

GUIDA al PROGETTO dei SISTEMI di TRACCIATURA ELETTRICA

Riteniamo indispensabile chiarire i concetti di Mantenimento e Riscaldamento.

Il mantenimento a temperatura di un processo è richiesto nel caso di fluidi che, con l'abbassarsi della loro temperatura, possono provocare inconvenienti all'esercizio (ad esempio, aumento della viscosità, passaggio allo stato solido, separazione di componenti, precipitazione di sostanze in sospensione, decomposizione, cristallizzazione, ecc..)

Il sistema di tracciatura elettrico deve quindi provvedere alla sola compensazione delle perdite termiche del prodotto che deve essere mantenuto alla temperatura di processo T_m anche in presenza di una temperatura ambiente T_a inferiore.

Il riscaldamento di un prodotto è richiesto quando si desidera innalzare la sua temperatura da un valore iniziale T_i (che può essere quella di stoccaggio) ad una temperatura finale T_f (che può essere quella di lavorazione).

Il riscaldamento può essere richiesto anche per portare il prodotto alla temperatura di processo all'avviamento dopo prolungate fermate dell'impianto.

Nella progettazione e dimensionamento del sistema di tracciatura è sempre necessario specificare se si tratta di un mantenimento o di un riscaldamento; i calcoli termici infatti sono totalmente differenti ed a volte alcuni problemi di riscaldamento NON si possono risolvere con la tracciatura elettrica, ma è preferibile utilizzare altri sistemi che forniscono potenze molto superiori.

Sezione A) MANTENIMENTO

Un prodotto contenuto in un serbatoio o in una tubazione con una temperatura di processo T_m in presenza di una temperatura ambiente T_a , inferiore a T_m , cede per perdite termiche all'ambiente una quantità di calore che provoca una diminuzione della temperatura del prodotto pregiudicando la funzionalità del processo.

Queste perdite, che devono essere compensate dal sistema di tracciatura, si determinano con le seguenti formule della termotecnica così come riportato nelle norme CEI EN 60079-30-2 punto 6.3:

Tubazioni

$$PM = \frac{2 \cdot f \cdot K \cdot (T_m - T_a)}{E \cdot Ln \frac{D + 2s}{D}}$$

dove:

PM è la potenza da installare espressa in W/metro di tubazione

K è la conducibilità termica dell'isolante in $W/m^{\circ}C$

T_m è la temperatura di mantenimento

T_a è la temperatura minima esterna

D è il diametro esterno della tubazione

s è lo spessore dell'isolamento termico in mm

E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%

Qualora la conducibilità termica dell'isolante fosse espressa in Kcal/mh°C la formula sarà:

$$PM = \frac{3,16 \cdot K \cdot (T_m - T_a)}{E \cdot Lg \frac{D + 2s}{D}}$$

dove:

- PM è la potenza da installare espressa in W/metro di tubazione
- K è la conducibilità termica dell'isolante in Kcal/mh°C
- T_m è la temperatura di mantenimento
- T_a è la temperatura minima esterna
- D è il diametro esterno della tubazione
- s è lo spessore dell'isolamento termico in mm
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%

Serbatoi

$$PM = \frac{K \cdot A \cdot (T_m - T_a)}{s \cdot 0,001 \cdot E}$$

dove:

- PM è la potenza da installare espressa in W
- K è la conducibilità termica dell'isolante in W/m°C
- T_m è la temperatura di mantenimento
- T_a è la temperatura minima esterna
- A è la superficie totale disperdente
- s è lo spessore dell'isolamento termico in mm
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%

Qualora la conducibilità termica dell'isolante fosse espressa in Kcal/mh°C la formula sarà:

$$PM = \frac{K \cdot A \cdot (T_m - T_a)}{s \cdot 0,001 \cdot 0,864 \cdot E}$$

dove:

- PM è la potenza da installare espressa in W
- K è la conducibilità termica dell'isolante in Kcal/mh°C
- T_m è la temperatura di mantenimento
- T_a è la temperatura minima esterna
- A è la superficie totale disperdente
- s è lo spessore dell'isolamento termico in mm
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%

Sezione B) RISCALDAMENTO

Per innalzare la temperatura di un prodotto contenuto in una tubazione o in un serbatoio da una temperatura iniziale T_i ad una finale T_f occorre una potenza determinata secondo le seguenti formule:

Tubazioni con Prodotto STATICO

$$PR = \frac{(P \cdot S + C \cdot Q)}{H \cdot E \cdot 3600} \cdot (T_f - T_i)$$

dove:

- PR è la potenza necessaria in Watt/metro di tubazione
- P è il peso in Kg di un metro di tubazione
- S è il calore specifico del materiale della tubazione in J/Kg°C
- C è il peso del prodotto da riscaldare contenuto in un metro di tubazione
- Q è il calore specifico del prodotto da riscaldare in J/Kg°C
- T_f è la temperatura da raggiungere in °C
- T_i è la temperatura di partenza in °C
- H è il tempo in ore
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%
- 3600 è il fattore di conversione da J in Watt

