

INDAGINI SUL PROCESSO delle grandi lastre

Il Centro Ceramico, ed i partner del progetto IPERCER stanno analizzando cinque fasi del manufacturing della piastrella

□ Negli ultimi anni l'industria ceramica ha vissuto una vera e propria rivoluzione con l'avvento delle lastre ceramiche di grande formato. Questa tipologia di prodotto ha dato origine a nuove sfide tecnologiche legate sia al processo produttivo e ai relativi aspetti energetici, sia alla caratterizzazione del prodotto finito.

Proprio su questo tema, nell'ambito del bando della Regione Emilia Romagna POR-FESR 2014-2020, Asse 1 Ricerca e Innovazione, Azione 1.2.2, è stato finanziato il progetto IPERCER, che vede coinvolti, per la ricerca, il Centro Ceramico (Bologna), l'Istituto di Scienza e Tecnologia dei materiali Ceramici CNR-ISTEC (Faenza, RA), l'Università di Bologna attraverso i Centri Interdipartimentali per la Ricerca Industriale CIRI EC (Edilizia e Costruzioni) e CIRI MAM (Meccanica Avanzata e Materiali), la società NIER Ingegneria S.p.A. (Bologna) e, per le attività di diffusione, Confindustria Emilia-Romagna Ricerca e Confindustria Ceramica.

Al progetto partecipano inoltre importanti produttori di lastre ceramiche - Gigacer S.p.A. e Panaria Group

S.p.A. - e di impianti per la produzione di grandi formati - SACMI s.c.a.r.l. - nonché la società di ingegneria Reverse & Quality s.r.l., esperta in metodi di misura. La collaborazione di queste aziende, non direttamente finanziate dal progetto, ha la funzione di favorire il trasferimento tecnologico delle diverse fasi della ricerca alla scala industriale.

Il comportamento dell'atomizzato durante la deposizione e compattazione

Gli atomizzati vengono caratterizzati dal punto di vista della loro scorrevolezza, densità, porosità, proprietà meccaniche di granuli e compatti, in funzione di umidità, granulometria, forma degli agglomerati, presenza di additivi e parametri di processo (fig. 1). Al fine di verificare l'applicabilità di modelli matematici attualmente esistenti e di esplorarne efficacia e accuratezza, sono in fase di messa a punto simulazioni al computer (mediante approccio combinato DEM, *Discrete Element Method*, e FEM, *Finite Element Method*) atte a replicare i risultati sperimentali ottenuti in laboratorio sulle polveri atomizzate (fig. 2). Gli obietti-



Fig. 1 - Immagini al microscopio di due diversi atomizzati, sottoposti a differenti pressioni di pressatura. Si osserva come, all'aumentare della pressione, aumenti la coesione tra i granuli di atomizzato.

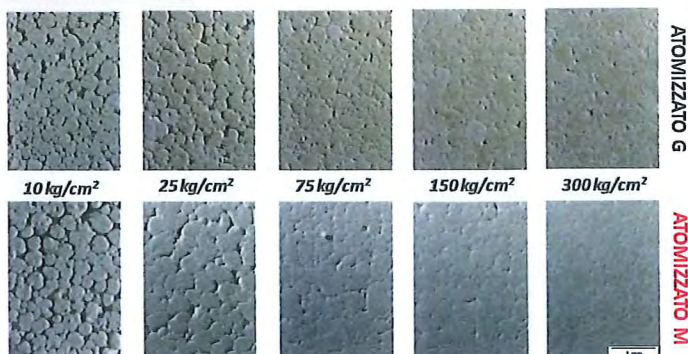
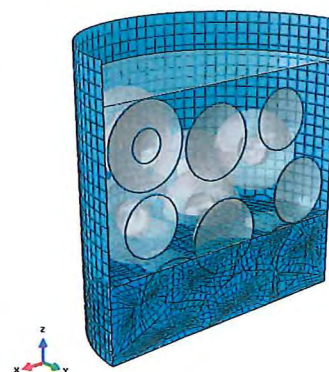


Fig. 2 - Immagine della simulazione numerica del processo di compattazione di atomizzati.



