

Orientamenti e novità tecnologiche nei forni da cemento e da calce

L'Autore dopo una breve rassegna dei vari tipi di forni da cemento e da calce esamina i moderni orientamenti nel trattamento del klinker, in relazione al consumo di combustibile ed alla qualità del prodotto.

Gli studi sui leganti idraulici e sulle calce sono stati notevolmente approfonditi negli ultimi decenni e portano a sempre maggiori conoscenze ed a continui perfezionamenti della tecnica produttiva.

Già si era passati dai forni verticali azionati a mano ai forni verticali meccanici e quasi contemporaneamente al forno rotativo, che, pur essendo un mezzo ideale di cottura del cemento, presentava però eccessivi consumi di combustibile.

Allo scopo di perfezionarlo si cercò in primo luogo di migliorare il rendimento utilizzando nel modo migliore il calore dei fumi. Si pensò quindi dapprima all'*essiccamento* del materiale greggio in appositi tamburi essicatori andando però incontro a notevoli inconvenienti di indole tecnica.

Contemporaneamente si pensò, specialmente in America, all'impianto di centrali termiche azionate da caldaie a ricupero di calore e si realizzarono anche impianti modello il cui grado di sfruttamento effettivo rimase però in pratica sempre notevolmente al disotto di quello teorico; ciò soprattutto per il fatto che l'impianto di forza motrice e il forno rotativo sono tanto diversi nel loro comportamento e nel loro compito che non riesce possibile poterli accoppiare fra di loro senza seri pregiudizi.

Si giunse così al concetto non di sfrattare ulteriormente il calore dei gas di scappamento del forno, ma di evitare, possibilmente per intero, che il gas di scappamento del forno abbia ancora del calore residuo superfluo.

La realizzazione di tale principio venne raggiunta da alcuni costruttori con un grande allungamento del forno e con l'introduzione di speciali dispositivi per facilitare la trasmissione del calore dei fumi (catene, rivestimenti a forma elicoidale, ecc); da altri con sistemi più innovatori fra i quali merita specialmente menzione quello brevettato col nome Lepol.

Un analogo processo di modifiche e perfezionamenti si era compiuto per quanto riguarda il raffreddamento del klinker costruendo forni che recuperavano al massimo il calore perduto dal klinker durante il solidificarsi e il raffreddarsi, (con un processo di raffreddamento prolungato a contatto con masse di aria che asportando il calore lo convogliano poi nel forno sotto forma di aria comburente preriscaldata). Si era così raggiunto un effetto termico utile dell'85 % circa, intendendo

per effetto utile il rapporto fra il calore inviato al forno mediante l'aria secondaria e il calore contenuto nel klinker al suo ingresso nel raffreddatore.

Attualmente, l'orientamento più recente della tecnologia riguarda soprattutto tale trattamento del klinker: la questione è tutt'ora allo studio e trova differenti consensi, ma è comunque interessante da esaminare per gli sviluppi pratici che potrà avere.

In particolare si sono diretti gli studi sulla struttura del klinker e del suo comportamento sotto diverse forme di cristallizzazione, modificantesi in differenti condizioni di raffreddamento.

Anziché cercare di costruire, come si era fatto finora, dei forni che recuperano al massimo il calore perduto dal klinker, si cerca ora di espellere dal forno il klinker alla temperatura più alta possibile e di raffreddarlo nel minor tempo possibile.

Questo si ottiene portando a contatto del klinker enormi quantità di aria fredda, che solo in parte possono poi essere introdotti nel forno, perché molto superiori, in quantità, all'aria comburente tollerabile; perciò con l'aria calda liberata nell'atmosfera si perde una parte del calore asportato al klinker, e si eleva il consumo di combustibile nel forno perchè la piccola parte d'aria che vi rientra apporta poche calorie.

Lo svantaggio del minore effetto termico utile è solo apparente rispetto alle vecchie teorie di economia del carbone, perché il maggior onere per il combustibile viene largamente compensato dalla migliore qualità del cemento prodotto, che tocca resistenze elevatissime e che acquista una macinabilità molto più facile data la struttura fragile di questi klinker che si potrebbero quasi definire « temperati ».

