Tecnologie, componenti e materiali per la filiera dell'idrogeno

HYDROMEC riguarda lo sviluppo di tecnologie, componenti e metodologie di progettazione per abilitare l'uso di idrogeno nelle applicazioni termiche residenziali, con focus sui bruciatori di caldaie domestiche. L'iniziativa si è articolata su tre assi integrati: (i) selezione e validazione di materiali e design compatibili con H2; (ii) sviluppo di una metodologia numerica CFD+FEM per progettare e prevedere il comportamento termo-fluidodinamico e termo-meccanico; (iii) progettazione, realizzazione e sperimentazione di prototipi in ambiente rilevante, con validazione delle prestazioni e prime evidenze di durabilità. Sul piano del progresso tecnologico e produttivo, sono stati definiti criteri materiali-geometrici per bruciatori compatibili con alte frazioni di H2, con mitigazione di picchi termici e prevenzione di condizioni favorevoli all'embrittlement; è stato istituito un processo di progettazione e messa a punto una catena sperimentale per test sicuri con alte concentrazioni di H2.

Laboratorio	Il Sentiero International Campus
Area di specializzazione	Energia e Sostenibilità, Meccatronica e Materiali
Referenti	Riccardo Franci
Keyword	Idrogeno, Riscaldamento residenziale, Decarbonizzazione, Infragilimento da idrogeno

"L'idrogeno verde come vettore energetico del futuro"

