



La sicurezza nei forni
di trattamento termico

DISPOSIZIONI GENERALI

AIR LIQUIDE S.A. e/o le sue affiliate ("AIR LIQUIDE") non si assumono alcuna responsabilità per l'uso o le conseguenze dell'uso delle informazioni contenute nel documento "Sicurezza dei forni per trattamento termico". AIR LIQUIDE non intende raccomandare in alcun modo l'uso delle informazioni contenute nel presente documento o la loro applicazione, non fornisce alcuna garanzia in merito alle informazioni contenute nel documento e non si assume alcuna responsabilità in relazione alle informazioni o ai suggerimenti contenuti nel presente documento. AIR LIQUIDE non fornisce alcuna dichiarazione o garanzia in merito alla completezza del presente documento e DECLINA TUTTE LE GARANZIE DI COMMERCIALIZZABILITÀ, ESPLICITE O IMPLICITE, INCLUSE, MA NON SOLO, L'IDONEITÀ PER UNO SCOPO PARTICOLARE.

Le informazioni contenute in questo documento si basano sulle informazioni tecniche e sull'esperienza attualmente a disposizione di AIR LIQUIDE. Questo documento non deve essere confuso con regolamenti o disposizioni legali (nazionali o europei). Inoltre, il presente documento non intende definire le qualità, le procedure o i metodi di prova o di sicurezza, le misure precauzionali e le attrezzature o i dispositivi locali che potrebbero essere necessari. L'utente rimane responsabile della sicurezza della propria installazione. L'utente di questo documento deve assicurarsi di essere in possesso dell'edizione più recente. AIR LIQUIDE si riserva il diritto di aggiungere, eliminare o modificare in tutto o in parte le informazioni contenute in questo documento. AIR LIQUIDE non si assume alcuna responsabilità per la rimozione di qualsiasi pagina da questo documento per uso indipendente. Nessuna parte di questo documento può essere copiata o riprodotta in qualsiasi forma senza previa autorizzazione scritta di AIR LIQUIDE.

AIR LIQUIDE possiede, si riserva e conserva tutti i diritti di proprietà, compresi i diritti d'autore, di questo documento. Il presente documento e le fotografie o le immagini in esso contenute non possono essere (1) copiate o riprodotte, (2) vendute, prestate, cedute o altrimenti distribuite a terzi, (3) utilizzate per qualsiasi scopo o in qualsiasi modo contrario agli interessi di AIR LIQUIDE. I marchi di fabbrica, i marchi di servizio, i nomi commerciali, i loghi e le altre indicazioni di origine contenute nel presente documento sono marchi registrati o non registrati di AIR LIQUIDE o di terzi che hanno concesso ad AIR LIQUIDE il diritto di utilizzarli. L'uso di qualsiasi materiale protetto da copyright e/o marchio commerciale richiede l'approvazione scritta di AIR LIQUIDE su un modulo di autorizzazione separato.



SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
2	RISCHI LEGATI ALLE ATMOSFERE NEL TRATTAMENTO TERMICO	5
	Rischio n° 1: asfissia	5
	• Cos'è l'asfissia?	
	Rischio n° 2: avvelenamento o intossicazione	7
	• Cosa sono l'avvelenamento e l'intossicazione?	
	• Quali sono i tipi di valori limite?	
	• Cosa fare in caso di fuga dell'atmosfera da un forno contenente specie tossiche?	
	Rischio n° 3: incendio ed esplosione	8
	• Cos'è l'incendio?	
	• Cos'è l'esplosione?	
	• Quali sono i prodotti potenzialmente infiammabili o esplosivi?	
	Rischio n° 4: temperature molto basse	11
	Focus sulla classificazione dei gas	11
3	PRECAUZIONI DA PRENDERE PER EVITARE ESPLOSIONI IN UN FORNO	12
	Lavaggio al momento della messa in servizio	12
	• 1. Lavaggio con gas inerte	
	• 2. Messa in vuoto della camera prima dell'introduzione dell'atmosfera	
	• 3. Lavaggio con ignizione spontanea dell'atmosfera	
	Lavaggio al momento della messa fuori servizio	13
	• 1. Lavaggio senza ignizione dell'atmosfera	
	• 2. Lavaggio con ignizione spontanea dell'atmosfera	
	La temperatura giusta per l'ignizione dell'atmosfera in piena sicurezza	14
4	FOCUS SULLE NORME DI SICUREZZA PER I TRATTAMENTI TERMICI	15
5	CONCLUSIONI	15
	BIBLIOGRAFIA	16



1. INTRODUZIONE

Il trattamento termico consiste nel riscaldare i componenti ad alte temperature e nel raffreddarli in modo da **modificare la microstruttura del metallo**. Ciò consente di modificare proprietà quali durezza, resistenza, duttilità ed elasticità. Questo tipo di processo è comunemente utilizzato in diversi settori, tra cui quello **aerospaziale ed automobilistico**.

