



Allegato Tecnico

FORNITURA DI FORNITURA BATTERIA SCAMBIO CALORE ARIA/SALI FUSI PER IMPIANTO SPERIMENTALE PCS

Descrizione generale

Il componente ‘ (vedi disegno allegato) ha la funzione di cedere all’aria esterna la potenza assorbita dal collettore solare, raffreddando in tal modo il fluido di processo (sali fusi) fino alla temperatura richiesta per il suo rientro nel serbatoio di accumulo.

Per evitare il possibile raffreddamento dei sali al disotto della loro temperatura di solidificazione ($\sim 238\text{ }^{\circ}\text{C}$), è stata fatta la scelta di realizzare l’aerotermino ad un solo passaggio in un unico tubo, di diametro e spessore identici alle tubazioni dell’impianto (2” sch. 10, $Do = 0.0603\text{ m}$, spessore = 0.00277 m); si è voluto infatti evitare di suddividere l’intera portata su più rami in parallelo di piccolo diametro, collegati tra loro da camere di ingresso e uscita in quanto una soluzione del genere, comunemente adottata per gli aerotermini, potrebbe rappresentare un potenziale pericolo di solidificazione dei sali fusi in qualche tubo più esposto allo scambio termico con l’aria di raffreddamento a bassa temperatura. La soluzione proposta, invece, garantisce che questo fenomeno non avvenga grazie alla grande inerzia termica del fluido di processo fluente all’interno dell’unica tubazione.

La tubazione dovrà essere riscaldata elettricamente per effetto Joule, per permettere di raggiungere, all’avvio a freddo dell’impianto, temperature di parete del tubo compatibili almeno con le temperatura minima di solidificazione dei sali fluenti, pari come detto a $\sim 238\text{ }^{\circ}\text{C}$, ed evitare in tal modo all’avviamento possibili solidificazioni indesiderate. Inoltre tale riscaldamento elettrico della parete del tubo potrà essere utilizzato anche durante il funzionamento notturno di mantenimento delle condizioni calde a temperatura minima ($\sim 290\text{ }^{\circ}\text{C}$) dell’intero impianto, come garanzia che la potenza dispersa nell’aerotermino non deprima troppo la temperatura dei sali stessi.

Per ottenere la certezza dello svuotamento, quando richiesto, dell’intero componente dai sali che lo percorrono, la tubazione verrà realizzata con una pendenza dello 0,5% sulla sua intera lunghezza all’interno del componente: l’ingresso di ciascuna sezione successiva sarà cioè più basso dell’uscita della sezione precedente.

Al fine di ottimizzare le dimensioni del componente ed ottenere lo scambio termico richiesto, si dovrà ricorrere ad una tubazione alettata esternamente, con altezza delle alette pari a 0.02 m , e loro spessore e passo che possono variare a seconda delle modalità di fabbricazione del tubo alettato. Ogni zona di scambio termico sarà composta da n. 25 tratti di tubo alettato, ciascun tratto di 1.5 m di lunghezza attiva di scambio, diametro esterno $Do = 0.0603\text{ m}$ e spessore $s = 0.00277\text{ m}$, disposti su due file (rispettivamente di 13 e 12 tubi) e collegati tra loro da gomiti a 180° saldati con passo pari a 2 diametri, per una lunghezza di tubo utile allo scambio termico pari a 37.5 m , e una lunghezza totale (comprese le curve) di circa 40 m (vedi disegno allegato). Dovendo avere una pendenza verso l’uscita pari allo 0,5%, ogni tratto di tubo di 1.5 m si abbasserà di 7.5 mm nel senso del moto dei sali, mentre i gomiti che lo collegano al successivo potranno essere saldati in orizzontale (vedi disegno allegato). Le 2 piastre, anch’esse realizzate in AISI321H o 316Ti, di supporto che sorreggono i 25 tratti di tubo nei vari passaggi dovranno essere quindi forate in maniera sfalsata, per permettere a ciascun tubo di conservare la richiesta inclinazione dello 0.5% (vedi disegno allegato).

➤ *Parti meccaniche e strutturali*

L'aerotermino sarà costituito da:

- zona di scambio termico, contenente 25 tratti di tubo alettato da 1.5 m posti su due file rispettivamente di 13 e 12 tratti;
- la zona di scambio termico dovrà raccordarsi con la tubazione d'impianto (vedi disegno allegato cui far riferimento per i particolari costruttivi);

Le caratteristiche di esercizio previste per il componente sono riportate nelle tabelle 1 e 2

➤ *Coibentazione*

La batteria di scambio sarà confinata in un opportuno canale descritto nel disegno allegato.

La batteria di scambio deve essere scatolata con lamiera d'acciaio inossidabile di spessore adeguato; esso sarà isolato termicamente verso l'ambiente esterno con opportuno spessore di materiale isolante termico (vedi disegno allegato).

Il canale di collegamento in lamiera tra ventilatore e zona di scambio è descritto nel disegno allegato ed avrà una sezione che dovrà raccordare il tamburo circolare (diametro ~ 0.9 m) del ventilatore con la scatola quadrata (lato ~ 1.55 m) della zona di scambio termico, e avrà una altezza adeguata.

Non vi dovranno essere punti di continuità con la struttura in carpenteria metallica dell'impianto all'infuori della tubazione di processo.

