

L'ottimizzazione del dosaggio della resina e del catalizzatore nei sistemi di formatura No-Bake e il controllo della miscelazione

E. Flamigni

Nei sistemi di formatura sabbia resina No-Bake, l'introduzione della resina nella sabbia, che funge da agglomerante, e di catalizzatore, con funzioni di induritore della resina, e la relativa miscelazione avviene mediante un processo in continuo. La necessità di un controllo più stretto dei dosaggi è sempre più sentita con metodi adatti ad un processo continuo, in maniera tale da garantire risultati di miscelazione costanti nel tempo. I motivi di tale esigenza sono direttamente correlati con la necessità di avere un buon esito del processo di formatura, ed inoltre con la necessità di ottimizzare l'economia globale del processo dal punto di vista dei consumi di resina e acido, che hanno un peso determinante sul costo dell'agglomerato, e da un punto di vista dello scarto sia in fase di formatura che in fase di colata dei getti.

Parole chiave: fonderia

INTRODUZIONE

Il controllo del processo mediante il controllo di alcuni parametri fondamentali riveste un ruolo sempre più importante nel momento in cui i ritmi produttivi divengono elevati e i ritorni di una gestione tecnicamente corretta del processo risultano essere decisivi per un successo economico della produzione.

Inoltre la tendenza all'ottimizzazione dell'utilizzo di resina ed acido aiutano a contenere le emissioni gassose in fase di formatura e di colata con un indubbio vantaggio in termini di miglioramento dell'ambiente di lavoro e di problemi sui getti dovuti ad eccessivo sviluppo di gas.

L'intento di questo lavoro è quello di individuare ed analizzare i parametri fondamentali che influenzano direttamente la qualità dell'agglomerato e proporre alcune soluzioni tecniche ed impiantistiche per il dosaggio della resina e del catalizzatore e delle metodologie per la verifica della miscelazione, per arrivare all'ottimizzazione del processo di miscelazione.

In questa trattazione si prenderà come riferimento il sistema No-Bake basato su resine Fenoliche o Furaniche e miste con catalisi acida.

DESCRIZIONE DEL PROCESSO NO-BAKE MEDIANTE RESINE A BASE FENOLICA O FURANICA CATALIZZATE DA ACIDI. [1][2]

Il processo No-Bake consiste nella miscelazione in continuo di sabbia, che in genere proviene per il 90% da un processo di recupero meccanico, resina e catalizzatore che agisce come induritore dell'agglomerato, come rappresentato nella figura 1.

L'agglomerato così ottenuto si utilizza per riempire le staffe o le casse d'anima e dopo un breve periodo l'agglomerato

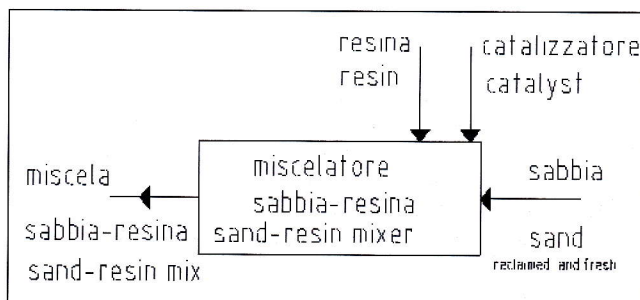


Fig. 1 - schema del miscelatore sabbia resina.

Fig. 1 - sand-resin mixer's flow chart.

indurisce fino ad ottenere delle forme e delle anime pronte per la colata.

Le resistenze che si ottengono sono molto elevate rispetto alle forme od anime in terra a verde e questo consente di realizzare forme ed anime molto complesse e delicate senza alcun problema, inoltre il calore fornito dalla ghisa o acciaio è in grado nell'interfaccia di bruciare la resina, rigenerando una porzione di sabbia, e comunque di far perdere le caratteristiche meccaniche all'agglomerato rendendo estremamente agevole le operazioni di distaffatura e sterratura. [9]

In commercio esistono svariate soluzioni impiantistiche che realizzano la miscelazione dei tre componenti sabbia, resina e catalizzatore, in maniera tale da ottenere a fine indurimento un agglomerato con caratteristiche costanti in ogni suo punto.

Normalmente nei processi con catalizzatore acido e resine fenoliche o furaniche o fenol-furaniche la percentuale di resina varia da 0.9 a 1.1 % in peso sulla sabbia mentre la percentuale dell'acido varia da 40 al 70% in peso sulla resina, questo per ottenere un agglomerato con buone caratteristiche di resistenza.