La sicurezza è la priorità del Gruppo Air Liquide. Questa dimensione è presente dalla progettazione delle nostre soluzioni fino al loro utilizzo da parte dei nostri clienti. Le seguenti informazioni intendono fornire una panoramica generale dei rischi associati all'uso dei gas nel trattamento termico dei materiali. Questo documento descrive anche le precauzioni abituali per ridurre i rischi in un forno e le azioni da intraprendere in caso di problemi, in conformità con le norme di riferimento. Gli stessi rischi descritti per i forni possono essere presenti nell'area di lavoro o nel reparto produttivo in cui è installata l'apparecchiatura per il trattamento termico.

Si consiglia di leggere e comprendere le seguenti raccomandazioni prima di utilizzare i nostri prodotti. Per ulteriori informazioni, contattare il riferimento locale di Air Liquide.

2. RISCHI LEGATI ALLE ATMOSFERE NEL TRATTAMENTO TERMICO

A seconda della natura dei gas impiegati, le atmosfere all'interno dei forni hanno l'obiettivo di:

- 1• proteggere dall'ossidazione i pezzi sottoposti a riscaldamento.** La ricottura e il riscaldamento prima della tempra in atmosfera protettiva implicano l'utilizzo di gas inerti (azoto, argon, elio...);
- 2• migliorare le proprietà dei pezzi.** I trattamenti di indurimento superficiale, come la cementazione, la carbonitrurazione o la nitrurazione gassosa, utilizzano una miscela attiva composta da diversi gas quali azoto, monossido di carbonio, idrogeno, ammoniacca;
- 3• aumentare la durezza dei pezzi temprati.** Essi sono sottoposti ad un trattamento criogenico che permette la trasformazione dell'austenite residua (componente di scarsa durezza) in martensite (più dura).

La messa in opera di queste atmosfere deve avvenire nel rigoroso rispetto delle norme e delle procedure specifiche del forno, del trattamento scelto, dei cicli di lavoro, ecc. Questo permette, oltre ad ottenere i risultati previsti, di controllare i rischi inerenti all'utilizzo delle atmosfere stesse. I principali rischi sono riassunti di seguito:

RISCHIO N° 1: ASFISSIA

Cos'è l'asfissia?

L'asfissia viene comunemente definita come la difficoltà o l'impossibilità di respirare. Per estensione, indica l'arresto, più o meno prolungato, dell'ematosi (fenomeno che permette l'ossigenazione del sangue all'interno dell'organismo). L'asfissia può condurre alla morte e deve pertanto essere trattata come caso di estrema emergenza.

Le atmosfere di trattamento termico sono prive di ossigeno e implicano quindi un rischio di asfissia elevato. Prima di ispezionare l'interno di un forno che è stato raffreddato a temperatura ambiente ma non adeguatamente ventilato all'aria, è indispensabile munirsi di un autorespiratore o di qualsiasi altro tipo di dispositivo respiratorio validato.

È altresì fondamentale monitorare il tenore di ossigeno delle zone di lavoro che potrebbero diventare confinate, in caso di fuga o errata manipolazione dei gas.

Tabella 1: Quali sono gli effetti e i sintomi connessi a una diminuzione del tenore di ossigeno?^[1]

O ₂ (vol %)	Effetti dell'asfissia
18-21	<ul style="list-style-type: none"> • Nessun sintomo evidente percepibile dal soggetto. • Deve essere condotta una valutazione del rischio per comprendere le cause [del ridotto tenore di ossigeno] e determinare se è possibile continuare a lavorare in piena sicurezza.
11-18	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuzione delle prestazioni fisiche e intellettuali senza che il soggetto ne abbia consapevolezza.
8-11	<ul style="list-style-type: none"> • Possibile svenimento entro pochi minuti senza segnali di allarme. • [II] rischio di decesso [sussiste per un tasso di ossigeno] al di sotto dell'11%.
6-8	<ul style="list-style-type: none"> • Lo svenimento si verifica molto velocemente. • È possibile la rianimazione a condizione che venga praticata immediatamente [dopo l'evacuazione in una zona aerata all'aperto].
0-6	<ul style="list-style-type: none"> • Lo svenimento è pressoché immediato. • Danno cerebrale, anche in caso di successo del salvataggio.

Note dell'autore tra parentesi quadre



INFORMAZIONI IMPORTANTI

Indicazioni e raccomandazioni dell'INRS FRANCE

(Institut national de recherche et de sécurité)....

