

Efficienza energetica sulle reti vapore degli impianti industriali

Il vapore è una delle utility più impiegate per il riscaldamento e attraverso gli audit energetici si è rilevato che, riducendo le perdite, si ottengono notevoli risparmi. Gli scaricatori di condensa sono dispositivi automatici economici che rimuovono la condensa e i gas incondensabili dalla rete vapore e vengono utilizzati per mantenere il vapore in condizioni ottimali. Sartec propone un nuovo approccio alla gestione della manutenzione degli scaricatori di condensa che preservi la funzionalità della rete vapore e contemporaneamente minimizzi le perdite energetiche. L'approccio tradizionale di tipo manutentivo viene superato da un nuovo approccio in cui il progetto viene remunerato dai risparmi energetici.

Pier Luigi Marongiu
Simona Ambu

Sartec è la società del gruppo Saras che sviluppa e fornisce servizi e soluzioni basati su tecnologie all'avanguardia nei settori industriali in particolare della raffinazione, della petrolchimica, della chimica e dell'industria energetica. La Sartec sta realizzando progetti per il miglioramento dell'efficienza energetica nelle reti vapore degli impianti industriali.

Le reti vapore

Il vapore viene generato per il passaggio di stato dell'acqua dalla fase liquida a quella gassosa in seguito alla cessione di calore ad alta temperatura alla stessa.

Negli impianti industriali il vapore è il fluido vettore principalmente utilizzato per la distribuzione del calore ai processi di produzione, infatti rispetto ad altri fluidi presenta innumerevoli vantaggi legati principalmente alla disponibilità dell'acqua e alla capacità di accumulo e scambio di calore.

In generale una rete vapore è costituita da un circuito ad anello chiuso composto da tre sezioni principali: sezione di generazione del vapore, sezione di distribuzione e sezione di trasferimento di calore (scambiatori).

Lungo il circuito si manifesta la formazione di condensa e la separazione dei gas incondensabili dal vapore, che per motivi differenti causano problemi.

La condensa si forma normalmente nel processo di scambio termico e la mancata eliminazione della stessa riduce la capacità di scambio termico e fa crescere il rischio di colpi d'ariete in corrispondenza di valvole o gomiti.

La presenza di gas incondensabili lungo le linee riduce la pressione del vapore, la capacità di scambio termico e può produrre corrosione nelle linee.

Gli scaricatori di condensa sono un componente fondamentale per eliminare dalla rete la condensa e i gas incondensabili e quindi per mantenerla in perfetta efficienza.

Gli scaricatori di condensa

Gli scaricatori di condensa sono dispositivi di drenaggio che hanno il compito di mantenere la massima efficienza del sistema vapore rispondendo a tre principali richieste: trattenere il vapore nel sistema e mantenerlo il più possibile secco (vapore saturo secco con migliore titolo possibile); rimuovere la condensa e i gas incondensabili del sistema che altrimenti costituirebbero una barriera isolante abbassando notevolmente l'efficienza di scambio termico; eliminare la condensa non appena si forma per evitare raffreddamenti del sistema vapore e risparmiare energia. La ► **figura 1** mostra un tipico gruppo scarico condensa.

Esistono diverse tipologie di scaricatore che si differenziano in base al principio fisico di funzionamento.

Gli scaricatori di tipo *meccanico* basano il loro funzionamento sulla differenza di densità fra i

Keyword

Efficienza energetica,
certificati bianchi,
scaricatori di condensa,
rete vapore, ESCO.

L' AUTORE

P. L. Marongiu, S. Ambu - Saras
Ricerche e Tecnologie SpA,
Assemini (CA).
www.sartec.it

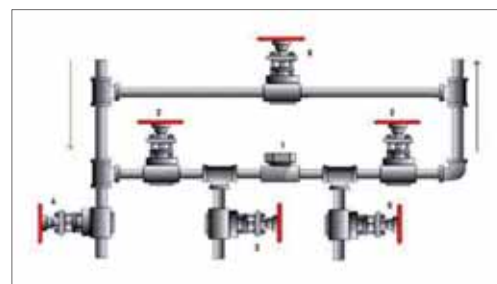


Figura 1 - Gruppo di scarico della condensa: (1) scaricatore di condensa; (2) valvole di isolamento, a monte e a valle; (3) valvola di blow down; (4) valvola di drenaggio; (5) valvola di test; (6) valvola di bypass.

due fluidi, quelli di tipo *termostatico* sulla variazione di temperatura mentre quelli *termodinamici* sulla variazione di volume. Gli scaricatori di condensa possono usurarsi o danneggiarsi e in base al tipo di guasto si possono avere perdite di vapore più o meno consistenti o accumuli di condensa all'interno della rete vapore.

