

DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE INDUSTRIALE

avente per titolo:

Sistema di accumulo di energia a cambio di stato con soluzione acqua - ammoniacca

a nome della società **Meccanio Srl** con sede in Pomezia (RM), in Via della Solfarata, 130.

L'invenzione si riferisce ad un sistema di accumulo di energia a cambio di stato, nel quale l'energia meccanica fornita ad un compressore/motore reversibile (5) viene utilizzata per comprimere vapori di ammoniacca (12) e farli condensare all'interno di un serbatoio ad alta pressione (1). L'energia immagazzinata viene poi recuperata in un secondo momento facendo evaporare l'ammoniaca liquida (2), e facendola espandere nel compressore/motore (5) funzionante adesso da motore, producendo lavoro meccanico, per poi essere rilasciata in un serbatoio a bassa pressione (3) dove essa si scioglie in una soluzione liquida (4) di acqua e ammoniacca.

STATO DELLA TECNICA

L'ammoniaca trova molte applicazioni come fluido di lavoro nelle macchine termodinamiche, sia motrici (ad esempio turbine) che operatrici (per esempio pompe di calore). Le particolari proprietà delle soluzioni acqua - ammoniacca inoltre fanno sì che tali miscele vengano

impiegate, oltre che nelle pompe di calore ad assorbimento, anche in diverse altre applicazioni, quali nei processi termodinamici e nelle macchine descritti nei brevetti britannici 2 098 666 di Kalina e 2 411 699 di Turner, nel brevetto statunitense 4,622,820 di Sundquist, e nel brevetto internazionale WO 2005/083247 di Ruggieri et al. Anche nei brevetti cinesi CN102538534 e CN102312686 viene utilizzata ammoniaca come fluido di lavoro. L'ammoniaca liquida è stata inoltre utilizzata per immagazzinare energia meccanica destinata alla propulsione di veicoli su rotaia (tram) nelle invenzioni di Lamm oggetto dei brevetti statunitensi 105,581 , 121,527 e 124,495 che hanno rappresentato il punto di partenza per la presente invenzione. In particolare, il sistema inventato da Lamm consiste in un serbatoio ad alta pressione contenente ammoniaca anidra liquida, che viene fatta evaporare ed espandere in un motore per poi essere disciolta in una soluzione di acqua e ammoniaca contenuta in un serbatoio a bassa pressione. Mentre tuttavia il sistema di Lamm può funzionare solo da motore, essendo necessario, dopo l'utilizzo, estrarre l'ammoniaca anidra dalla soluzione di acqua e ammoniaca con mezzi esterni, il sistema oggetto della presente invenzione ha un funzionamento reversibile, potendo

esso assorbire energia meccanica ed impiegarla per rigenerare ammoniaca liquida pressoché anidra, ad alta pressione. Ciò è stato sostanzialmente ottenuto rendendo ermetico e del tutto privo di aria anche il serbatoio a bassa pressione, contenente la soluzione di acqua e ammoniaca. **Un sistema reversibile che presenta delle analogie con la presente invenzione, ma che è basato su un principio di funzionamento diverso, è quello brevettato da Mierisch et al. con il brevetto statunitense US 2013/0118170 A1, nel quale un compressore/motore reversibile viene utilizzato per immagazzinare energia prelevando vapore da un serbatoio contenente liquido saturo, comprimendolo e facendolo ricondensare in un serbatoio a temperatura superiore e quindi anche pressione superiore; l'energia viene poi riestratta con il processo inverso: il vapore ad alta pressione proveniente dal serbatoio ad alta temperatura viene fatto espandere, producendo lavoro meccanico, e poi scaricato nel serbatoio a più bassa temperatura e bassa pressione, dove ricondensa. Dunque, l'invenzione di Mierisch et al. richiede, per poter immagazzinare energia, una differenza di temperatura tra i due serbatoi di accumulo, mentre nella presente invenzione i due serbatoi di accumulo sono in equilibrio termico tra loro, alla stessa temperatura, e la differenza di**

pressione è dovuta alla diversa composizione dei liquidi: il serbatoio ad alta pressione contiene ammoniaca con una percentuale minima di acqua, mentre il serbatoio a bassa pressione contiene una soluzione diluita di acqua ed ammoniaca.

DESCRIZIONE DEL TROVATO

Con riferimento ai disegni allegati,

- la Fig. 1 è una rappresentazione schematica del sistema nella sua forma più semplice;
- la Fig. 2 è una rappresentazione schematica del sistema in una versione migliorata, nella quale il serbatoio ad alta pressione è costituito da più serbatoi indipendenti;
- la Fig. 3 è una particolare realizzazione del sistema rappresentato in Fig. 2, nella quale il compressore/motore reversibile (5) è del tipo volumetrico alternativo a pistoncini.