“Lavorare in un’atmosfera povera di ossigeno non è esente da rischi. Si raccomanda di mantenere un tenore di ossigeno dell’aria respirata tra 19 e 21% (vol) e in alcun caso non inferiore a 17% (vol). Non potendo escludere i rischi per la salute, una tecnica come la riduzione della concentrazione di ossigeno oltre tale valore può quindi essere messa in atto necessariamente e solamente adottando misure opportune. Sarà quindi necessario eliminare qualsiasi rischio per tutte le persone che dovranno accedere alle zone povere di ossigeno”.^[2]

RISCHIO N° 2: AVVELENAMENTO O INTOSSICAZIONE

Cosa sono l'avvelenamento o l'intossicazione?

Questi fenomeni sono caratterizzati dall'immissione nell'organismo di una sostanza tossica in grado di alterare lo stato di salute o di causare la morte. Tra i rischi riscontrati nei reparti produttivi di trattamento termico, l'avvelenamento è probabilmente il rischio più insidioso (gas incolore, inodore, irritante...).

Le sostanze tossiche con le quali è possibile entrare in contatto a seguito di una fuga o un malfunzionamento sono le seguenti:

- determinati componenti dell'atmosfera: monossido di carbonio o ammoniaca;
- le materie prime utilizzate: idrocarburi, metanolo, ammoniaca, acetone.

Oltre alle intossicazioni acute di breve durata, dovute ad esempio al monossido di carbonio, anche esposizioni più blande ma estese su lunghi periodi possono produrre effetti nocivi per la salute. A tal proposito gli organismi di prevenzione delle malattie professionali impongono una riduzione al minimo degli inquinanti potenzialmente presenti nell'aria sui luoghi di lavoro e sistemi di rilevamento e controllo per allertare in caso di malfunzionamento o perdite.

Quali sono i tipi di valori limite^[3]?

- **Valori limite per l'esposizione a breve termine (STEL, Short Term Exposure Limit).** Il rispetto di questi valori limite permette di evitare gli effetti tossici immediati o a breve termine. Lo STEL è un valore massimo che non deve essere superato che viene calcolato come media delle misure su una durata massima di 15 minuti.
- **Valori limite ponderati per l'esposizione prolungata nel tempo (TWA, Time Weighted Average).** Mirano a proteggere i lavoratori dagli effetti a lungo termine e sono calcolati o stimati come media delle misure sulla durata di un turno di lavoro di 8 ore.



Gas tossici secondo il regolamento CLP

Fig. 1 – I valori limite di esposizione^[4]

Cosa fare in caso di fuga dell'atmosfera da un forno contenente specie tossiche?

È necessario seguire le istruzioni previste per questa situazione e le indicazioni del responsabile della sicurezza che valuterà le azioni da intraprendere, ad esempio:

- **Interrompere il gas o l'alimentazione del forno.**
- **Limitare l'accesso** delle persone alle zone interessate dal rischio.
- **Utilizzare dispositivi di protezione individuale (DPI)** appropriati: autorespiratore, occhiali di protezione, guanti ed utilizzare una doccia oculare ed un tubo di unguento per eventuali trattamenti d'urgenza.
- **Evitare qualsiasi contatto con la pelle.**

IMPORTANTE: Le barriere di limitazione del rischio di avvelenamento sono conseguenti a un'analisi del rischio.

Tabella 2: Valori limite di esposizione per le principali sostanze chimiche presenti nelle atmosfere di trattamento termico^[3]

Gas	TWA (ppm)	TWA (mg/m ³)	STEL (ppm)	STEL (mg/m ³)
Acido cianidrico	2	2	10	10
Ammoniaca	25	18	50	36
Metanolo	200	260	1 000	1 000
Monossido di carbonio	50	55	-	-
Acido solfidrico	5	7	10	14

RISCHIO N° 3: INCENDIO ED ESPLOSIONE

Cos'è l'incendio?

L'incendio è una combustione che si sviluppa senza controllo nel tempo e nello spazio. Si tratta di una reazione chimica di ossidazione di un combustibile per mezzo di un comburente. Questa reazione viene avviata da una fonte di innesco: fiamma, calore, scintilla... Tale fenomeno può essere schematizzato con il "triangolo del fuoco".^[6]

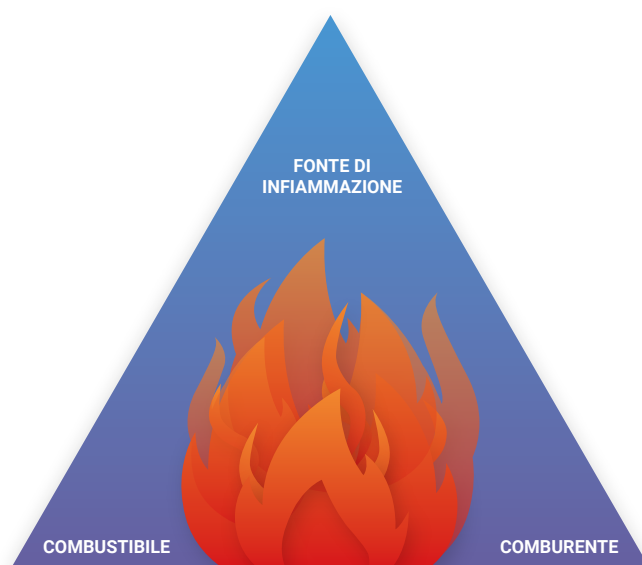


Fig. 2 – **Triangolo del fuoco**^[6]

Cos'è l'esplosione?