Questi valori sono variabili in funzione di parametri legati alla sabbia ed aumentano al diminuire della granulometria e all'aumentare del contenuto di fini, mentre la quantità di ca-

Enrico Flamigni

SCM Group S.P.A., Consorzio Fonderie SCM Villa Verucchio (Rimini)

talizzatore è influenzata dalla temperatura della sabbia che ne esalta in maniera esponenziale il suo effetto sul tempo di reazione ed anche dall'acidità della sabbia di recupero e dal tipo di acidità, se conferita da un acido forte, invernale, o da un acido debole, estivo.

Come si nota, anche se schematicamente il processo risulta molto semplice, le variabili che prendono parte a realizzare il risultato finale sono molte e complesse e la loro interazione ed il loro controllo risulta ancora non del tutto chiaro.

In questo lavoro intendo focalizzare l'attenzione solo su alcuni parametri fondamentali quali il controllo delle portate di catalizzatore e di resina indicando una possibile soluzione impiantistica e il controllo della miscelazione, senza entrare nel dettaglio del processo a livello del controllo della reazione di indurimento.

Sperimentalmente si è visto che la portata di sabbia non varia molto ed in breve tempo, in genere le variazioni dipendono dalla scorrevolezza della sabbia e dallo stato di usura del miscelatore o da eventuali incrostazioni di resina.

Dunque in genere è possibile determinare la portata di sabbia determinando il peso di sabbia espulsa in un intervallo di tempo prestabilito e la prova è sufficiente realizzarla con cadenza periodica, comunque l'impianto in genere garantisce una portata pressoché costante a meno di problemi legati a fenomeni sopra citati facilmente individuabili e risolvibili e che comunque fanno parte di un normale intervento di corretta manutenzione e di pulizia sull'impianto.

Mentre per il dosaggio delle resine e di catalizzatore occorre utilizzare delle soluzioni impiantistiche tali da garantire a priori il dosaggio, ricorrendo a soluzioni che provengono dall'industria chimica dove i problemi di dosaggio dei reagenti nei reattori chimici sono un problema quotidiano e intorno al quale è nata una vera e propria specializzazione tecnologica.

DESCRIZIONE DI UN IMPIANTO DI DOSAGGIO PER CATALIZZATORE E RESINA

Il cuore di un impianto di dosaggio è costituito da una pompa dosatrice, ci sono ditte specializzate nella costruzione di tali pompe ed in genere sono caratterizzate anche da un costo decisamente elevato rispetto a pompe normali che hanno come funzione principale quella di trasferire un fluido.

Le pompe dosatrici in commercio sono tutte pompe volumetriche cioè pompe che funzionano spostando un determinato volume di fluido dalla bocca di aspirazione a quella di mandata e la cui portata viene minimamente influenzata dalle caratteristiche dell'impianto a valle a differenza di quelle centrifughe, in genere sono a pistone oppure a membrana o a vite.

Sono costruite in maniera tale da avere una curva caratteristica lineare con il numero di giri del motore e tale da garantire una portata volumetrica costante a parità di giri con qualsiasi tipo di fluido.

Le pompe centrifughe hanno la portata che dipende fortemente dalla densità del fluido ed anche dalla sua viscosità. Altre caratteristiche comuni a questo tipo di pompe sono la notevole affidabilità e la grande costanza di funzionamento, che sono sempre essenziali nella maggior parte dei loro impieghi.

Una possibile soluzione a basso costo è quella di utilizzare una pompa dosatrice a membrana, ne esistono sul mercato dei modelli di eccellente qualità, inoltre il materiale a contatto con il fluido può essere personalizzato per ogni applicazione.

Una descrizione dettagliata sarà necessaria per la sua installazione in maniera tale che la pompa garantisca i migliori risultati di precisione e per minimizzare le oscillazioni di portata, che se molto ampie e di bassa frequenza possono creare

problemi in fase di miscelazione.

Un esempio pratico può essere fatto per un miscelatore con una portata di 400 kg/min. considerando di lavorare all'1% di resina e al 50% di acido sulla resina allora si hanno una portata di resina di 4 kg/min. e una portata di acido di 2 kg/min.

Si possono utilizzare due pompe dosatrici a membrana con le seguenti caratteristiche [4]:

a) per il catalizzatore, cilindrata massima 16 cm³; a 50 Hz:

- numero di cicli minuto 120;
- portata max. 115 l/h;
- pressione in mandata 3 bar;

a 60 Hz:

- numero di cicli minuto 144;
- portata max. 138 l/h;
- pressione in mandata 2.5 bar;

b) per la resina, cilindrata massima 47 cm³;

a 50 Hz:

- numero di cicli minuto 120;
- portata max. 330 l/h;
- pressione in mandata 3,5 bar;

a 60 Hz:

- numero di cicli minuto 144;
- portata max. 400 l/h;
- pressione in mandata 3 bar.

