Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS – LP3 - 060	L	1	7

Titolo

Verbale montaggio e riempimento polveri HX impianto HELENA.

Descrittori

Tipologia del documento: **Specifica Tecnica di Componente**

Collocazione contrattuale: Accordo di programma ENEA-MSE: tema di ricerca "Nuovo nucleare da fissione"

Argomenti trattati: Tecnologia dei Metalli Liquidi
Impianti Meccanici
Scambio del calore

Sommario

Il presente documento descrive le procedure di montaggio dello scambiatore di calore (HX) dell'impianto HELENA ed il riempimento del gap di polvere

Note

Autori: I. Di Piazza, M. Granieri, M. Tarantino

Copia n. **In carico a:**

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	18/09/2012	NOME	I. Di Piazza	A. Del Nevo	M. Tarantino
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

INDICE

1. INTRODUZIONE 3
2. PROCEDURA DI MONTAGGIO 3
3. PROCEDURA DI RIEMPIMENTO DELLE POLVERI NEL GAP 5
4. ALLEGATI 7

1. INTRODUZIONE

In questo breve verbale viene documentata la procedura di montaggio e riempimento polveri dello scambiatore di calore per l'impianto HELENA. La responsabilità e l'esecuzione delle procedure è a carico della ditta fornitrice e viene supervisionata dall'ENEA.

2. PROCEDURA DI MONTAGGIO

Lo scambiatore è stato progettato e realizzato da SRS su progetto concettuale ed indicazione dell'ENEA, come parte dell'impianto a metallo liquido pesante HELENA.

Il corpo esterno dell'HX e stato realizzato con piastra in AISI316L da 32 *mm* di spessore calandrata con macchina a rulli con saldatura di chiusura a TIG, e riempimento con saldatura ad arco sommerso (filo continuo).

Le piastre tubiere inferiore e superiore in AISI316L sono state maggiorate, rispetto al progetto originario, nello spessore, portando quest'ultimo de 40 *mm* a 54 *mm* per avere maggiori margini dal punto di vista della resistenza termomeccanica.

La pressione dell'acqua lato mantello dello scambiatore è stata mantenuta a 100 bar, come stabilito. Per superare la verifica a instabilità dei tubi esterni, e mantenere un gap nominale di 2.45 *mm*, è stata effettuata la seguente scelta sulle dimensioni dei tubi:

- ✓ per i tubi esterni un 3" S80 (De=88.90 *mm*, *s*=7.62 *mm*);
- ✓ per i tubi interni un 2.1/2" S80 (De=73.02 *mm*, s=7.01 *mm*) lavorato per asportazione di truciolo sul diametro esterno per ridurre lo spessore di 2.13 *mm*, portandolo a *s*=4.88 *mm*, in modo da mantenere il gap di polvere tra tubo interno ed esterno al valore nominale di 2.45 *mm*.

Questa soluzione sul tubo interno comporta, rispetto alla originale scelta del 2" schedula 40, una riduzione delle spessore del tubo interno da 5.16 *mm* (S40) a 4.88 *mm* (S80 lavorato). Questa piccola variazione non compromette la resistenza meccanica ai carichi di progetto.

I tubi esterni sono stati saldati alle piastre con procedimento TIG, ponendo lo scambiatore in posizione orizzontale.

Sui tubi interni, a 200 *mm* dall'estremità, sono stati saldati tre tondini da Ø 2 *mm* lunghezza 15 *mm* posti a 120° tra loro, con funzione di distanziatore tra tubo interno ed esterno. Ad ogni tubo interno nelle parte "bassa" in prossimità della piastra inferiore del mantello sono state applicate due strisce di nastro adesivo grafitato per un' altezza pari a 25 *mm* per striscia (50 *mm* in totale) in modo da creare un' interferenza con l'interno del tubo da 3" impedendo alla polvere che verrà inserita nell' intercapedine tra i due tubi di fuoriuscire. Si è proceduto quindi all'inserimento dei tubi interni con forzatura della guarnizione grafitata.