A differenza dell'incendio, l'esplosione caratterizza una combustione pressoché istantanea. Provoca un effetto di spostamento di aria accompagnato da fiamme e calore. L'esplosione può verificarsi solamente dopo la formazione di un'atmosfera infiammabile in uno spazio confinato. Questa atmosfera è il risultato di una miscela con l'aria di sostanze combustibili in proporzioni tali da permettere a una fonte di innesco con energia sufficiente di determinarne l'esplosione.^[5]

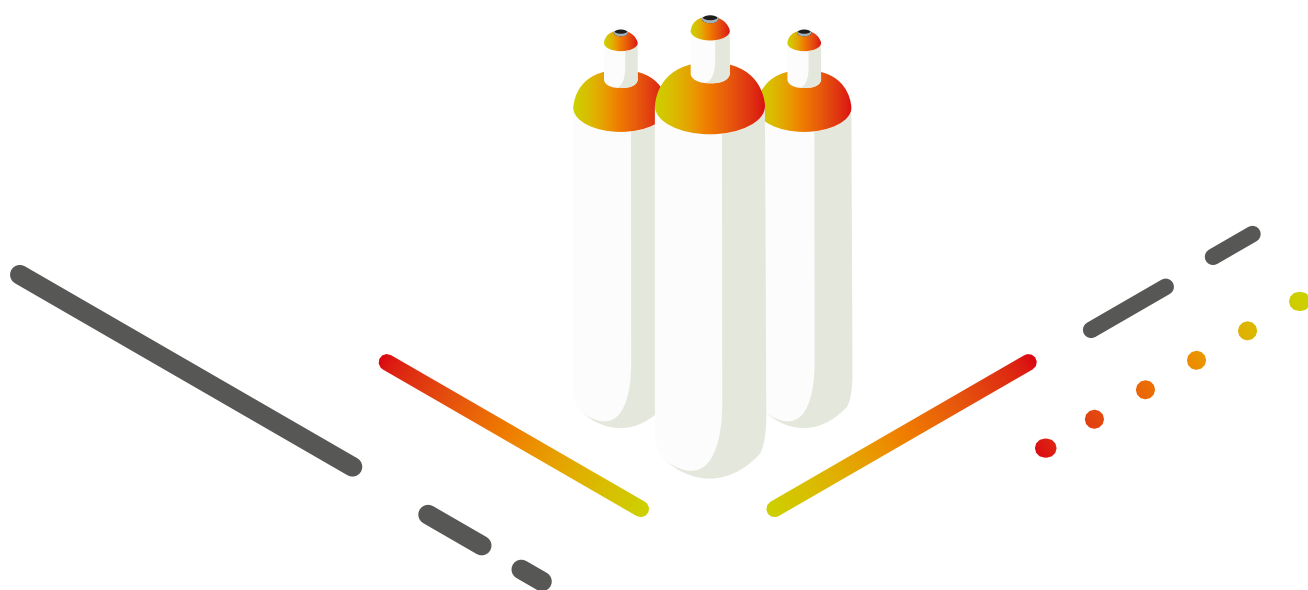
Gli incendi e le esplosioni possono essere causa di lesioni gravi fino al decesso, oltre che di danni materiali considerevoli. Entrambi questi rischi devono essere oggetto di una strategia di prevenzione specifica, il cui obiettivo principale è quello di intervenire prima che si verifichi l'incidente:

- Per prevenire il rischio di esplosione, è necessario eliminare le fonti di innesco e mettere in atto misure che permettano di attenuare gli effetti potenziali di un'esplosione.
- Per prevenire il rischio di incendio, la priorità è intervenire il più a monte possibile, nello specifico al momento della progettazione e realizzazione dei aree di lavoro o dell'implementazione di un processo produttivo. Il datore di lavoro deve tenere conto in primo luogo della regolamentazione prevista dalle normative vigenti ed eventualmente di altre regolamentazioni in funzione del tipo di stabilimento.

Quali sono i prodotti potenzialmente infiammabili o esplosivi?

- I liquidi o i gas utilizzati per la generazione di atmosfere di trattamento termico: metano, propano, ammoniacca, metanolo, idrogeno...
- I sottoprodotti di questi liquidi o gas: gas endotermici, gas esotermici, ammoniacca da cracking, metanolo da cracking...