L'influenza della pressione sulla portata è dovuta alla elasticità della membrana, inoltre tali pompe richiedono una certa pressione minima per poter funzionare correttamente, a differenza delle pompe a pistone, per tale ragione è necessario installare una valvola che garantisca alla pompa una data pressione in mandata fig.2.

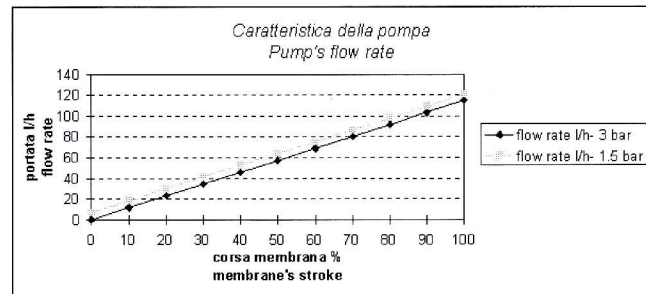


Fig. 2 - Curva a 50Hz della pompa del catalizzatore, portata in l/h in funzione della regolazione della corsa della membrana (cilindrata), sono presenti due curve che mostrano l'influenza della pressione in mandata sulla portata. [4]

Fig. 2 - Pump's flow rate function at 50 Hz, catalyst's flow rate for different membrane's stroke, two curves show the pressure's influence on flow rate.

La portata si può calcolare moltiplicando il n° di cicli per la cilindrata e semplicemente si può controllare la portata variando la frequenza del motore elettrico oppure operando sulla cilindrata (sulla corsa della membrana).

La soluzione migliore della regolazione è quella che consente di operare in un intervallo con una frequenza abbastanza elevata e con cilindrata più piccola possibile per avere minori oscillazioni di portata e pressione lungo le condotte.

E' molto importante osservare che la portata di una pompa del genere segue una curva periodica come indicato nella figura 3 in cui la portata raggiunge un valore massimo ed un valore pressoché nullo.

A queste variazioni di portata seguono anche delle variazioni di pressione nella condotta a monte ed a valle della pompa, che a volte possono essere tali da generare vibrazioni sulle condotte.

E' quindi fondamentale individuare la pompa che ha la cilin-

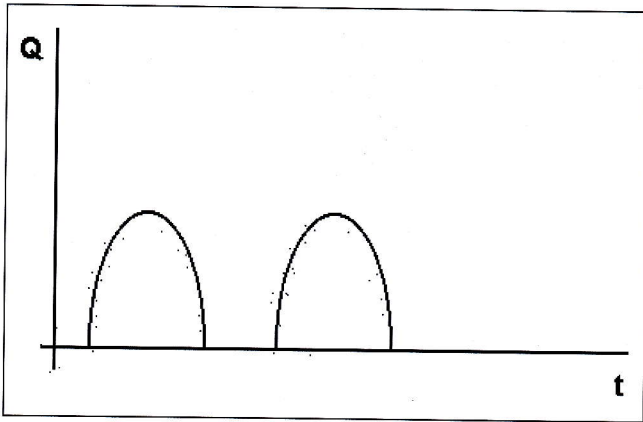


Fig. 3 - Variazione di portata (e pressione) nel tempo in mandata ad una pompa volumetrica. [5]

Fig. 3 - Flow rate's variation of a volumetric pump.

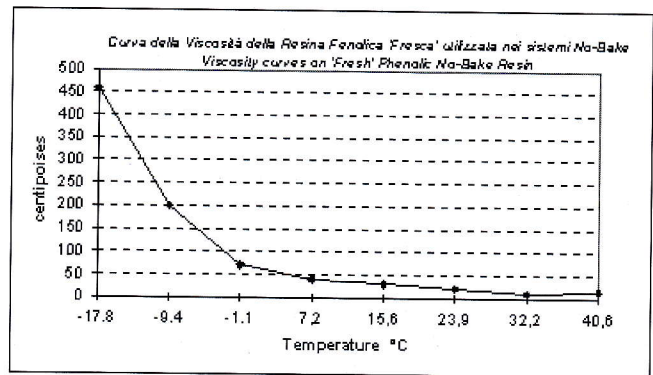


Fig. 4 - Andamento della viscosità della resina con la temperatura, al disotto della temperatura di 20 °C la viscosità inizia ad aumentare in maniera importante. [3]

Fig. 4 - Resin's viscosity curve for different temperature, under 20°C the viscosity grows up rapidly.

drata più piccola possibile in maniera tale da rendere molto frequenti queste oscillazioni e di minore entità, inoltre tale scelta può garantire una buona costanza di portata nella condotta evitando il pericolo di incidere negativamente sul risultato della miscelazione.

