



ASSEFOND
Federazione Nazionale Fonderie

**SPECIALE
XXXIII CONGRESSO**

industria fusoria

N. 6 • 2016

La rivista delle Fonderie di Metalli Ferrosi e Non Ferrosi

IMPEGNO & PASSIONE
DAL 1962 LA NOSTRA FORMULA
PER IL VOSTRO SUCCESSO!

F.LLI MAZZON



Incrementate il Cost-Saving nella produzione di Ghisa Sferoidale con il nuovo Elkem TOPSEED® Conditioner

La recente introduzione del Topseed® sta cambiando la prospettiva con cui i nostri Clienti guardano al processo di trattamento con leghe FeSiMg.

L'impiego di Elkem Topseed® Conditioner determina:

- **Più alti rendimenti di magnesio**
- **Aumento della nucleazione del metallo trattato**
- **Riduzione dell'evanescenza del magnesio**
- **Miglioramento della scoria e della pulizia del metallo**
- **Minore produzione di fumi**

Elkem Topseed® garantisce una reazione particolarmente controllata, senza fuoriuscite di ghisa, con minori emissioni di fumi ed una migliorata resa in magnesio, contribuendo alla riduzione dei costi generali di produzione. Il team di tecnici Elkem è a disposizione per definire con Voi un processo che possa incrementare il rendimento della lega FeSiMg ed il cost-saving rispetto ai tradizionali processi di trattamento per la sferoidizzazione.

Queste ottimizzazioni, inoltre, potranno limitare le perdite di temperatura, consentire travasi più veloci in siviera, massimizzare lo scambio di magnesio all'interno del metallo liquido e migliorare significativamente oltre alla resa di magnesio anche la microstruttura della ghisa. Recenti test in fonderia hanno confermato la possibilità di ridurre le aggiunte di FeSiMg fino al 15-20% grazie all'aumento della resa della lega stessa.

Chiedete al Vostro rappresentante Elkem di fiducia come potere ridurre i costi di produzione complessivi utilizzando la vasta gamma di leghe FeSiMg e di Inoculanti Elkem in combinazione con TOPSEED® conditioner.

Elkem S.r.l
Via G. Frua, 16
20146 MILANO
Tel. +39 02 48513270
Fax. +39 02 4817360
www.elkem.com/en/foundry



La fonderia del futuro

KÜNKEL WAGNER fa la differenza



KÜNKEL WAGNER vi offre competenze uniche, per permettervi di ottimizzare il vostro processo produttivo e ottenere riduzioni di costo sostanziali. I nostri impianti, robusti e affidabili, hanno un'eccellente reputazione in tutto il mondo. Impianti di formatura con una concezione innovativa, impianti e macchine per la lavorazione della terra concepiti con idee pionieristiche, sistemi di colata allo stato dell'arte, oltre ad un servizio post-vendita 24/7 riconfermano il nostro know-how, che vi aiuterà ad ottenere un prodotto di qualità superiore. Il tutto da un unico fornitore, secondo il nostro motto "Weiter denken", guardiamo avanti. Contattateci con le vostre richieste.

Contatto in Italia:

Luca Gervasoni
Senior Manager International Sales
KÜNKEL WAGNER Germany GmbH
Hannoversche Str. 59, 31061 Alfeld (Leine), Germania
Mobile +39 345 415 1163
Mobile +372 5704 8899
L.gervasoni@kuenkel-wagner.com
www.kuenkel-wagner.com



WEITER DENKEN.



Prodotti per fonderia

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI A FREDDO

GIOCA® NB	Resine furaniche e fenolfuraniche con tenori di azoto decrescenti fino a 0.
GIOCASET® NB	Resine furaniche e fenolfuraniche con tenori di azoto decrescenti fino a 0,5%, non classificate tossiche secondo la classificazione di pericolosità dell'alcool furfurilico attualmente in vigore.
COROFEN®	Resine fenoliche indurenti a freddo.
ALCAFEN®	Resine fenoliche-alcaline indurenti a freddo.
RAPIDUR®	Sistemi uretanici no-bake a base fenolica o poliolica con o senza solventi aromatici e VOC.
RESIL/CATASIL®	Sistemi leganti inorganici.
KOLD SET TKR	Sistemi alchidico uretanici indurenti a freddo.
INDURITORI	Acidi solfonici, esteri, ecc.

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI PER GASAGGIO

GIOCA® CB	Sistemi uretanici cold-box, catalizzati con ammine terziarie vaporizzate.
GIOCASET® CB	Sistemi uretanici cold-box, esenti da solventi aromatici e VOC, catalizzati con ammine terziarie vaporizzate.
ALCAFEN® CB	Resine fenoliche alcaline catalizzate con esteri vaporizzati.
EPOSET®	Sistemi epossiacrilici catalizzati con SO ₂ .
RESIL	Sistemi inorganici indurenti a freddo con CO ₂ .

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI A CALDO

GIOCA® HB	Resine furaniche, fenoliche e fenolfuraniche per il processo hot-box.
GIOCA® WB	Resine furaniche per il processo warm-box.
GIOCA® TS	Resine fenoliche e furaniche per il processo thermoshock.
GIOCA® SM	Resine fenoliche liquide per il processo shell-moulding.
RESIL/CATASIL®	Sistemi inorganici indurenti con aria calda.

INTONACI REFRATTARI PER ANIME E FORME

IDROLAC®	Intonaci a base di grafite o silicato di zirconio in veicolo acquoso.
PIROLAC®	Intonaci a base di grafite o silicato di zirconio in veicolo alcoolico.
PIROSOL®	Diluenti a base alcool per intonaci in veicolo alcoolico.

PRODOTTI AUSILIARI

ISOTOL®	Pulitori e distaccanti per modelli e casse d'anima.
COLLA UNIVERSALE	Colla inorganica autoindurente.
CORDOLI	Cordoli per la sigillatura delle forme.



Produzione resine. L'impianto di produzione resine della Cavenaghi include 4 reattori completamente computerizzati e 5 parzialmente computerizzati, per una capacità totale installata di 90.000 litri.

Cavenaghi SpA

Via Varese 19, 20020 Lainate (Milano)
tel. +39 029370241, fax +39 029370855
info@cavenaghi.it, cavenaghi@pec.it
www.cavenaghi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2015



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI



CERTQUALITY
È MEMBRO DELLA
FEDERAZIONE CISQ





ANIMAGENESI



Cavenaghi

Sistemi agglomeranti per fonderia



PLASMIAMO LE COMPETENZE IN PRESSOCOLATA

EDIZIONE 2016 / 2017



www.torostudio.it



INIZIATIVA PATROCINATA DA:



La Scuola di Pressocolata è un percorso di alta formazione con Certificazione delle Competenze da parte di un organismo accreditato, condotto da docenti dell'Università di Brescia, professionisti ed esperti nel settore della pressocolata, metallurgisti e specialisti di AQM. Il corso prevede lezioni teoriche, didattica e dimostrazioni in fonderia, visite aziendali, project work, seminari e workshop d'approfondimento.



FIGURE PROFESSIONALI

HPDC TECHNOLOGIST

Tecnologo d'industrializzazione del processo.

HPDC PROJECT MANAGER

Tecnologo d'industrializzazione del prodotto.

HPDC PRODUCTION MANAGER

Responsabile della produzione.



SINERGIE

INFRASTRUTTURE

Centro Fusorio gestito da personale specializzato. Aule e laboratori CSMT e AQM.

ESPERIENZA

Operatori del settore esperti nella conduzione del processo di pressocolata. Consolidata esperienza nella metallurgia, nel testing, nella diagnostica e nella gestione della qualità prodotti e processi.

DIDATTICA

Docenti dell'Università di Brescia, docenti di AQM, professionisti ed aziende specializzate del settore.



STRUTTURA

DURATA

402 ore di didattica suddivise in 12/16 ore settimanali, venerdì e sabato.

LABORATORIO

40 ore di didattica e dimostrazioni in fonderia, 3 Visite aziendali.

VALUTAZIONE DELLE COMPETENZE

3 Esami intermedi, 1 Project work finale.

WWW.SCULADIPRESSOCOLATA.IT

SPONSOR



Associazione Industriale Bresciana



ProCAST ecOTRE
SIMULATION & VACUUM



SUPPORTER



SUPPORTER TECNICI



MEDIA PARTNER



EVENT PARTNER





Nella precisione e nell'affidabilità
di un'isola robotizzata si riflettono
anni di esperienza.

Umana.

SALDATURA

**FONDERIA &
PRESSOFUSIONE**

SBAVATURA

PALLETTIZZAZIONE

MANIPOLAZIONE

ASSERVIMENTO



STODIROS.IT



tesseract.it



ts **tiesse**
robot S.P.A.

Kawasaki Robot

ROBOT SYSTEM, HUMAN EXPERIENCE.

ESPERIENZA E COMPETENZA TECNICA È CIÒ CHE FORNIAMO CON OGNI GRANELLO DELLA NOSTRA SABBIA

Dal 1954 la IMIC S.p.A. opera nel settore delle sabbie prerivestite per fonderia, cui aggiunge in tempi successivi la commercializzazione di sabbie silicee pregiate, bentonite, neri minerali e premiscelati destinati alle fonderie di getti ferrosi e non ferrosi.