In un ambiente confinato se queste miscele si infiammano in presenza di una scintilla, si verifica l'esplosione. L'onda di sovrappressione si propaga quindi in tutte le direzioni a partire dal punto di innesco. Ad esempio, una miscela di idrogeno e aria chiusa all'interno di una camera, presenta un rischio potenziale molto elevato. Se in un punto determinato della miscela viene fornita una quantità di energia sufficiente, la combustione può propagarsi ovunque a partire da quel punto. Questo fenomeno può tuttavia verificarsi solo se il tenore di idrogeno è compreso tra due valori L_i e L_s , definiti limite inferiore e limite superiore di esplosività o di infiammabilità dell'idrogeno nell'aria. Al di fuori di questi limiti, la miscela contiene o troppa aria o troppo idrogeno affinché possa verificarsi un'esplosione.



FOCUS SUI LIMITI DI INFIAMMABILITÀ...

1. Limiti di infiammabilità in funzione della temperatura a pressione costante

La temperatura di autoinfiammabilità o di autoaccensione di un gas o di un vapore è la temperatura più bassa di una superficie calda (vedere T_m nella Figura 3) alla quale, in specifiche condizioni, può verificarsi l'ignizione spontanea di un'atmosfera esplosiva in assenza di un innesco come la fiamma pilota.^[7]

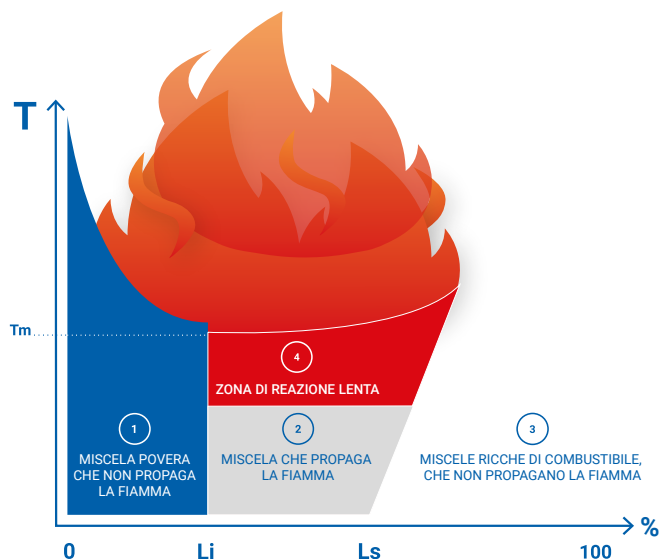


Fig. 3 – Limiti di autoaccensione di un gas

2. Tabella 3 – Limiti di infiammabilità in volume% in una miscela con l'aria^[7]

Gas	Li (%)	Ls (%)	Temperatura di autoinfiammabilità (°C)	Densità (aria = 1)
Idrogeno	4	75	500	0,1
Acetilene	2,5	81	300	0,9
Monossido di carbonio	12,5	74	605	1,0
Metano (gas naturale)	5	15	535	0,6
Propano	2,2	10	450	1,6

INFORMAZIONI UTILI

Reperimento di tutti i dati relativi al gas...

Prima di qualsiasi utilizzo, è indispensabile consultare la Scheda di Sicurezza (Safety Data Sheet) del gas preso in considerazione. Possono essere ottenute, su semplice richiesta, presso la propria sede Air Liquide di riferimento. Le schede relative dei principali gas e miscele sono disponibili all'indirizzo it.airliquide.com.

RISCHIO N° 4: TEMPERATURE MOLTO BASSE

In condizioni ambiente, i gas criogenici sono allo stato liquido e a temperature estremamente basse. Sono quindi contenuti all'interno di serbatoi isolati detti criogenici. Il gas più utilizzato in ambito trattamenti termici è l'azoto liquido il cui punto di ebollizione è -195,8 °C alla pressione atmosferica.

Esso presenta i seguenti rischi:

- **in caso di contatto con la pelle:** ustioni da freddo e da congelamento;
- **in caso di contatto con i materiali:** infragilimento di alcuni materiali, in particolare gli acciai al carbonio;
- **in ragione di una variazione importante della massa volumica liquido/gas:** rischio di asfissia e forte aumento della pressione in volumi chiusi.

FOCUS SULLA CLASSIFICAZIONE DEI GAS

I gas industriali possiedono una o più caratteristiche potenzialmente pericolose (asfissiante, infiammabile, ossidante, tossico, corrosivo...). Al fine di identificare visivamente i rischi relativi a questi gas, vengono utilizzati simboli a forma di rombo (simboli ADR, Accord for Dangerous goods by Road) da affiggere nei luoghi di utilizzo e di stoccaggio.



Gas asfissianti, neutri o inerti

Questi gas (ad es. l'argon, l'elio e l'azoto) non mantengono la combustione e non sono tossici. Presentano tuttavia un rischio di asfissia per riduzione del tenore di ossigeno nell'aria che può rivelarsi letale.

In quali condizioni vi è pericolo? Quando nell'aria è presente meno del 17% di ossigeno; quando è presente meno del 19% di ossigeno è necessario adottare misure di prevenzione.