A tal proposito è doveroso precisare che nei comuni miscelatori sia l'acido che la resina vengono introdotti attraverso un ugello direttamente sul flusso della sabbia e in particolare nella zona periferica, il risultato di questo modo di operare è che in corrispondenza dell'ingresso si avranno certamente delle concentrazioni di resina e di acido molto elevate e nulle nella zona centrale. Le differenti concentrazioni vengono rese omogenee in tutta la sabbia dalla miscelazione, dunque se il miscelatore sopporta questo gradiente di concentrazione può anche sopportare una lieve differenza di concentrazione dovuta ad una portata pulsante.

Uno dei motivi per cui l'acido viene introdotto prima della resina sta nel fatto che nella zona di ingresso l'acido raggiunge una concentrazione così elevata da sovra-catalizzare la resina e dunque far scendere le caratteristiche dell'agglomerato prodotto. La pompa in questione ha un limite di utilizzo per quanto riguarda la viscosità del fluido pompato che può essere al massimo di 100 centipoises.

Per un catalizzatore comunemente utilizzato in questi sistemi non c'è alcun problema, mentre per la resina può esserci qualche problema in particolare a basse temperature dove la viscosità può assumere dei valori molto superiori a quelli a temperatura ambiente (Fig. 4), causando gravi anomalie di funzionamento nelle pompe volumetriche utilizzate fino a compromettere il dosaggio e il buon esito della miscelazione.

La viscosità della resina inoltre può aumentare durante lunghi periodi di stoccaggio o a causa di errate condizioni di

conservazione.

Per garantire un funzionamento regolare della pompa si può installare in mandata una valvola di contro pressione che mantiene la pompa sotto una pressione costante, questo permette di ottenere un parziale smorzamento delle oscillazioni di portata e pressione e una precisione del dosaggio costante nel tempo Figura 5.

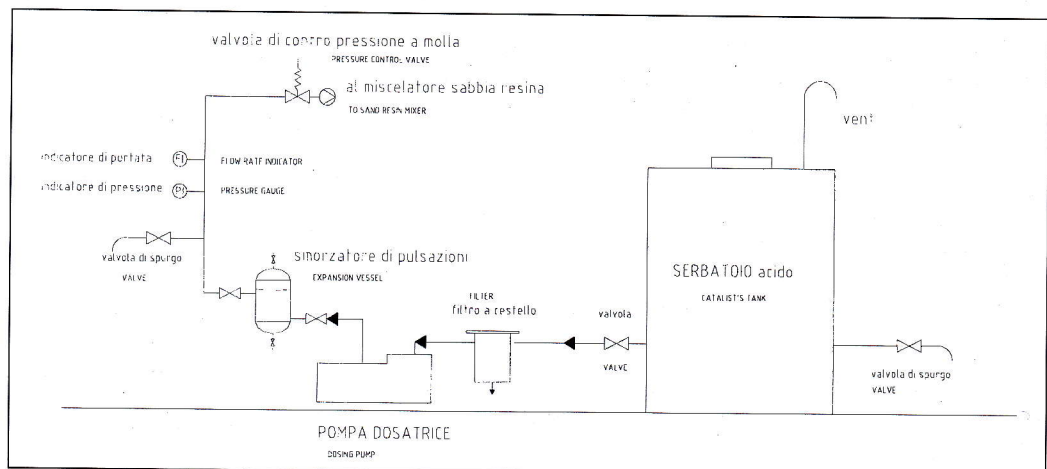
Nello schema 5 sono indicati due semplici strumenti, un indicatore di portata ed un indicatore di pressione, essi indicheranno certamente una grandezza variabile e la cui variazione dipende dalla frequenza e dalla cilindrata della pompa, non serve una regolazione della portata in mandata con controllo a retroazione sul flusso di mandata mediante una valvola servo-comandata come avviene nelle pompe centrifughe, dato che le pompe a membrana non risentono se non in minima parte delle variazioni delle caratteristiche dell'impianto a valle, la regolazione si esegue direttamente o sul n° di giri del motore o sulla cilindrata e se la portata non corrisponde a quella teorica allora è necessario verificare il corretto funzionamento della pompa o della valvola di contro pressione. La pompa dal miscelatore non riceve nessuna contro pressione significativa a meno che non si creino delle incrostazioni negli ugelli diffusori, dunque la configurazione è quella con mandata a bocca libera.