Sede Legale, Stabilimento: Via Villani, 20 - 27050 SILVANO PIETRA (PV)
Ufficio Commerciale, Amministrazione, Stabilimento: Via Belvedere, 37 - 20862 ARCORE (MB)
Tel. (+39)039.613311 - Fax (+39)039.6014858 - P.IVA 00185500188
www.imicspa.it // info@imicspa.it



ECONOMICO

Assofond Ghisa	10
ADI Days 2016	18

XXXIII CONGRESSO DI FONDERIA

Congresso Tecnico: la cronaca delle due giornate	20
Il sostegno di importanti partner	10
Gestione dell'attività dell'ossigeno durante la produzione di ghisa sferoidale e vermiculare	40
Nuovi sistemi avanzati di alimentazione per migliorare resa e finitura	46
Sviluppo di una vernice refrattaria per il processo Full Mold	56
Analisi dei vantaggi derivanti dal controllo termico dello stampo nella pressocolata	60
Soluzioni dell'approccio "Industria 4.0" per il miglioramento dell'efficienza nella pressocolata	74
Il trattamento "intelligente" delle leghe di alluminio per la produzione di getti di qualità	82
Sessioni tecniche - Abstract	90

INDICE

Inserzionisti	104
---------------------	-----

Pubblicazione bimestrale tecnico-economico ufficiale per gli atti dell'Associazione Nazionale delle Fonderie

Autorizzazione Tribunale di Milano
n. 307 del 19.4.1990

Direttore Responsabile

Silvano Squaratti

Direzione e redazione

Federazione Nazionale Fonderie
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282
www.assofond.it - info@assofond.it

Gestione editoriale e pubblicità

S.A.S. - Società Assofond Servizi s.r.l.
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282

Amministrazione e abbonamenti

S.A.S. - Società Assofond Servizi s.r.l.
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282

Abbonamenti per l'Italia,
anno 2016 105,00 €

Abbonamento per l'estero,
anno 2016 180,00 €

Una copia 12,91 euro, estero 20,66 €

Numeri arretrati il doppio

Spedizioni in A.P. - 70% - Filiale di Milano

Progetto Grafico e Stampa

Nastro & Nastro s.r.l.
21010 Germignaga (Va) - Via Stehli, 15
Tel. 0332/531463
www.nastroenastro.it

È vietata la riproduzione degli articoli e illustrazioni di Industria Fusoria senza autorizzazione e senza citare la fonte. La collaborazione alla Rivista è subordinata insindacabilmente al giudizio della Redazione. Le idee espresse dagli Autori non impegnano né la Rivista né Assofond e la responsabilità di quanto viene pubblicato rimane agli Autori stessi. La pubblicità che appare non supera il 50% della superficie totale del periodico.

REFRACTORIES FOR STEEL INDUSTRY | STEELWORKS FORGING | ALUMINUM

DESIGNS, CALCULATIONS AND PLANS FOR THE
CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL KILNS
SUPPLY ON AN INDUSTRIAL SCALE
OF PREFABRICATED PLANTS FOR KILNS

SpA
COVERI.

**CHOOSE
INNOVATION**
SINCE 1970



CO.VE.RI. spa
Via Ghebba, 65/h
30034 | Oriago di Mira (VE)
Tel. 041/429466 | Fax 041/5630422
email: info@coveri.it | www.coveri.it

Impianti per Animisterie e Fonderie

Carattere Forte!

- Impianti e macchine per animisterie (Shell Moulding, Cold e Hot Box, Inorganico)
- Impianti automatici di formatura
- Macchine per formatura gusci ed incollatrici
- Sterratore automatico per anime
- Impianti per la colata, trasporto e trattamento del metallo



MEMBER OF AMAFOND

Euromac srl

36035 Marano Vic. (VI) Italy _ Via dell'Industria, 62
Tel +39 0445 637629 _ Fax +39 0445 639057
info@euromac-srl.it _ www.euromac-srl.it

EUROMAC
Foundry Plants & Core Making Equipment

Assofond Ghisa

Il consueto appuntamento annuale delle Fonderie di ghisa si è tenuto Mercoledì 14 dicembre a Corte Franca, Brescia, presso l'Azienda vinicola "Le Quattro Terre".

Il meeting è stata l'occasione, per gli imprenditori del settore, di soffermarsi sui cambiamenti strutturali che sta vivendo il settore sull'attuale situazione congiunturale, sui fattori che hanno condizionato l'ultima parte dell'anno e, durante la seconda parte della mattinata, per fare il punto della situazione con il contributo di operatori del trading, del commercio del rottame, del coke e delle ghise.

Echi dall'ultimo meeting CAEF di Birmingham a cura del Presidente Roberto Ariotti

Il quadro generale dell'industria europea della Fonderia, emerso dall'ultimo meeting di Birmingham e rappresentato dal Presidente Roberto Ariotti in apertura dell'incontro, risulta ancora connotato da due tendenze di fondo marcatamente divergenti: il comparto dell'automotive che prosegue con una discreta forza espansiva soprattutto nella fascia sud-est dell'Europa, ed una meccanica generale (varia, macchine

utensili, energia, agricoltura...) in forte arretramento. Come dettaglio statistico è stato riferito come la Germania, in realtà, nel corso del 2016 abbia esibito una dinamica produttiva fiacca per quanto riguarda la produzione di getti destinati alla meccanica ed addirittura in decelerazione per l'automotive.

Di seguito una sintesi dei principali risultati produttivi diffusi dall'Associazione tedesca.

La Spagna ha espresso una discreta soddisfazione, così come la Gran Bretagna ad oggi non sembra aver patito alcun contraccolpo a seguito dell'esito del referendum sulla Brexit.

Un altro interessante flash informativo riportato da Ariotti riguarda il tema energetico che fino a pochi anni fa appariva come una criticità prettamente italiana, ora

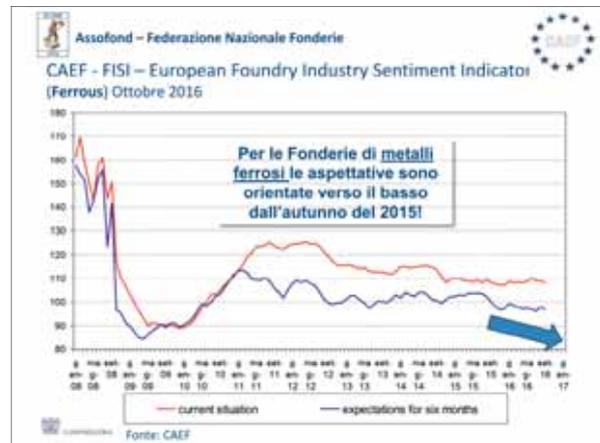
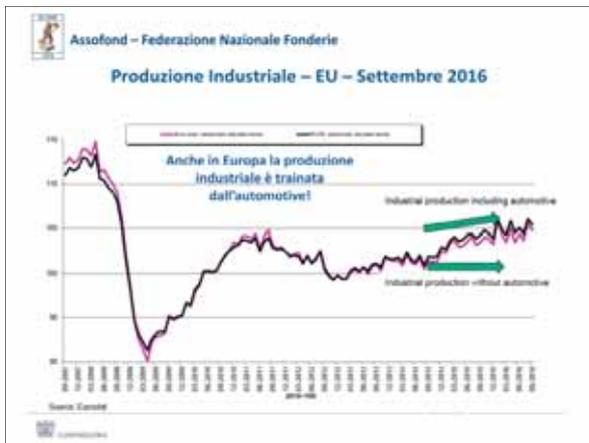
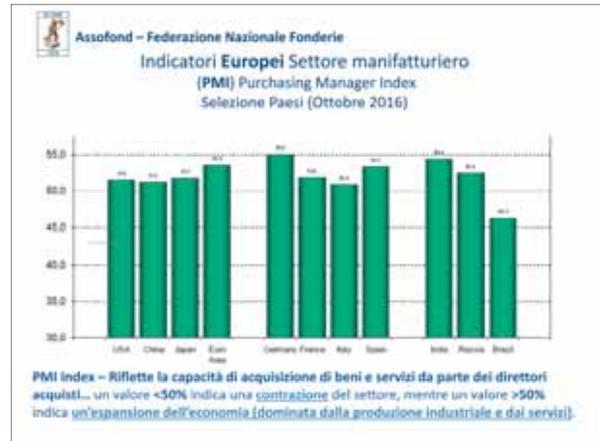
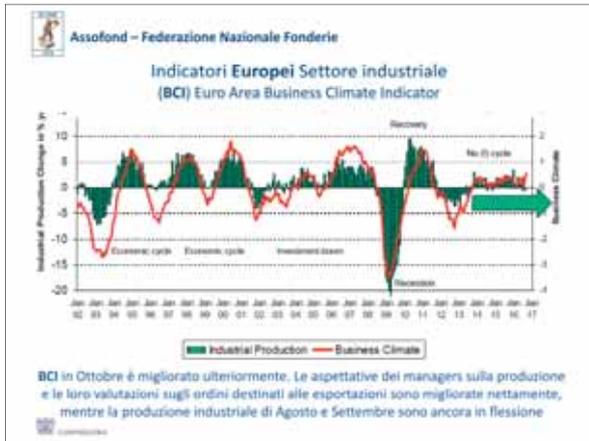
invece trova un vigoroso interesse e coinvolgimento anche da parte degli altri partners europei, come la Germania che oramai ha una bolletta elettrica assimilabile a quella italiana, oppure la Svezia che ha visto lievitare il costo dell'energia elettrica in maniera parabolica con tassi di incremento tra il 70% e l'80%. I cambiamenti strutturali intervenuti in diversi Paesi Europei per le scelte di politica energetica (spegnimento delle centrali nucleari, progressivo disimpiego del carbone a favore di fonti energetiche rinnovabili) o per l'evoluzione degli oneri di sistema (vettoriamento, trasporto...fonti rinnovabili), alimentano nei competitors europei forti preoccupazioni ed attese inflazionistiche sul costo dell'energia elettrica. Proiezioni di crescita sono state formulate anche per quanto riguarda il costo della manodopera.

GERMANIA, PRODUZIONE GETTI FERROSI

Volumi e variazione tendenziale (%) Gennaio -Settembre 2016 vs 2015

Getti ferrosi totali	2,994 Milioni di t. (-4,8%)
di cui	
Getti di ghisa grigia	1,704 Milioni di t. (-5,6%)
Getti di ghisa duttile	1,157 Milioni di t. (-3,1%)
Getti di acciaio	133,600 t. (-8,9%)

Fonte: CAEF



Quadro di sintesi sui dati della produzione industriale (Fonte ISTAT)

Il risultato produttivo ascrivibile ai primi 10 mesi del 2016, rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente, per il comparto **Fonderie di ghisa** registra una leggera crescita +2%. Tale dato esprime la sintesi della crescita dell'**automotive**, invarianza della **meccanica** e flessione dei **getti di ghisa** destinati a tutti gli altri settori committenti.

Unico ruolo propulsivo tra i settori committenti nel 2016 è stato ancora interpretato dall'**automotive**.

Giro di tavolo: situazione congiunturale

I presenti hanno partecipato al giro di tavolo che ha permesso

GETTI DI GHISA PER SETTORE DI DESTINAZIONE Gennaio-Ottobre 2016 vs Gennaio-Ottobre 2015



di replicare la consueta Indagine Congiunturale Rapida per avere una sintetica ricognizione sull'andamento congiunturale del comparto con lo scopo di capire, in via preliminare, quali sono i tratti complessivi che hanno contraddistinto

il 2016, unitamente alle indicazioni delle proiezioni per il primo trimestre del 2017.

