

Il Presidente

Spett.le
MINISTERO DELL'INTERNO
DIPARTIMENTO VIGILI DEL FUOCO
SOCCORSO PUBBLICO E DIFESA CIVILE
Direzione Centrale per la Prevenzione e
Sicurezza Tecnica
Largo S. Barbara, 2
00178 ROMA

Milano, 25 maggio 2020

OGGETTO: GRUPPI FRIGORIFERI AD ASSORBIMENTO – MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Alla nostra Associazione sono prevenute richieste di chiarimento in merito alla possibilità di installazione di gruppi frigoriferi ad assorbimento acqua-bromuro di litio nelle centrali termiche a servizio di attività soggette ai controlli di prevenzione incendi quali ospedali, centri commerciali, uffici, alberghi.

Queste macchine basano il loro funzionamento su un ciclo ad assorbimento (come da allegato 1) ed impiegano l'acqua quale refrigerante e come assorbente una soluzione di acqua e bromuro di litio, un sale chimicamente simile al comune sale da cucina e fortemente igroscopico, che consente di creare un ciclo frigorifero alimentato a energia termica (acqua calda a circa 90 – 95 °C, acqua surriscaldata o vapore) e con ridotto consumo di energia elettrica. Tali macchine sono quindi completamente differenti da quelle tradizionali con ciclo frigorifero a compressione che impiegano refrigeranti rientranti nel campo di applicazione della serie di Norme UNI EN 378 e funzionano grazie all'energia elettrica.

Le Norme tecniche allegate ai vari Decreti di prevenzione incendi tuttora vigenti prescrivono genericamente che i gruppi frigoriferi non possano essere installati nei locali dove sono installati gli impianti di produzione calore:

- D.M.I. 9 aprile 1994 recante “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico – alberghiere
- D.M.I. 19 agosto 1996 recante “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo”
- D.M.I. 18 settembre 2002 recante “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private”
- D.M.I. 22 febbraio 2006 recante “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”
- D.M.I. 27 luglio 2010 recante “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq”.

La norma tecnica allegata al D.M.I. 20 novembre 2019, tuttavia, ammette (Sezione 3 p.to 3.2.1) entro i locali di installazione dell'impianto di produzione del calore la presenza di eventuali apparecchi o dispositivi destinati a funzioni complementari o ausiliarie del medesimo impianto.

Il Presidente

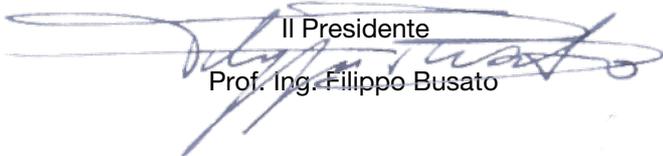
Per quanto sopra, considerato che le macchine frigorifere ad assorbimento:

- basano il loro funzionamento su un ciclo frigorifero che utilizza un fluido refrigerante non tossico e non infiammabile;
- impiegano come fonte di energia acqua calda, acqua surriscaldata o vapore disponibile entro le centrali termiche;
- sono equiparabili a scambiatori di calore e, quindi, sono da considerare apparecchi o dispositivi destinati a funzioni complementari o ausiliarie dell'impianto di produzione del calore;
- oltre al potenziale rischio incendio legato ai componenti elettrici presentano come potenziale elemento da attenzionare, sostanzialmente irrilevante, una sorgente di gas infiammabile l' H_2 (portata tipica di 0,01-0,02 g/h), come sottoprodotto di processi interni di corrosione dell'acciaio al carbonio di cui sono costituiti i mantelli degli scambiatori. Tale gas, incondensabile nelle condizioni di operatività della macchina, deve essere smaltito all'esterno dell'apparecchiatura, normalmente con utilizzo di Celle al Palladio, per preservare lo stato di vuoto, essenziale al buon funzionamento termodinamico della macchina ad assorbimento. Gli allegati 2 e 3, descrivono i fenomeni di corrosione e i sistemi di spurgo degli incondensabili, tra i quali l'idrogeno;

si chiede che sia possibile installare tali macchine all'interno dei locali destinati alla installazione di impianti per la produzione del calore essendo apparecchiature ausiliarie a tali impianti ancorché destinati alla produzione di acqua refrigerata.

