

Foundry Ecocer & Accademia, un'unione per lo sviluppo della nuova generazione di prodotti ceramici

Stefano Pezzoli

PhD Student @ Laboratorio di Materiali e Processi Eco-Sostenibili (Prof. Stefano P. M. Trasatti)
Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali
c/o Dipartimento di Chimica, Via Camillo Golgi 19 (Milano, MI)
Università degli Studi di Milano
Cell: +39 392 420 1386
Email: stefano.pezzoli@unimi.it

Abstract

Questa memoria ha l'obiettivo di evidenziare come la crescente domanda di produzione di alluminio e l'attuale transizione ecologica dell'industria influenzino significativamente le realtà strettamente correlate. In questo contesto si colloca Foundry Ecocer, azienda italiana leader nel settore dei prodotti chimici per i trattamenti metallurgici delle leghe non ferrose. Nel dettaglio, Foundry Ecocer produce e commercializza ceramiche isolanti preformate da utilizzare in stretto contatto con la lega di alluminio fuso. Il refrattario è quindi esposto a diversi meccanismi di degradazione, quali shock termici, sollecitazioni meccaniche, corrosione ed erosione. Le prestazioni in esercizio di questi materiali sono fortemente connesse alla scelta delle materie prime, al processo di produzione e alla qualità finale del prodotto. Per ottimizzare sia in ottica digitale che sostenibile il ciclo di fabbricazione di ceramici colabili refrattari, è stata avviata una collaborazione tra Foundry Ecocer e l'Accademia (Università degli Studi di Milano, Politecnico di Milano e Università di Pavia). Questa cooperazione rende necessario un punto di incontro fra i diversi approcci, che richiede sia significativi investimenti economici e di risorse umane da parte dell'azienda, così come fiducia verso il mondo accademico, sia un cambio di mentalità da parte dell'Università verso dinamiche del business, pur mantenendo obiettivi di ricerca, sperimentazione e formazione. In questo modo si ambisce ad una effettiva implementazione del processo e del prodotto, nel rispetto della necessità di customizzare il prodotto alle specifiche esigenze del cliente, in ottica digitale e sostenibile.

Sommario

Ad oggi, la produzione globale di alluminio è seconda solo a quella del ferro, con circa 70 megatonnellate di materiale fuso solo nel 2023. L'infinita riciclabilità, i bassi costi di produzione e il ridotto impatto ambientale rendono le fonderie di alluminio attente alla sostenibilità e all'avanguardia. Per questo motivo, l'innovazione dei processi e dei prodotti esistenti, così come lo studio tecnico-scientifico di nuove strategie di produzione, diventano fondamentali per soddisfare le esigenze attuali e prepararsi alle sfide future.

In un panorama industriale in continua evoluzione, la capacità di adattarsi e rinnovare, pur mantenendo solide basi, ha un significato profondo e strategico. L'equilibrio fra robustezza e dinamicità porta numerosi vantaggi concreti e simboleggia qualità cruciali. In questo contesto si colloca Foundry Ecocer, realtà industriale italiana leader nel settore dei prodotti chimici per i trattamenti metallurgici delle leghe non ferrose. La profonda esperienza operativa acquisita negli anni, i crescenti investimenti in R&S e la recente ristrutturazione del reparto, permettono all'azienda di rispondere alle richieste specifiche dei clienti permettendo una effettiva personalizzazione dei prodotti.

Tra i prodotti di punta di Foundry Ecocer, i ceramici preformati rappresentano un'indubbia eccellenza. Ciononostante, l'elevato grado di specializzazione dettato dall'esperienza pluridecennale del personale, unito all'oggettiva difficoltà di implementazione, comporta che il processo produttivo dei ceramici sia condotto in accordo a schemi e procedure sviluppate in passato. Foundry Ecocer produce ceramiche isolanti preformate a bassa densità della serie ECOSIL da utilizzare a contatto con l'alluminio fuso, permettendo il trasferimento del metallo liquido nei processi di fusione.

Il ciclo di fabbricazione dei ceramici della serie Ecosil avviene tramite operazioni meccaniche, prevalentemente gestite manualmente dagli operatori, che includono le pesate delle materie prime, la loro miscelazione, il colaggio in stampi in legno o resina, la fase di essiccazione in condizioni atmosferiche e, infine, il trattamento termico di sinterizzazione finale.

Il Progetto

In prima istanza, lo studio e la comprensione dello stato dell'arte del processo e del prodotto per identificare gli spazi di manovra per l'implementazione si rendono necessari per un effettivo miglioramento delle proprietà termo-meccaniche e della resistenza alla erosione e corrosione del

prodotto. Allo stesso tempo, l'ottimizzazione del processo produttivo aspira a ridurre i costi, migliorare l'efficienza energetica e minimizzare gli scarti, contribuendo ad un approccio più competitivo e sostenibile. Inoltre, si mira a definire protocolli di controllo interni, mancando ad oggi uno standard comune nel settore, tali da potersi imporre come standard riconosciuto. Infine, adattare il prodotto alle esigenze specifiche del cliente consente di ottenere una migliore corrispondenza con le reali necessità, migliorando così sia le sue prestazioni sia il rapporto con il cliente.