(Gli esiti dell'indagine sono rappresentati nel box pubblicato di seguito).

INDAGINE CONGIUNTURALE RAPIDA

Stato attuale dell'attività produttiva in generale

Cluster	buono	soddisfacente	insufficiente
Automotive	0%	100%	0%
Grandi Getti con formatura a mano	0%	100%	0%
Meccanica (riduttori, oleodinamica, meccanica varia)	0%	70%	30%
Trattori, Macchine agricole	0%	10%	90%
Macchine movimento terra	0%	14%	86%
Veicoli industriali	0%	10%	90%

Le valutazioni delle imprese intervistate circa lo stato attuale dell'attività hanno messo in luce un certo grado di soddisfazione delle Fonderie dedite alla produzione per l'**automotive** e dei **grandi getti** (100% delle risposte è concentrata sulla modalità **soddisfacente**); tuttavia nessuna impresa del campione ha una percezione "buona" dell'attività.

I cluster che hanno espresso maggiore negatività sono rappresentati dai **veicoli industriali**, (90% dei giudizi si concentra sulla modalità **insufficiente**), **movimento terra** (86%), **trattori e macchine agricole** (90%). I giudizi in tutti e tre i settori sono sostanzialmente in linea rispetto all'indagine dello scorso anno.

Valutazione livello produttivo 2016, attese 2017 e variazioni percentuali tendenziali 2016/2015.

	2007-2008	Preconsuntivo 2016	Var. % tendenziali 2016/2015	Attese 1° Trim. 2017
Automotive	100	113	+6	117
Grandi Getti con formatura a mano	100	89	-1% / -2%	88
Meccanica (riduttori, oleodinamica, meccanica varia)	100	81	+1%	83
Trattori, Macchine agricole	100	58	-2%	--
Macchine movimento terra	100	62	--	--

Se si esclude il cluster dell'**automotive** superiore ai livelli del 2008, l'eccesso di capacità produttiva rilevata, va da un minimo dell'11% per i **grandi getti** ad un massimo del 42% per le **macchine agricole** e 38% per quelle del **movimento terra**. Tra i valori intermedi figura la **meccanica** 19%. Nel complesso i giudizi sulle proiezioni per il primo trimestre del 2017 convergono verso una situazione di sostanziale stabilità rispetto al 2016 con qualche modestissimo segnale di crescita. In realtà nella discussione, la maggior parte dei presenti ha dichiarato di non avere visibilità sugli ordini e sull'attività in generale per i primi mesi del 2017 e che l'orizzonte appare ancora avvolto da una fitta nebbia.

Per quanto attiene, invece, i preconsuntivi del 2016 rispetto al 2015 i segnali emersi, dal giro di tavolo che non vuole e non può naturalmente essere esaustivo della situazione complessiva del comparto, ma ne rappresenta una buona indicazione, sono quelli attesi: un discreto tasso di crescita per l'**automotive**, modestissimo incremento per la **meccanica** ed ancora flessione per i **trattori**, i **grandi getti con formatura a mano** e il **movimento terra**.

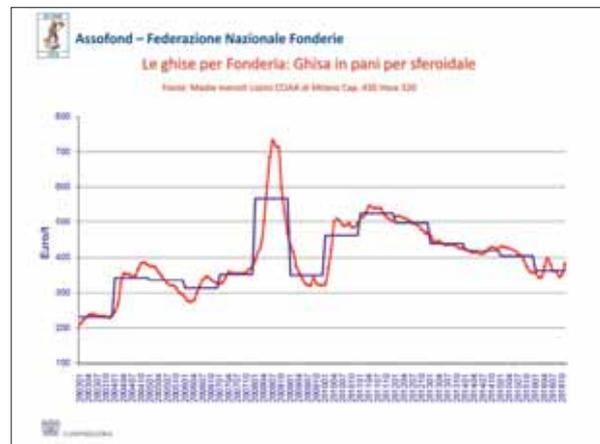
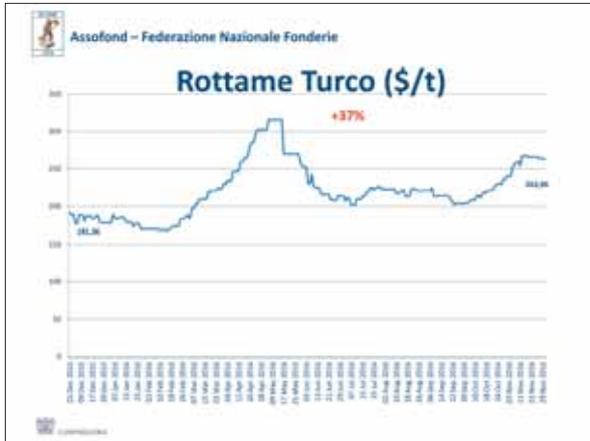
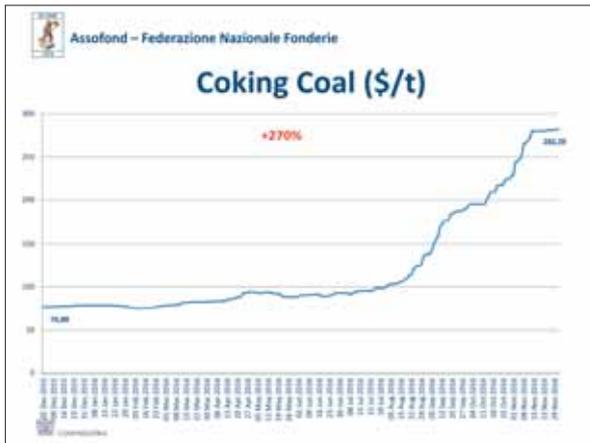
Un faro sulle commodities con il contributo dei fornitori

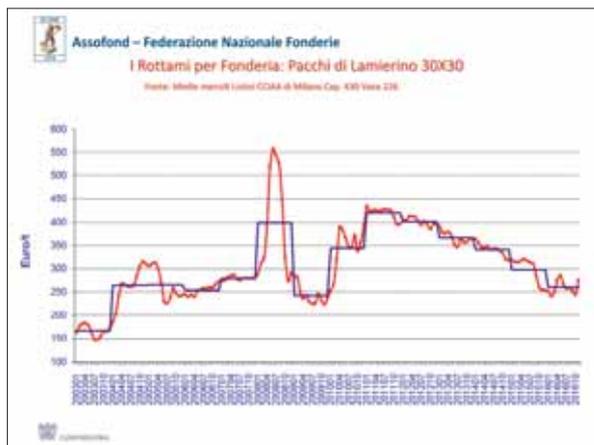
Dalla seconda parte di novembre c'è stato un cambiamento di rotta del mercato delle materie prime. Il vento di rialzo è stato innescato dalle materie prime basilari, coking coal e iron ore.

I mercati di queste commodity sono rimasti stabili per circa 2 anni e fino a prima dell'estate gli incrementi sono stati moderati. Dopo la pausa estiva le quotazioni del coking coal sono esplose con un andamento parabolico che ha portato nello spazio di soli 6 mesi ad un incremento complessivo di +270% (da 77\$/t a 282\$/t), ovvero ai massimi del 2011.

Il minerale di ferro ha avuto un rialzo pari a +97% raggiungendo gli 80\$/t e superando i picchi raggiunti lo scorso maggio.

Sull'iron ore a differenza del coking coal si nota una correzione nello spazio di pochi giorni di oltre -10% che ha riportato i valori intorno ai 70\$/t.





Quota Extra Materia Prima (QEMP)

C'infiammazione legato alla materia prima principale (ghise e rottame) si applica in modo additivo rispetto al costo del prodotto in € / tonnellata. Nel grafico seguente operiamo una comparazione tra il delta del valore mensile dell'indicatore (QIEMP) rispetto al periodo assunto come base (media anno 2002) che poniamo pari a zero.

Dal grafico seguente emerge che dal 2012 il movimento delle materie prime ferrose (rottami e ghise in pari) è stato insistentemente ribassista. Nel corso del 2015 ha giurato alla rottura del livello +200 Euro/t rispetto all'anno 2002 del delta Quota Extra Materia Prima facendolo velocemente ritracciare verso quota +100 Euro/t ovvero vicino ai livelli del 2009.

Raggiunto il minimo a febbraio 2016, dallo mese di marzo si è aperta una nuova parentesi rialzista che ha fatto rimbalzare l'indicatore verso quota 170-180 Euro/t nel mese di maggio (rispettivamente getti di ghisa sferoidale e getti di ghisa grigia) per poi ripiegare bruscamente verso 150-160 Euro/t nel mese di giugno e declinare ulteriormente verso quota 144 Euro/t nei mesi successivi fino allo scorso ottobre (126-136 Euro/t). A partire dall'ultima decade di ottobre si è aperto un nuovo scenario di rafforzamento dei prezzi delle materie prime che ha prodotto una nuova impennata dell'indicatore (158-169 Euro/t), il cui delta rispetto all'anno base si è penalizzato leggermente sotto i valori di maggio.

Nella seconda parte della mattinata ampio spazio è stato dedicato a questo tema con il contributo di alcuni, tra i più importanti operatori del mercato. Di seguito una sintesi delle principali riflessioni emerse sui due quesiti che sono stati alla base dell'intero dibattito: **cosa ha innescato la corsa delle quotazioni** e **qual è il feeling sull'evoluzione del mercato nel breve periodo**.

Fattori di mercato che si muovono verso uno scenario di consolidamento delle quotazioni

Nell'exkursus di Sidermetal, rappresentata da **Celestino Uberti**, le quotazioni del **coking coal** oggi mostrano un livello fortemente sopravvalutato rispetto ai costi estrattivi del minerale, essendo questi ultimi attualmente (14 dicembre, n.d.r.) stimati in un range tra **80-90 \$/t**, con le normali differenze riscontrabili geograficamente (America, Australia...). La presenza di questa anomalia, nel ragionamento di Uberti, fa ipotizzare che ci siano ampi spazi nel corso del 2017 per un ritracciamento dei prezzi del carbone verso un punto di nuovo equilibrio più sostenibile rispetto ai costi di estrazione.