IL PROGETTO

Innovazione di processo per la filiera della piastrella ceramica sostenibile

Il Progetto IPERCER si rivolge all'**industria delle piastrelle ceramiche**, in particolar modo ai produttori di **lastre di grande formato in grès porcellanato** ed affronta, attraverso lo studio e l'applicazione su scala industriale di una serie di strumenti innovativi, le sfide tecnologiche ed energetiche riscontrate con l'aumento della produzione e la richiesta di questi nuovi prodotti.

Sarà così possibile ottimizzare la qualità e le prestazioni del prodotto finito, razionalizzando ed efficientando il ciclo produttivo sia in termini tecnologici (miglioramento della compattazione, cottura, metodi di misura, etc.), sia in termini energetici (riduzione dei consumi). Ai produttori di piastrelle ceramiche si intende fornire una serie di strumenti per "progettare" le caratteristiche del prodotto finito in funzione di alcuni parametri di processo, così da supportare le imprese nelle fasi di progettazione, controllo e monitoraggio del processo. Gli **obiettivi** del progetto sono:

1) realizzazione di un modello descrittivo del com-

portamento di polveri atomizzate e di compatti nelle operazioni di deposizione e compattazione di lastre di grande formato;

2) modellazione del comportamento in cottura di lastre di grande formato con particolare riguardo a tensioni residue;

3) analisi energetica del processo di cottura, individuazione di soluzioni per il suo efficientamento e successiva implementazione di una piattaforma di gestione e monitoraggio dei consumi energetici strettamente connessi a ciascuna fase di trasformazione della materia;

4) miglioramento energetico del processo di taglio mediante implementazione di un sistema di analisi, monitoraggio e gestione sistemica dell'energia, con visione completa e dettagliata sui consumi e verifica dei trend in tempo reale;

5) messa a punto di un sistema di misura (fuori dalla linea produttiva) per la determinazione delle dimensioni e planarità delle grandi lastre

in parallelo alla definizione di una serie di criteri per il controllo della misura lungo la linea produttiva degli stessi parametri;

6) redazione di linee guida e di un protocollo di misura delle dimensioni e della planarità di grandi lastre.

Per maggiori informazioni: www.centroceramico.it



vi di questa attività sono: ottenere modelli interpretativi che rappresentino i processi di deposizione e compattazione (meccanismi di coesione in verde ed in secco) delle polveri atomizzate, valutando anche l'influenza di additivi, e redigere un protocollo operativo per la caratterizzazione reologica dell'atomizzato.

Il comportamento degli impasti durante la cottura: deformazioni e loro modellazione

Si sta studiando il comportamento degli impasti di grès porcellanato durante la sinterizzazione e raffreddamento, con particolare attenzione ai meccanismi che possono indurre deformazioni residue nei prodotti finiti. Si vogliono quantificare le proprietà fisiche e le trasformazioni di fase che concorrono a generare le deformazioni residue nelle lastre di grande formato, mettendo a

punto tecniche sperimentali in grado di determinarle. È inoltre previsto di arrivare a definire un protocollo per la stima della viscosità ad alta temperatura degli impasti di grès porcellanato.

Le lavorazioni post-cottura: modellazione di impianto ed ottimizzazione delle fasi di taglio, spacco e lucidatura

Vengono proposte soluzioni di *manufacturing* sostenibile rivolte alla ottimizzazione delle lavorazioni di taglio utensile delle lastre ceramiche per sviluppare una fase di processo energeticamente sostenibile. Gli interventi puntano a un ripensamento generale dei diversi stadi della fase di finitura e dell'automazione degli impianti, la riprogettazione di alcuni gruppi operatori per ridurre potenze in gioco e consumi, ma anche rotture, fermi macchina, difetti e scarti. In particola-

re grazie all'utilizzo di tecniche avanzate di simulazione, si stanno sviluppando diverse proposte progettuali, migliorative degli attuali impianti sia a livello di struttura, che di configurazione e funzionamento (fig. 3).