Gas infiammabili

Questi gas (ad es. gli idrocarburi, l'idrogeno o il monossido di carbonio) possono infiammarsi in presenza di aria o di qualsiasi altro gas ossidante e di una fonte di energia.

In quali condizioni vi è pericolo? Quando creano un'atmosfera esplosiva poiché miscelati in determinate proporzioni con l'aria o un gas ossidante.



Gas ossidanti e comburenti

Questi gas favoriscono e mantengono la combustione ma sono non infiammabili. I più diffusi sono l'ossigeno e il protossido di azoto.

In quali condizioni vi è pericolo? Quando sono a contatto con il fuoco.



Gas tossici e/o corrosivi

Questi gas (ad es. l'ammoniaca, il monossido di carbonio, il cloro) possono attaccare numerosi materiali, tra cui i metalli, e sono nocivi per l'ambiente. Possono alterare la vista, la cute e il sistema respiratorio dell'uomo.

In quali condizioni vi è pericolo? Quando vi è esposizione diretta dell'ambiente o delle persone.

3. PRECAUZIONI DA PRENDERE PER EVITARE ESPLOSIONI IN UN FORNO

Gli incendi nel reparto produttivo in cui è installato l'impianto di trattamento termico e le esplosioni nei forni possono essere causa di danni materiali considerevoli, oltre che di lesioni o di decesso. Entrambi questi rischi richiedono il rispetto di opportune precauzioni sull'applicazione di un'atmosfera potenzialmente infiammabile in un forno di trattamento termico:

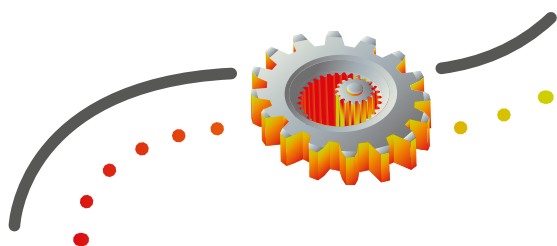
- 1• **Prevenzione delle esplosioni:** la priorità è impedire la formazione di un'atmosfera esplosiva nel forno. In aggiunta, è essenziale eliminare le fonti di innesco e mettere in atto misure che permettano di attenuare gli effetti potenziali di un'esplosione.
- 2• **Prevenzione degli incendi:** la priorità è intervenire il più a monte possibile, in particolare al momento della progettazione e realizzazione dei locali o dell'implementazione di un processo produttivo. Il datore di lavoro deve quindi tassativamente tenere conto in primo luogo della regolamentazione prevista dal codice del lavoro ed eventualmente di altre regolamentazioni in funzione del tipo di stabilimento.

Queste precauzioni per l'utilizzo di un'atmosfera potenzialmente infiammabile devono integrarsi alle operazioni specifiche per la conduzione di un forno di trattamento termico e sono analizzate di seguito per le diverse fasi del ciclo di produzione.

LAVAGGIO AL MOMENTO DELLA MESSA IN SERVIZIO

Al momento della messa in servizio, l'aria contenuta nella camera del forno deve essere sostituita dal gas di atmosfera. Esistono **tre procedure** che consentono di operare **in sicurezza**:

- lavaggio con gas inerte,
- messa in vuoto della camera prima dell'introduzione del gas di atmosfera,
- lavaggio con ignizione spontanea dell'atmosfera.



1 - LAVAGGIO CON GAS INERTE

Questo metodo, tipicamente utilizzato nei forni di trattamento termico, consiste nel sostituire l'aria con un gas inerte prima di introdurre il gas infiammabile. Il lavaggio avviene generalmente con azoto ed è spesso condotto a freddo.

La tecnica consiste nel mantenere una miscelazione omogenea del gas all'interno del forno per evitare la formazione di "sacche d'aria" tra i punti di ingresso e di uscita e nelle "zone morte" (dove il gas viene rinnovato con difficoltà). L'azoto si miscela pressoché istantaneamente con l'aria e quella che esce dalla camera non è dunque aria pura, ma una miscela di aria e azoto il cui tenore di ossigeno diminuisce nel corso del lavaggio. Al termine del lavaggio, il valore dell'ossigeno nel forno deve essere inferiore all'1% (V/V). Il volume di gas necessario per il lavaggio è tipicamente pari a 5 volte il volume del forno da lavare.

2- MESSA IN VUOTO DELLA CAMERA PRIMA DELL'INTRODUZIONE DELL'ATMOSFERA

Questo metodo consiste nel ridurre il tenore di ossigeno residuo all'interno della camera attraverso mezzi meccanici. Viene utilizzata una pompa da vuoto per estrarre l'aria inizialmente presente all'interno della camera. Il gas di atmosfera viene introdotto in un secondo momento.