Da queste necessità nasce la collaborazione della Foundry Ecocer con l'Accademia. In questo modo, l'Università degli Studi di Milano, il Politecnico di Milano e l'Università di Pavia ambiscono a raggiungere gli obiettivi prefissati attraverso la realizzazione di attività sperimentali e di sviluppo industriale.

I Risultati Preliminari

Poiché attualmente il processo di produzione dei ceramici si basa in gran parte su operazioni manuali ed è quindi altamente operatore-dipendente, per via dell'elevata customizzazione del manufatto, l'introduzione di una linea di produzione automatizzata o semi-automatizzata rende il processo più efficiente e ripetibile.

La composizione iniziale del ceramico, le condizioni fisiche al momento dell'essiccazione ed il ciclo di sinterizzazione determinano le caratteristiche prestazionali del prodotto finale. Pertanto, è in atto uno studio sperimentale sistematico con lo scopo di comprendere e controllare le reazioni che avvengono durante le diverse fasi di produzione, e di stabilire correlazioni fra i parametri di processo e la qualità del prodotto finale. Integralmente, si sta portando avanti una valutazione del ciclo di sinterizzazione ed i suoi effetti sul prodotto finale per valutare, insieme all'azienda, la fattibilità di inserimento di termocoppie per il monitoraggio della temperatura locale.

Attraverso la collaborazione con l'Università, è stato elaborato un protocollo di controllo per definire le specifiche tecniche del prodotto necessarie al fine di stabilirne la baseline per la qualità e la sostenibilità. Ad esempio, l'analisi delle proprietà cristalline, effettuata attraverso la tecnica di diffrazione dei raggi X (XRD), ha confermato la conformità ai requisiti richiesti per la quantità di silice cristallina presente nel prodotto. Altre prestanti tecniche di indagine, come la microscopia elettronica a scansione (SEM) e la risonanza magnetica nucleare (NMR), permettono di monitorare la porosità dei ceramici, sia a livello dimensionale che quantitativo, che rappresenta un parametro chiave in quanto è in grado di influenzare direttamente le proprietà meccaniche e isolanti del prodotto finale. Infine, la caratterizzazione meccanica, che avviene tramite test di compressione e di flessione su tre punti, è attuata secondo normative tecniche scelte in base alle caratteristiche del prodotto.

Inoltre, è stato sviluppato uno strumento di calcolo per assistere la progettazione e la fabbricazione del ceramico refrattario, tenendo in considerazione i parametri di processo. Questo potente dispositivo è in grado di simulare le perdite di calore lungo il sistema canale installato durante la colata del metallo fuso. Il programma, sviluppato utilizzando il linguaggio di programmazione MATLAB, si basa sulle equazioni fondamentali che regolano lo scambio termico tra una superficie solida ed un fluido in movimento, considerando le tre modalità principali di scambio di calore: conduzione, convezione e irraggiamento. I calcoli hanno mostrato come la maggiore dissipazione di calore avvenga per irraggiamento dalle superfici calde esterne, comprese l'Al fuso, grazie alla bassissima conducibilità termica del ceramico isolante. Per quanto riguarda l'applicazione, l'interfaccia intuitiva (Fig. 1) permette di osservare la previsione della temperatura di ingresso richiesta, il calo di temperatura per unità di lunghezza e la perdita di calore complessiva in funzione dei parametri di input (materiale specifico, portata di flusso del metallo, lunghezza del canale e temperatura finale desiderata). Questa robusta innovazione può essere molto utile nella fase di progettazione di una nuova linea e come strumento di controllo nella valutazione della corretta funzionalità di processo.