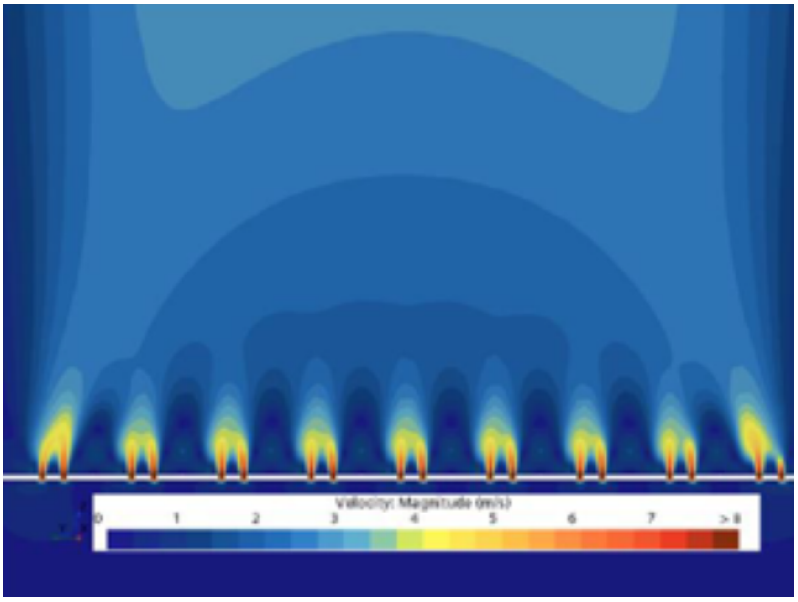


Fig. 1: Simulazione della velocità di fiamma in presenza di idrogeno

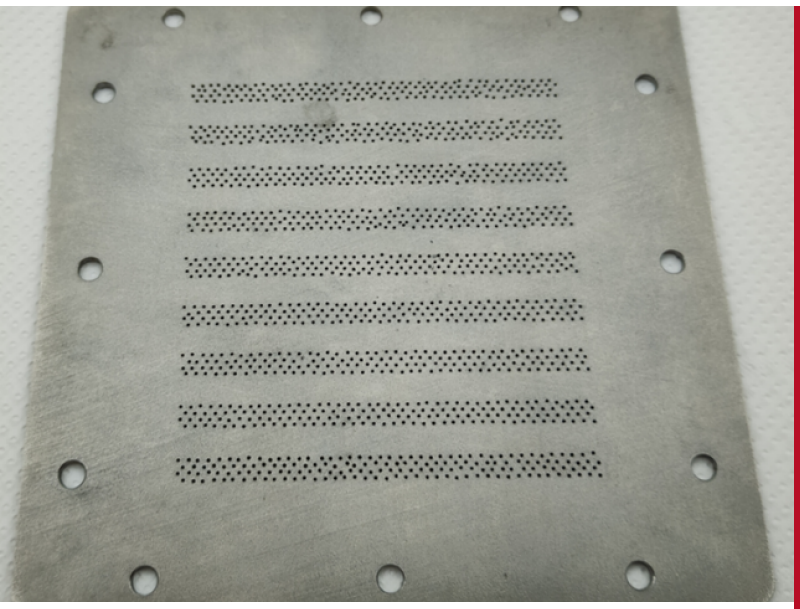


Fig. 2: Immagine del nuovo bruciatore piano

Descrizione

Hydromec si propone di sviluppare **soluzioni innovative** per la produzione di componentistica in grado di affiancarsi a metodologie consolidate per ampliare il campo di utilizzo dell'idrogeno in **impianti di uso domestico** e residenziale.
Si intende in tal modo acquisire competenze utili alla riprogettazione e/o all'adattamento delle attuali caldaie, consentendo al **settore manufatturiero** regionale di svolgere un ruolo da **protagonista** nella riconversione tecnologica e nel consolidamento della **filiera italiana dell'idrogeno** dei prossimi anni.

Aspetti innovativi

HYDROMEC ha dimostrato la possibilità di sviluppare tecnologie e componenti affidabili per impianti di riscaldamento che utilizzano idrogeno, offrendo al settore manifatturiero strumenti concreti per la riconversione tecnologica e per il consolidamento della filiera dell'idrogeno, a supporto dei processi di decarbonizzazione.
I risultati ottenuti hanno consentito di definire criteri di progettazione per bruciatori compatibili con elevate frazioni di idrogeno, mitigando i picchi termici e riducendo le condizioni favorevoli all'infragilimento del materiale.

Applicazioni

L'impiego di idrogeno da fonti rinnovabili costituisce una leva rilevante per la decarbonizzazione del settore termico residenziale. In tale prospettiva, i bruciatori sviluppati in HYDROMEC, basati sulla selezione e validazione di materiali compatibili e di soluzioni progettuali alternative, sono adatti al funzionamento con miscele H₂/metano e con idrogeno puro.

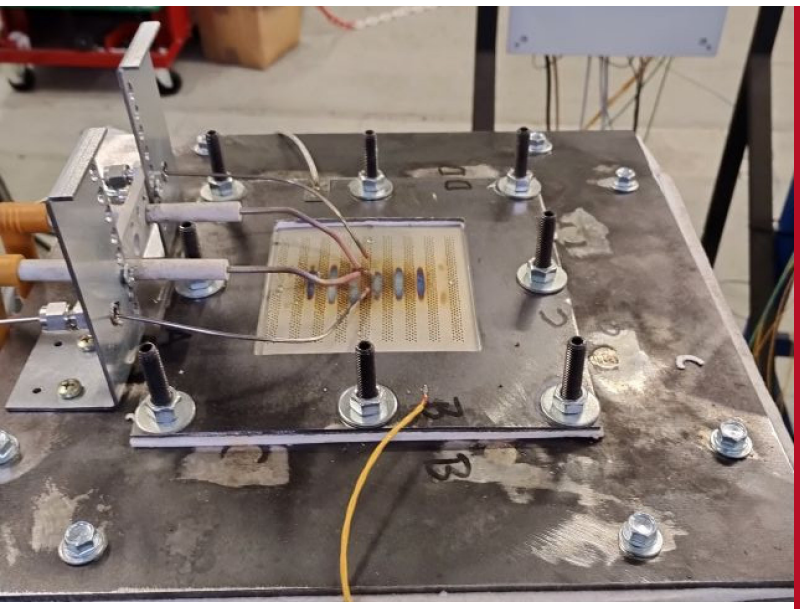


Fig. 3: Bruciatore con nuovo design durante la fase di test

Esempio di applicazione

I nuovi bruciatori piani sviluppati fanno parte della componentistica in grado di affiancarsi a metodologie consolidate per ampliare il campo di utilizzo dell'idrogeno in impianti di uso domestico e residenziale