Un'altra interessante riflessione ha portato però a concludere che verosimilmente per tutto il primo trimestre del 2017 le quotazioni potrebbero mantenersi sui livelli attuali o comunque non subire significativi decrementi. Questo se si considera che la progressiva discesa delle quotazioni del **carbone** degli ultimi due anni ha provocato la chiusura ed in molti casi il fallimento di diverse miniere, portando così ad un restringimento dell'offerta. I recenti annunci di Glencore in merito alla riattivazione di alcuni siti estrattivi, potrebbe riequilibrare la domanda e l'offerta in un tempo minimo di **2-3 mesi** che rappresenta l'intervallo temporale che mediamente intercorre tra la fase estrattiva fino all'immissione del carbone sul mercato.

Uberti ha inoltre precisato che i prezzi della pig iron basic, ovvero della ghisa che fa da base per la determinazione dei prezzi delle altre categorie (ematite, sferoidale, basso manganese..), rilevati nelle ultime due settimane, sono stati confermati anche dall'ultima asta DMZ assegnata a **309 \$/t**. Inoltre ad alimentare le attese di un mercato che almeno nel breve periodo plausibilmente manterrà i prezzi attuali si sommano gli inflazionamenti del prezzo del petrolio e quelli dei noli.

Sempre a parere del relatore anche i prezzi del rottame e delle billette in questo momento sono congruenti a quelli della pig iron che si posiziona attorno ai **330\$/t (340 €/t sul mercato italiano)**. Il rottame è quotato indicativamente sui **300\$/t CIF**, mentre il prezzo delle billette mantiene un delta sostenibile rispetto alla ghisa intorno agli **80 \$/t**.

Naturalmente tutte queste valutazioni che portano a formulare uno scenario di tenuta delle quotazioni non tengono conto di una variabile fondamentale ovvero l'andamento del cambio euro/dollaro che può avere un'influenza fortissima.

La tenuta delle quotazioni, secondo l'opinione di Uberti, può essere comunque interpretato con favore nei termini in cui incorpora delle aspettative di crescita dell'attività produttiva a livello mondiale anche se ciò in qualche modo stride con un clima di fiducia ancora deteriorato sul piano domestico. Altra lettura positiva, questa volta più di lungo periodo, che può avere interessanti effetti sull'industria di Fonderia, può essere colta dalle proiezioni di espansione che sono state formulate per l'industria mondiale dell'automotive, che indica una crescita del com-

parto entro il 2020 tale da raggiungere, sempre a livello globale, 100 milioni di autoveicoli.

L'evoluzione del petrolio e del dollaro si rivelano spesso una buona fonte di spunti per interpretare il movimento delle materie prime

Antonio Gerli in rappresentanza dell'omonima **Società di Trading** ha toccato un altro aspetto importante nel valutare l'orientamento del mercato delle materie prime nel breve periodo, ovvero l'evoluzione del petrolio. Seguendo il suo ragionamento la sopravvalutazione del prezzo del carbone rispetto al costo estrattivo, già menzionato da Uberti, si spiega con il fenomeno inflazionistico che sta interessando le quotazioni delle commodity energetiche, prima fra tutte il petrolio. Negli ultimi 11 mesi l'oro nero è passato da **28\$/t** con un cambio del dollaro a **1.18** a **58\$/t** con un cambio intorno a **1.06**.

La lettura di Gerli porta ad interpretare i movimenti ascendenti dei metalli (ferrosi e non ferrosi) verificatisi nel corso del 2016, pur con inclinazioni diverse tipiche di ciascun mercato, conseguenza della tendenza al rialzo delle commodities energetiche. Analizzando i dati relativi all'ultimo anno si evince che ciascuna commodity dopo aver toccato i minimi ad inizio anno con sfasamenti temporali e modalità differenti, ha intrapreso un sentiero di crescita fino a raggiungere i livelli attuali. E questo, sempre a detta di Gerli, era facilmente intuibile se si considera che ciascun metallo pur con incidenze diverse, incorpora una sostanziosa componente energetica

legata ai costi sostenuti in fase di estrazione, raffinazione, trasporto..... Secondo questa interpretazione quindi per cogliere l'orientamento generale dei mercati delle commodity occorre mantenere un faro puntato anche sui movimenti del petrolio. Da ciò ne deriva che se nell'ultimo mese e mezzo i prezzi del petrolio sono sempre cresciuti non è difficile immaginare quale potrà essere l'evoluzione a breve dei prezzi dei metalli. Nella migliore delle ipotesi si fermeranno ai livelli attuali oppure tendenzialmente potranno recepire qualche ritocco verso l'alto.

Naturalmente questa rappresenta una sintesi di uno scenario delineato con le variabili note, purtroppo spesso sui mercati agiscono delle componenti "erratiche" (fattori contingenti di natura diversa) che non sono né prevedibili né valutabili, ma il cui impatto può essere prorompente.

Benchmark del mercato della ghisa

L'intervento di Gianluigi Busi, rappresentante di **Carbones**, ha fatto luce sui principali produttori di ghisa in pani nello scenario mondiale e chiarito come i valori fissati dalle aste di **DMZ** rappresentino tuttora un utile benchmark per monitorare l'andamento del mercato della ghisa. Busi ha precisato, tuttavia, che l'importanza riconosciuta a tale termometro, in realtà, non esprime una preminenza produttiva del produttore ucraino nell'arena mondiale dei competitors. L'**output di DMZ** è stimabile in circa **1 Milione di tonnellate annue** e si posiziona decisamente al di sotto rispetto ai volumi realizzati sia dall'altro produttore ucraino **Metinvest (1.8 Milioni di tonnellate all'anno)** sia dei due principali competitors russi

che insieme raggiungono circa **5 Milioni di tonnellate all'anno**. Quindi l'importanza riconosciuta al **DMZ** non è tanto legata ad una superiore rappresentatività in termini produttivi del produttore ucraino, quanto all'inesistenza sul mercato russo in particolare, di strumenti altrettanto trasparenti che vengono correntemente sostituiti dalla trattativa privata.

Un altro aspetto che giustifica l'importanza del **DMZ** potrebbe essere legato al fatto che la ghisa di tale produttore si presenta qualitativamente particolarmente adatta al fabbisogno delle Fonderie.

La crescita dei prezzi spiegata dalle aspettative

Cinzia Vezzosi di **Zetamet** con il suo contributo ha portato la platea a riflettere sul **ruolo delle aspettative** nell'influenzare il livello dei prezzi delle materie prime. Nel suo ragionamento in determinati momenti storici, quest'anima più finanziaria del mercato può condizionare l'andamento delle quotazioni in maniera imperante rispetto alle forze direttamente collegate all'economia "reale" ovvero alla domanda ed all'offerta. A tal proposito la Vezzosi ha proposto come esempio emblematico il caso del rame, il cui trend ascendente, a suo avviso, in parte ha scontato gli effetti politici delle elezioni americane, ma gran parte della crescita ha incorporato le aspettative di ripresa dell'economia cinese. Sull'attesa di un'espansione economica in Cina e parallela previsione di aumento del consumo del rame, le aziende hanno anticipato gli acquisti di tale commodity, provocando di fatto un aumento della domanda con le conseguenti pressioni sui prezzi.

L'eccesso di domanda che sta spingendo il prezzo delle materie prime, si può ricondurre anche al comportamento dei soggetti economici che, non sempre in modo razionale, percepiscono le commodities come una forma di investimento, in un contesto in cui l'appetibilità dei

titoli obbligazionari e azionari si è progressivamente ridotto a beneficio di indici sulle commodities che appaiono sempre più attraenti ai loro occhi.

Le recenti politiche monetarie fortemente espansive adottate dai governi europei, americani

e giapponesi hanno generato una massa rilevante di liquidità che resa disponibile a banche ed altri investitori deve trovare un'allocazione remunerativa che spesso viene appunto individuata proprio nel mercato delle commodity. ■

Il presente articolo è stato chiuso con le informazioni e i dati disponibili al 14 dicembre 2016.



Flessibilità: il prossimo step dell'efficienza energetica industriale"

**Workshop 23/02/2017 – “Sala Leonardo”
SCM GROUP – Via Emilia, 77 Rimini**

IndustRE ha identificato la potenziale flessibilità della richiesta elettrica industriale come una opportunità che – mediante modelli di business innovativi – può favorire la crescita e l'integrazione delle fonti di energia rinnovabile, riducendo nel contempo il costo delle forniture elettriche in campo industriale. In questo progetto le imprese energivore lavorano in sinergia con il settore delle energie rinnovabili al fine di identificare modalità di azione congiunte e situazioni win-win.

Il Workshop affronterà le tematiche del progetto partendo dagli Aspetti Normativi del mercato Italiano al fine di identificare il Valore della Flessibilità. Sarà presentato il ruolo della “Sustainable Automation” come uno strumento reale per l'efficienza energetica e la flessibilità. Infine la Metodologia e il case-study industriale implementato in SCM Fonderie saranno discussi in dettaglio.

Il Workshop sarà tenuto in lingua inglese.

9.00	Welcome and Registration	
9.45	Opening (SCM)	
10.10	The <i>industre.eu</i> Project (WIP)	Project background, approach and expected results
10.20	Business Model Outline (COMILLAS)	The business models identified during <i>IndustRE</i> project for large industrial electricity users and variable renewable energy plant operators
10.40	Value of flexibility in Italian energy regulatory system (SER & Energy Authorities)	Advices for consultancies, professional, service providers and energy intensive industries on the Italian energy market
11.00	Sustainable Automation for Flexibility and Efficiency (SYNESIS)	How the use of automation can support industries to target efficiency and flexibility
11.30	The case-study in SCM Foundry (VITO)	The application of the methodology of <i>IndusRE</i> and the first results for SCM Foundry
12.30	Aperitif	
13.00	Foundry visit	Live visit to the iron cast production plant
14.00	Closing	

TESI, *al vostro servizio*



SOIRELMETAL®
FERROLEGHE E INOCULANTI
FILO ANIMATO
GRAFITI SPECIALI
CARBURO DI CALCIO
FILTRI CERAMICI

MANICHE ESOTERMICHE
PROGRAMMI DI SIMULAZIONE
MINERALI DI ZIRCONIO E TITANIO
ELETTRODI DI GRAFITE
POLVERI METALLICHE



PRODOTTI E IDEE

TESI SpA • Via Manzoni, 20 • 20900 Monza (MB)

Tel. +39 039 237501 • Fax +39 039 2302995 • info@tesi-spa.it • www.tesi-spa.it

ADI Days 2016

Sono arrivati a Minerbe da tutta Europa, ma anche da Israele, dal Giappone e dagli Stati Uniti per valutare le potenzialità della ghisa sferoidale austemperata prodotta da Zanardi Fonderie, azienda di famiglia giunta oggi alla quarta generazione con la presidenza di Fabio Zanardi. Quasi un centinaio fra manager, ricercatori, designer dei materiali e docenti universitari provenienti da 16 paesi, 46 aziende, 6 università e 4 istituti hanno partecipato al workshop "ADI Days - Austempering, a Technology for Substitution", organizzato il 6 e 7 ottobre scorso da Zanardi Fonderie in collaborazione con EIT Raw Materials.