Per contro i raffreddatori intensivi consumano per il movimento dei klinker e, soprattutto, per insufflarvi l'aria attraverso, un quantitativo di energia che si aggira sui 2 KWh per tonnellata.

L'applicazione di questi concetti è schematicamente raffigurata nella illustrazione (fig. 1) dove si vede uno di questi raffreddatori intensivi abbinato ad un normale forno rotante con zona di cottura ravvicinata all'uscita dal forno. Il grande ventilatore manda contro corrente aria fredda a contatto col klinker e l'aria viene liberata dal camino senza rientrare nel forno propriamente detto. Una importante caratteristica di questo raffreddatore « a tempera d'aria » (air quenching cooler) è il suo basso costo di manutenzione.

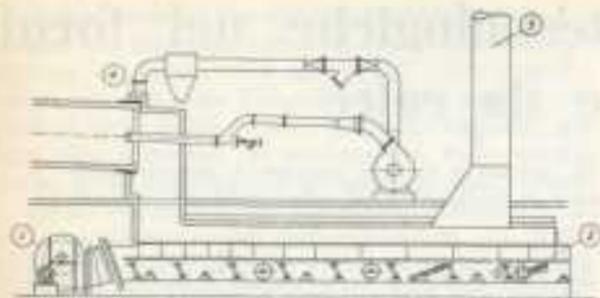


Fig. 1 - Raffreddatore intensivo.

1. Ventilatore per aria raffreddamento klinker - 2. Trasportatore a scosse - 3. Camino aria raffreddamento klinker - 4. Immissione aria calda al forno.

È da notare che lo stesso inventore del sistema Lepol, ing. Lellep, ha progettato per una ditta Americana (Allis-Charlmers) un tipo di forno che riunisce i vantaggi del suo brevetto a quelli del raffreddamento intensivo del klinker (fig. 2) ottenendo degli ottimi risultati.

È probabile che questi concetti finiranno per modificare anche i forni verticali a carico e scarico meccanizzato. In questi ultimi, di cui la fig. 3 rappresenta schematicamente uno dei tipi più recenti, si è ormai giunti mediante la meccanizzazione completa e con l'installazione di compressori per insufflare l'aria occorrente alla razionale combustione, ad ottenere delle produzioni unitarie di 150 ÷ 200 t/giorno con consumi di combustibile veramente soddisfacenti e con caratteristiche qualitative non inferiori a quelle del klinker di forno rotante.

È probabile che i nuovi forni verticali divengano cortissimi allo scopo di ottenere un brusco

raffreddamento del klinker che uscirà ad una temperatura molto più elevata dell'attuale. La difficoltà da superare sta certamente negli organi meccanici di estrazione che si troveranno a contatto con una massa ad alta temperatura; ma è probabile che con gli acciai al cromo nickel si possa trovare la soluzione per una durata sopportabile.

In fatto di orientamento economico nella condotta dei forni prevale anche il concetto di spingere i forni alla produzione/ora massima, ancorché la marcia forzata non sia sempre la più economica riguardo al consumo specifico di combustibile, perché si considera che alla produzione elevata corrisponde un integrale sfruttamento degli impianti ed una migliore utilizzazione del capitale in essi investito. Ne consegue altresì un più rapido rinnovamento dei mezzi di produzione che restano così maggiormente aggiornati ai progressi tecnici.

In altri termini, mentre nel passato ci si è radicati ai concetti della più rigorosa economia di combustibili, alle produzioni ridotte per il regime meno dispendioso in logoramenti ed in consumi di calore, appare oggi che gli altri fattori economici e le migliorate caratteristiche qualitative dei prodotti, apportano vantaggi superanti le perdite provocate dal voluto abbandono delle vecchie economie.

Ne consegue che la tendenza generale è verso unità di elevatissime produzioni, sia per i forni verticali (200 t/g) e ancora di più per i forni rotanti che raggiungono anche le 400, 500 t/g., per abbassare l'incidenza della mano d'opera.