La valvola di contro pressione che assomiglia ad un riduttore a membrana Fig.3.5 funge anche da valvola di non ritorno ed evita lo svuotamento della linea a ridosso del miscelatore migliorando le condizioni di avviamento della miscelazione e realizzando da subito un agglomerato di buona qualità.

In mandata come anche in aspirazione è possibile installare dei barilotti con la funzione di smorzare le pulsazioni di portata e di pressione, in maniera tale da rendere costante il

Fig. 5 - Schema tecnologico di un efficace impianto di dosaggio per catalizzatore. [4] [8]

Fig. 5 - Design of effective dosing plant for catalyst.



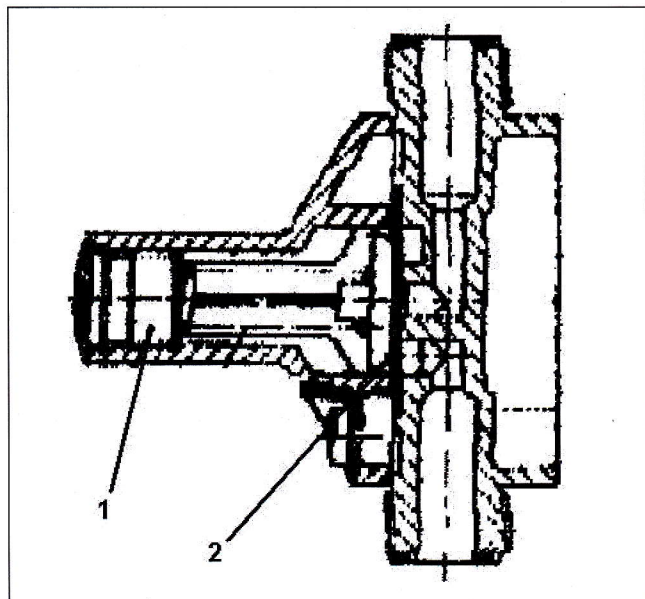


Fig. 6 - Schema di una valvola di contro pressione a membrana: 1- vite per la regolazione della pressione; 2- membrana. [4]

Fig. 6 - Design of control pressure's valve: 1- regulation screw; 2- membrane.

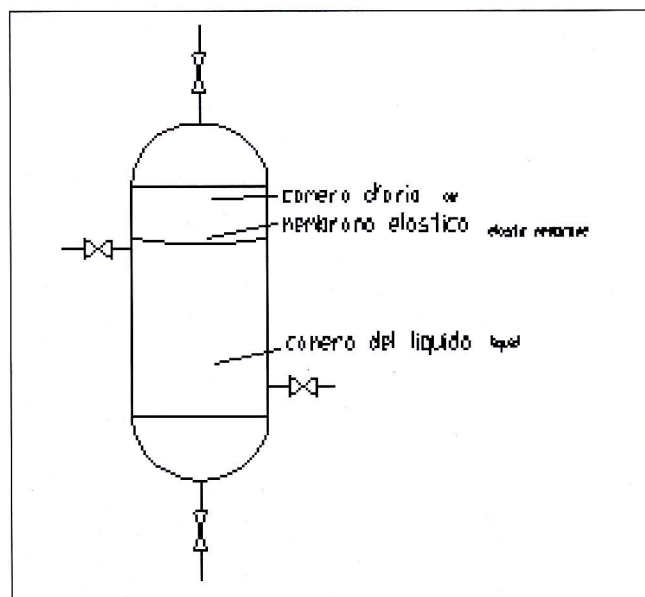


Fig. 7 - Schema di uno smorzatore di pulsazioni a membrana.

Fig. 7 - Design of expansion's vessel.

flusso, costruttivamente sono degli accumulatori con una membrana elastica che divide la camera d'aria dal flusso del liquido, si sfrutta l'elasticità dell'aria per smorzare le oscillazioni di portata e pressione.

Lo smorzatore di pulsazioni deve essere opportunamente dimensionato, e deve essere applicato solo quando è necessario (Fig. 7).

