

L'impianto HETNA

L'impianto HETNA (Hydraulic Experiments on Thermo-mechanical of Nanofluids) è una facility di ricerca molto flessibile, che consente di effettuare test di scambio termico con liquidi. L'impianto è costituito da due circuiti identici che possono funzionare simultaneamente nelle medesime condizioni di lavoro.

La facility è stata realizzata inizialmente per lo studio sperimentale dell'affidabilità dei nanofluidi nelle applicazioni industriali. L'impianto permette di effettuare la misura e il confronto diretto dello scambio termico tra fluidi differenti in monofase, mentre una seconda linea, alternativa, è dedicata allo studio dell'erosione/corrosione e abrasione. Sottoponendo i componenti al flusso continuo dei due fluidi per tempi lunghi (anche settimane) in condizioni stazionarie, si può misurare il danneggiamento della superficie e la variazione delle caratteristiche del fluido, correlandole alle condizioni fisiche della prova (tipo di particelle e loro concentrazione, velocità di impatto, temperatura).



Figura 1 Circuiti gemelli dell'impianto HETNA: il circuito in primo piano è quello dedicato alle prove con fluido base, il circuito in secondo piano è quello dedicato alle prove con nanofluido e dotato di una struttura di protezione e cappa aspirante.

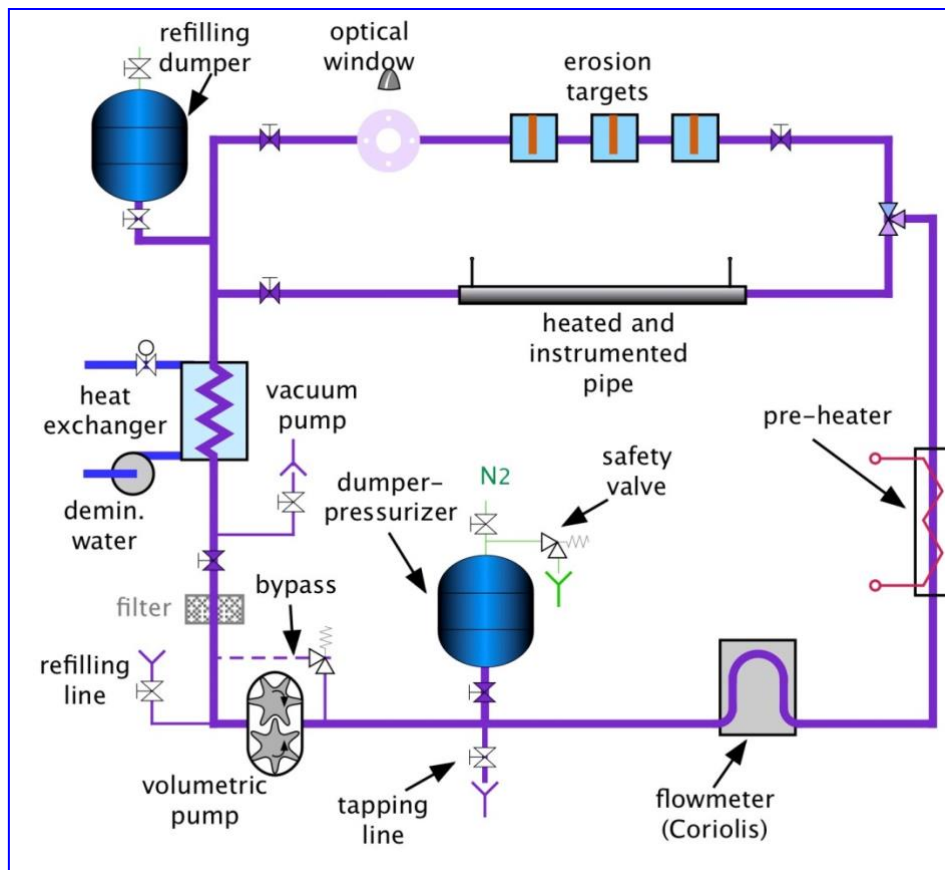


Figura 2 Diagramma schematico dei circuiti di prova per test di scambio termico ed erosione/corrosione

Come funziona

I componenti principali di ciascun circuito sono:

- Pompa volumetrica (portata massima di 230 l/h e controllo remoto), ingranaggi in PTFE e fibra di carbonio, $T_{max}=120^{\circ}C$ per funzionamento continuo.
- Misuratore di portata Coriolis.
- Preriscaldatore (potenza fino a 2.5 kW con alimentazione 0-220V).
- Scambiatore compatto per raffreddare il fluido prima della pompa.
- Alimentatore in corrente continua da 15 kW per la sezione di prova.
- Termocoppie per il monitoraggio della temperatura.

L'alimentazione del preriscaldatore e la velocità della pompa sono regolati dal sistema di controllo automatico per mantenere rispettivamente la temperatura d'ingresso e la portata ai valori imposti.