In quanto a combustibili l'innovazione più recente è quella dell'impiego del metano nei forni rotativi. Il primo esempio in Italia è dato dalla

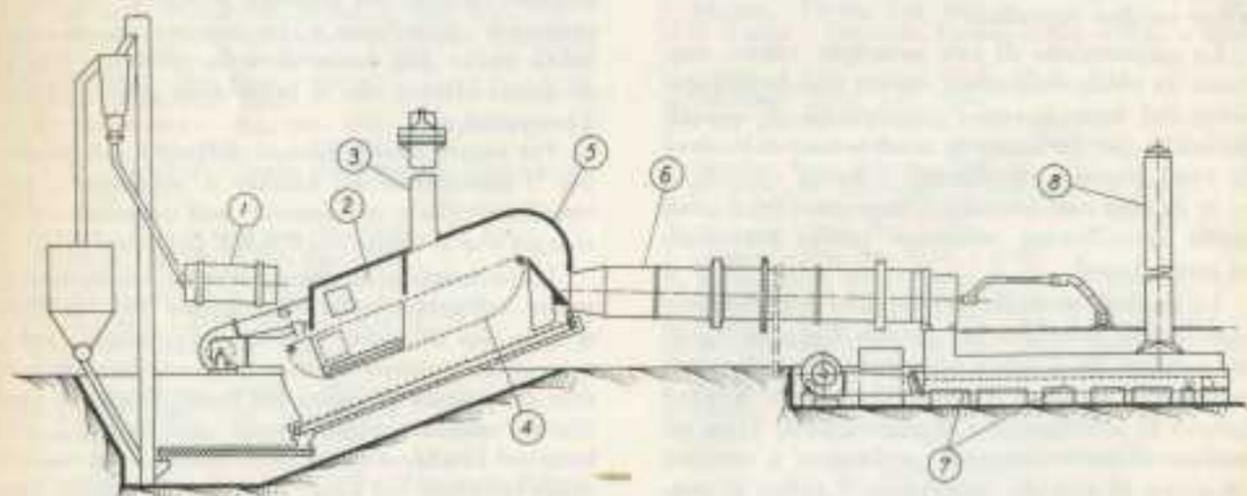


Fig. 2 - Forno e raffreddatore a "tempera d'aria".

1. Granulatore - 2. Camera d'asciugamento - 3. Camino sussidiario - 4. Griglia mobile - 5. Camera di precalcinazione - 6. Forno rotativo - 7. Raffreddatore a tempera d'aria - 8. Camino del raffreddatore.