In particolare, secondo quanto previsto dalla metodologia *AM0017 Version 2* "Steam system efficiency improvements by replacing steam traps and returning condensate" predisposta dalla *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), si distinguono le seguenti tipologie di guasto: ciclo rapido (RC); perdita leggera (LK); bloccaggio in apertura (BT); bloccaggio in chiusura (PL).

Il ciclo rapido si manifesta con rapidi passaggi dallo stato di apertura a quello di chiusura dello scaricatore e quindi con piccole perdite di vapore, tale guasto tende inesorabilmente a degenerare in caso di mancato intervento manutentivo.

Le perdite di vapore continue sono divise in: *perdite leggere* dovute alla mancata tenuta dello scaricatore e in *bloccaggio in apertura* quando la perdita avviene per tutta la sezione dell'orifizio di scarico.

Inoltre lo scaricatore può danneggiarsi e restare nello stato di bloccaggio in chiusura, in questo caso si verifica un accumulo di condensa e incondensabili, riducendo la funzionalità della rete vapore.

La vita media di uno scaricatore di condensa che funziona 24/7 è di circa sette anni e si è rilevato che, in impianti con livelli di manutenzione nella norma, il 30% degli scaricatori risulta non correttamente funzionante.

L'approccio manutentivo tradizionale

Nella maggior parte degli impianti industriali gli scaricatori di condensa non sono sottoposti ad un programma di interventi manutentivi ma vengono verificati e sostituiti solo in seguito a specifiche segnalazioni.

Normalmente il malfunzionamento di uno scaricatore che perde vapore (rotture RC, BT e LK) non viene immediatamente individuato se non in seguito a evidenti fuoriuscite in atmosfera. Conseguentemente il ripristino dello scaricatore può avvenire anche dopo un lungo periodo.

Nel caso in cui lo scaricatore sia bloccato

in chiusura, normalmente l'unità produttiva segnala la riduzione della funzionalità della rete vapore al reparto di manutenzione il quale si attiva per la sostituzione dello stesso. Nel frattempo per ripristinare l'efficienza della rete vapore viene azionato il by-pass dello scaricatore anche a costo di notevoli perdite.

Il nuovo approccio

Il nuovo approccio consiste in un programma di gestione degli scaricatori basato su attività di monitoraggio e ripristino funzionale, pianificati con l'obiettivo di mantenere la rete efficiente e mirati a ridurre le perdite di vapore e di conseguenza aumentare l'efficienza energetica.

Il processo è articolato nelle seguenti fasi: individuazione della baseline della rete con il censimento e la verifica funzionale degli scaricatori; ripristino funzionale degli scaricatori mal funzionanti; programma pluriennale (cinque anni) di mantenimento dell'efficienza della rete con piani di monitoraggio e sostituzione degli scaricatori mal funzionanti; misura dei risparmi ottenuti; ottenimento Titoli di Efficienza Energetica (TEE).

Le prime due fasi servono a ridurre le perdite di vapore incrementando l'efficienza della rete a partire dal valore di baseline.

La terza fase prevede la gestione della rete articolata in attività periodiche di monitoraggio svolte con adeguata strumentazione da operatori qualificati seguite dalle sostituzioni degli scaricatori non funzionanti.

Con la quarta e quinta fase si ha una misura oggettiva dei risparmi ottenuti e conseguentemente anche il riconoscimento degli incentivi in termini di TEE.

Si riportano in dettaglio tutte le attività previste nel nuovo approccio:

- (1) Censimento degli scaricatori di condensa;
- (2) Presentazione della proposta di progetto e di programma di misura all'AEEG per il riconoscimento dei TEE;
- (3) Verifica delle funzionalità degli scaricatori;
- (4) Registrazione informatica dei dati raccolti;
- (5) Programmazione di interventi di ripristino della funzionalità degli scaricatori difettosi;
- (6) Valutazione della performance globale

- del sistema (misura dei risparmi);
- (7) Consuntivazione dei TEE misurati;
- (8) Monitoraggio periodico con ciclo ripetuto del punto 3 al punto 7.

Nel diagramma della **figura 2** viene confrontato l'andamento dell'efficienza della rete nelle due modalità di approccio partendo dalla stessa linea di baseline e svolgendo allo stesso modo la fase di primo ripristino funzionale. Risulta evidente nell'approccio manutentivo tradizionale la progressiva perdita di efficienza della rete.

