

Misure di prevenzione

1. Inertizzazione

Allo scopo di impedire che si verifichi l'esplosione di una miscela aria/gas o vapori infiammabili o di una nube di polvere-aria, è possibile aggiungere alla atmosfera del gas inerte, allo scopo di limitare la presenza di ossigeno e mantenerla sotto il limite inferiore di esplosività per impedire che la miscela innescata esploda.

Al diminuire della concentrazione di ossigeno, infatti, la probabilità che la miscela venga innescata ed esplosa si riduce fino a che al di sotto di un certo valore non è più possibile per la fiamma propagarsi all'interno della miscela.

I gas inerti che vengono comunemente utilizzati sono:

- azoto;
- biossido di carbonio;
- ossido di carbonio;
- vapor acqueo;
- gas rari (o nobili).

In alcuni casi, viene utilizzato il metodo cosiddetto dell'inertizzazione intrinseca: il gas inerte è prodotto direttamente dall'impianto per mezzo di una combustione controllata con ricircolo del gas combusto, eventualmente sottoposto a trattamenti di depolverazione, e compresso. Esso consiste essenzialmente in azoto, biossido di carbonio e vapor d'acqua; la concentrazione residua di ossigeno è così bassa da non compromettere l'azione inertizzante del gas.

Questo metodo, tuttavia, non è applicabile in alcune industrie, come l'industria alimentare e farmaceutica, a causa delle impurità presenti nel gas. Nel passato anche i gas alogenati venivano utilizzati come gas inerti, ma i problemi ambientali che questi hanno causato hanno fatto sì che tali prodotti venissero messi al bando. La scelta del gas inerte dipende da diversi fattori quali il costo, la disponibilità, i possibili effetti contaminanti e l'efficacia.

In alcuni casi, come per le polveri metalliche di alluminio e di magnesio, non è possibile utilizzare alcuni tipi di gas inerti come l'anidride carbonica e l'azoto, che reagiscono con le polveri esotermicamente.

2. Azione sui limiti di esplosività

Per evitare che un'atmosfera esplosiva si inneschi, in alcuni casi si può agire sulla concentrazione di materiale infiammabile allo scopo di mantenerla al di fuori dei limiti di esplosività, inferiore (per le polveri) o superiore (per i gas o i liquidi dotati di sufficiente tensione di vapore). Ciò è possibile, ad esempio, nei condotti di estrazione della polvere o negli spray dryer (essiccatori). Rimane fondamentale in questi casi poter misurare la concentrazione della polvere (es. sfruttando il fenomeno dell'attenuazione della luce).

Il controllo della concentrazione della polvere nei sistemi di estrazione ha senza dubbio probabilità di maggior successo nei casi in cui una piccola frazione di polvere è rimossa da un prodotto principale grossolano (es. polvere di grano da grano, polvere di plastica da pellet). La concentrazione di polvere in questi casi può essere mantenuta al di sotto del livello desiderato monitorando la concentrazione di polvere e controllando la portata di aria. Se però la velocità dell'aria è troppo bassa per prevenire la formazione di depositi di polvere sulle pareti interne delle condotte, si possono formare delle atmosfere esplosive.

Nel caso di miscele di gas infiammabili è importante limitare il contatto con l'aria, ad esempio, mantenendo in sovrappressione le zone dove la fuoriuscita di gas porterebbe a formare atmosfere esplosive, e assicurarne il contenimento.

Nel caso dei liquidi con adeguata tensione di vapore, si può limitare la fuoriuscita dei vapori dai contenitori o il rientro di aria disponendo valvole di respirazione con dispositivi arresta-fiamma. Infine, un'adeguata ventilazione, naturale o meccanica, contribuisce ad asportare aeriformi infiammabili, impedendo lo stabilirsi di concentrazioni pericolose.

3. Aggiunta di polvere inerte

Nelle miniere di carbone spesso si fa in modo che sul pavimento della miniera o sugli scaffali ci sia una sufficiente quantità di polvere di roccia. In questo modo, lo scoppio che di solito precede la fiamma nelle esplosioni di polvere mescola la polvere di roccia con la polvere di carbone, formando una miscela incombustibile in aria che non si infiamma con l'arrivo del fronte di fiamma, ma che al contrario lo raffredda. Questa tecnica utilizzata in miniera non è però sempre applicabile in contesti diversi, a causa dei problemi di contaminazione del materiale.