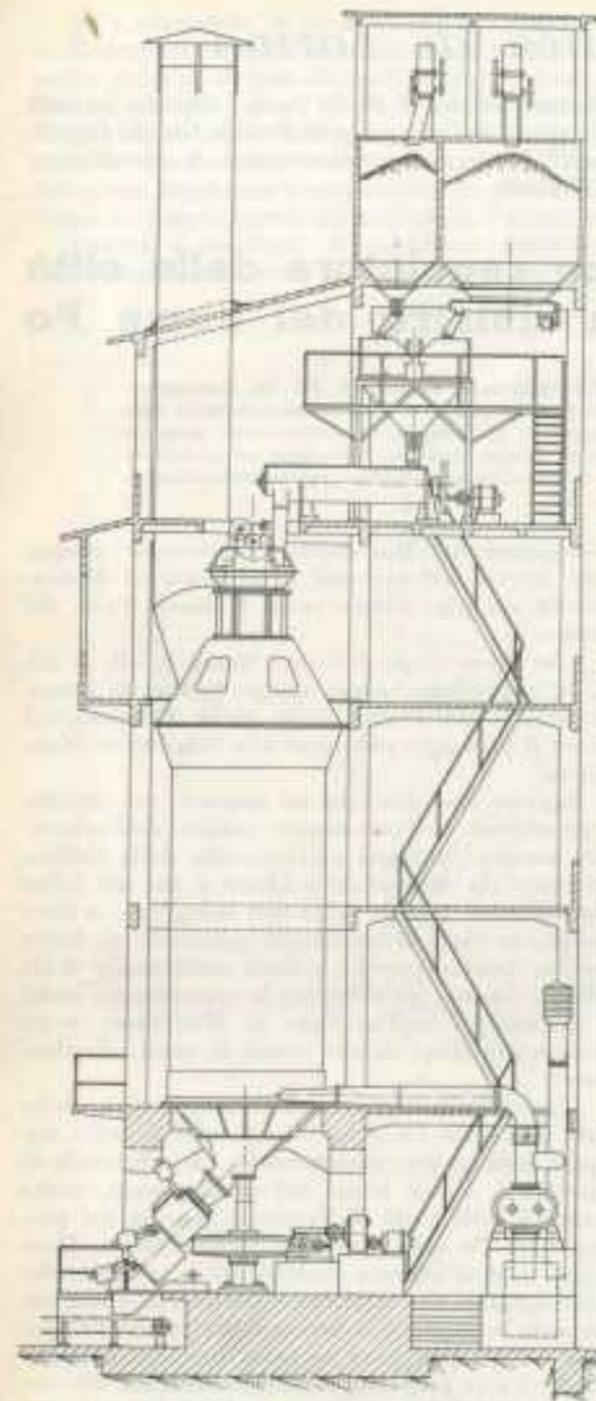


Fig. 3 - Forno verticale a carico e scarico meccanizzati.

Soc. Cementi Rossi di Piacenza (1), che ha dato esito soddisfacente, mettendo d'altra parte in evidenza vantaggi e svantaggi di questo combustibile.

Depongono infatti a suo favore la totale assenza di ceneri, la costanza del potere calorifico e l'eli-

(1) Dott. Ing. ALDO AONZO, *Applicazioni a gas metano in un forno rotativo da cemento*. « L'industria italiana del cemento », Gennaio 1950.

minazione di tutto il lavoro relativo alla preparazione del carbone polverizzato. Sono invece elementi negativi la maggior pericolosità d'uso e la tendenza del gas a « fuggire » verso il camino, fenomeno che costringe a prevedere un allungamento della zona di combustione. Una più vasta esperienza in proposito potrà meglio indicare il campo di applicabilità di questo combustibile che pare, per ora, non indicato per i forni verticali automatici né per quelli rotanti di tipo assai corto. Di massima si può concludere che il tipo di combustibile (carbone, nafta, metano) va scelto secondo le risorse del luogo.

Nel campo dei forni verticali automatici va citato il sistema adottato recentemente di costruire forni di minimo diametro interno, riuniti a fascio di quattro, con bocca di carico e scarico unita in un unico vano. Risulta che, data la maggiore facilità di ottenere la uniforme combustione in forni di piccolo diametro, si ottengono dei klinker di cemento più omogenei con 4 piccole camere di cottura riunite che con una sola di equivalente cubatura. Tale sistema non ha però finora trovato applicazioni degne di nota e si ritiene che non abbia ad avere diffusione perché il forno verticale per cemento dovrà subire ulteriori metamorfosi per i concetti precedentemente accennati.

Per quanto riguarda la calce il mezzo migliore per fabbricarla è ancora il forno verticale. È vero che i forni rotanti, usati specialmente in America, sono preferibili per le grandi produzioni e per l'economia di mano d'opera, ma essi presentano un maggior consumo di combustibili.

Al contrario il forno verticale permette di ottenere della calce selezionata, può essere regolato a seconda della richiesta del mercato e consuma meno combustibile.

La tendenza attuale è quella di fare dei forni molto alti (25 m.) con diametri di 3 ÷ 4 m. che permettono di raggiungere produzioni di 80 ÷ 100 t/g. Come combustibile si impiegano preferibilmente il gas naturale o quello di gassogeno.

Mentre però fino a 10 anni or sono si preferivano bruciatori periferici, si è giunti ora a utilizzare quasi integralmente bruciatori centrali che permettono un minor consumo di calorie pur dando un ottimo rendimento.

Anche in questi forni il tiraggio ha grande importanza, tanto che si hanno esempi di forni in cui l'applicazione del tiraggio misto con pressioni dell'ordine di pochi m/m ha permesso di raddoppiare la produzione.

Piero Dardanelli