LA SCELTA DEI MATERIALI ADATTI AL CONTATTO CON I CATALIZZATORI ACIDI

Nel processo No-Bake con catalisi acida riveste un ruolo molto importante la scelta dei materiali posti a contatto con il catalizzatore, le parti della pompa dosatrice e le linnee e

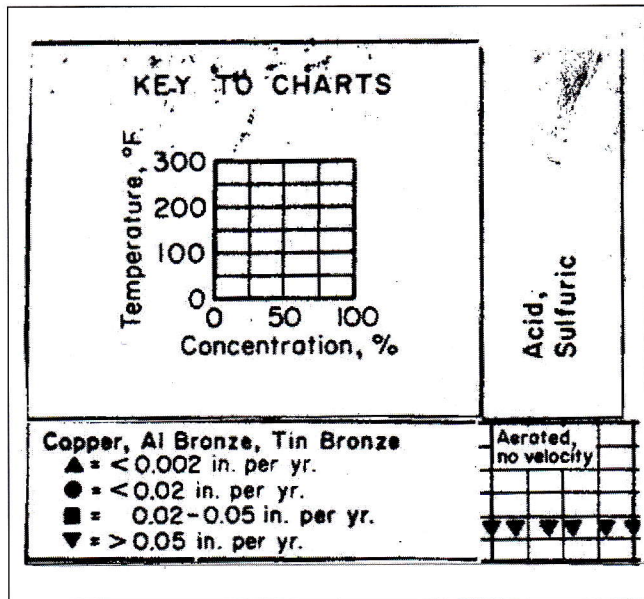


Fig. 8 - Tabella di corrosione per il Rame, alluminio - bronzo, stagno - bronzo, con soluzioni acquose di acido solforico. [6]

Fig. 8 - Corrosion chart of copper, Al Bronze, Tin Bronze for Sulfuric Acid

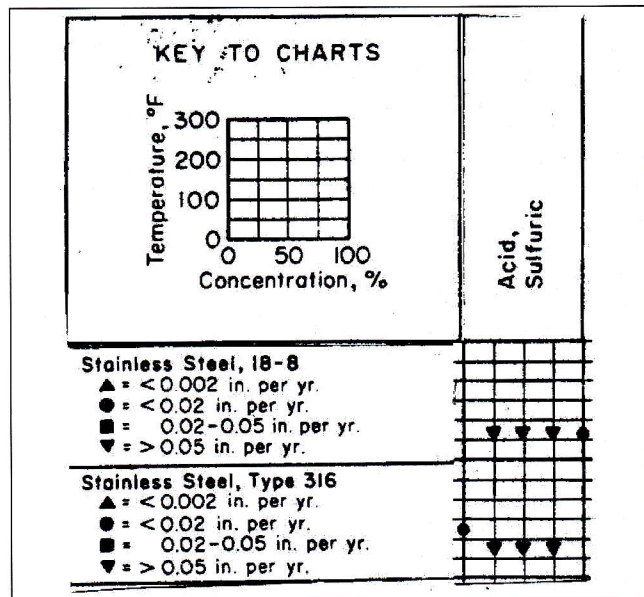


Fig. 9 - Tabella di corrosione per l'acciaio inox 18-8 e aisi 316, con soluzioni acquose di acido solforico. [6]

Fig. 9 - Corrosion chart of Aisi 18-8 and Aisi 316 for Sulfuric Acid

le valvole e gli eventuali filtri di linea dovranno tutti essere idonei a sopportare la loro aggressività, per non compromettere dopo breve tempo il buon funzionamento dell'impianto di dosaggio.

I catalizzatori in genere sono di tre tipi, uno forte, idoneo per basse temperature della sabbia, a base di acido benzenosolfonico, uno medio, per temperature normali, a base di acido toluenosolfonico, uno debole, per temperature alte della sabbia, a base di acido toluenosolfonico con aggiunta di inibitori come ad es. glicole dietilenico.

Tutti questi acidi sono in soluzione acquosa e presentano tutti un valore residuo di acido solforico, che in genere è al disotto del 5%.

Comunque una tale soluzione acida presenta una enorme aggressività nei confronti dei materiali che vengono normal-

mente utilizzati per impieghi tecnici ed è dunque necessario dimostrare con dati e tabelle di corrosione che alcuni materiali largamente utilizzati in passato per queste applicazioni sono completamente inadatti mentre sono disponibili dei materiali plastici adatti a tale uso.

In passato sono stati utilizzati materiali come acciaio inox e leghe di bronzo alluminio, anche per la realizzazione di pompe per il dosaggio, che come si può vedere dalla tabella 8 e 9 sono materiali completamente inadatti a tale impiego, la corrosione risulta essere superiore a 1,3 mm l'anno, valore del tutto inaccettabile per quegli organi che devono garantire tenuta come ad es. i denti di una pompa ad ingranaggi. Mentre si possono utilizzare materiali plastici come ad es. il PTFE, il PVC e il polipropilene che hanno un comportamento eccellente nei confronti di soluzioni acide molto aggressive.

