

## RACCOMANDAZIONE DI SICUREZZA

### RS21 – Serbatoi e vaporizzatori



#### 1. Introduzione

La presente raccomandazione di sicurezza contiene indicazione per il mantenimento in efficienza dei sistemi costituiti da serbatoi per gas criogenici abbinati a dispositivi di vaporizzazione a scambio termico con aria atmosferica, acqua, vapore o energia elettrica. Particolare attenzione è posta a prevenire che fluidi criogenici possano venire a contatto con tubazioni, apparecchiature e dispositivi a pressione non idonei per il contatto con basse temperature.

#### 2. Prescrizioni generali di sicurezza

L'area in cui è installato l'impianto criogenico deve essere accessibile ai soli operatori addetti ed istruiti circa i rischi connessi all'utilizzo e alla manipolazione del prodotto stoccato e dei liquidi criogenici in genere. Per maggiori dettagli si vedano le raccomandazioni di sicurezza:

- RS001 Atmosfere sotto-ossigenate,
- RS002 Atmosfere sovra-ossigenate,
- RS003 Ustioni da freddo.

Nella zona deve essere proibito fumare e utilizzare fiamme libere.

Si raccomanda di utilizzare nei pressi dell'apparecchiatura almeno i seguenti dispositivi di protezione individuale:  
guanti criogenici  
occhiali o elmetto con visiera trasparente  
scarpe antinfortunistiche

In caso di anomalie riscontrate, chiamare immediatamente il servizio di assistenza tecnica responsabile dell'impianto criogenico.

#### 3. Serbatoi criogenici

Il serbatoio criogenico è una apparecchiatura destinata allo stoccaggio ed all'erogazione di

fluidi criogenici in fase liquida (azoto, ossigeno, argon, anidride carbonica, protossido di azoto).

Nel suo insieme, è costituito da un recipiente interno a pressione, un involucro esterno e un quadro valvole destinate al suo utilizzo ed alla sua operatività. Lo spazio compreso tra il recipiente interno e l'involucro esterno è riempito di materiale isolante, mantenuto sotto vuoto spinto per incrementare l'isolamento termico.

Il funzionamento del serbatoio è completamente automatico, grazie al sistema di regolazione costituito dall'economizzatore e dal riduttore di pressione. In ogni caso, fare riferimento allo schema P&ID del serbatoio presente sul serbatoio stesso.

#### Avvio e arresto

Per avviare l'impianto occorre semplicemente aprire la valvola di utilizzo: in questo modo il liquido inizierà a fluire verso il vaporizzatore.

Per interrompere temporaneamente la fornitura di gas alla rete di distribuzione, occorre chiudere la valvola di linea posta a valle del vaporizzatore.

In caso di inattività prolungata dell'impianto: chiudere la valvola di linea posta a valle del vaporizzatore; attendere quindi 15 minuti, al fine di riconvogliare il liquido nei condotti nel serbatoio; chiudere la valvola di utilizzo posta sul quadro valvole del serbatoio; chiudere la valvola di intercettazione della messa in pressione del serbatoio; spurgare e depressurizzare le linee di utilizzo, se provviste di apposita valvola di spurgo.

Serbatoi contenenti anidride carbonica

Il punto triplo dell'anidride carbonica è -56,6°C a 4,2 bar(r); il liquido a pressioni inferiori si trasforma in ghiaccio secco e provoca intasamenti nell'impianto. Pertanto, non

depressurizzare i serbatoi contenenti CO<sub>2</sub> a valori inferiori di 6 bar (r).

Interventi in caso di problemi in caso di aumenti anomali della pressione nel serbatoio o sfioro dalle valvole di sicurezza:

aprire la valvola del serbatoio di massimo livello o la valvola del serbatoio di messa all'aria;  
diminuire la pressione del serbatoio fino alla pressione di utilizzo;  
chiudere le valvole precedentemente aperte.

In caso di inutilizzo dell'impianto procedere come descritto al paragrafo 3.2.

In caso di perdite o fughe di gas dalle valvole o da tratti di impianto di proprietà Linde, contattare il servizio di assistenza tecnica.

#### 4. Vaporizzatori a scambio termico con aria atmosferica

Questi vaporizzatori funzionano tipicamente come scambiatori di calore; l'aria ambiente fornisce le calorie necessarie al profilo alettato del vaporizzatore e conseguentemente al fluido criogenico affinché possa incrementare la sua temperatura e vaporizzare; pertanto, considerando le basse temperature del liquido criogenico, si potrà verificare la formazione di ghiaccio sulla superficie dei profili alettati del vaporizzatore.

La capacità di vaporizzazione dichiarata dal costruttore è espressa in Nm<sup>3</sup>/h, considerando la temperatura ambiente pari a 20°C e un tempo di utilizzo inferiore a 8 ore.

Pertanto in funzione delle condizioni ambientali (vento, umidità, temperatura, esposizione ai raggi solari) e al tempo di utilizzo, la capacità di vaporizzazione potrà variare rispetto al valore nominale.

In ogni caso il vaporizzatore viene sempre opportunamente sovradimensionato in fase di progetto, in modo tale che la probabilità di decremento dell'efficienza di scambio al di sotto del valore nominale sia remota; in

## RACCOMANDAZIONE DI SICUREZZA

### RS21 – Serbatoi e vaporizzatori

particolare affinché si verifichi l'ipotesi di passaggio di liquido criogenico oltre il vaporizzatore, si devono verificare contemporaneamente le seguenti condizioni:

elevata richiesta di prodotto all'utenza, oltre il valore nominale di progetto;  
condizioni meteorologiche avverse che favoriscano la formazione di ghiaccio sui profili alettati per oltre il 50% della superficie.