Efficientamento energetico

Particolare attenzione è data nel progetto agli aspetti energetici legati alla fase di cottura e alle lavorazioni post-cottura. Si stanno utilizzando soluzioni che permettono di monitorare in tempo reale i consumi e i parametri di processo, e, mediante la determinazione di indicatori energetici significativi, verrà sviluppato un *tool* per la gestione ottimale dei processi di cottura e post cottura sotto il profilo energetico. La sperimentazione in campo, partendo dall'analisi del forno e delle lavorazioni, permetterà lo sviluppo di modelli di monitoraggio continuo per la ge-

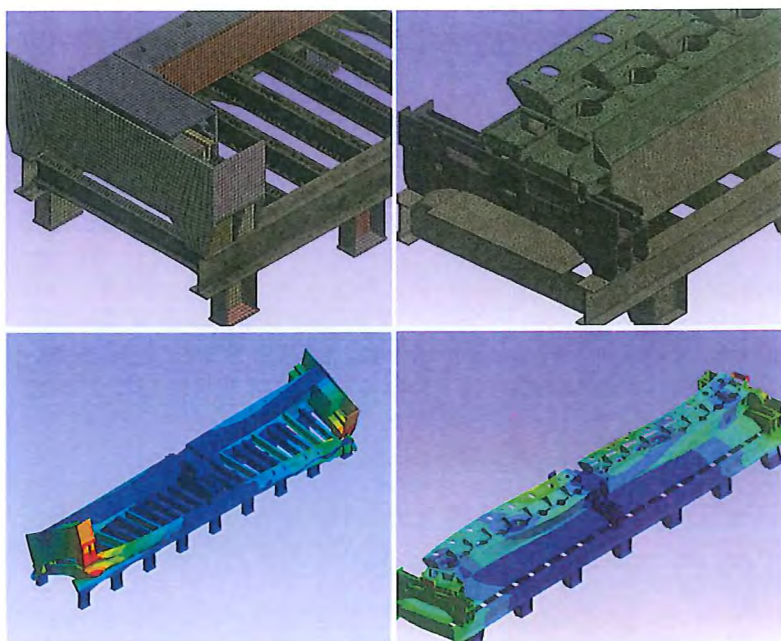


Fig. 3 - Ottimizzazione del basamento di un impianto per la finitura (vecchio e nuovo modello)

stione energetica ottimale dei processi presi in esame.

Metodi di misura e controllo

Un'attività specifica all'interno del progetto è lo sviluppo/applicazione di nuovi metodi di misura *off-line* delle dimensioni delle lastre ceramiche. Le dimensioni particolarmente elevate delle grandi lastre richiedono sistemi di misura alternativi a quelli tradizionalmente utilizzati, ma con la stessa affidabilità. È infatti indispensabile utilizzare metodologie di prova idonee per garantire il controllo qualità e la certificazione del prodotto finito.

Attualmente si stanno confrontando i risultati ottenuti con plucometro orizzontale, braccio di misura tridimensionale portatile e macchina di misura a coordinate CMM (fig. 4). Le misure (dimensioni, ortogonalità, rettilineità degli spigoli, planarità, etc.) vengono effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 10545-2 "Determinazione delle caratteristiche dimensionali delle piastrelle di ceramica". Lo scopo di questa attività è quello di arrivare a definire un protocollo di misura con i nuovi metodi, che sia conforme alla normativa vigente.

Il progetto IPERCER si pone degli obiettivi ambiziosi e rappresenta al contempo un'ottima opportunità per approfondire tematiche attuali e di grande interesse per i produttori di piastrelle. L'impiego di soluzioni quali la modellazione e simulazione numerica di prodotti e processi, associate ad un approccio sperimentale rigoroso, garantisce che i risultati della ricerca siano effettivamente spendibili nella realtà industriale.

Maria Chiara Bignozzi, Sandra Fazio, Leonardo Sanseverino (Centro Ceramico); Michele Dondi, Roberto Soldati, Chiara Zanelli (CNR-ISTEC); Stefano De Miranda, Carlotta Fusi, Luca Patruño (CIRI Edilizia e Costruzioni); Cristiano Fragassa, Ana Pavlovic (CIRI Meccanica Avanzata e Materiali); Fabio Coccia, Mara Pignataro, Laura Rocchi (NIER Ingegneria S.p.A).



Fig. 4 - Macchina di misura a coordinate CMM