L'ADI, "Austempered Ductile Iron", si pone come alternativa ecologica e resistente all'utilizzo di fusioni e forgiati in acciaio e le sue applicazioni si esprimono nella realizzazione di componenti per sospensioni di veicoli commerciali, per macchine agricole e movimento terra, carri ferroviari e organi di trasmissione meccanica. È un materiale che offre simultaneamente resistenza a fatica, resistenza all'usura, tenacità, leggerezza, ampi gradi di libertà di disegno dei componenti e una buona lavorabilità. Grazie al processo di fusione in ghisa, combinato al successivo trattamento termico che conferisce le proprietà meccaniche tipiche degli acciai da bonifica, la ghisa austemperata (ADI) costituisce un'ottima opportunità per ottenere ambiziosi obiettivi di alleggerimento e di riduzione dei costi totali di fabbricazione del componente. Il processo integrato e le competenze trasversali sviluppate permettono che la ghi-



sa austemperata (ADI) prodotta da Zanardi Fonderie presenti la miglior qualità del materiale e la miglior lavorabilità reperibili sul mercato.

La prima giornata del workshop "ADI Days" è stata ospitata negli spazi raffinati del Castello di Bevilacqua, in cui sono intervenuti esponenti di CNH Industrial, Magneti Marelli Sistemi Sospensioni, Bonfiglioli Mechatronics, Industrie Cometto, che già utilizzano ADI, e ricercatori delle Università di Padova, Università di Cassino e RWTH Aachen, che ne studiano le potenzialità innovative. La seconda giornata di workshop ha portato i visitatori a Minerbe, nei reparti dello stabilimento di Zanardi Fonderie, leader mondiale nella ricerca e nella produzione di ghisa sferoidale austemperata. "Per la prima volta la nostra azienda ha organizzato un evento internazionale dedicato all'ADI", commenta il presidente dell'azienda Fabio Zanardi. "La consistente presenza di manager, accademici e clienti vecchi e nuovi ci ha dato fiducia sin dall'inizio e il bilancio ha superato le aspet-

tative - aggiunge - L'occasione di confrontarci con un pubblico internazionale sulle caratteristiche di un materiale che da sempre studiamo e innoviamo ci apre le porte a nuove opportunità di business." "Il nostro workshop non è stata una semplice operazione di marketing per vendere il prodotto di cui siamo leader, ma è stato un tavolo di confronto per capire come migliorarlo."

Importanti realtà industriali come Fiat, Iveco, Berco, Caterpillar e Bonfiglioli utilizzano da anni i getti in ADI di Zanardi per le sue prestazioni competitive. La Zanardi Fonderie ha una capacità produttiva, orientata prevalentemente su serie medie, di circa 22 mila tonnellate di ghisa all'anno, di cui 10 mila in ADI, con getti di peso unitario tra 1 e 120 kg.

Per ulteriori informazioni sul workshop ADI Days si può visitare la pagina <http://zanardifonderie.com/adi-days/>, in cui si possono vedere i video delle interviste ai relatori, scaricare le slide di ogni presentazione e leggere nel dettaglio i contenuti del workshop. ■



think

plan



execute

Il percorso più breve dai vostri bisogni,
alle nostre soluzioni.



EKW Italia S.r.l.
via del Lavoro 21, 20863
Concorezzo (MB) Italy
Tel. + 39 039 628031
Fax. + 39 039 6280322

www.ekw.it
info@ekw.it



Congresso tecnico: la cronaca delle due giornate

Anche quest'anno si è rinnovato il tradizionale appuntamento con il Congresso di Fonderia arrivato alla sua XXXIII edizione. L'evento, che si è aperto a Napoli il 13 e 14 Ottobre con la parte Economica e Politica si è chiuso, come da format oramai consolidato, con le Sessioni Tecniche che si sono svolte nella suggestiva cornice del Museo delle Mille Miglia (S. Eufemia - BS) nelle giornate di giovedì 10 e venerdì 11 Novembre.

Come consuetudine, le Sessioni Tecniche hanno fotografato lo "stato dell'arte" del settore con particolare riferimento a:

- leghe innovative per getti di fonderia (ferrosi e non-ferrosi) in grado di migliorarne le prestazioni ed aumentarne i potenziali campi di applicazione;
- nuovi strumenti per la progettazione di sistemi di colata, modelli, stampi, ecc.;
- nuove soluzioni tecnico/impiantistiche per il miglioramento del processo produttivo di fonderia (produttività, qualità, consumi energetici, impatto ambientale, salute e sicurezza ecc.);
- tematiche di tipo trasversale per i comparti ferroso e non ferroso (miglioramento delle performance energetiche, ambientali, di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro ecc.).

L'evento, che ha riscosso un grande interesse (sono state più di 400 le registrazioni), è stato un

esclusivo momento di confronto e condivisione delle conoscenze, ma anche di trasferimento del "sapere utile" su temi fondamentali per i professionisti del settore.

Gli argomenti sono stati egregiamente trattati da autorevoli relatori, appartenenti sia al mondo accademico (Università di Brescia, Università Politecnica delle

Marche, Politecnico di Milano, Università di Bologna, Università degli Studi di Padova, Università degli Studi di Ferrara) che a quello della filiera produttiva dell'industria fusoria (fonditori, fornitori, committenti...).

La giornata di giovedì, dedicata a tematiche di interesse generale, si è aperta con i saluti di benvenuto da parte del Presidente di



■ Da sinistra: Carlo Mapelli - Presidente di AIM (Associazione Italiana di Metallurgia), Roberto Ariotti - Presidente Assofond.



■ Da sinistra: Giovanni Caironi, - Presidente del Centro di Studi per la Fonderia AIM-Assofond, Roberto Ariotti - Presidente Assofond, Gualtiero Corelli - Società Assofond Servizi, Maurizio Prando - Assofond.

Assofond Dott. Roberto Ariotti, del Presidente di AIM (Associazione Italiana di Metallurgia) Prof. Carlo Mapelli e del Presidente del Centro di Studi per la Fonderia AIM-Assofond Prof. Giovanni Caironi.

Dopo i saluti è stato consegnato il premio "Ing. Carla Cominassi", istituito da GHIAL SpA (prestigiosa impresa del settore della Fonderia di metalli Non Ferrosi) in memoria di una propria collaboratrice scomparsa prematuramente, ed assegnato annualmente ad un laureato in Ingegneria dell'Università di Brescia per la tesi di laurea risultata più meritevole. Il Dr. Gianluigi Ghidoni ha consegnato il premio all'Ing. Davide Mattavelli.

Nella prima parte del pomeriggio di giovedì 10 si sono succeduti gli interventi di Gualtiero Corelli (Assofond), che ha fornito un aggiornamento sulle principali attività di Assofond relativamente alle tematiche di ambiente, salute e sicurezza sul lavoro ed efficienza energetica, Ing. Santino ed Ing. Ferrari (Agenzia Nazionale Efficienza Energetica di ENEA), che hanno parlato delle attività post-Diagnosi Energetica di ENEA focalizzando in partico-



lare l'attenzione sul settore delle fonderie e sui progetti avviati in collaborazione con Assofond, Ing. Gabriele Ceselin (General Manager di CSMT), che ha illustrato le attività di HPDC School, giovanissima scuola per tecnici di pressocolata, il Prof. Franco Bonollo (Università degli Studi di Pa-

dova) che ha illustrato gli obiettivi e le attività della rete SINFONET (Smart and INnovative FOundry NETwork) ed infine la Prof. Annalisa Pola (Università degli Studi di Brescia) che ha presentata una interessante iniziativa, promossa dal Centro di Studi per il Coordinamento della Ricerca e della Didattica Universitaria in Metallurgia (CoMet) e finalizzata a promuovere contemporaneamente: la collaborazione tra Università e Fonderie su specifiche tematiche di carattere tecnico, la formazione e l'inserimento di giovani Ingegneri nell'industria delle Fonderie.

Nella seconda parte del pomeriggio di giovedì 10 si è dato il via alle prime memorie dei relatori che hanno trattato tematiche di interesse generale inerenti la corretta gestione dei rifiuti di fonderia e le loro opportunità di riutilizzo e presentate soluzioni per l'industria 4.0 applicabili al settore delle fonderie.



■ Il dr. Gianluigi Ghidoni, a sinistra, consegna il premio di laurea "ing. Carla Cominassi" all'ing. Davide Mattavelli.



La giornata di giovedì si è chiusa con una cena, gentilmente offerta da Amafond, svoltasi all'interno del Museo delle Mille Miglia.

La mattinata della successiva giornata di venerdì 11 Novembre è stata dedicata alla metallurgia: sono state presentate 24 memorie suddivise tra due sessioni di metalli FERROSI e metalli NON FERROSI egregiamente presiedute dal Prof. Caironi e dal Prof. Bonollo e completamente dedicate alla presentazione dei risultati delle

attività di ricerca e sperimentazione su leghe innovative svolte dalle fonderie, dalle università o risultato della collaborazione tra fonderia ed università.

Il pomeriggio della giornata di venerdì è stato, infine, dedicato a tecnologia e processo: sono state presentate 28 memorie, anche in questo caso suddivise tra due sessioni di metalli FERROSI e metalli NON FERROSI, egregiamente presiedute dalla Prof.ssa Annalisa Pola, dall'Ing. Massimo



Della Fornace e da Gianantonio Corradini e dedicate alla presentazione di nuovi strumenti per la progettazione di sistemi di colata, modelli, stampi, ecc., e nuove soluzioni tecnico/impiantistiche per il miglioramento del processo produttivo di fonderia (produttività, qualità, consumi energetici, impatto ambientale, salute e sicurezza ecc.).

