

Gli heat pipe applicati ai sistemi di condizionamento estivo

Negli ultimi anni, **la domanda di elettricità nel periodo estivo ha raggiunto picchi estremi per l'uso eccessivo dei tradizionali condizionatori d'aria**, fino a causare talvolta dei black out della rete elettrica. Per ovviare a ciò, **è necessario sfruttare**, con il massimo rendimento ottenibile, **l'energia solare producendo acqua calda** a temperature superiori ai 100°C **attraverso il progetto e lo sviluppo di prototipi e di componenti innovativi per diverse tipologie di impianti di [Solar Cooling](#)**, portando così un contributo significativo all'allargamento della diffusione di questo tipo di impianti ed al miglioramento delle efficienze dei singoli componenti.



| | |
|---------------|-----------------------------|
| Fig 1: | Principio del Solar Cooling |
|---------------|-----------------------------|

Il solar cooling (fig.1) si basa sulla produzione di freddo a partire da una sorgente di calore. In sintesi il sole irraggia energia che viene assorbita dai collettori (o pannelli) solari; la produzione del freddo avviene per mezzo di macchine frigorifere che

vengono alimentate con l'acqua calda prodotta dai collettori solari; il fluido freddo termovettore, acqua o aria, a seconda del tipo di macchina viene impiegato per il condizionamento degli ambienti.

Principio di funzionamento degli heat pipe

I Collettori solari del tipo heat pipe utilizzano la radiazione solare per produrre acqua calda a mezzo di speciali tubi in vetro sottovuoto che convertono la radiazione solare in calore e lo trattengono grazie al vuoto creato al loro interno.

L'energia raccolta dal tubo in vetro viene trasferita sulla lamiera termoconduttrice presente all'interno e successivamente all'Heat-Pipe. Il liquido contenuto all'interno dell'Heat-Pipe evapora a basse temperature in virtù del vuoto preventivamente creato.

Il vapore che giunge al condensatore cede il calore al liquido che circola all'interno del collettore e condensando precipita nella parte inferiore per poi riprendere il processo di vaporizzazione.

Un collettore solare del tipo heat-pipe a tubi evacuati si compone essenzialmente dei componenti di seguito descritti:

- **TUBI EVACUATI:** si tratta di tubi di vetro a doppia parete dove all'interno dello stesso viene praticato il vuoto: il sigillo sottovuoto viene effettuato con una lega metallica (boro-silicio) speciale tramite termocompressione. La necessità di operare sottovuoti risiede nella possibilità di ottenere in tal modo evaporazione con temperature inferiori ai 100°C.

- **ASSORBITORE:** è realizzato con un rivestimento ad alta selettività al nitrato di alluminio Al-N/Al ed alette di alluminio

- **HEAT PIPE:** è un tubo in rame avente diametro esterno pari a 8 mm. Al suo interno viene praticato il vuoto prima che lo stesso venga riempito con una precisa quantità di fluido

termovettore.

- **COLLETTORE:** è realizzato in rame e il numero di attacchi è funzione della potenza termica per che il pannello dovrà garantire.

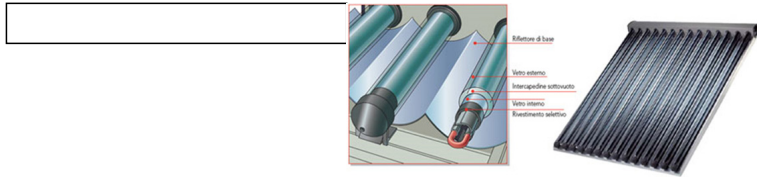


Fig 2: Principali componenti di un collettore sottovuoto

Il tipo più semplice di heat-pipe è quello “wickless”. L'heat pipe è molto efficiente nel trasferire calore, molto più di un condotto di rame pieno con la stessa sezione. Sono stati registrati flussi di calore maggiori di 230 MW/m^2

2

.

