

Laboratorio RACHEL

Titolo

Il laboratorio RACHEL (**R**eactions and **A**dvanced **CHE**mistry of **L**ead) è un laboratorio sperimentale destinato a prove di esposizione di materiali in metalli liquidi (piombo puro, leghe eutettiche piombo-bismuto e piombo-litio) e allo studio della chimica di queste leghe per sistemi nucleari da fissione e fusione che richiedono l'impiego di metalli liquidi pesanti.

Elementi Essenziali

Il laboratorio permette di realizzare esperimenti nell'ambito della corrosione di materiali per opera di metalli liquidi e nell'ambito della chimica del piombo liquido con particolare riferimento al monitoraggio e controllo dell'ossigeno disciolto, in supporto ai sistemi nucleari da fissione LFR (*Lead-cooled Fast Reactor*), ADS (*Accelerator Driven System*) e ai sistemi nucleari da fusione BB (*Breeding Blanket*). Nello specifico, l'attività di ricerca consiste in:

- 1) Prove di esposizione di vari materiali (acciai, metalli refrattari e ricoprimenti) in metallo liquido ad alta temperatura (Pb, Pb-Bi, Pb-Li) per lo studio della resistenza a corrosione
- 2) Sviluppo, fabbricazione e calibrazione di sensori potenziometrici per l'ossigeno disciolto nel metallo liquido (Pb, Pb-Bi)
- 3) Studio dei metodi di controllo della concentrazione di ossigeno in metallo liquido (Pb, Pb-Bi) mediante tecniche fase gas (H_2 , O_2) e fase solida (*oxygen getters*)
- 4) Supporto per lo sviluppo e implementazione di un sistema di controllo e monitoraggio dell'ossigeno su impianti sperimentali a metallo liquido

Potenziali Utenti

Il laboratorio RACHEL supporta la progettazione e costruzione del dimostratore LFR ALFRED (Italia, Ansaldo Nucleare – ENEA), ADS MYRRHA (Belgio, SCK-CEN) e dei sistemi Breeding Blanket per il reattore a fusione DEMO.

Può essere sfruttato per collaborazioni e/o attività di ricerca e tirocinio con Università ed Enti di Ricerca del settore nucleare.

Elementi Aggiuntivi

Il laboratorio RACHEL è equipaggiato con capsule sperimentali in acciaio per eseguire prove di esposizione di provini metallici o rivestimenti in metallo liquido a diverse temperature (Pb, Pb-Bi, Pb-Li) e prove di controllo e monitoraggio della concentrazione di ossigeno in Pb e Pb-Bi. Oltre alle capsule per prove di corrosione, nel laboratorio è presente una sezione di prova (BOMD1) destinata allo studio e calibrazione di sensori di ossigeno per metallo liquido.

Le capsule per prove di corrosione sono di piccole e grandi dimensioni. Le capsule piccole sono state progettate e fornite dal KIT (Karlsruhe Institute of Technology) e sono in grado di lavorare fino a una temperatura massima di esercizio di 550°C. Le grandi capsule sono state progettate da ENEA e tra queste alcune sono in grado di operare fino a 550°C e altre fino a una temperatura massima di 750°C. BOMD1 (**B**atch for **O**xxygen **M**easuring **D**evice 1) è in grado di operare invece fino a 600°C.

Le capsule piccole sono costituite da un cilindro in acciaio AISI 316 (H=180 mm) con elemento riscaldante sulla superficie esterna e sono progettate per una temperatura massima di esercizio di 550°C. Un crogiolo di allumina posto sul fondo del cilindro di acciaio agisce da contenitore di circa 750 g di metallo liquido e impedisce il contatto tra il metallo fuso e la parete del cilindro di acciaio. Il coperchio a flangia è dotato di penetrazioni per l'inserimento di componenti nel fuso: termocoppia, tubo per gorgogliamento del gas, raccordo di scarico per il gas, sensore di ossigeno per metallo liquido e asta porta-provino. La capsula è isolata termicamente con fogli di alluminio e lana minerale avvolti attorno al cilindro di acciaio.

Le capsule grandi sono analoghe e in grado di contenere fino a 12 Kg di metallo liquido. Il cilindro in acciaio (H=500 mm) è in AISI 304 per le capsule che operano fino a 550°C e in AISI 321 per le capsule che operano fino a 750°C. Il coperchio a flangia è dotato di penetrazioni per l'inserimento di componenti nel metallo liquido. BOMD1 è simile a una capsula per prove di corrosione, con cilindro in AISI 316Ti (H=260 mm) e penetrazioni sul coperchio a flangia per ospitare più sensori di ossigeno.

Il gas è fornito alle capsule e a BOMD1 attraverso una linea gas dedicata alimentata ad Ar (gas di copertura) o miscela Ar-H₂ (gas deossigenante per ridurre la concentrazione di ossigeno disciolta). Flussimetri a bolla o mass-flow controller digitali sono posti sulla linea gas prima di ogni capsula per dosare il gas in modo indipendente.

Un sistema PLC (Programmable Logic Controller) è utilizzato per impostare e acquisire i parametri di prova (temperatura, velocità di riscaldamento e raffreddamento del metallo liquido, potenziale elettrico del sensore di ossigeno). Il PLC è incaricato di gestire la potenza dei riscaldatori attorno ai cilindri di acciaio con sistema PID (Proportional Integral Derivative) che imposta la temperatura sulla termocoppia del riscaldatore. I parametri di prova sono impostati, monitorati e acquisiti da un software creato da ENEA in comunicazione con il PLC.

Centro

Centro Ricerche ENEA del Brasimone

Referente

Dr. Serena Bassini serena.bassini@enea.it

Foto



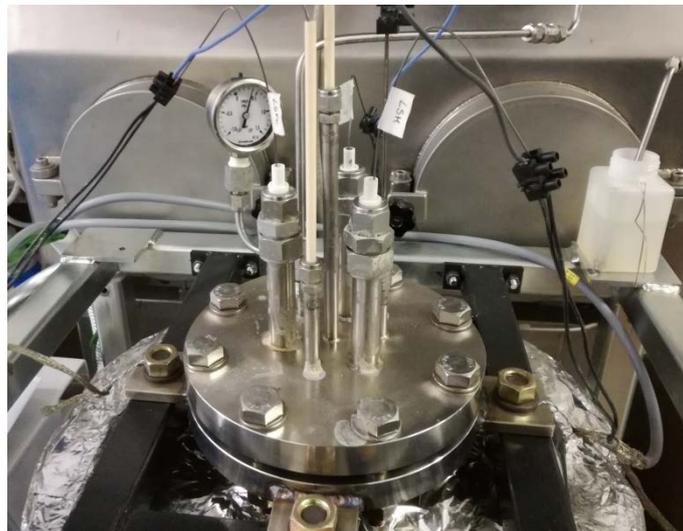
Capsule piccole (fabbricate da KIT) per prove di corrosione in Pb e Pb-Bi (760 g di metallo liquido, temperatura max. 550°C)



Capsule grandi (ENEA) per prove di corrosione in Pb, Pb-Bi e Pb-Li (fino a 12 Kg, temperatura max. 550°C)



Capsule grandi (ENEA) per prove di corrosione ad alta temperatura in Pb, Pb-Bi e Pb-Li (fino a 12 Kg di metallo liquido, temperatura max. 750°C)



Sezione di prova BOMD1



Sensore di ossigeno per piombo liquido fluente