Nel caso si verifichino tali condizioni, si consiglia di controllare frequentemente lo stato dei vaporizzatori. In caso di dubbi, contattare il servizio di assistenza tecnica Linde.

**Rimozione di ghiaccio/brina**

Per ripulire le parti alettate del vaporizzatore o tratti di tubazione ricoperte da ghiaccio o brina, può essere utilizzato un getto a bassa pressione (circa 1 barg) di aria, acqua calda o vapore.

Non intervenire mai con metodi a percussione o a taglio o fiamme per non danneggiare le superfici di scambio del vaporizzatore e ridurre conseguentemente l'efficienza e la sicurezza.

**Impianti con singolo vaporizzatore**

Tale sistema è idoneo per utenze che richiedono basse portate rispetto alla capacità nominale di vaporizzazione o per utenze discontinue: 6-8 ore di utilizzo e 12-16 ore di fermo.

Prima della messa in funzione dell'impianto le tubazioni e le alette del vaporizzatore devono essere completamente sghiacciate.

Controllare, durante il normale funzionamento, che lo strato di ghiaccio non ricopra più del 50% della superficie del vaporizzatore; qualora ciò si verificasse, occorre rimuovere lo strato di ghiaccio dalla superficie del vaporizzatore ed eventualmente verificare la temperatura in prossimità del punto di utilizzo, oppure interrompere la richiesta di prodotto all'utilizzo e chiamare il servizio di intervento tecnico Linde.

**Impianti con doppia batteria di vaporizzazione**

**Scambio manuale**

Tale sistema è idoneo per utilizzi che richiedono alte portate a ciclo continuo o comunque con tempo di utilizzo superiore a 8 ore continuative.

L'impianto è costituito da due linee indipendenti di vaporizzazione intercettate da apposite valvole manuali.

L'operatore addetto al funzionamento dell'impianto deve ogni 6-8 ore scambiare manualmente le batterie di vaporizzazione effettuando le seguenti operazioni, nell'ordine indicato:

aprire lentamente la valvola di intercettazione manuale della batteria non in funzione;

chiudere lentamente la valvola di intercettazione manuale della batteria che deve portarsi in stand-by per consentire la rimozione dello strato di ghiaccio.

Prima della messa in funzione della batteria di vaporizzazione le tubazioni e le alette dei vaporizzatori devono essere completamente sghiacciate.

Controllare, durante il normale funzionamento, che lo strato di ghiaccio non ricopra più del 50% della superficie del vaporizzatore; in questi casi si rende necessario scambiare manualmente le due batterie ed eventualmente verificare la temperatura in prossimità del punto di utilizzo.

**Scambio automatico**

Tale sistema è idoneo per utilizzi che richiedono alte portate a ciclo continuo.

L'impianto è costituito da due linee indipendenti di vaporizzazione a scambio automatico comandato da apposite valvole di intercettazione gestite dal quadro di controllo dedicato.

Il funzionamento prevede lo scambio automatico delle due batterie di vaporizzazione con cicli di 8 ore di funzionamento e 8 ore di fermo.

Prima di ogni ciclo di scambio verificare lo stato della batteria di vaporizzazione in stand-by: le tubazioni e le alette dei vaporizzatori devono essere sghiacciate.

Controllare, durante il normale funzionamento, che lo strato di ghiaccio non ricopra più del 50% della superficie del vaporizzatore; in questi casi si rende necessario scambiare anzitempo le due batterie ed eventualmente ridurre il periodo di scambio (es.: 6 ore di funzionamento e 6 ore di fermo). Per effettuare tale manovra, richiedere l'intervento di un tecnico Linde.

#### 5. Vaporizzatori a scambio termico con acqua, vapore, energia elettrica

Questi vaporizzatori sono costituiti da una serpentina, all'interno della quale scorre il liquido da gassificare, posta a contatto con un fluido riscaldante (acqua o vapore) o riscaldata elettricamente.

In questi casi deve essere garantita costantemente l'alimentazione del fluido/elemento riscaldante (ACQUA, VAPORE, ENERGIA ELETTRICA); in caso contrario, fermare tempestivamente l'impianto, verificare e ripristinare i suddetti fluidi o servizi.

Il calo di efficienza di tali vaporizzatori, in caso di assenza del fluido/elemento riscaldante, è molto più rapido rispetto a un vaporizzatore ad

aria; diventa quindi fondamentale la tempestività di intervento.

La tubazione in uscita dal vaporizzatore e il contenitore esterno non devono presentare brinatura di alcun genere. In caso contrario fermare tempestivamente l'impianto, verificare che i suddetti fluidi o servizi (ACQUA, VAPORE, ENERGIA ELETTRICA) siano garantiti.

Nel caso sia necessario rimuovere il ghiaccio formatosi, servirsi di un getto a bassa pressione (circa 1 barg) di aria, acqua calda o vapore. Non intervenire mai con metodi a percussione o a taglio o con fiamme.

Nel caso di probabile interruzione del fluido/elemento riscaldante, si consiglia di verificare frequentemente lo stato dei vaporizzatori. In caso di dubbi, contattare il servizio di assistenza tecnica Linde.