Nel corso delle due giornate congressuali i partecipanti hanno avuto la possibilità di incontrare i rappresentanti di 22 Aziende sponsor, alle quali è stata riservata un'ampia area espositiva, all'interno del museo, che hanno promosso i loro prodotti e servizi per le imprese del settore; a loro un particolare ringraziamento per il supporto fornito che ha contribuito al successo del Convegno.

Al termine dell'area espositiva è stato allestito un piacevole servizio di caffetteria, rimasto a disposizione durante l'intera durata del Congresso.

Molto apprezzato dai partecipanti al Convegno l'accesso libero al bellissimo Museo: un percorso ricco di auto d'epoca e cimeli dedicati alla leggendaria Mille Miglia, una delle corse automobilistiche più importanti e belle del mondo.

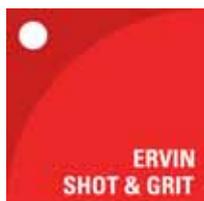
In conclusione, anche il bilancio di questa XXXIII edizione delle Sessioni Tecniche del Congresso di Fonderia, considerato l'elevato numero di adesioni ed i "commenti a caldo" raccolti, non può che essere positivo.

Assofond ringrazia tutti i relatori, i componenti del Centro di Studio per la Fonderia AIM-Assofond e tutti coloro che hanno contribuito alla buona riuscita dell'evento.

Ricordiamo, infine, che nel sito Fonderia Italiana (www.castingitaly.com) sono disponibili i video e le presentazioni dei relatori. ■



Graniglie in acciaio ad alto contenuto di carbonio



Graniglie ERVIN AMASTEEL

- Graniglie a norme SAE J444, J827 e ISO 11124-3
- Graniglie sferiche ed angolose
- Miscele di graniglia sferica/angolosa
- Soluzioni per sabbiatura metalli e pietra
- Graniglie per shot-peening a norme AMS
- Graniglie ad alte prestazioni per taglio granito



**ERVIN
AMASTEEL**

The World Standard for Quality

Aeration sand filling creates the best quality molds.
World TOP sales record



Tight Flask
ACE series
 136 machines



Flaskless
FCMX series
 123 machines

OVER 400

SINTO aeration molding machines delivered since year 2000

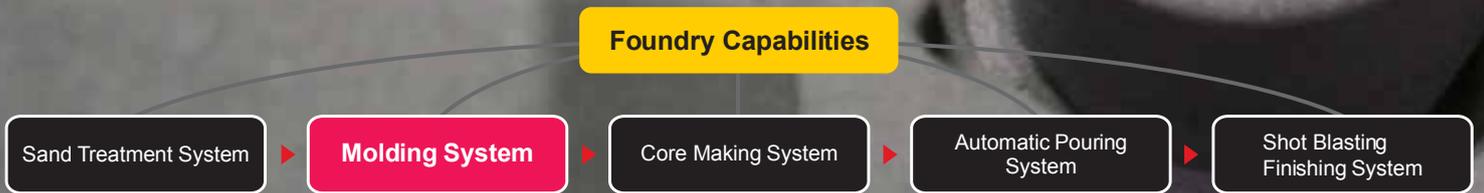


Flaskless
FBOX series
 33 machines



Flaskless
FDNX series
 139 machines

- Aeration, an innovation in green sand molding
- Wide range of mold equipment to meet your application
- Automation- a solution to resolve your problems



New Harmony >> New Solutions™

www.sinto.com

HEINRICH WAGNER SINTO Maschinenfabrik GmbH
 SINTOKOGIO GROUP
 Bahnhofstr. 101 · 57334 Bad Laasphe, Germania
 Tel.: +49 2752 907-0 · Fax: +49 2752 907-280
 www.wagner-sinto.de

Contatto commerciale per l'Italia:

Ing. Frank Höhn
 frank.hoehn@wagner-sinto.de
 Tel.: +49 2752 907-230 · Fax: +49 2752 907-49230

Il sostegno di importanti partners

ASK CHEMICALS ITALIA S.R.L.

Via Moncucco 20/22 - 20142 Milano
Tel. +39 02 84894289 - Fax +39 02.84895072
www.ask-chemicals.com
info.italy@ask-chemicals.com

ASK Chemicals è uno dei maggiori fornitori mondiali di prodotti chimici e additivi per la fonderia. La gamma completa di prodotti e servizi spazia da leganti, rivestimenti, alimentatori, filtri e distaccanti, fino a comprendere prodotti per la metallurgia tra cui inoculanti, trattamenti con Mg, fili inoculanti e leghe madri per fusioni in ferro. Completano il portafoglio, la produzione di anime e lo sviluppo di prototipi, nonché una vasta gamma di servizi di simulazione.

ASK Chemicals è presente in 25 paesi con 30 stabilimenti, 20 dei quali gestiscono la propria produzione. Dispone di una forza lavoro, pari a circa 1.400 dipendenti in tutto il mondo.

Grazie a centri di ricerca e sviluppo in Europa, America e Asia, ASK Chemicals si considera la forza trainante che spinge le innovazioni specifiche del settore e si impegna a offrire ai clienti un elevato livello di qualità.

Per questo giocano un ruolo decisivo caratteristiche quali flessibilità, rapidità, qualità e sostenibilità, nonché la convenienza dei prodotti e dei servizi.

ASKCHEMICALS
We advance your casting



CARBONES HOLDING GmbH

Mattiellstrasse 2-4 - 1040 VIENNA - Austria
Cell.: +39 348 6363508 - Tel. +43 1 523 5010-0
www.carbones.at
jurriaan.hovis@carbones.at
gianluigi.busi@carbones.it

CARBONES Holding GmbH è una Società Internazionale che opera nel settore siderurgico dal 2002, essenzialmente nella fornitura di materie prime per le industrie del settore.

Ha la sede principale in Austria a Vienna, fa capo al proprietario ed azionista di maggioranza Jurriaan Hovis (CEO) che, affiancato da una serie di collaboratori di ben 11 nazionalità diverse, dirige il business del gruppo, con connotazioni internazionali.

Con consolidate fonti di approvvigionamento in varie parti del mondo (Russia, Ucraina, Brasile, Venezuela, ecc.) e 40 magazzini sparsi in tutta Euro-

pa; nel 2015 CARBONES ha garantito forniture per più di 800.000 MT di ghisa in pani, 600.000 MT di preridotto, 12.000 MT di Magnesio e 25.000 MT di antracite.

Attualmente annovera tra i suoi clienti, diretti ed indiretti, oltre 400 realtà tra fonderie ed acciaierie. CARBONES crede particolarmente nel mercato italiano, dove sta investendo e si sta strutturando, per poter dare un servizio professionale adeguato ad un mercato così sofisticato, attento a qualità, serietà, consegne puntuali e naturalmente prezzi competitivi.



CAVENAGHI S.p.A.

Via Varese 19 - 20020 Lainate (Milano)
Tel. +39-02.9370241 - Fax +39-02.9370855
www.cavenaghi.it
info@cavenaghi.it

Creata nel 1959 per supportare l'attività delle fonderie con l'offerta di prodotti e tecniche di lavorazione spesso rivelatisi rivoluzionari, propone prodotti di qualità ed affidabilità quali:

RESINE PER FONDERIA

- ✓ Sistemi agglomeranti indurenti a freddo (resine Gioca® NB, **Giocaset®** NB, Corofen®, Alcafen®, Rapidur®, Kold Set, Resil/Catasil®; induritori organici per tutti i sistemi no- bake);
- ✓ Sistemi agglomeranti indurenti per gasaggio (Gioca® CB, **Giocaset®** CB, Alcafen CB®, Epo-set®, Resil);
- ✓ Sistemi Agglomeranti Indurenti a Caldo (Gioca® HB, **Giocaset®** HB, Gioca® WB, Gioca® TS, Gioca® SM);
- ✓ Intonaci Refrattari (Idrolac®, Pirolac®, Pirosol®);

- ✓ Prodotti vari: Isotol® (liquidi isolanti, distaccanti, disincrostanti per modelli, placche modello, casse d'anima, ecc); colla universale (colla autoessiccante inorganica); speseal (cordoli sigillanti).

RESINE INDUSTRIALI

- ✓ Resine fenoliche e furaniche per materiali refrattari.
- ✓ Resine fenoliche per impregnare carte e tessuti e per laminati decorativi.
- ✓ Resine fenoliche per pannelli isolanti in lana di vetro e di roccia.
- ✓ Resine fenoliche per mole e dischi abrasivi e per le loro reticelle di rinforzo.
- ✓ Resine fenoliche per compensati.
- ✓ Additivi per detersivi.
- ✓ Acidi organici.



CLANSMAN DYNAMICS Ltd

East Kilbride
Lanarkshire G75 0QR, Scotland, U.K
Tel. + 44 1355 579900 - Fax +44 1355 579901
g.mccover@clansmandynamics.com
www.clansmandynamics.com

AGENTE ITALIANO:

Foundry& Steelwork Agencies srl - Torino
Angelo Pramaggiore angelopram@pram.it

Per le fonderie che puntano all'eccellenza produttiva (anche) nell'area a valle del distaffaggio, la piccola e dinamica azienda scozzese offre soluzioni innovative per migliorare il processo produttivo e rendere perfette le condizioni di lavoro. Con macchine famose in tutto il mondo per la loro robustezza, semplicità e affidabilità.

In particolare:

- ✓ Manipolatori per getti e staffe sino a 20t., e per la smaterozzatura in linea.
- ✓ Manipolatori veloci per cernita e carico granigliatrici.
- ✓ " Powerbreaker " per tranciare le colate e le materozze in ciclo.
- ✓ Cannoni di smaterozzatura di piccole e grandissime dimensioni.
- ✓ Celle di sbavatura per getti medi e grandi "friendly operating ".



ECOTRE VALENTE S.r.l.

Via S. Orsola 145 - 25135 Brescia
Tel. +39-030.3365383 - Fax +39-030.363002
www.ecotre.it
mail@ecotre.it

Da oltre 30 anni ECOTRE, prima classificata in Europa come distributore di Simulazione-Casting e Sottovuoto, è distributore in esclusiva per l'Italia di impianti del sottovuoto e software di simulazione all'avanguardia: ProCAST, QuikCAST, DEFORM e FONDAREX.

ProCAST e QuikCAST sono software di simulazione di colata di proprietà di ESI-GROUP, unica azienda al mondo a disporre di due tecnologie per la fonderia e l'acciaieria. ProCAST utilizza la tecnologia agli Elementi Finiti (FEM), che, allo stato dell'arte, è il metodo più prestazionale ed affidabile. QuikCAST invece si avvale della tecnologia alle Differenze Finite (FDM), un buon compromes-

so tra costi e prestazioni. Altro marchio di successo è DEFORM, della statunitense SFTC.