**IL CONTROLLO DELLA MISCELAZIONE
MEDIANTE LA DETERMINAZIONE CASUALE DEL LOI
SULLA SABBIA IN USCITA DAL MISCELATORE**

Nella letteratura tecnica non è riportato alcun metodo per la determinazione dell'efficienza della miscelazione di un miscelatore e con il presente lavoro intendo anche proporre un metodo per il suo calcolo mediante un metodo statistico semplice.

Lo scopo di tale metodo è quello di determinare la concentrazione dei composti organici ed inorganici aggiunti nella sabbia e che mediante riscaldamento ad una temperatura minima di 760°C vaporizzano o si ossidano, tra questi ci sono certamente il catalizzatore e la resina.

Il problema fondamentale è che in tutti i processi di formatura No-Bake il 90% circa della sabbia utilizzata proviene da un processo di recupero meccanico e dunque possiede già un contenuto organico elevato dal 2 al 4% e di questo occorrerà tenerne conto.

La procedura che sfrutterò sarà quella messa a punto e pubblicata dall'American Foundrymen's Society Inc. con il n. 321-87-S intitolata LOSS-ON-IGNITION (LOI) TEST FOR CHEMICALLY BONDED SAND[7], applicata con un criterio statistico per arrivare al calcolo dell'efficienza di miscelazione.

Il metodo si basa sul prelievo casuale di campioni durante il processo di formatura in un intervallo di tempo limitato sia della sabbia in ingresso al miscelatore sia quella in uscita dal miscelatore e in seguito si determina il LOI secondo la procedura sopra accennata.

La cosa più importante è che i campioni devono essere trattati allo stesso modo compreso il tempo di attesa che è fondamentale per la perdita dei composti evaporabili come l'acqua presente nella resina e nel catalizzatore ed i solventi a basso punto di ebollizione.

I dati così ottenuti si raccolgono in due gruppi, uno relativo ai campioni di sabbia da formare e gli altri relativi alla sabbia formata e si calcolano la media semplice e la deviazione standard semplice con le seguenti relazioni[6] :

$$x_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \begin{matrix} \text{media semplice,} \\ \text{sample mean} \end{matrix}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_m)^2}{n - 1}} \quad \begin{matrix} \text{deviazione standard semplice,} \\ \text{sample deviation standard} \end{matrix}$$

La media dei valori indica il contenuto organico medio della sabbia rispettivamente in entrata ed in uscita dal miscelatore, mentre la deviazione standard indica la variazione media dei dati rispetto alla media semplice.

Dalla differenza delle medie ottengo la quantità media di resina ed acido aggiunto nel miscelatore, mentre dalla differenza delle deviazioni standard posso ottenere l'efficienza della miscelazione e la calcolo nella maniera seguente :

$$\eta\% = \left(1 - \frac{|s_2 - s_1|}{x_{m2} - x_{m1}}\right) \cdot 100$$

Efficienza di un miscelatore continuo No-Bake con sabbia di recupero.

Continuous No-Bake Mixer's efficiency for reclaimed sand.

Da un punto di vista fisico questa relazione esprime la differenza che intercorre fra le variazioni della grandezza misurata in ingresso e le variazioni della grandezza misurata in uscita, più tali variazioni sono vicine (cioè non ci sono accumuli di reagenti nel flusso di sabbia e dunque carenze per un semplice bilancio locale di materia) più l'efficienza del miscelatore sarà elevata.

La differenza fra le deviazioni figura in valore assoluto perché può anche risultare negativa, inoltre la differenza elimina in gran parte il contributo sulla deviazione dovuto all'errore sperimentale.

L'efficienza risulta essere del 100% solo quando le due deviazioni sono uguali, nel caso in cui non vengano aggiunti i reagenti la relazione risulta essere indeterminata.

Se si utilizza sabbia nuova la perdita a calcinazione è praticamente trascurabile ($x_{m1}=0, s_1=0$) e la relazione assume la forma semplificata :

$$\eta\% = \left(1 - \frac{s_2}{x_{m2}}\right) \cdot 100$$

Efficienza di un miscelatore continuo No-Bake con sabbia nuova.

Continuous No-Bake Mixer's efficiency for fresh sand.

In questo caso il risultato viene maggiormente deviato a causa dell'errore sperimentale rispetto alla relazione precedente.

Il seguente esempio è stato tratto da una prova reale su un impianto di formatura, è evidente che più dati si hanno a disposizione più il risultato sarà accurato (Fig. 10).

input loi		scost.		output loi		scost.	
3,85			-0,12	5,30			-0,048
4,10			0,13	5,23			-0,118
3,90			-0,07	5,45			0,102
4,05			0,08	5,35			0,002
3,95			-0,02	5,41			0,062
mean		deviation					
media1	3,97	scost.1	0,104	media2	5,35	scost.2	0,076
media2-media1=	1,38						
scost.2-scost.1=	-0,0274						
efficienza%=	98,0 efficiency						

Fig. 10 - Esempio di calcolo.

