

sco di rottura (2) e la barriera estinguente, deve essere mantenuta una certa distanza, determinata, come per il precedente caso di soppressione, dai parametri già illustrati.

In ambo i casi (Fig. 2 e Fig. 3) i ventilatori non sono da escludere quali fonti di innesco.

Il possibile deposito di polvere nella condotta e contro la struttura del ventilatore (per esempio dovuto alla rottura del filtro) deve essere monitorato tramite un dispositivo di controllo (5).

Per la protezione della zona di scarico viene impiegata una rotocella a tenuta di esplosione (6) installata nel cono del filtro.

Se il sensore d'esplosione montato sul filtro a maniche oppure il disco di rottura segnalano un allarme, la CIE (Control and Indicating Equipment) attiva la barriera estinguente e - se disponibile - il sistema di soppressione dell'esplosione.

Contemporaneamente viene intimato al PLC del processo di eseguire un arresto di emergenza dell'impianto di produzione.

Quando il dispositivo di controllo della polvere interviene, viene immediatamente trasmesso un segnale d'allarme al PLC attraverso la CIE.

In caso di contenimento dell'esplosione, cioè la costruzione del filtro meccanicamente resistente alla pressione massima dell'esplosione, si deve avere cura anche del fatto che le misure scelte per il disaccoppiamento e le condotte interessate abbiano la stessa resistenza meccanica.

Questa resistenza dovrebbe, di regola, essere compresa tra gli 8 e i 10 bar di

sovrappressione.

La Fig. 4 mostra il contenimento in combinazione con le relative misure di compartimentazione.

Per l'attivazione della valvola ultrarapida a ghigliottina (2) montata sulla condotta di adduzione viene impiegato anche in questo caso il multisensore dinamico (1) montato sul filtro a maniche.

Questa valvola antiesplorazione a ghigliottina ha il compito di impedire la propagazione dell'esplosione nella parte dell'impianto a monte.

Fra il multisensore (1) e la ghigliottina (2) deve essere mantenuta di nuovo una certa distanza determinata dai seguenti parametri:

- sezione del tubo
- velocità dell'esplosione
- tempo di detezione
- ritardo del segnale e della chiusura della ghigliottina
- pressione massima dell'esplosione nel filtro.

La distanza minima deve essere anche in questo caso dimensionata per la massima velocità della fiamma prevista.

Il campo di applicazione della valvola a ghigliottina è limitato in primo luogo dalla lunghezza della condotta che a volte risulta insufficiente.

ALCUNE ESPLOSIONI NON SI RILEVANO SOLAMENTE TRAMITE SENSORI DI PRESSIONE

Soprattutto in caso di esplosioni len-

te, l'andamento della pressione non ha le caratteristiche sufficienti a far sì che l'esplosione venga rilevata.

Per questo motivo viene montato sulla condotta in prossimità dell'ingresso del filtro un sensore ottico per la rilevazione delle fiamme.

In alcuni casi può essere molto utile servirsi anche di una rilevazione della pressione.

La propagazione dell'esplosione nella condotta scarico aria viene interdetta tramite una valvola anti-esplosione appropriata.

Così si garantisce che in caso di esplosione nel filtro a maniche non si verifichi una fiammata al di fuori del settore protetto.

Anche in questo caso i ventilatori di tipo comune devono essere considerati come possibili sorgenti d'innescio.

Vengono dunque applicate le stesse misure di sicurezza previste per lo sfogo e la soppressione.

Se il multisensore (1) segnala un'allarme, la CIE attiva la valvola a ghigliottina.

Contemporaneamente viene trasmesso un segnale al PLC per effettuare uno stop di emergenza del processo.

Se il contatto di fine corsa della valvola anti-esplosione (3) indica "valvola chiusa" oppure se l'apparecchiatura di controllo della polvere interviene, un segnale d'allarme viene direttamente trasmesso al PLC attraverso la CIE indicando la presenza di un problema nel processo.

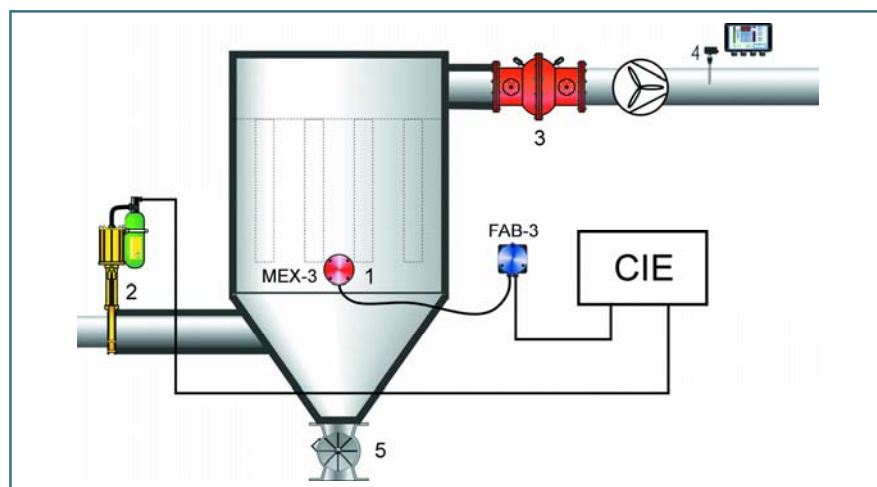


Fig. 4: Contenimento dell'esplosione in combinazione con le corrispondenti misure di disaccoppiamento

ANTIESPLOSIONE PER IMPIANTI DI FILTRAGGIO

Per la loro funzione (separazione polvere), gli impianti di filtraggio sono considerati tra le apparecchiature più soggette ad esplosione.

