

Scambiatori PCHE Tempco per applicazioni a idrogeno

Applicazioni innovative per un futuro sostenibile nella nascente industria dell'idrogeno richiedono soluzioni tecnologiche altrettanto all'avanguardia. Nella fattispecie delle tecnologie di raffreddamento e gestione della temperatura per idrogeno e celle a combustibile, Tempco ha già all'attivo una serie di applicazioni sviluppate grazie all'impiego degli scambiatori PCHE. Gli scambiatori PCHE (Printed Circuit Heat Exchangers, o scambiatori a circuito stampato) sono una nuova tipologia di scambiatori di calore a piastre in grado di soddisfare le sfidanti condizioni operative imposte dalle nuove applicazioni a idrogeno e nelle celle a combustibile.

Queste soluzioni presentano infatti condizioni estreme di lavoro che comportano pressioni e temperature elevatissime, rendendo impossibile il ricorso a sistemi di raffreddamento e gestione termica che utilizzano i tradizionali scambiatori di calore.

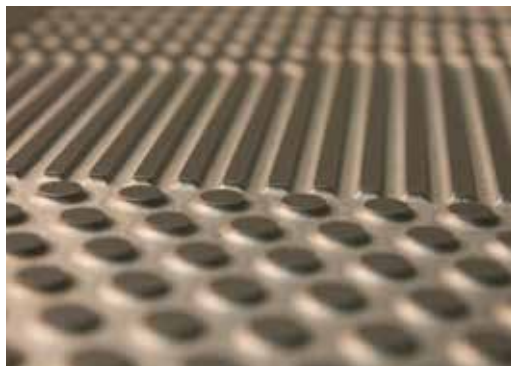
SCAMBIATORI PCHE

Nell'industria dell'idrogeno, Tempco collabora in particolare con il partner tecnologico Microchannel Devices (μ CD), una PMI innovativa con sede a Settimo Torinese che sviluppa e realizza scambiatori di calore PCHE. La peculiarità di questa tipologia di scambiatori a circuito stampato risiede nel processo di Diffusion Bonding (DB) impiegato da μ CD per la costruzione degli scambiatori. Il Diffusion Bonding è una innovativa tecnica di saldatura allo stato solido che consente la giunzione di materiali metallici, anche di diverso tipo, sottoponendo i due oggetti accoppiati, le piastre dello scambiatore nello specifico del nostro caso, ad alta pressione e temperatura in contemporanea.

In queste condizioni di processo, gli atomi interfacciali delle piastre si muovono, scambiandosi e legandosi tra loro: la migrazione delle particelle va a colmare le asperità e le porosità presenti nelle



aree di interfaccia dei due pezzi saldati, facendo di fatto scomparire la giunzione tra i due componenti ottenendo un unico blocco monolitico senza giunzioni visibili, nemmeno a livello microstrutturale tra le piastre. Il legame metallurgico stabile che ne risulta fa sì che gli scambiatori realizzati per Diffusion Bonding abbiano eccezionale integrità strutturale, con proprietà in termini di forza, microstruttura e resistenza equivalenti a quelle dei materiali massivi di origine. Il processo di saldatura allo stato solido consente quindi di eliminare il ricorso alle tradizionali operazioni di brasatura e saldatura con apporto di materiale fuso, oltre a eliminare l'utilizzo di guarnizioni. Ne risulta che gli scambiatori PCHE sono estremamente compatti, fino all'85% più piccoli e leggeri delle soluzioni tradizionali di pari capacità, e offrono costi operativi e di manutenzione notevolmente ridotti per gli utilizzatori finali.