L'impianto sperimentale TOSCA e l'attività sperimentale

L'impianto sperimentale TOSCA (Thermalfluid-dynamics Of Solar Cooling Apparatus) è stato progettato e sviluppato presso il Laboratorio di Termofluidodinamica dell'Unità Tecnica UTTEI del C.R. Casaccia dell'ENEA.

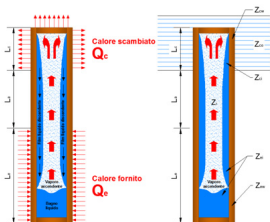


Fig 3: Schema di funzionamento di un heat-pipe "Wick"

Lo scopo principale dell'impianto TOSCA è lo studio dello scambio termico, ai fini di migliorare le prestazioni,

di un heat pipe a tubo evacuato

. Nella presente attività, l'heat pipe è riscaldato per effetto joule e raffreddato con un fluido (acqua) che scorre all'interno di un collettore in cui è inserita la parte condensante dell'heat pipe stesso. Lo scambio termico avviene, quindi, tra la superficie esterna dell'heat pipe ed il fluido che passa attraverso il collettore in convezione forzata senza cambiamento di fase.

Il layout dell'impianto TOSCA (fig. 4) mostra i principali componenti dell'impianto, mentre la fig. 5 ne mostra una visione d'insieme .

La scelta del fluido di lavoro da utilizzare nella campagna sperimentale, nel ramo secondario, è ricaduta sull'acqua per la sua semplicità di utilizzo.

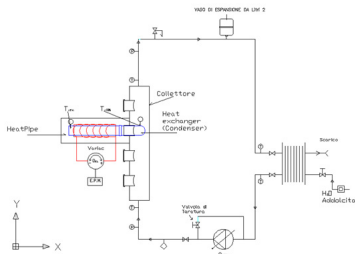
I test sono stati eseguiti secondo la seguente procedura:

1) **Per mezzo di una resistenza elettrica**, distribuita lungo tutto l'heat pipe, a meno della parte finale dove avviene la condensazione, è ceduta una potenza **NOTA e VARIABILE** all'heat pipe;

2) **Il condensatore è immerso in una tubazione attraversata da acqua** avente portata e temperatura in ingresso note. In questo modo viene asportato calore dal condensatore ed è possibile, misurando la temperatura a valle dello scambio con l'heat pipe e conoscendo portata e temperatura a monte dello stesso, verificare la potenza termica asportata che dovrà essere prossima alla potenza elettrica fornita;

3) **Il condensatore e l'evaporatore sono dotati di sonde di temperatura a contatto**, in modo da poter rilevare l'andamento della temperatura nel tempo. E' installata anche una sonda a contatto sulla coibentazione del collettore, per valutare le perdite di calore attraverso la coibentazione stessa;

Dalla campagna di prove sperimentali effettuata è emerso che **la natura del liquido di riempimento** (e quindi le sue proprietà termofisiche) **è sicuramente un parametro fondamentale** (se non il più importante) **per il corretto funzionamento del dispositivo**



| | | | |
|---------------|--------|-------|----------------|
| Fig 4: | Layout | dell' | impianto TOSCA |
|---------------|--------|-------|----------------|

Inoltre assume grande importanza il grado di riempimento dell'heat pipe, in quanto è emersa una grande variazione della potenza termica scambiata al variare di questo parametro (in particolare, la potenza termica scambiata decresce all'aumentare del grado di riempimento oltre un certo valore).



Fig 5: Visione d'insieme dell'impianto TOSCA

Complessivamente i risultati ottenuti, oltre che essere in linea con i dati presenti in letteratura, **mostrano che le performance del dispositivo migliorano agli alti valori del carico termico:** risulta quindi indispensabile ottimizzare il più possibile il sistema di captazione e di trasferimento dell'energia solare dal pannello solare a tubi evacuati all'heat pipe.