Auspiciando la costituzione di un Gruppo di Lavoro che possa analizzare in maniera organica le svariate tipologie di Impianti di Climatizzazione e i correlati aspetti di Prevenzione incendi, si resta in attesa di riscontro alla presente per poter fornire indicazioni certe e univoche agli iscritti di questa Associazione.

Distinti saluti.


Il Presidente
Prof. Ing. Filippo Busato

Il Presidente

ALLEGATO 1 - CICLO FRIGORIFERO AD ASSORBIMENTO

Il ciclo frigorifero ad assorbimento monostadio (figura 1) è realizzato tramite quattro elementi principali: evaporatore, assorbitore, generatore e condensatore.

Nell'evaporatore (EVA), l'acqua pura, liquida e a pressione ridotta (pochi centesimi di atmosfera) fluisce sopra una serpentina contenente l'acqua (o la salamoia) da raffreddare. L'acqua a bassa pressione evapora sottraendo calore all'acqua nella serpentina e realizzando così l'effetto frigorifero utile. Il vapore acqueo fluisce quindi nell'assorbitore (ABS) dove entra a contatto con una pioggia di soluzione salina acqua-bromuro di litio. La soluzione salina ha l'effetto di abbassare la tensione di vapore, con l'effetto di far condensare il vapore acqueo. Una serpentina, dove circola acqua di torre di raffreddamento, asporta il calore latente di condensazione.

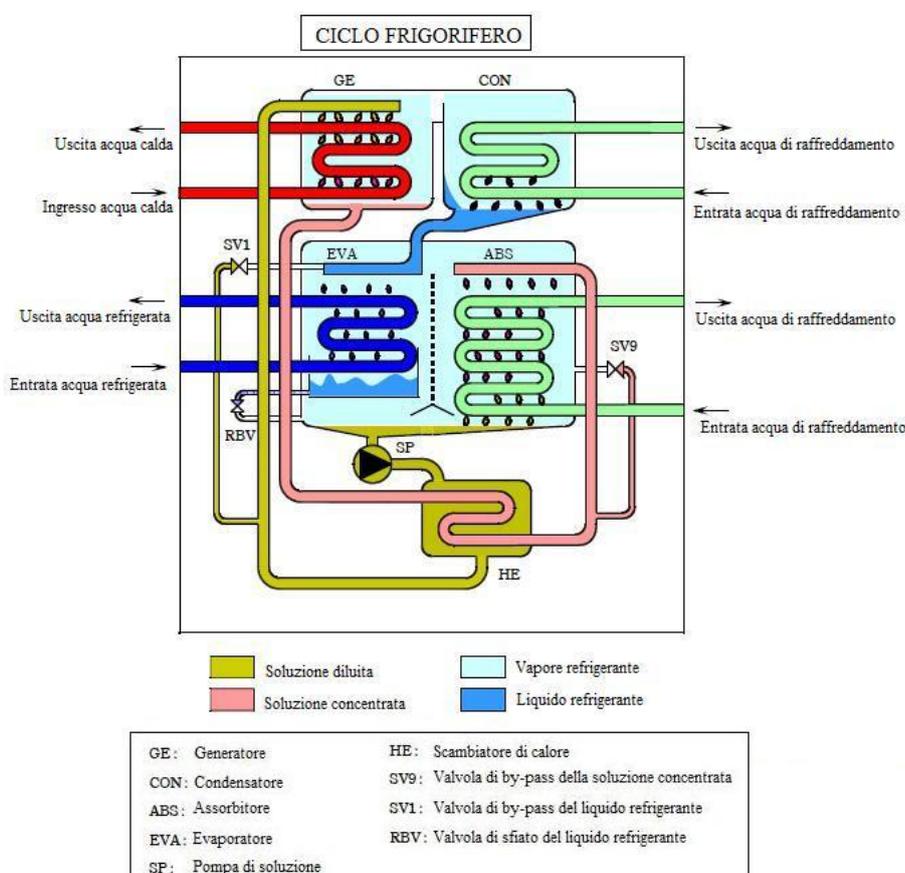


Figura 1 – Schema ciclo frigorifero ad assorbimento

La soluzione salina va via diluendosi e va rigenerata. È quindi pompata (SP) verso il generatore (GE), passando prima attraverso uno scambiatore di calore rigenerativo (HE). Il generatore è alimentato tramite una serpentina ove circola acqua calda (o surriscaldata o vapore), che porta la soluzione a ebollizione. A causa dell'evaporazione dell'acqua durante l'ebollizione della soluzione diluita, nel generatore (GE) si determina un incremento della concentrazione della restante soluzione. La soluzione salina concentrata passa quindi dal generatore (GE) allo scambiatore di calore (HE), cedendo calore alla soluzione diluita, prima di entrare nuovamente nell'assorbitore (ABS).