4. Eliminazione delle fonti di ignizione

In generale, affidarsi alla sola eliminazione delle fonti di ignizione non è una soluzione soprattutto se si tratta di gas e vapori infiammabili con energie minime di innesco bassissime, ma nel caso delle polveri può funzionare, in quanto queste presentano delle energie minime di innesco molto elevate.

Le fonti di innesco possono essere distinte in due gruppi: organizzative ed operative.

Le prime includono:

- fumo;
- fiamme libere;
- luci aperte (bulbi);
- saldature (gas/elettriche);
- taglio;
- macinazione.

Queste possono essere evitate tramite procedure di lavoro adeguate. Le seconde sono:

- fiamme libere;
- superfici calde;
- braci;
- decomposizioni esotermiche;
- scintille meccaniche;
- scintille elettriche, archi, scariche elettrostatiche.

5. Auto-riscaldamento - combustione senza fiamma

Il rischio di auto-riscaldamento nei depositi di polvere dipende strettamente dal tipo di materiale. È perciò importantissimo che, prima di immagazzinare un materiale nei silo, si conoscano le sue proprietà chimico-fisiche.

Per evitare che un materiale si autocenda è possibile:

- controllare la temperatura e il contenuto di umidità prima di ammetterlo all'immagazzinamento;
- modificarne le proprietà chimico-fisiche ad esempio raffreddandolo o essiccandolo prima dello stoccaggio;
- assicurarsi che non vengano inseriti corpi solidi caldi;
- monitorare continuamente la temperatura della massa mediante termometri inseriti in diversi punti;
- trasferire il materiale da un silo ad un altro con una certa periodicità;
- introdurre gas inerte;
- monitorare lo sviluppo di gas di decomposizione per ossidazione, quali ad esempio l'ossido di carbonio e il metano.

Nel caso di alcuni composti organici, tuttavia, le precedenti misure di sicurezza risultano essere poco efficaci: si tratta di composti che si decompongono esotermicamente e sono accesi da superfici calde, punti caldi o altre fonti di ignizione. La loro decomposizione non richiede ossigeno e pertanto l'inertizzazione non ha alcuna efficacia. In questi casi si possono considerare le seguenti misure di sicurezza:

- operare sulla polvere a umido;
- mantenere i quantitativi di polvere utilizzati i più bassi possibile;
- evitare che parti estranee entrino nel processo;
- utilizzare dei rilevatori di temperatura e pressione e dei Sistemi Sprinkler;
- usare additivi che ostacolano la decomposizione della polvere.

6. Gas caldi e fiamme libere

Nel caso in cui le fonti di ignizione siano fiamme libere, il pericolo di esplosione può essere evitato tramite procedure organizzative ed operative appropriate.

In particolare, è necessario proibire al personale di fumare, di utilizzare accendini e fiammiferi nella zona a rischio.

I lavori "a caldo" non devono essere iniziati prima che le aree che ne sono interessate, sia direttamente sia indirettamente, siano state bonificate dalle polveri e prima che le vie di trasmissione del calore alle zone dove sono presenti materiali infiammabili, siano state intercettate. È importante tenere presente che i lavori "a caldo" comprendono le attività di taglio a dischi e quelle di macinazione. Le fiamme ossidriche, in particolare, sono molto pericolose, in quanto operano con ossigeno in eccesso, provocando esplosioni anche laddove queste sarebbero poco probabili.

7. Superfici calde

Nel mondo industriale le superfici calde si possono presentare in modo intenzionale o non intenzionale.

Nel primo caso si è in presenza di essiccatori, scambiatori di calore, condotte di vapore e impianti elettrici, nel secondo caso di ventilatori, pompe, trasportatori meccanici, mulini, miscelatori, cuscinetti e bulbi di illuminazione non protetti.

Anche il lavoro "a caldo" genera superfici calde: durante le operazioni di macinazione, taglio, compressione, miscelamento, si possono formare superfici calde, le quali possono innescare nubi di materiali infiammabili.

In particolare, nel caso di polveri, il materiale può innescarsi direttamente o accedendo strati di polvere che a loro volta innescano la nube. Parte delle polveri che bruciano, inoltre, possono essere trasportate lontano da dove si sono formate ed innescare delle atmosfere esplosive.

In generale, le superfici di alcuni apparecchi possono presentare temperature più elevate se sono coperte da uno strato di polvere, rispetto al caso in cui lo strato di polvere non ci fosse, a causa dell'isolamento termico di questo.