➤ *Alimentazione elettrica del tubo e morsetti elettrici*

La potenza elettrica necessaria al riscaldamento per effetto Joule della tubazione, che costituisce il carico resistivo, sarà fornita da un apposito alimentatore elettrico in c.c. non incluso nella fornitura. Il riscaldamento elettrico del tubo per effetto Joule avverrà alimentando elettricamente il tubo tramite morsetti elettrici d'acciaio, saldati al tubo, di adeguata sezione di contatto con la tubazione (pari almeno a 5 volte la sezione di passaggio della barra di rame di adduzione della corrente) come descritto nel disegno allegato. La lunghezza di detti morsetti sarà definita in fase di progetto in funzione degli ingombri della coibentazione del componente. La continuità tra morsetti e barraggio in rame, proveniente dall'alimentatore elettrico, sarà assicurata da raccordi flessibili di alluminio fissati con bulloni trattati di adeguata sezione **inclusi nella fornitura**.

Tali morsetti saranno posti alle estremità di ingresso e di uscita e al centro della lunghezza della tubazione, ottenendo così due rami posti elettricamente in parallelo

Ogni ramo, lungo ~ 20 m, presenterà una resistenza, a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, pari a $\sim 38.62 \cdot 10^{-3}$ W, cui corrisponde una resistenza elettrica totale dei 6 rami in parallelo di $6.437 \cdot 10^{-3}$ W, con una potenza elettrica totale, per una tensione applicata di 30 V, di ~ 140 kW.

Poiché il tubo sarà percorso da corrente elettrica, dovrà essere impedito il contatto elettrico dei tratti di tubo con le piastre di supporto: questo dovrà essere ottenuto, ad esempio, impiegando manicotti isolanti di materiale ceramico o similare, posti all'interno dei fori di passaggio sulle piastre di supporto, o con qualsiasi altro metodo che garantisca e permetta sia il completo isolamento elettrico tubo - piastra che nello stesso tempo l'espansione radiale e longitudinale del tubo per dilatazione termica.

Tabella 1 - Caratteristiche di esercizio del componente

Funzione	Raffreddamento sali fusi tramite flusso aria forzato	
Collegamento con impianto	Aerotermo in linea con l'impianto	
Luogo installazioni	Esercizio in piazzale sotto tettoia	
Basamento	Piazzale in cemento armato non rifinito	
Descrizione luogo installazione	La scelta dei materiali e delle procedure di assemblaggio dovranno essere operate in maniera tale da considerare che la macchina opererà sotto tettoia	
Condizioni di esercizio		
	Lato tubi	Lato mantello
Fluido	sali fusi	Aria ambiente
Stato fisico	Liquido	Aeriforme
Configurazione	Cross-flow a tubi alettati	
Diametro tubi:	2" SCH.10 (60.3mm - sp.2.77mm)	
Attacchi:	flangia ring joint disposte come disegno allegato	
Complementari inclusi nella fornitura		
<ul style="list-style-type: none">• Coibentazioni		
<ul style="list-style-type: none">• Cassa legno di contenimento batteria di scambio termico		
<ul style="list-style-type: none">• Raccordi flessibili di alluminio fissati con bulloni trattati di adeguata sezione di collegamento tra morsetti elettrici e barraggio in rame proveniente da cabina elettrica.		
<ul style="list-style-type: none">• Morsetti elettrici (AISI 304 o 430) descritti in disegno allegato		
<ul style="list-style-type: none">• Isolatori elettrici necessari per garantire l'isolamento elettrico tra batteria di scambio termico e piastre supporto.		
<ul style="list-style-type: none">• Trasporto presso CR ENEA Casaccia.		
<ul style="list-style-type: none">• Documentazione Welding Book, Certificato prova di pressione, WPS, Certificato materiali, Disegni di dettaglio		
Test accessori richiesti		
Sulle saldature delle tubazioni dovranno essere eseguiti i seguenti CND: 100 % VT; 20%LT		
Il componente sarà progettato, realizzato, collaudato e certificato secondo le norme vigenti ad esso applicabili; dovrà essere pertanto fornito corredato convenientemente di tutta la documentazione necessaria.		

Tabella 2 - Caratteristiche di progetto del componente

Fluido	Tipo	miscela di sali (60% nitrato di sodio + 40% nitrato di potassio)	aria ambiente
	Stato fisico	liquido	gas
Portata, kg/s		2 / 7 (min/max)	0 / 12 (min/max)
Pressione, kPa		1000	100
Temp. ingresso (min/max), °C		320 / 550	20
Temp. uscita (min/max), °C		290 / 495	45 (uscita canalizzazione)
Numero di passaggi		1	1
Superficie di scambio totale, m ²		Tubo nudo	~ 7.1
		Tubo alettato	~ 47
Potenza max scambiata, kW		500	

Caratteristiche meccaniche

Pressione di progetto, kPa		1000	150
Temperatura di progetto, °C		600	300
Materiali	Tubi	AISI 321 H o AISI 316 Ti	
	Scatolato	AISI 304 o AISI 430	

Caratteristiche elettriche

Numero morsetti elettrici	4
Potenza elettrica max in c.c., kW	140
Tensione elettrica, V	0 ÷ 30
Corrente elettrica max, A	4667
Potenza max di ciascun motore accoppiato ai ventilatori, kW	10