Una volta posizionati tutti i tubi interni, è stata posizionata con tre distanziali la piastra tubiera inferiore a cui, in questa fase, vengono "puntati" i tubi interni.

Lo scambiatore viene messo quindi nella posizione verticale, come mostrato in figura 1. I tubi interni vengono centrati rispetto a quelli esterne con dei distanziali di rame da Ø 0.25. Questi distanziali vengono rimossi quando si completa il riempimento delle polveri.

Figura 1 HX montato in posizione verticale.

3. PROCEDURA DI RIEMPIMENTO DELLE POLVERI NEL GAP

Tra tubo interno ed esterno dell'HX vi è un intercapedine che deve venire riempita con polvere di acciaio per garantire le corrette condizioni di scambio termico previste in fase di progetto. Per maggiore chiarezza si riportano, in tabella 1, i diametri interni ed esterni dei tubi, indicando ad esempio con $D_{i,EXT}$ il diametro interno del tubo esterno e con $D_{e,INT}$ il diametro esterno del tubo interno. Il valore nominale del gap da riempire tra tubo interno ed esterno è di 2.45 *mm*. Tuttavia occorre notare che tale valore nominale è soggetto ad una notevole incertezza, per via della tolleranza sullo spessore del tubo esterno. Mentre infatti il tubo interno è lavorato alle macchine utensili sulla superficie esterna, con una tolleranza molto bassa, per ottenere uno spessore finale del tubo di 4.88 *mm*, il tubo esterno soffre di una tolleranza di trafilatura sullo spessore dell'intera trafila pari al 12%, cioè di circa 0.9 *mm*. Ciò porterebbe ad una incertezza teorica sulle dimensioni del gap pari al 30%.

Tabella 1 Diametri dei tubi dell'HX

$D_{i,INT}$	59.00 *mm*
$D_{e,INT}$	68.76 *mm*
$D_{i,EXT}$	73.66 *mm*
$D_{e,EXT}$	88.90 *mm*

Tuttavia, va considerato che i 7 tubi esterni in questione sono facenti parte dello stesso lotto, e risulteranno quindi tra loro molto simili, essendo la tolleranza del 12% riferita all'intera trafila. Rimane vero che il gap potrebbe essere diverso da quello nominale, anche se molto simile tra le varie coppie di tubi.

La polvere di acciaio AISI316L è risultata avere, da operazioni di peso su un volume noto, una densità reale ρ=3537 kg/m^3 pari al 45% della densità teorica dell'acciaio ρ_0=7860 kg/m^3; ciò equivale ad una porosità p=1-0.47=0.55.

Considerando che la lunghezza attiva L dello scambiatore è pari a 2.075 *m*, e che si deve considerare nel riempimento anche lo spessore della flangia superiore (54

mm), escludendo i 4 *mm* tra la guarnizione di tenuta e la fine della zona attiva in basso, si ha una lunghezza totale da riempire pari a L_{tot}=2.133 *m*.

Il volume totale nominale del gap da riempire per ciascun tubo è quindi stimabile come $V_{nom,gap}$=1.169 *l*, per una massa totale $M_{nom,gap}$=4.13 *kg*.

La procedura di riempimento è consistita nel pesare una quantità di polvere pari a 4.3 *kg* per ciascun tubo, e poi procedere con il riempimento del gap di ciascun tubo tramite un tubicino flessibile di piccole dimensioni attraverso cui far defluire la polvere. Durante il riempimento di ciascun gap, il tubo interno veniva fatto vibrare allo scopo di compattare la polvere in tutta la lunghezza ed evitare la formazione di vuoti.

In figura 2 è mostrata un immagine esemplificativa di tale fase. Quando l'intercapedine veniva riempita sino all'orlo, la quantità residua di polvere veniva pesata, ed in questo modo si poteva determinare il quantitativo inserito nel gap.