PRESSIONI E TEMPERATURE ESTREME

L'elevatissima integrità strutturale del pacco piastre saldato con processo di Diffusion Bonding consente quindi agli scambiatori PCHE di poter operare nelle condizioni estreme che caratterizzano le applicazioni a idrogeno e nel raffreddamento del combustibile (idrogeno) nelle fuel cell: gli scambiatori PCHE possono infatti gestire pressioni fino a 900 bar, lavorando in un range di temperatura che va da situazioni criogeniche, a -250°C , fino a $+400^{\circ}\text{C}$, potendo spingersi anche oltre utilizzando leghe molto particolari. Gli scambiatori a piastre a circuito stampato sono normalmente costruiti in AISI 316L, con possibilità di realizzazioni che utilizzano anche titanio, alluminio e altre leghe speciali.

Altra caratteristica peculiare e innovativa degli scambiatori PCHE prodotti da μCD consiste quindi nella tecnica di stampaggio delle piastre stesse, in cui i canali di scambio termico vengono realizzati mediante uno speciale processo di incisione chimica (chemical

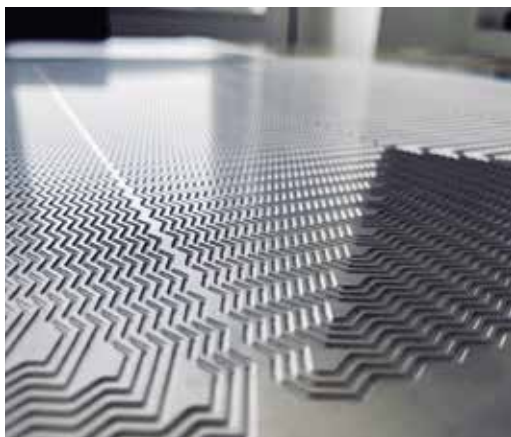
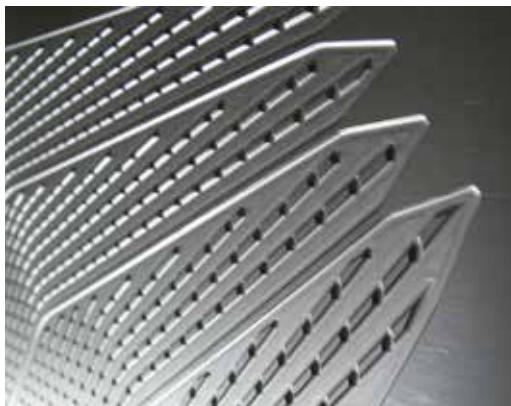
etching) in cui l'azienda è specializzata. La particolare metodologia consente di realizzare network di microcanali altamente complessi, con design degli scambiatori altamente customizzabili, che conferiscono coefficienti di scambio termico estremamente elevati garantendo altissime efficienze termiche nelle applicazioni di raffreddamento per l'industria dell'idrogeno.

Gli scambiatori PCHE che Tempco propone per le applicazioni a idrogeno appartengono quindi alla gamma di scambiatori FULL INOX full welded, realizzati con la suddetta tecnologia di Diffusion Bonding. La tecnologia permette di avere scambiatori con design dei canali e numero degli stream customizzabili, temperature di design fino a 400°C e pressioni fino a 700 bar. Caratteristiche che li rendono molto appetibili per i casi limite operativi tipici delle applicazioni in ambito fuel cell, ma non solo.

SPECIALIZZAZIONE IN TRANSIZIONE GREEN

Microchannel Devices nasce nel 2019 come spin off di STV Italia per sviluppare e realizzare soluzioni dedicate a contrastare il cambiamento climatico e favorire la transizione energetica, grazie all'impiego di dispositivi a microcanale nati da una serie di progetti di R&D. Ambiti operativi includono l'industria dell'idrogeno (produzione e stoccaggio) e delle celle a combustibile, energie rinnovabili, applicazioni per oil & gas e gas naturale liquefatto, gestione termica nel comparto nucleare e delle batterie, industria chimica e cattura della CO_2 . μCD è membro del polo tecnologico di innovazione piemontese Mesap e dell'associazione H2.IT, e ha all'attivo una serie di accordi di collaborazione con il Politecnico di Torino, l'Environment Park e la sede torinese dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT).