Qualora la conducibilità termica dell'isolante ed i calori specifici dei prodotti fossero espressi in Kcal la formula sarà:

$$PR = \frac{(P \cdot S + C \cdot Q)}{H \cdot E \cdot 0,864} \cdot (T_f - T_i)$$

dove:

- PR è la potenza necessaria in Watt/metro di tubazione
- P è il peso in Kg di un metro di tubazione
- S è il calore specifico del materiale della tubazione in Kcal/Kg°C
- C è il peso del prodotto da riscaldare contenuto in un metro di tubazione
- Q è il calore specifico del prodotto da riscaldare in Kcal/Kg°C
- T_f è la temperatura da raggiungere in °C
- T_i è la temperatura di partenza in °C
- H è il tempo in ore
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%
- 0,864 è il fattore di conversione da Kcal in Watt

Serbatoi

$$PR = \frac{(P \cdot S + C \cdot Q)}{H \cdot E \cdot 3600} \cdot (T_f - T_i)$$

dove:

- PR è la potenza necessaria in Watt

- P è il peso del serbatoio in kg
S è il calore specifico del materiale del serbatoio in J/Kg°C
C è il peso del prodotto da riscaldare contenuto nel serbatoio in Kg
Q è il calore specifico del prodotto contenuto nel serbatoio in J/Kg°C
T_f è la temperatura da raggiungere in °C
T_i è la temperatura di partenza in °C
H è il tempo in ore
E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%
3600 è il fattore di conversione da J in Watt

Qualora la conducibilità termica dell'isolante ed i calori specifici dei prodotti fossero espressi in Kcal la formula sarà:

$$PR = \frac{(P \cdot S + C \cdot Q)}{H \cdot E \cdot 0,864} \cdot (T_f - T_i)$$

dove:

- PR è la potenza necessaria in Watt
P è il peso del serbatoio in kg
S è il calore specifico del materiale del serbatoio in Kcal/Kg°C
C è il peso del prodotto da riscaldare contenuto nel serbatoio in Kg
Q è il calore specifico del prodotto contenuto nel serbatoio in Kcal/Kg°C
T_f è la temperatura da raggiungere in °C
T_i è la temperatura di partenza in °C
H è il tempo in ore
E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%
0,864 è il fattore di conversione da Kcal in Watt

FLUSSO – tubazioni con prodotto in movimento

$$PR = \frac{(C \cdot Q)}{E \cdot 3600} \cdot (T_f - T_i)$$

dove:

- PR è la potenza necessaria in Watt
C è la portata del prodotto da riscaldare in Kg/ora
Q è il calore specifico del prodotto in J/Kg°C
T_f è la temperatura da raggiungere in °C
T_i è la temperatura di partenza in °C
E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%
3600 è il fattore di conversione da J in Watt

Nel caso del riscaldamento la potenza totale da installare deve comprendere anche la potenza necessaria per compensare le perdite termiche alle varie temperature e quindi il valore totale sarà:

$$P_{tot} = PR + \frac{2}{3} \cdot PM$$

Dove PM è la potenza di mantenimento calcolata alla temperatura finale.

Qualora nel processo di riscaldamento il prodotto subisca una trasformazione con passaggio dallo stato solido a quello liquido occorre aggiungere (considerare) anche il calore di fusione del prodotto stesso.

Per un corretto dimensionamento del sistema di tracciatura è quindi indispensabile disporre di tutti i dati sopraccitati ed inoltre della tensione di alimentazione e della classificazione dell'area dove saranno installati i cavi scaldanti.

I cavi scaldanti risolvono in modo ottimale tutti i problemi di mantenimento a temperatura e di riscaldamento all'avviamento quando il tempo richiesto per portare a temperatura il prodotto può essere anche di molte ore.

In molti casi di riscaldamento di prodotto e in quasi tutti quelli di riscaldamento di un flusso i cavi scaldanti non risolvono il problema ed è consigliabile utilizzare altri sistemi di riscaldamento con potenze specifiche molto più elevate.

Sezione C) TUBAZIONI e SERBATOI NON ISOLATI TERMICAMENTE

Per questa applicazione ci riferiamo unicamente al mantenimento a temperatura di prodotti

In questi casi, sempre sconsigliati, la potenza necessaria per compensare le perdite termiche si determina con la seguente formula:

$$PM = \frac{A \cdot K \cdot (T_m - T_a)}{E}$$

dove:

- PM è la potenza da installare espressa in W/metro di tubazione o in watt per i serbatoi
- K è il coefficiente di scambio termico fra la superficie esterna di un metro di tubazione o del serbatoio e l'ambiente. In condizioni normali si può assumere un valore compreso fra 9 e 13 Wh/m²°C
- T_m è la temperatura di mantenimento
- T_a è la temperatura minima esterna
- A è la superficie disperdente per 1 metro di tubazione o del serbatoio in m²
- E è un fattore di sicurezza del sistema (le norme prevedono un fattore compreso fra il 10% ed il 25%) noi consigliamo il valore 0,8 pari al 25%

Si deduce che è conveniente isolare termicamente le tubazioni o i serbatoi.

In ogni caso è sempre necessario proteggere il cavo scaldante con almeno due strati di nastro adesivo in alluminio in modo da ridurre le perdite termiche per convezione.