In tabella 2 sono riportate le quantità di polvere relative ad ogni tubo. Le differenze sono attribuibili alle differenze nel volume del gap tra un tubo e l'altro e rispetto al valore nominale, dovute alla tolleranza sullo spessore del tubo esterno, più che ad una inadeguatezza o imprecisione della procedura di riempimento.

Dalla tabella 1 si evince come il valore medio sulla quantità di polvere introdotta in ogni tubo sia pari a 3.9 kg, e di conseguenza lo scarto medio per ogni tubo è inferiore al 3%.

Si ritiene dunque il riempimento correttamente eseguito e compatibile con le prestazioni termiche nominali dello scambiatore.

Figura 2 Fase del riempimento del gap con polvere di acciaio.

Tabella 2 Quantità di polvere inserite nei 7 tubi.

TUBO A	TUBO B	TUBO C	TUBO D	TUBO E	TUBO F	TUBO G
3.8 *kg*	4.0 *kg*	3.9 *kg*	3.9 *kg*	3.9 *kg*	3.9 *kg*	3.8 *kg*

4. ALLEGATI

1. Certificato relativo ai tubi adottati
2. Disposizione Tubi

FAIL
FORNITURE INDUSTRIALI

S.S. Pontina KM. 81,725
04016 -SABAUDIA (LT)

Tel (0773)50300 r.a. -Fax (0773)50743
http://www.fail.it e-mail info@fail.it

Cod. Fis./P.IVA 01518990591
R.E.A. N° 94562
Isc. Reg. Impr. Latina 01518990591
Cap. Soc. euro 1.500.000,00

UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO N. 9190

Cliente: - Customer : **MARLUSI S.R.L. UNIPERSONALE**
STRADA COLLE D'AL
4010 B.GO SAN DONATO
LT

Certificato N - Certificate n : **1299** del 05/07/2012

Ordine N - Order : ORD.13

Bolla N - Delivery note : 3314 del 05/07/2012

Norma di collaudo - Norm of test : EN 10204/3.1 - DIN 50049/3.1

CERTIFICATO ANALISI CHIMICHE E PROVE MECCANICHE
CERTIFICATE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL TEST

DESCRIZIONE DEL MATERIALE
PRODUCT DECRIPTION

	DESCRIZIONE ARTICOLO	Q.TA	COLATA	MATERIALE	ACCIAIERIA
1	"TUBO INOX SS ASTM A312 TP316L/1.4404 SCH. 80 2.1/2"""	24	HDJ05-114	316L	HUAGANG
2	"TUBO INOX SS ASTM A312 TP316L/1.4404 SCH. 80 3"""	18.06	Y81057	TP 316L	CHINA STEEL UNITED

COMPOSIZIONE CHIMICA
CHEMICAL COMPOSITION

	%C	%SI	%Mn	%S	%P	%Ni	%Cr	%Mo	%Al	%N	%Cu	%Ti	%V	%Ni	C.EQ
1	0,02	0,52	1,36	0,01	0,03	10,11	16,43	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,21	0,59	0,86	0,00	0,04	10,04	16,72	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