Il vapore acqueo prodotto nel generatore (GE) passa al condensatore (CON), raffreddato da una serpentina ove circola acqua di raffreddamento. Qui il vapore acqueo condensa e l'acqua liquida ritorna all'evaporatore (EVA), dove riprende il ciclo.

Il Presidente

In queste macchine, stante la ridotta differenza di pressione all'interno delle varie componenti della macchina, la valvola di espansione tradizionale non è sostanzialmente necessaria.

ALLEGATO 2 - MATERIALI E FENOMENI DI CORROSIONE

1) Corrosione

I gruppi ad assorbimento, come descritto nell'allegato 1, utilizzano una soluzione acquosa di Bromuro di Litio LiBr. Questa soluzione, in presenza di ossigeno, innesca fenomeni di corrosione sulle parti di cui è costituita la macchina. Infatti la soluzione è additivata con uno speciale inibitore di corrosione, chiamato Molibdato di Litio. Per quanto le macchine siano costruite per ottenere una elevatissima tenuta al vuoto, tuttavia si verifica un seppur minimo ingresso di aria, contenente ossigeno, verso il gruppo. Questo evento, di fatto, causa inevitabilmente fenomeni lievi ma continui di corrosione che vengono qui descritti in dettaglio. La corrosione di un metallo è il risultato di un attacco chimico o elettrochimico. I fenomeni di corrosione non si limitano ai soli scambiatori dei refrigeratori ma generalmente interessano l'intero sistema di circolazione delle acque e delle soluzioni acquose che circolano in tali scambiatori.

2) Reazioni e Meccanismi della Corrosione

La corrosione dei metalli è dovuta ad una reazione elettrochimica in cui gli ioni metallici si staccano da anodi costituiti da celle che si formano sulle superfici metalliche per svariate cause provocando una reazione dell'ossigeno presente nel sistema a causa dell'acquisizione di elettroni da parte del catodo (figura 2).

Le reazioni di corrosione dei materiali ferrosi in soluzione neutre sono le seguenti.

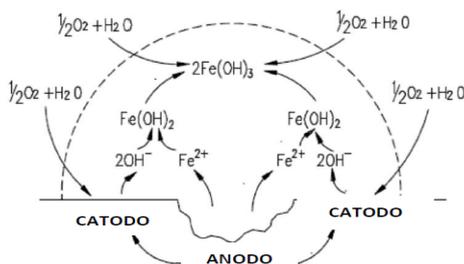
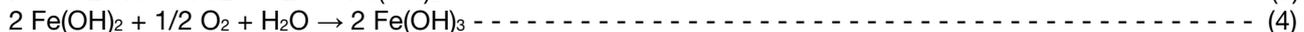


Figura 2 – Meccanismo della corrosione dei materiali ferrosi.



Il progredire della reazione genera idrossido di ferro, cioè la ruggine, come prodotto finale.



Tuttavia in un ambiente in cui il pH abbia un valore pari o inferiore a 4 al catodo avverrà anche la seguente reazione che genera idrogeno:



Si ritiene che la formazione di celle locali sia dovuta alla non omogeneità della composizione del metallo, allo stato della superficie, alla concentrazione di ossigeno presente, alla temperatura, etc. Le celle tendono comunque a formarsi specialmente nei punti in cui si verificano depositi di sporcizia costituiti da fanghiglia, terriccio, sabbia, prodotti della corrosione, etc.

Il Presidente

ALLEGATO 3 - SISTEMI DI SPURGO TRAMITE CELLE AL PALLADIO

1. Caratteristiche e meccanismo delle Celle al Palladio

Il Palladio (lamina sottile, film, figura 3) ha la proprietà di essere permeabile all' H_2 quando si trova ad elevata temperatura (200 ~300 °C)

- I. L'Idrogeno è assorbito sulla superficie del Palladio (Cella al Palladio) e diffonde nel metallo mediante dissociazione, perdendo un elettrone
- II. A causa della differenza di densità l'idrogeno diventa gas sul lato opposto della cella (B).