La percentuale di ossigeno è determinata attraverso la formula seguente: $\%O_2 = 21 \cdot \frac{P_v}{P_{atm}}$, dove P_v è la pressione nel sistema di messa sottovuoto e P_{atm} è la pressione atmosferica. Quando la percentuale di ossigeno è inferiore all'1%, il livello di vuoto è considerato sufficiente per garantire la sicurezza della camera. Questo livello è stato fissato a una pressione assoluta di 45 mbar.

3- LAVAGGIO CON IGNIZIONE SPONTANEA DELL'ATMOSFERA

Un forno con all'interno l'aria viene riscaldato a una temperatura superiore alla temperatura di autoaccensione del gas che si desidera utilizzare per il trattamento termico dei pezzi metallici. In teoria,

quest'ultimo si infiamma nel momento in cui viene introdotto nella camera. Tutto l'ossigeno contenuto nell'aria viene a questo punto consumato dalla reazione di combustione e gli altri gas vengono sostituiti dai prodotti della reazione.

Quando tutto l'ossigeno presente nel volume è esaurito (in funzione del tempo e della portata del gas), la camera contiene esclusivamente il gas di atmosfera. Si noti che il gas di atmosfera deve essere infiammato all'uscita della camera a contatto con l'aria ambiente. In pratica, l'atmosfera deve essere introdotta nel forno solo quando la temperatura al punto di iniezione supera i 750 °C. Questa temperatura, detta temperatura di accensione in sicurezza, è più alta della temperatura minima di autoinfiammabilità di tutti i gas utilizzati. Fornisce un margine di sicurezza che tiene conto di fattori quali errori di misurazione della temperatura, differenze di temperatura all'interno della camera o ancora ritardo dell'innesco per mancanza di uniformità della miscela tra il combustibile e il comburente.

Questo metodo è utilizzato soprattutto nei forni a camera. Le precauzioni da adottare quando implicano la presenza di una zona fredda devono essere discusse direttamente con il fornitore.

LAVAGGIO AL MOMENTO DELLA MESSA FUORI SERVIZIO

Dopo aver effettuato un lavaggio per la messa fuori servizio è importante verificare che la camera del forno sia sufficientemente ventilata quando è in arresto. L'accesso al forno deve essere contrassegnato con l'affissione di **pannelli informativi**, soprattutto per i forni di grandi così come negli altri forni. Per quanto riguarda le operazioni di manutenzione, dovrà essere prevista una **ventilazione forzata** ed una successiva verifica dell'atmosfera, **da programmare e realizzare con sufficiente anticipo per permettere gli interventi**.

1- LAVAGGIO SENZA IGNIZIONE DELL'ATMOSFERA

Durante l'arresto o la messa fuori servizio di un forno, quando la temperatura scende al di sotto dei 750 °C, si deve prevedere un lavaggio con gas inerte ad una portata definita.

INFORMAZIONI UTILI

Il gas di atmosfera deve essere infiammato all'uscita della camera del forno a contatto con l'aria ambiente.

Questa procedura deve essere eseguita attraverso due operazioni simultanee: chiusura della valvola di alimentazione del gas dell'atmosfera e apertura della valvola di alimentazione del gas inerte (nella maggior parte dei casi azoto), in maniera sincronizzata.

L'iniezione del gas inerte deve essere controllata dalla portata e da un tempo sufficientemente lungo affinché tutto il gas dell'atmosfera venga evacuato.

Il forno potrà essere areato ed ispezionato al termine del lavaggio e quando raggiunge la temperatura ambiente.

2 - LAVAGGIO CON IGNIZIONE SPONTANEA DELL'ATMOSFERA

Se la camera da lavare è riscaldata a una temperatura superiore a 750 °C e se vi è la certezza che il gas brucerà in piena sicurezza, è possibile **interrompere l'alimentazione dell'atmosfera** e lasciare che la combustione prosegua all'interno della camera.

Per i forni a più camere, si consiglia di fare riferimento alle istruzioni del fornitore.

LA TEMPERATURA GIUSTA PER L'IGNIZIONE DELL'ATMOSFERA IN PIENA SICUREZZA

La sicurezza di funzionamento di una camera di trattamento termico dipende dal mantenimento della temperatura di lavoro a un valore minimo di sicurezza. La norma NF EN 746-3+A1:2009-08 raccomanda una temperatura di 750 °C.

La camera deve essere dotata di un sensore di temperatura, un dispositivo di blocco del gas d'atmosfera e un allarme. Questo sistema deve:

- **impedire qualsiasi iniezione** di atmosfera infiammabile prima che venga superata la soglia di temperatura minima,
- **segnalare mediante allarme**, in qualsiasi momento, un'eventuale diminuzione della temperatura al di sotto del valore di sicurezza preimpostato.

IMPORTANTE

Nel caso in cui l'abbassamento della temperatura non venga corretto entro un determinato tempo, il sistema deve avviare una procedura automatica di lavaggio e di arresto dell'iniezione del gas di atmosfera infiammabile.