La tecnologia di Diffusion Bonding utilizzata dall'azienda per la produzione di scambiatori di calore permette di realizzare componenti di elevata precisione dalle forme complesse e altamente customizzate. La specializzazione nel processo di incisione chimica per realizzare design anche complessi dei circuiti interni di scambio nel pacco piastre consente



inoltre di lavorare senza stress meccanico piastre metalliche di spessori importanti, compresi tra 0,1 e 5 mm, e di largo formato, con dimensioni fino a 850 x 3.000 mm. L'azienda è dotata delle certificazioni di processo ASME U, ASME U2 e ISO 9001.

RAFFREDDAMENTO IDROGENO

Tra i casi applicativi sviluppati con μ CD, Tempco ha di recente realizzato una soluzione per il raffreddamento di idrogeno puro compresso ad alta pressione, utilizzando una miscela di acqua e glicole, che impiega uno scambiatore di calore PCHE costituito da uno stack di piastre metalliche secondo uno schema che include una serie di piastre per fluido caldo / piastre per fluido freddo impilate tra loro.

Su ogni piastra 'attiva' (non neutra), una serie di scanalature forma una rete di microcanali dove scorre

uno dei fluidi coinvolti nel processo di scambio termico. Tutti i canali sono alimentati da un collettore di ingresso e versano il fluido in un collettore di uscita. Il particolare dispositivo impiegato in questa specifica applicazione è uno scambiatore di calore controcorrente. Lo scambiatore è alloggiato all'interno di un compressore che presenta due stadi di compressione, disposti in serie. Lo scambiatore di calore è stato progettato per raffreddare nello stesso dispositivo i flussi di idrogeno provenienti dai due stadi di compressione.

Questa funzione si ottiene creando su ogni piastra 'calda' due serie di canali separati e sigillati, il che è possibile proprio in virtù della capacità di μ CD di realizzare al proprio interno sia piastre fotoincise che scambiatori PCHE, potendo in tale maniera avere scambiatori di calore che raffreddano contemporaneamente più flussi. In ogni piastra calda, due correnti di idrogeno caldo fluiranno simultaneamente a pressioni diverse dal 1° e 2° stadio. Le circuitazioni ottenibili consentono una notevole personalizzazione che garantisce un design customizzato in funzione del tipo di circuito.

Lo scambiatore può essere dotato di valvola di spurgo, valvola di drenaggio del refrigerante e valvola di sicurezza se non presenti nei circuiti pressurizzati collegati allo scambiatore di calore. Il particolare scambiatore di calore Multistream può anche disporre di una serie di canali di bypass che cortocircuitano le porte di ingresso e uscita su ogni piastra fredda, per consentire la portata oraria minima richiesta dall'utilizzatore finale. Questa capacità di realizzare varianti nello stesso spazio e senza ulteriori modifiche dimostra la grande flessibilità data dal completo dominio della tecnica della fotoincisione e della fluidodinamica di μ CD.

Tutte le attrezzature sono realizzate in acciaio inox AISI 316L. Considerando il materiale di costruzione, la sua interazione con i fluidi operativi e l'ambiente di installazione, non è necessario considerare margini di corrosione. Infine, la pressione di progetto in questo specifico caso può superare i 700 bar, mentre le temperature di esercizio possono variare da condizioni criogeniche fino a oltre 200° C.

Printed circuit heat exchanger



SCAMBIATORI H₂ FULL INOX / PCHE

Soluzioni di valore per una
efficiente transizione energetica

Settori di applicazione principali:

- H₂ Storage & Delivery
- LNG and other Oil&Gas
- CO₂ trapping (bioreactors) and bio-sensors
- H₂ Production & Usage (Bipolar plates for fuel cell and hydrolysers stacks)
- Battery thermal control (cold plates and heat pipes)
- Nuclear plants heat management