Ai fini di un miglioramento delle condizioni di sicurezza, contro l'innescare delle atmosfere esplosive si può agire mediante:

- la rimozione della polvere combustibile prima che venga iniziato il lavoro "a caldo";
- la rimozione della polvere accumulata sulle superfici e calde e l'adozione di misure che ne impediscano l'accumulo;
- l'isolamento delle superfici calde mediante custodie;
- l'utilizzo di apparecchiature elettriche certificate ad essere utilizzate in ambiente esplosivo;
- l'utilizzo di apparecchiature per le quali il rischio di surriscaldamento sia minimo;
- l'elaborazione di procedure di ispezione e manutenzione che minimizzino il rischio di surriscaldamento per le apparecchiature.

8. Punti caldi

È stato provato che l'utilizzo di rilevatori di radiazioni nel campo infrarosso, allo scopo di individuare ed eliminare i punti caldi che si sono formati durante il trasporto pneumatico, è un metodo efficace per prevenire il rischio di incendio ed esplosione in alcune parti dell'impianto, quali ad esempio i filtri.

In genere, la conoscenza della velocità di trasporto all'interno di una condotta consente di eseguire l'iniezione di una sostanza estinguente nel punto opportuno affinché un punto caldo venga eliminato. L'agente estinguente di solito utilizzato è l'acqua, sotto forma di nebbia. Questo sistema trova applicazione per lo più nell'industria del legno e in quella alimentare.

9. Attriti, impatti

Gli impatti meccanici producono due diverse fonti potenziali di ignizione: piccoli frammenti di materiale solido che bruciano e punti caldi nel sito di impatto. Talvolta accade, come per esempio nelle apparecchiature rotative, che l'impatto abbia luogo sempre nello stesso punto e che la temperatura superficiale dell'apparecchiatura nel punto salga molto. La ricerca scientifica ha evidenziato come i singoli impatti in realtà sono fonti di ignizione poco efficaci o almeno lo sono molto meno di quanto si ritenesse in passato; questo è vero soprattutto per composti organici come il grano o i mangimi, esposti alle scintille che si producono per impatto con attrezzi quali vanghe, ruspe e altri oggetti di acciaio e cemento.

Se tuttavia si ha a che fare con metalli particolari, come il titanio o alcune leghe di alluminio, le scintille che si producono possono essere molto energetiche ed innescare la miscela. La presenza di ruggine, in particolare, in combinazione con i metalli suddetti dà origine a reazioni "termite" altamente incendiarie.

Anche in questo caso si possono adottare alcune misure di sicurezza:

- rimuovere immediatamente i corpi estranei dal processo;
- evitare di utilizzare arnesi in materiali che possono dar origine a reazioni termite (es. titanio, alluminio, magnesio);

- analizzare il processo in modo da eliminare le cause di impatto quando ciò sia possibile.

10. Scintille elettriche - archi elettrici- scariche elettrostatiche

Il consiglio di prudenza che si dà in questi casi è di installare apparecchiature elettriche certificate che siano adatte ad essere installate in atmosfere potenzialmente esplosive

Nel caso delle cariche elettrostatiche la questione è molto più difficile, in quanto sono più infide. Si raccomandano alcune misure di sicurezza:

- usare materiali conduttori o materiali che abbiano una bassa capacità dielettrica in tutte quelle parti di impianto in cui si possono accumulare densità di carica elettrica molto elevate (sistema di trasporto pneumatico, pareti di contenitori ecc.), ciò evita che si formino le cosiddette "scariche a fiocco";
- mettere a terra le parti dell'impianto che possono accumulare cariche (ciò evita che si verifichino "scariche di tipo scintilla" da impianti);
- mettere a terra il personale (ciò evita che si formino scariche di tipo "scintilla da uomini"), e dotarlo di calzature disperdenti, ossia con soles conduttive;
- mettere a terra le polveri se sono buone conduttrici mediante cavi conduttori privi di rivestimento isolante (ciò evita che si verifichino "scariche capacitive da polveri conduttrici");

Inoltre, sono valide raccomandazioni per taluni materiali suscettibili di liberare vapori infiammabili:

- additivare i liquidi ad alto tempo di rilassamento (cherosene) in modo di facilitare la dispersione delle cariche elettrostatiche accumulate;
- assicurare una umidità adeguata a prevenire l'innescò di vapori di ammoniaca, idrogeno solforato, fosfina, idrazina, ecc.

Bibliografia

- [1] ECKHOFF R.K. "Explosion Hazard in the process industries".

Data di chiusura del documento:

12 aprile 2018

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

Per informazioni

contarp@inail.it