4. FOCUS SULLE NORME DI SICUREZZA PER I TRATTAMENTI TERMICI

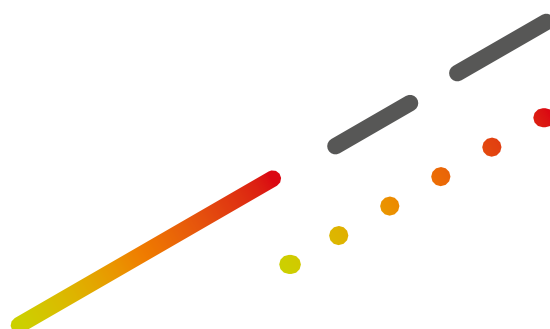
In tutti i settori, la sfida principale è rappresentata dal garantire una produttività ottimale in condizioni specifiche ed è per questo che diversi organismi accreditati hanno messo in atto norme per fornire prescrizioni per la sicurezza dei forni e dei relativi ambienti di lavoro. È possibile citare:

- **NFPA 86C:** la norma statunitense National Fire Protection Association NFPA 86C si applica ai forni industriali che utilizzano un'atmosfera speciale di processo.
- **NF EN 746-3+A1/2009:** la norma europea NF EN 746-3+A1/2009 fissa i requisiti di sicurezza per i sistemi con atmosfere gas e il loro utilizzo nelle apparecchiature termiche industriali e negli impianti ad essi associati, ivi compresi i sistemi di produzione di atmosfera gas per reazione all'interno delle apparecchiature termiche industriali.

5. CONCLUSIONI

Questo documento fornisce informazioni per scoprire o ripassare i principali rischi connessi all'utilizzo dei gas nei trattamenti termici. Le apparecchiature utilizzate in questi processi pongono sfide importanti in termini di sicurezza; da qui la necessità di riuscire a garantire una produttività soddisfacente gestendo però i rischi che potrebbero porsi per operatori ed impianti.

Per poter prevenire il rischio di incidenti sono necessari la buona conoscenza dell'ambiente di lavoro, l'adeguamento alle procedure di sicurezza e l'adozione ed il rispetto di regole di protezione personale efficaci. Questo documento si inserisce nella policy per la sicurezza del Gruppo Air Liquide. Le informazioni contenute mirano a rafforzare le conoscenze pratiche delle persone che svolgono attività connesse al trattamento termico.



BIBLIOGRAFIA

[1] Numéro special: campagne contre l'asphyxie – EIGA Safety Newsletter SAG NL N° 77/03/E.

[2] M.FALCY, F.MARC, JM.PETIT, B.SALLÉ – Travaux dans une atmosphère appauvrie en oxygène/ Préconisations pour la protection des travailleurs et prévention – Édition INRS ED 6126 1re édition à février 2012, ISBN 978-2-7389-1991-5.

[3] R. Fayolle, service Prévention, CRAM de Rhône-Alpes; B. Courtois, Département Risques chimiques et biologiques, INRS, avec la collaboration de R. Rottier, Centre technique des industries mécaniques (CETIM) – Cahiers de notes documentaires – Hygiène et sécurité du travail – N° 183, 2e trimestre 2001(INRS) – Ateliers de traitement thermique Hygiène et sécurité.

[4] Catalogue gaz spéciaux Air Liquide Air Liquide France Industrie – Octobre 2017

[5] Explosion sur le lieu de travail – INRS 2018 – Aggiornato il 30/01/2017 – <http://www.inrs.fr/risques/explosion/ce-qui-il-faut-retenir.html>

[6] Incendie sur le lieu de travail INRS 2018 – Aggiornato il 30/01/2017 <http://www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail/conditions-survenue.html>

[7] JM.PETIT, JL.POYARD – Les mélanges explosifs. Partie 1: gaz et vapeurs – Édition INRS ED 911 1re édition (2004), réimpression juillet 2015, ISBN 2-7389-1183-8

SE DECIDI DI DARCI FIDUCIA,
CONTATTA I NOSTRI
SPECIALISTI:



SERVIZIO CLIENTI

servizioclienti@airliquide.com

.....

it.airliquide.com



Air Liquide è un leader mondiale dei gas, delle tecnologie e dei servizi per l'Industria e la Sanità. Presente in 78 paesi con circa 64.500 collaboratori, il Gruppo serve oltre 3,8 milioni di clienti e di pazienti. Ossigeno, Azoto e idrogeno sono piccole molecole essenziali per la vita, la materia e l'energia. Esse incarnano il contesto scientifico di Air Liquide e sono al cuore dell'attività del Gruppo, fin dalla sua creazione nel 1902. L'ambizione di Air Liquide è di essere il leader nel suo settore, di conseguire performance di lungo termine e di contribuire a un mondo più sostenibile.