Fig. 10 - Example of calculation.

CONCLUSIONI

La necessità di controllare sempre più il processo di formatura No-Bake sta portando a curare particolarmente i sistemi di dosaggio dei miscelatori e la scelta dei materiali posti a contatto con i vari prodotti.

Purtroppo spesso l'adeguamento è limitato ai nuovi impianti e ai più complessi mentre i vecchi miscelatori e quelli più semplici sono rimasti ad utilizzare sistemi di dosaggio inadeguati e molto spesso costituiti da materiali non idonei che

obbligano l'utente ad interventi di manutenzione continui e con conseguenze gravi che limitano sensibilmente le eccellenti potenzialità del processo No-Bake.

Le soluzioni proposte hanno le caratteristiche di essere semplici e di incidere sul costo dell'impianto poco di più rispetto ad un sistema di vecchia concezione.

Inoltre il controllo della miscelazione non richiede alcuno strumento aggiuntivo rispetto a quelli normalmente presenti da tempo in qualsiasi fonderia.

BIBLIOGRAFIA

[1] J.J. Archibald, Ashland Chemical Co., "Benchmarking the Nobake Binder Systems", Modern Casting, marzo 1994;
 [2] P.R. Carey, M. Lott, Ashland Chemical Co., "Sand Binder Systems Part V- Furan No-Bake", Foundry M.&T., giugno 1995;

[3] P.R. Carey, M. Lott, Ashland Chemical Co., "Sand Binder Systems Part VII- Acid Catalized PNB and Blown No-Bake", Foundry M.&T., settembre 1995;
 [4] ALLDOS Dosiertechnik "Membran-Dosierpumpe, Technische Information", 1995 ;
 [5] G. Minelli "Macchine Idrauliche", Pitagora Editrice Bologna, 1984 ;
 [6] R.H. Perry, D. Green, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 6° ed., McGRAW-Hill N.Y. ;
 [7] American Foundrymen's Society Inc., "Mold & Core Test Handbook", 2° ed. ;
 [8] Unichim, "Impianti Chimici, Simboli e sigle per schemi e disegni", manuale 6, ed.1986 ;
 [9] E. Flamigni, "La perdita delle caratteristiche meccaniche degli agglomerati sabbia-resina per effetto termico", Fonderia Marzo/Aprile 2000, ETM (Milano).

A B S T R A C T

WAYS OF OPTIMISING RESIN'S AND CATALYST'S DOSAGE IN NO-BAKE MOULDING PROCESS AND THE MIXING CONTROL

The need to improve economy and quality of No-Bake process makes interest about dosage's plant for resin and catalyst.

The aim of this work is describing an effective dosage's plant in order to satisfy the need of optimising resin's and catalyst's dosage and the materials for handling acid catalyst and suggesting a method to calculate the mixer's efficiency.

Continuous mixer's flow chart is illustrated in fig.2.1 where resin's amount is about 0.9-1.1% on sand's weight, and the catalyst used is about 40-70% on resin's weight.

Sand is usually mixed with reclaimed sand in ratio of 10% fresh and 90% reclaimed.

Dosage's plant

The dosage's plant that is suggested in fig 3.4 is based on a membrane dosing pump.

Pump's flow rate is variable with time and with pressure (fig.3.1 and 3.2) and a constant flow is reached by using an expansion vessel Fig.3.6 and a pressure's control valve fig.3.5.

The use of this pump is limited by the fluid viscosity, the re-

sin's viscosity must be less than 100 centipoises.

Fig.3.3 describes the function of phenolic resin's viscosity with temperature.

Materials

Materials for handling acid catalyst are plastics like PVC, PP, PE. The interaction of metallic materials, with acid catalyst are described in fig 4.1 and 4.2, it shows the inadequate use of these materials in the past.

Mixer's efficiency

The control of the mixer is based on statistical method fig.5.1 and fig.5.1a, based on loss on ignition (LOI) determination that indicates the organic concentration on the sand.

An example of calculation of mixer efficiency is illustrated in fig.5.2 that represents a real plant.

Conclusions

Use of effective dosage's plant is limited on new and complex No-bake plant and old mixers continue to use inadequate dosing device because they are usually too expensive.

Dosing plant describes in this work is effective, simple and low cost.

Control of mixer is based on simple statistical method and on instruments which are usually used in the foundry.