DEFORM nasce nel 1980 ed è dedicato alla simulazione dei processi di deformazione dei metalli, quali la forgiatura, l'imbutitura, lo stampaggio, l'estrusione, la laminazione, la lavorazione meccanica ed il trattamento termico.

ECOTRE è inoltre distributore in Italia dei prodotti FONDAREX, inventore e leader mondiale incontrastato del sottovuoto in fonderia, la tecnologia più efficace per l'evacuazione dell'aria e dei gas.

ECOTRE®
VALENTE
TECNOLOGIE D'AVANGUARDIA

EKW Italia S.r.l.

Via del lavoro, 21 - 20049 Concorezzo (MB)
Tel. +39 039 628031 - Fax +39 039 6280322
www.ekw.it
info@ekw.it

Ekw Eisenberg nasce nel 1903 e nel 1967 fonda in Italia la sua filiale, la Ekw Italiana con il compito di consolidare ed incrementare la presenza dei propri refrattari sul territorio nazionale.

L'azienda che oggi ha cambiato il proprio nome in Ekw Italia, si propone al mercato non solo come distributore, ma grazie ad un personale tecnico-commerciale a disposizione 24 ore su 24, 365 giorni l'anno, affiancato da squadre di montaggio specializzate ed equipaggiate con propria attrezzatura gioca un ruolo attivo nella progettazione del rivestimento, nel montaggio, nella sinterizzazione e nella consegna degli impianti "chiavi in mano".

Il personale amministrativo è a disposizione della clientela per soddisfare tutte le esigenze di natura burocratica-commerciale. Inoltre, avvalendosi di tecnici di fonderia specializzati, l'azienda è in grado di supportare i clienti con le migliori proposte tecnico-applicative inerenti i sistemi di alimentazione dei getti.

PROGRAMMA DI PRODUZIONE:

I refrattari EKW trovano applicazione nelle Fonderie di ghisa, di acciaio, di rame, di alluminio, di materiali preziosi ed in particolare:

Cubilotti a lunga campagna - Cubilotti tradizionali - Camere di combustione - Canali di colata - Avanzfori elettrici a canale - Avanzfori non riscaldati - Forni a crogiuolo fusori a bassa e media frequenza - Forni fusori a bacino - Forni di colata a pressione elettrici a canale - Forni di colata a pressione elettrici a crogiuolo a frequenza di rete - Forni di colata a pressione elettrici a crogiuolo a media frequenza - Forni rotativi - Siviere di colata a pressione - Siviere di colata - Siviere di trasporto - Siviere di trattamento.

EKW
TESER S.r.l.

ELKEM s.r.l.

Via Frua, 16 - 20146 Milano
Tel. + 39 02 48513270 - Fax + 39 02 4817360
www.elkem.com

Elkem AS è una realtà internazionale nota da anni a chi si occupa di elettrometallurgia, ferroleghe e prodotti per la siderurgia.

La Elkem Foundry Products, è la concretizzazione dell'impegno Elkem AS nel mondo della fonderia. Esperienza e passione sono al servizio di un mercato in costante evoluzione: alla produzione di inoculanti, sferoidizzanti, ricarburanti ed additivi si associano la profonda padronanza del processo metallurgico e la competenza necessaria ad interagire su ogni esigenza del ciclo produttivo.

Cardine della produzione rimane l'Europa, con gli stabilimenti di Bremanger (Leghe per Fonderia), Bjolvefossen (Leghe per Fonderia) e Kristiansand (Ricarburanti) in Norvegia, Icelandic Alloys (Leghe per Fonderia e Ferrosilicio) in Islanda ed il centro logistico di Rotterdam.

Da sempre proiettata nel futuro, Elkem applica nel settore della fonderia la più recente tecnologia possibile. In tutto il mondo, Elkem è garanzia di affidabilità e sinonimo di competenza, ricerca e sviluppo nel pieno rispetto dell'ambiente.

Attraverso l'attività della specifica struttura TCS - Technical Customer Service - l'assistenza che Elkem garantisce ai suoi clienti va ben al di là della consegna del materiale, costituendo un reale valore aggiunto.

Il TCS, formato da un team specializzato e dotato delle migliori tecnologie, è appositamente strutturato per soddisfare le esigenze dei clienti, avvalendosi anche del supporto del centro Elkem di ricerca per la fonderia di Kristiansand in Norvegia.



FOSECO Vesuvius Italia S.p.A.

Via Ravello 5/7 - 20080 Vermezzo (MI)
Tel. +39 02 949819.1 - Fax +02 94943020
www.foseco.it - Fosecoltaly@foseco.com

Foseco is a brand of the Vesuvius Group

Il nome Foseco è legato all'industria metallurgica da oltre 75 anni ed è oggi riconosciuto leader mondiale nella fornitura di prodotti per l'uso nell'industria fusoria, è presente in 32 Paesi, con i principali stabilimenti in Germania, USA, UK, Brasile, Cina, India, Sud Corea e Giappone. Il nostro scopo è quello di aggiungere valore per i nostri clienti attraverso prodotti e servizi in-

novativi ed attività di partnership, migliorando la produttività, la resa placca, l'utilizzo delle risorse e l'efficienza. La Società fu fondata da Eric Weiss nel 1932 e fu presto riconosciuta come fornitore per l'industria fusoria, da cui la derivazione del nome FOundry SErvice COmpany e presente in Italia dal 1956.

Nel mese di Aprile 2008, Foseco è stata acquisita da Cookson Group plc e fa parte ora di Vesuvius.



GK EUROPE GmbH

Mündelheimer 37 - 40472 Düsseldorf - Germania
Tel. +49 211 542250 12 - Fax +49 211 5422505012
www.generalkinematics.com
dgado@generalkinematics.com

Dal parco rottame alla spedizione, le macchine per fonderia General Kinematics offrono soluzioni innovative per migliorare il processo ed il flusso produttivo di ogni fonderia. La General Kinematics offre il più ampio spettro sul mercato di macchine vibranti e rotative le quali, ottimizzando le diverse aree produttive, creano un valore aggiunto e conseguentemente un aumento di produttività e profitti.

Le più efficienti fonderie al mondo si sono rivolte

a General Kinematics per trovare insieme soluzioni su misura e costantemente raggiungendo gli obiettivi più importanti: riduzione dello scarto, aumento di produttività e riduzione del tempo di manutenzione e dei ricambi utilizzati.

Un dinamico team internazionale è sempre a disposizione per incontri conoscitivi e analisi di layout, per trovare insieme la soluzione più adatta ad ogni tipo di fonderia.



GERLI METALLI S.p.A.

Viale Sabotino, 19/2 - 20135 Milano
Tel. +39 02 809511 - Fax +39 02 8900714
www.gerlimetalli.it
gerlimetalli@gerlimetalli.it

Svolge attività commerciale di compravendita, distribuzione, stoccaggio, finanziamento, coperture sulle valute e sui metalli alla Borsa di Londra.

I principali prodotti trattati sono: metalli non ferrosi, quali nickel, alluminio e leghe, rame, stagno, zinco e zama, ferroleghie di massa e nobili, leghe e fili animati per la produzione di ghisa sferoidale, ghise in pani.

Gerli Metalli, con la rete di rapporti internazionali e con un'adeguata struttura logistica e finanziaria, è in grado di assicurare ad acciaierie, a fonderie di acciaio, fonderie di ghisa e di metalli non ferrosi, la materia prima nei tempi richiesti dalle necessità di produzione alle migliori condizioni.

E' altresì agente di importanti produttori di alluminio, rame, nichel, zama, ferroleghie e madri leghe.



MAGALDI POWER S.p.A.

Via Irno, 219 - 84135 Salerno (SA)
Tel. +39 089 688.111 - Fax +39 089 481.766
www.magaldi.com
matteo.carfagno@magaldi.com

Fondato nel 1929, il Gruppo Magaldi è leader mondiale nella produzione di nastri trasportatori in acciaio per la movimentazione di materiali sfusi ad alta temperatura o in condizioni difficili, provenienti da processi produttivi di fonderie, acciaierie, impianti metallurgici, cementerie, centrali termoelettriche alimentate a combustibile solido e termovalorizzatori, con oltre 800 referenze realizzate in tutto il mondo.

Con sede centrale in Italia, la Magaldi possiede sussidiarie anche negli Stati Uniti (Magaldi Technologies LLC), in Australia (Magaldi Power Pty Ltd), India (Magaldi Power India Pvt Ltd) e Germania (Magaldi Power GmbH) e fornisce in tutto il mondo progetti chiavi in mano basati sulle tecnologie proprietarie.

Nel corso degli anni, Magaldi ha sviluppato una

profonda esperienza nella movimentazione meccanica di materiali sfusi e abrasivi, a temperature estremamente elevate o in condizioni di processo molto difficili, dando vita ad una vasta gamma di tecnologie brevettate in grado di assicurare vantaggi quali alta affidabilità, maggiore durata, minima manutenzione, risparmio idrico ed energetico.

Negli ultimi anni, inoltre, il Gruppo si è fatto strada anche nel settore delle energie rinnovabili, sviluppando una tecnologia innovativa nel campo del solare a concentrazione (STEM®), in grado di produrre e accumulare energia termica da utilizzare anche in assenza di insolazione.

Il Gruppo è verticalmente integrato e quindi in grado di sviluppare *in house* i suoi progetti; attualmente impiega a tempo pieno 220 risorse che lavorano in un ambiente dinamico e stimolante.



MAUS Srl

Via Caltana, 28 - 35011 Campodarsego (Padova)
Tel. +39-049 9299311 - Fax +39-049 9299350
mausmkt@tmaus.it
www.maus.it

MAUS, costituita nel 1984 con sede a Campodarsego (PD), è leader mondiale nella sbavatura automatica e nella tornitura verticale. Grazie alla forte proiezione internazionale, Maus esporta oltre il 90% del proprio fatturato verso i mercati europei, gli Stati Uniti, la Cina, l'India e il Brasile. Allo scopo

di rafforzare la sua già forte presenza estera, Maus ha concluso un accordo di joint-venture negli Stati Uniti.