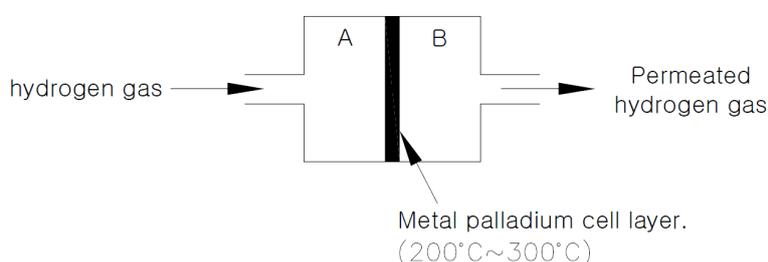


Figura 3 – Schema di una cella al Palladio

- III. La densità del gas idrogeno in A è maggiore che in B.
- IV. Non appena il mix di gas incondensabili viene raccolto nella camera A, solo l'idrogeno puro sarà permeato e scaricato nel lato B.
- V. Perché il film sia permeabile e possa trasferire idrogeno nel lato B lo strato di Palladio deve sempre essere permanentemente riscaldato ad alta temperatura (200~300 °C)

2. Sistemi di Spurgo con Celle al Palladio

- I. I gas non condensabili accumulati nel serbatoio di spurgo vengono trasferiti alle celle al palladio tramite azionamento di valvole di servizio.
- II. La cella di Palladio dovrà essere riscaldata tramite apposite resistenze poste nella Cella al Palladio.
- III. Grazie alle caratteristiche delle celle, permeabili all'idrogeno gassoso, questo sarà scaricato in atmosfera con una portata massica tipica di circa 0,01-0,02 g/h.
- IV. Con questa portata così ridotta, praticamente si tratta di semplici tracce, la concentrazione risultante nelle centrali frigorifere risulterà assolutamente trascurabile rispetto al Limite Inferiore di Infiammabilità dell'idrogeno.

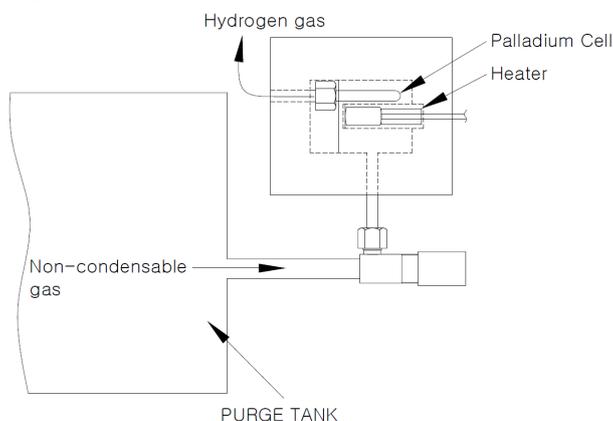


Figura 3 – Schema sistema di spurgo con cella al Palladio

Il Presidente

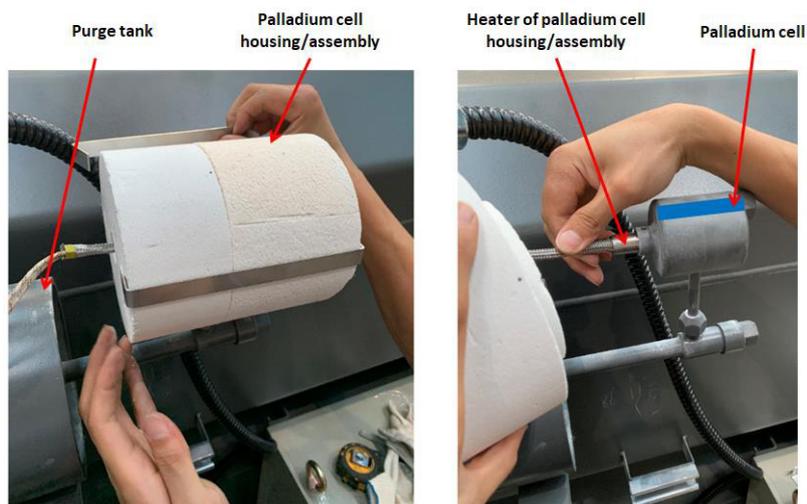


Figura 4 – Sistema di spurgo con celle al Palladio