A seguito dell'analisi bibliografica e delle prove di laboratorio condotte su due bruciatori testati in presenza di idrogeno, è emerso che la combustione di tale gas può innescare fenomeni degradativi tali da provocare la rottura prematura del componente. Sulla base di tali evidenze, la selezione di nuovi materiali, compatibili con l'idrogeno, unita ai risultati delle simulazioni CFD e FEM, ha consentito di sviluppare un bruciatore caratterizzato da geometria e materiale ottimizzati. In particolare, è stato selezionato l'acciaio inossidabile austenitico AISI 310, meno suscettibile all'attacco da idrogeno rispetto agli acciai ferritici comunemente impiegati per la realizzazione del componente. Un design caratterizzato da fori di dimensioni maggiori e pattern ottimizzato ha consentito di omogeneizzare la distribuzione della temperatura nel componente, diminuendo, pertanto, lo stato tensionale rispetto all'applicazione industriale di riferimento. Le prove preliminari, svolte con idrogeno puro (potenza di 5 kW e $\lambda = 2,2$), hanno mostrato che il nuovo design consente di ridurre le perdite di carico da 1.5 a 1.0 mbar, di contenere la temperatura massima lato fiamma a circa 670 °C rispetto agli 800 °C del design precedente, e di ottenere una distribuzione termica più uniforme, con un gradiente termico più contenuto.

Partner coinvolti	Il Sentiero International Campus; Mister Smart Innovation; Democenter Imprese: Smartengineering; Immergas
Tempi di realizzazione	~ 1 anno
Livello di maturità tecnologica	TRL 6 - tecnologia dimostrata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	Si prevede il co-sviluppo con aziende pilota per adattare il design a diverse taglie di potenza e configurazioni impiantistiche, affiancando i partner anche nell'iter di conformità e certificazione verso prodotti H2-ready

Il Sentiero International Campus



Sito web	http://www.ilsentierocampus.com/
Direttore	Riccardo Franci
Data pubblicazione	20/07/2026

Il Sentiero si propone come strumento di diffusione dell'innovazione in grado di convogliare progetti su direttrici di ricerca e sviluppo strategiche.
Competenze del centro:
Ingegneria delle superfici:
• Studio e sviluppo di soluzioni tailor-made
• Coating: thermal spray, cold spray, films sottili
• Rivestimenti nano-strutturati: PVD, CVD, PECVD
• Analisi superficie/interfaccia
Ingegneria dell'affidabilità e testing funzionale: sviluppo e realizzazione di nuovi banchi prova atti a testare componenti o gruppi di macchina in condizioni operative controllate:
• Progettazione e prototipazione meccanica, elettrica e automazione industriale
• Progettazione, costruzione ed esercizio di banchi prova personalizzati
• Test accelerati del ciclo di vita di componenti, sottosistemi e sistemi
• Simulazione fisica e virtuale di funzioni e interfacce di sistemi e sottosistemi
Analisi di laboratorio: studio di metodologie di test tailor-made fondamentali per verificare e validare dal punto di vista tecnico-scientifico le soluzioni industriali
• Metallografia
• Tribologia
• Corrosione
• Tribo-corrosione
• Failure anlysis
Analisi delle superfici Additive Manufacturing:
• Analisi e design per AM
• Ottimizzazione dei processi per sistemi materiali-prodotto
• Realizzazione di prototipi e preserie
• Validazione funzionale dei materiali e dei componenti
TECNOLOGIE: Sintering Laser Melting, Materiali compositi, Fabbricazione a filamento fuso con deposizione a fibra continua