Il rapporto contrattuale che lega il proprie-

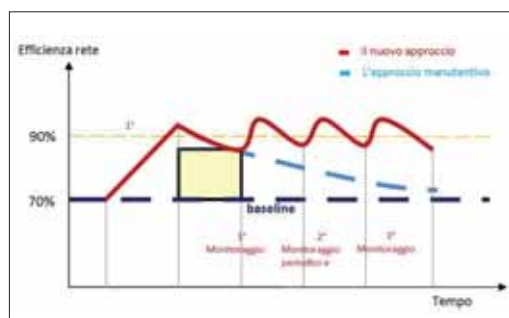


Figura 2 - Efficienza rete vapore

tario dell'impianto al responsabile del progetto (Esco) prevede che gli investimenti vengano fatti dalla Esco e i compensi vengano riconosciuti con rate periodiche legate al livello di efficienza raggiunto.

In questo modo sia il proprietario dell'impianto che la Esco sono stimolati a massimizzare l'efficienza dell'intervento.

I risparmi energetici

Il calcolo del risparmio energetico viene fatto considerando la differenza tra le perdite misurate prima dell'intervento di ripristino (condizioni di baseline) e quelle misurate nelle fasi di monitoraggio periodico.

$$R_c = P_b - P_i$$

In cui:

$$P_b = \frac{\left(\sum L_k * DH_k\right)_b}{\eta}$$

sono le perdite misurate prima dell'intervento;

$$P_i = \frac{\left(\sum L_k * DH_k\right)_i}{\eta}$$

sono le perdite misurate nella fase di monitoraggio (i).

Dove: L_k è il vapore perso [kg] nello scaricatore (k); DH_k è l'entalpia del vapore [J/kg] nello scaricatore (k); η è il fattore di conversione pari a $4,186 \cdot 10^{10}$ [J/TEP].

Il calcolo delle perdite di vapore è svolto utilizzando la metodologia AM0017 Version 2 predisposta da UNFCCC:

$$L_x = F_T * F_S * C_V * t * \sqrt{(P_{in} - P_{out})^2}$$

in cui: F_T è il coefficiente di perdita illustrato nella ► **tabella 1** in base al tipo di guasto; F_S è il fattore di servizio mostrato nella ► **tabella 2** in funzione dell'applicazione; $C_V = 22.1D^2$ è il coefficiente di flusso (D diametro dell'orifizio); P_{in} è la pressione del vapore all'ingresso dello scaricatore; P_{out} è la pressione della condensa all'uscita dello scaricatore.

F_T (coefficiente di perdita)	Tipo di guasto
1	BT
0,25	LK
0,2	RC

Tabella 1 - Fattore di perdita

Applicazione	F_S (fattore di servizio)
apparecchiature di processo	0,9
linee di tracciamento vapore	1,4
linee di distribuzione vapore	2,1

Tabella 2 - fattore di servizio

Esempio

A titolo di esempio si consideri una rete vapore con linee di media e bassa pressione contenente circa 500 scaricatori di condensa.

La situazione di baseline tipica è la seguente: efficienza degli scaricatori ~70%; perdite vapore ~11.000 Ton/anno; perdite economiche ~120.000 euro/anno.

Si prevede di raggiungere le seguenti condizioni medie dopo il ripristino funzionale: efficienza media 90%; risparmi di vapore ~7.500 Ton/anno, ~350 TEP.

La durata prevista del progetto è di cinque anni a partire dal completamento della fase di ripristino.

I risultati economici sono i seguenti: risparmi vapore ~120.000 euro/anno; pro-

venti da TEE ~35.000 euro/anno; risultato complessivo ~155.000 euro/anno.

Conclusioni

Con il nuovo approccio alla gestione della manutenzione degli scaricatori di condensa si ottengono i seguenti benefici: risparmi di vapore (e quindi economici); finanziamento del progetto con i risparmi economici conseguiti; rinnovo dell'intera rete di scaricatori di condensa con riduzione dell'età media da circa sette anni a circa due anni e mezzo; il rapporto contrattuale tra il proprietario dell'impianto e il responsabile del progetto (Esco) stimola entrambi al raggiungimento della massima efficienza.

Bibliografia

- [1] *Approved baseline methodology AM0017/Version 002*, UNFCCC, Giugno 2005.
- [2] *United Nation framework convention on climate change*: <http://unfccc.int/2860.php>.
- [3] *Delibera 103/03*, AEEG, Settembre 2003. ■