Con riferimento alle Fig. 1-3, il sistema oggetto della presente invenzione è costituito da: uno o più serbatoi ad alta pressione (1), contenenti ammoniaca liquida (2) pressoché anidra, in equilibrio termodinamico con vapore di ammoniaca (11) ad alta pressione; un serbatoio a bassa pressione (3), realizzato in modo da scambiare facilmente calore con i serbatoi ad alta pressione (1), e contenente una soluzione liquida (4)

di acqua e ammoniaca in equilibrio termodinamico con vapore di ammoniaca (12) a bassa pressione; un compressore/motore reversibile (5) collegato per mezzo di un condotto (6) ai serbatoi ad alta pressione (1), e collegato per mezzo di un condotto (7) al serbatoio a bassa pressione (3). I serbatoi (1) e (3) devono essere ermetici per il buon funzionamento del sistema: a tale scopo, si può ricorrere a tenute statiche tra il sistema e l'ambiente esterno; nel caso in cui il compressore/motore (5) sia volumetrico a pistoncini, come nella realizzazione rappresentata in Fig. 3, le parti mobili che collegano il sistema con l'esterno, quali la biella del pistone e gli steli delle valvole, sono dotati preferibilmente di tenute statiche quali i soffiotti (10) mostrati in Fig. 3. Infine, con riferimento alle Fig. 2 e 3, ogni serbatoio ad alta pressione (1) è dotato di una valvola superiore (8) di collegamento con il condotto (6), e di una valvola inferiore (9) di collegamento diretto con il serbatoio (3), la quale ultima viene utilizzata solo per scaricare il liquido residuo dal serbatoio (1) quando l'ammoniaca liquida (2) in esso contenuta è stata utilizzata quasi completamente. Con riferimento alla Fig. 3, il funzionamento del sistema è descritto in dettaglio di seguito. Per immagazzinare energia nel

sistema, occorre fornire lavoro meccanico al compressore/motore (5), che in questo caso funziona da compressore ed aspira il vapore di ammoniaca a bassa pressione (12) dal serbatoio (3) attraverso il condotto (7), comprimendolo e rilasciandolo, attraverso il condotto (6) e l'unica valvola (8) aperta, nel serbatoio (1), dove esso condensa, facendo salire il livello dell'ammoniaca liquida (2). Quando il serbatoio (1) è completamente pieno di liquido (2), si chiude la sua valvola (8) e si passa a riempire un altro serbatoio (1), aprendo una diversa valvola (8). Per estrarre l'energia immagazzinata si procede invece come segue: si fa funzionare il compressore/motore (5) da motore, alimentandolo con vapore di ammoniaca (11) ad alta pressione, proveniente dal serbatoio (1) attraverso la valvola aperta (8) ed il condotto (6). Il vapore (11) espandendosi cede quindi la sua energia al motore (5), dopodiché il vapore stesso ormai a bassa pressione viene scaricato attraverso il condotto (7) nel serbatoio (3), dove esso condensa, facendo salire il livello della soluzione liquida (4) di acqua e ammoniaca nel serbatoio (3); nello stesso tempo, il livello dell'ammoniaca liquida (2) nel serbatoio (1) in uso scende a causa dell'evaporazione della stessa: quando tale livello è molto basso, la piccola

percentuale di acqua in soluzione nell'ammoniaca liquida (2) comincia a salire, poiché ad evaporare è quasi solo l'ammoniaca, mentre l'acqua resta liquida. Aumentando il tenore di acqua in soluzione nell'ammoniaca liquida (2) residua, si abbassa la pressione, dunque il serbatoio (1) ad un certo punto può considerarsi esaurito. E' a questo punto che conviene scaricare completamente il liquido residuo (2) dal serbatoio (1), aprendo brevemente la valvola di scarico (9) e riversando il liquido residuo nel serbatoio (3). Dopo aver effettuato tale operazione, il serbatoio (1) risulta privo di liquido e si possono chiudere entrambe le sue valvole (8) e (9), in attesa di una successiva fase di ricarica. Per continuare ad estrarre energia dal sistema, si passa quindi ad un altro serbatoio (1) contenente ancora ammoniaca liquida (2), aprendo la corrispondente valvola (8). In tutto questo, è necessario che ci sia un ottimo scambio termico tra i serbatoi (1) ed il serbatoio (3), in modo che il calore prodotto dalla condensazione dell'ammoniaca in un serbatoio sia trasmesso facilmente all'altro serbatoio, dove è richiesto calore per l'evaporazione. Le trasformazioni termodinamiche devono avvenire quanto più possibile in modo reversibile.

RIVENDICAZIONI

1. Un sistema di accumulo di energia a cambio di stato, composto da uno o più serbatoi ermetici ad alta pressione (1) contenenti ammoniaca liquida (2) pressoché anidra in equilibrio con il suo vapore (11) ad alta pressione, un serbatoio ermetico a bassa pressione (3), **alla stessa temperatura dei serbatoi (1) ed in equilibrio termico con loro**, contenente una soluzione liquida (4) di acqua e ammoniaca in equilibrio con vapore di ammoniaca (12) a bassa pressione, ed un compressore/motore reversibile (5) in grado di trasferire il vapore di ammoniaca da un serbatoio all'altro, **nel cui funzionamento, inoltre, ogni serbatoio (1) venga svuotato completamente dal suo contenuto di liquido (2) prima di essere ricaricato.**

2. Un sistema di accumulo di energia secondo la rivendicazione 1, caratterizzato inoltre dal fatto che il compressore/motore reversibile (5) sia del tipo volumetrico alternativo, ed in cui tutte le tenute tra il sistema e l'esterno siano tenute di tipo statico, con tenute a soffiutto (10) sulle parti mobili.