Ulteriori applicazioni

L'impianto HETNA ha subito diverse modifiche (sostituzione della sezione di prova) per consentire di eseguire studi relativi all'ottimizzazione dello scambio termico rispettivamente in:

- serbatoi d'accumulo termico per impianti di solar heating and cooling;
- pacchi batteria per applicazioni veicolari e applicazioni di storage stazionario.

La struttura flessibile dei loop consente, difatti, di modificarli per poter studiare problematiche di scambio termico di diversa natura, con liquidi in monofase.

I test relativi ai serbatoi d'accumulo hanno riguardato l'analisi del comportamento di uno dei tubi di PCM (Phase Change Material) inseriti nel serbatoio, per verificarne la rapidità nella risposta alle variazioni della temperatura dell'acqua. Nel loop sperimentale, modificato come in Figura 3, è stata ricreata una geometria equivalente a quella del sottocanale relativo ad un tubo di PCM del serbatoio in esame. L'acqua scorre nell'anulo a diverse velocità e la temperatura in ingresso (T_i) viene fatta variare dai 20 agli 85°C con un gradiente di temperatura che va dai 5 ai 600°C/h.

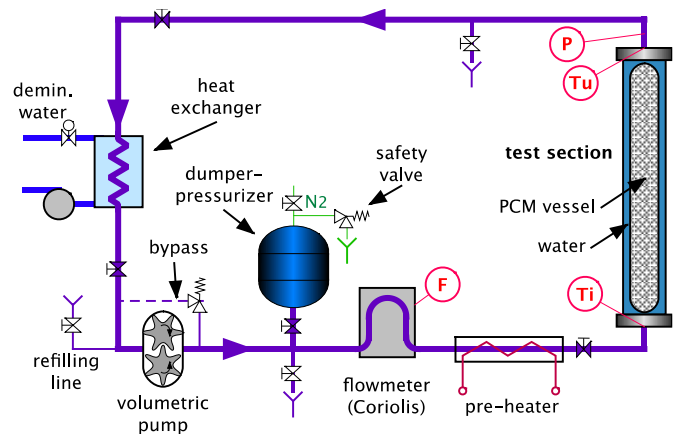


Figura 3 loop dell'impianto HETNA modificato per lo svolgimento di test su serbatoi d'accumulo termico con PCM

I test relativi allo studio di sistemi di Thermal Management per batterie agli ioni di Litio sono stati eseguiti con fluidi dielettrici in contatto diretto con le celle, oppure con acqua a contatto indiretto (l'acqua scorre in serpentine). La sezione di test è costituita da un contenitore per alloggiare le celle (se il raffreddamento è per contatto diretto con il liquido) o per collegare i tubi di circolazione (se invece si provano sistemi quali cooling plates, serpentine ecc.), con termocoppie per la misura della temperatura del liquido in ingresso e in uscita. I test sono stati svolti su 4 celle a bustina distanziate tra loro 3 mm, connesse in serie e monitorate con termocoppie sulla superficie. Lo schema d'impianto è mostrato in Figura 4.

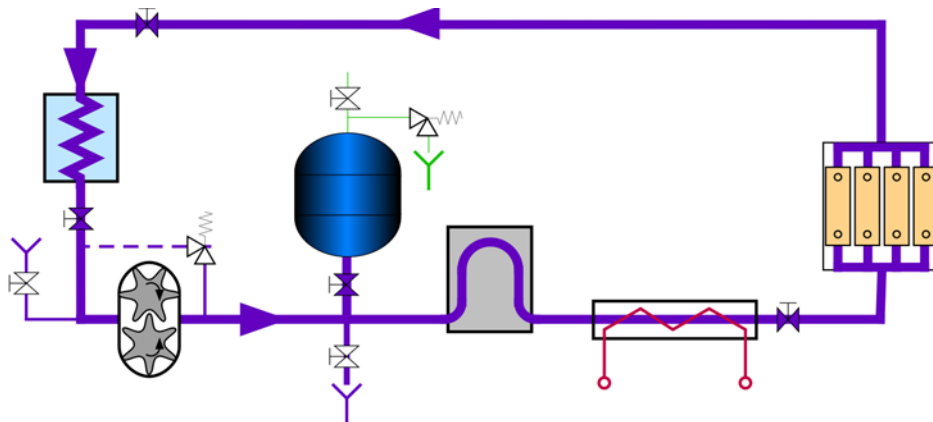


Figura 4 loop dell'impianto HETNA modificato per lo svolgimento di test su pacchi batteria

Attività in corso

Attualmente il sistema è impiegato per prove di raffreddamento di un simulatore hardware in grado di riprodurre il comportamento termico di batterie agli ioni di Litio. In particolare, sono in corso test con fluidi dielettrici per valutare l'efficacia di rimozione del calore anche durante condizioni di utilizzo onerose delle celle, prossime a quelle di abuso.

Le attività sono svolte in parallelo anche sull'impianto BACO.

Attività future

L'impianto potrà essere utilizzato per la sperimentazione su altri componenti/sistemi che necessitano di essere raffreddati con fluidi in monofase. La sezione di prova può essere facilmente modificata/sostituita e le condizioni di funzionamento possono essere variate in tempo reale.