PROVE MECCANICHE
MECHANICAL TEST

	ROTT	SNER	ALLU	CONT	DURE
1	605,00	220,00	60,00	0,00	0
2	560,00	245,00	62,00	0,00	0

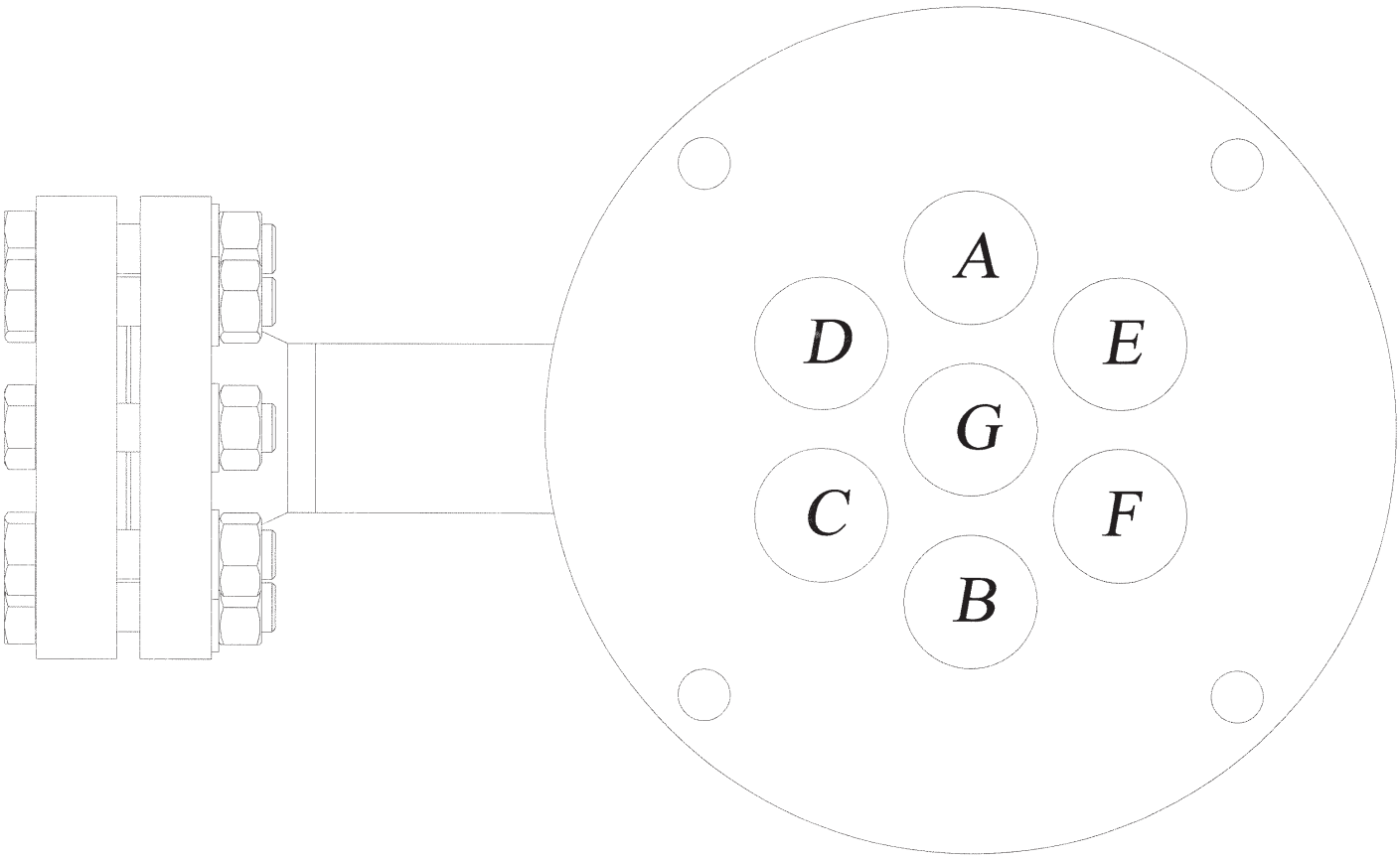
RESILIENZA
RESILIENCE

	TIPO	R1	R2	R3	MEDIA	C°
1						
2						

FAIL S.p.a.

Tutti gli articoli sopra riportati hanno superato il controllo dimensione e visivo.I dati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche corrispondono fedelmente al certificato inviato dal fabbricante del materiale base e/o del laboratorio che ha effettuato le prove

All the items passed with positive results the visual and dimensional ispection. Chemical composition and mechanical characteristics correspond to the manufacturer's certificate and or to the certificate issued from testing laboratories



Disposizione tubi scambiatore