Cause principali per eventi di questo genere sono l'introduzione di fonti d'innescio oppure le cariche elettrostatiche.

Soprattutto le ultime possono essere eliminate attuando misure di sicurezza preventive.

Inoltre è sempre necessario applicare ulteriori misure di protezione costruttive come la soppressione dell'esplosione, lo sfogo dell'esplosione (Venting) oppure la costruzione di apparecchiature meccanicamente resistenti all'esplosione.

Per tutte queste possibili misure di sicurezza è sempre importante considerare l'influenza della disposizione interna degli elementi sull'andamento dell'esplosione.

Il volume considerato per il dimensionamento della misura di protezione determina infatti le dimensioni ed il costo di quest'ultima.

Per combattere un eventuale incendio dopo l'esplosione nel filtro è necessaria l'installazione fissa di un impianto automatico a diluivio.

Tutte queste misure di sicurezza devono essere accompagnate da misure organizzative periodiche (pulizia dell'impianto, interventi di controllo e manutenzione sul sistema di protezione, controllo della messa a terra soprattutto dopo ogni intervento di manutenzione).

In questo modo diminuisce il rischio d'incendio o di esplosione e nel contempo aumenta l'efficienza del sistema di protezione.

LA GEOMETRIA E LA TIPOLOGIA DEL FILTRO VANNO TENUTE IN CONSIDERAZIONE

Le strutture dei filtri non sono sempre semplici forme cubiche. Inoltre non sono vuote, ma contengono elementi filtranti come ad esempio maniche o cassette.

Ciò deve essere tenuto in considerazione nel dimensionamento delle mi-

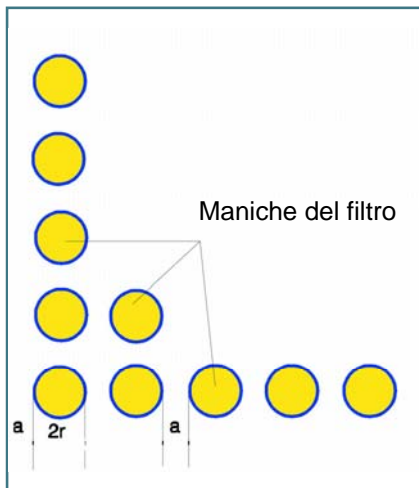


Fig. 5: Esempio di disposizione interna in un filtro a maniche

sure di sicurezza costruttive, poichè la disposizione interna influisce sull'andamento dell'esplosione e sull'efficienza della misura di protezione applicata.

Per il dimensionamento del sistema

di sicurezza si deve considerare il volume interessato dalla polvere.

In base alla disposizione interna degli elementi, al volume totale va sottratto il volume involupante (volume interno ed esterno delle maniche) oppure solamente il volume occupato dalle maniche.

La Fig. 5 mostra una possibilità di dimensionamento in funzione della disposizione interna delle maniche.

Se $a \leq r$, il volume che circonda le maniche può essere considerato nei calcoli. Se $a > r$, solamente il volume delle maniche deve essere sottratto dal volume totale del filtro.

In questo esempio a è la distanza tra le maniche e la parete del filtro, r è il raggio della manica stessa.

Di seguito due esempi:

Esempio 1: struttura del filtro rettangolare con dimensioni 2x2 m, diametro delle maniche 150 mm ($r=75\text{mm}$). La distanza $a = 30\text{mm}$, le 120 maniche hanno una lunghezza di 2m.

Esempio 2: struttura del filtro e dimensioni maniche uguali all'esempio 1. La distanza $a = 80\text{mm}$, le 70 maniche hanno una lunghezza di 2m.

Nell'esempio 1 $a < r$, il volume involupante ($2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m} = 8\text{m}^3$) può essere sottratto dal volume totale del filtro. Nell'esempio 2 invece $a > r$, e così solamente il volume occupato dalle maniche ($0.075\text{m} \times 0.075\text{m} \times 3.14 \times 2\text{m} \times 70 = 2.5\text{m}^3$) viene sottratto dal volume totale del filtro.

Quanto sopra evidenzia una notevole differenza dei volumi da proteggere che si riflette sulle dimensioni dei sistemi di protezione e sui relativi costi di realizzazione.

La scelta di considerare nei calcoli il volume involupante oppure il volume occupato dagli elementi filtranti dovrebbe essere lasciata agli esperti in questo settore, oppure dovrebbe essere supportata dai risultati delle prove effettuate sulle varie apparecchiature. ■