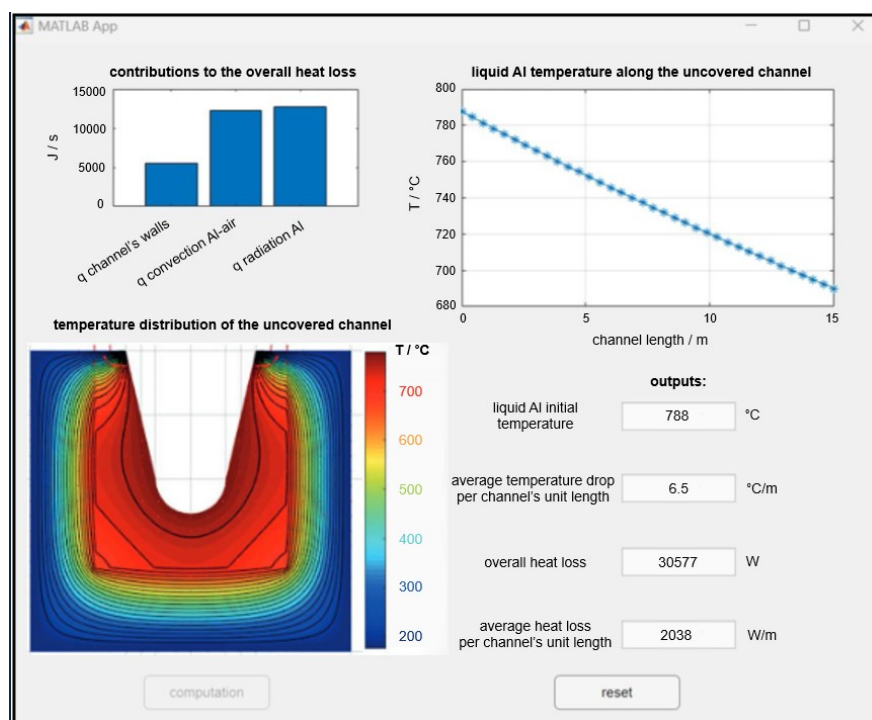


Figura 1 Interfaccia app dedicata sviluppata con MATLAB App Designer, insieme al profilo di temperatura della sezione trasversale ottenuto con la Toolbox Partial Differential Equation (PDE).

Ulteriori Sviluppi

L'analisi di sostenibilità di un prodotto è fondamentale per valutare il suo impatto ambientale, sociale ed economico lungo l'intero ciclo di vita, dalla produzione allo smaltimento, in modo da operare responsabilmente e consapevolmente. Attraverso un'analisi accurata, le aziende non solo sono in grado di migliorare il proprio profilo ambientale e sociale, ma anche creare valore economico a lungo termine. Per questo motivo, l'analisi di sostenibilità di uno specifico prodotto ceramico, scelto in base a criteri di applicabilità e vendibilità, è studiata attraverso l'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) attraverso il software SimaPro.

L'analisi di sostenibilità richiede, in prima istanza, la scelta dei confini del sistema e dell'unità funzionale. A questo proposito, il confine "Cradle-to-Gate", che valuta il ciclo di vita del canale dall'estrazione delle materie prime (cradle) fino al punto in cui il prodotto lascia l'impianto di produzione (gate), è stato selezionato come confine di sistema. L'unità funzionale, invece, è stata impostata su N = 1 prodotto industriale, *i.e.*, canale (L. 800 mm, W. 240 mm, H. 260 mm). La raccolta dei dati è una fase cruciale e delicata dell'analisi, e richiede il raccoglimento di tutte le informazioni sulle materie prime e sull'energia consumate in ogni fase del processo produttivo, nonché sulle emissioni e rifiuti generati. A causa della complessità e della delicatezza della valutazione della sostenibilità, illustrata in Fig. 2, che richiede una costante comunicazione sia con i fornitori dei precursori sia con la Foundry Ecocer per ridurre al minimo gli errori, questo lavoro è ancora in corso e i dati definitivi non sono ancora disponibili. Tuttavia, una volta raccolti tutti gli input necessari all'analisi, si sarà in grado di osservare, razionalizzare ed in seguito minimizzare i valori sull'impronta di carbonio del prodotto in questione.

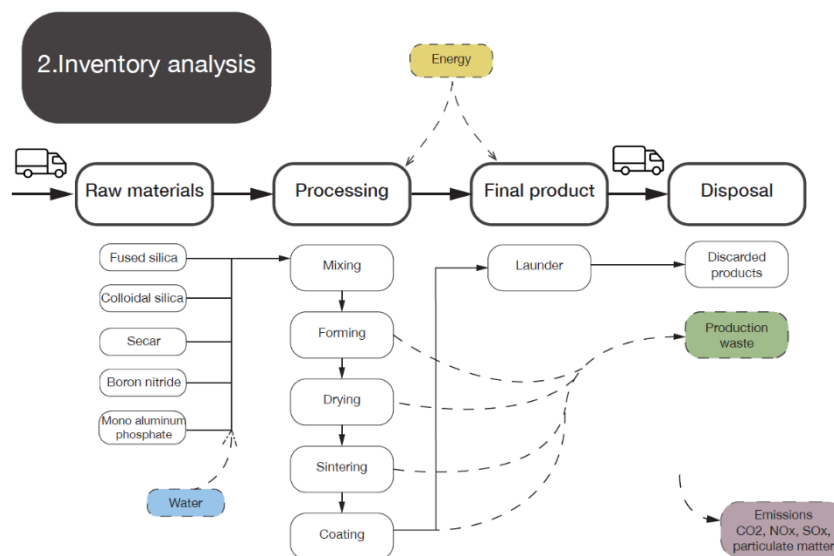


Figura 2 Schema della valutazione della sostenibilità di un prodotto ceramico della Foundry Ecocer, *i.e.*, canale (L. 800 mm, W. 240 mm, H. 260 mm) col confine di sistema "Cradle-to-Gate".