Sul mercato italiano, la società collabora strettamente con società top player a livello di componentistica per automobili con le quali sono state realizzate importanti attività di ricerca, sviluppo e installazione di impianti, in particolare nel campo della produzione di dischi freno.

Nel 2014 Maus, precedentemente della Finaid (famiglia Carraro), è stata rilevata da un gruppo di investitori italiani tra cui la finanziaria Forever dell'ing.

Giorgio Rossi Cairo, che attualmente è anche il Presidente di Maus.

La società ha chiuso il 2015 con un fatturato di oltre 20 milioni di euro ed alcune importanti novità produttive e operazioni di rilievo. Tra i risultati tecnici da sottolineare, in totale sintonia con gli sviluppi ed i bisogni dei mercati centro europei, l'ingegnerizzazione e la realizzazione di celle produttive ad alta flessibilità per la tornitura di dischi e mozzi per auto. Maus ha completato la propria gamma di celle di sbavatura robotizzata standard che ora include oltre dieci modelli per pezzi da 40 fino a 600 kg in modo da soddisfare un mercato più largo che include anche produttori medio-piccoli alla ricerca di qualità.

Il 2015 ha visto l'acquisizione da parte di Maus di FRITZ HANSBERG, azienda storica leader negli im-

pianti per anime e nelle linee di formatura orizzontali in sabbia verde. Con questa operazione, che rappresenta una piattaforma di crescita per le due aziende, Maus procede nel consolidamento della propria posizione di leadership globale nell'impiantistica diventando fornitore di soluzioni integrate per le fonderie. L'unione delle reti commerciali ha inoltre notevolmente allargato il mercato di riferimento e le soluzioni ora possono essere meglio combinate raggiungendo un numero di clienti molto più.



F.LLI MAZZON S.p.A.

Via Vicenza, 72 - 36015 Schio (VI)
Tel. +39 0445 678000 - Fax +39 0445 678001
www.mazzon.eu
info@mazzon.eu

Con il motto "la nostra formula per il Vostro successo", la F.Lli Mazzon S.p.A. è market leader da più di 50 anni nel settore dei prodotti chimici per la fonderia ed è attiva in più di 30 paesi con resine no-bake (furaniche, fenoliche, alchidiche e poliuretaniche), resine cold-box e hot-box, vernici refrattarie isolanti in alcool e all'acqua, additivi, colle, distaccanti e molti altri prodotti chimici.

Per garantire ai clienti qualità e sicurezza nel rispetto dell'ambiente, l'azienda è certificata dal 1997 con un sistema qualità ISO 9001:2008 e ha concluso con successo il percorso per l'ottenimento della certificazione del Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza sul Lavoro secondo la normativa BS OHSAS 18001, nonché la certificazione del Sistema Ambientale ISO 14001.

La F.Lli Mazzon si è dotata recentemente di nuovi reattori chimici di ultima generazione che permettono di produrre resine di qualità ancora maggiore, a costi più competitivi ed in tempi più brevi. Anche questo investimento rientra in un ampio piano di continuo miglioramento-potenziamento degli impianti per far fronte in modo competitivo ad un mercato sempre più esigente e globale.

Inoltre, l'entrata in vigore dell'applicabilità del Regolamento CE n. 1272/2008 (Regolamento CLP), ha una rilevante ricaduta riguardo ai leganti utilizzati in formatura. La F.Lli Mazzon ha a disposizione resine Cold Box (Leganol serie HD e HI) e resine No Bake

(Ecofur serie 4000, 5000 e 6000) con contenuto di formaldeide <0,1%, per cui esenti da prescrizioni, e alcool furfurilico libero <40% che le rende non più tossiche, bensì nocive.

PROGRAMMA DI PRODUZIONE:

✓ **SISTEMI LEGANTI:** RESINE COLD-BOX e catalizzatori AMMINE - RESINE FURANICHE e FURAN-FENOLICHE - RESINE FENOLICHE con INDURITORI acidi - FENOLICHE ALCALINE con INDURITORI esteri - RESINE POLIURETANICHE a tre componenti per fusioni in ghisa o per alluminio - RESINE ALCHIDICHE indurenti con isocianati - SILICATI per CO2 o con INDURENTI liquidi.

✓ **VERNICI REFRATTARIE in alcool/acqua:** per anime/forme getti ghisa, acciaio e non ferrosi - per modelli in polistirolo di getti ghisa/acciaio - per anime dell'industria automobilistica - per conchiglie metalliche statiche/centrifugate per "lost foam" getti alluminio e ghisa.

✓ **PRODOTTI AUSILIARI:** DILUENTI alcolici per vernici - COLLE a freddo in tubi per anime e forme - CORDOLO di TENUTA da 5 mm a 20 mm. - DISTACCANTI liquidi per placche modello, per casse d'anima, per shell moulding - ADDITIVI per anime - POLVERI ESOTERMICHE di copertura - ATTREZZATURE per l'applicazione di vernici su anime e forme - VERNICI per modelli in legno.



METAL TRADING INTERNATIONAL s.r.l.

Via Monte Hermada, 8 - 34170 Gorizia
Tel. +39 048 1521511 - Fax +39 048 1520964
www.metaltrading.it

La Metal Trading International S.r.l. costituita nel 1986 opera prevalentemente nel settore delle fonderie di ghisa, acciaierie e nel settore dei metalli non ferrosi.

Sin dall' inizio della propria attività ha introdotto nel mercato italiano i prodotti della TDR - produttore sloveno di inoculanti e sferoidizzanti. Insieme alla società che rappresenta e della quale ha acquisito negli ultimi anni la maggioranza della proprietà, svolge un'intensa attività di ricerca e sviluppo per i prodotti nel settore delle fonderie ed acciaierie, alle quali offre un'assistenza tecnica allo scopo di migliorare la qualità metallurgica e nel contempo ottimizzare il consumo dei prodotti commercializzati dalla MTI.

Oltre agli inoculanti e sferoidizzanti classici, fornisce alle fonderie di ghisa il filo animato, carburo di calcio, inoculanti in staffa, ferro leghe di massa ed altri prodotti per fonderie.

Il filo animato viene prodotto dalla società slovena FILO d.o.o. che la MTI rappresenta già da molti anni. Per le fonderie di ghisa la MTI fornisce filo animato per sferoidizzazione, inoculazione, desolfurazione e ricarburazione.

Alcune ferroleghie e metalli non ferrosi importati da vari paesi vengono stoccati nei principali porti europei e nel magazzino a Gorizia per garantire un migliore servizio alla clientela e una tempestiva consegna.

Allo scopo di mantenere e migliorare la qualità del servizio nel tempo, la società ha ottenuto la prima certificazione ISO 9001 nel 2002 rispettando fino ad ora ininterrottamente tutte le verifiche periodiche e di mantenimento del certificato.



QDesign S.r.l. a Socio Unico

Via Aldo Moro 27
56010 LUGNANO - VICOPIANO (PI)
Tel. +39 050 701047 - Fax +39 050 712115
www.qdrobotics.com/
info@qdrobotics.com

Qdesign dal 2003 è un integratore Italiano di sistemi robotici tipo CNC, con sede a Pisa. L'estesa esperienza acquisita in questi anni nel settore della fresatura robotica - dal legno e polistirolo al marmo e granito - unita alla struttura interna di ricerca e sviluppo ha contribuito a sviluppare con successo una cella robotica di sbavatura, ideata per lavorare qualsiasi tipo di fusione: da piccola a grande, semplice o complessa in ghisa, alluminio o acciaio. L'innovazione del sistema è l'uso sia di un algoritmo adattativo (BREVETTATO) che consente al sistema di adattarsi automaticamente alle deformazioni del pezzo, sia l'utilizzo di un attuatore di forza per la sbavatura delle bave più piccole. I sistemi in funzione dal 2013 hanno raggiunto importanti obiettivi:

- ✓ Efficienza su piccoli lotti;
- ✓ Bassa qualità e precisione dei fissaggi del pezzo;
- ✓ Ridotto tempo di programmazione;
- ✓ Riduzione significativa del tempo di sbavatura;
- ✓ Incremento nella qualità della sbavatura.

L'altro fondamentale fattore è la programmazione semplice, veloce e fuori linea dei pezzi: sono state inserite macro dedicate per la fonderia nel software CAM che è ora diventato un unico ambiente con il software CAD, rendendo molto semplici per l'operatore le modifiche sul pezzo a livello CAD senza dover cambiare programma. Essendo la programmazione fuori linea, il sistema è sempre a lavoro, consentendo di non fermare mai la produzione.

La nostra linea di prodotti viene disegnata sulle esigenze del cliente: la configurazione della cella tiene in considerazione le dimensioni e peso massimi del pezzo per offrire una cella flessibile in quel raggio di produzione. La flessibilità viene garantita dal software che consente all'operatore di poter programmare qualsiasi forma, e il reparto di ricerca e sviluppo implementa costantemente nuove funzioni dedicate per velocizzare il tempo di programmazione dei nuovi pezzi, che rimane comunque nell'ordine di qualche ora.



R.C. INFORMATICA S.r.l.

Via Amendola, 48 - 48022 Lugo (Ra)
Tel. +39 0545-30650 - Fax +39 0545-31292
info@rcinformatica.it
www.rcinformatica.it

Costituita nel 1985, R.C. Informatica produce software applicativo specializzato ed offre consulenza informatica su molteplici piattaforme.

Sin dalla sua nascita R.C. Informatica ha adottato una filosofia "Customer Oriented", cioè incentrata sulla ricerca della massima efficienza, su una continua innovazione tecnologica e sul supporto costante, il tutto finalizzato alla totale soddisfazione delle organizzazioni clienti.

Un processo attuato attraverso l'impiego di tecnici altamente qualificati e software affidabili che permettono una gestione integrata ed il miglioramento dei business processes aziendali. Durante la sua

storia R.C. Informatica ha incrementato le proprie competenze e sviluppato prodotti specialistici in molteplici settori, in particolar modo in ambito metallurgico per tutte le tipologie di fonderia. Oggi R.C. Informatica presenta la nuova release di **FOND/WEB**, il primo Software ERP progettato e realizzato all'interno della fonderia utilizzando un "approccio sartoriale". **FOND/WEB** è infatti un programma fortemente specialistico, semplice ed altamente personalizzabile, con un'interfaccia grafica "user friendly" fruibile da web e perfettamente integrata con il mondo Office.



SATEF HÜTTENES ALBERTUS S.p.A.

Viale della Scienza, 78/80 - 36100 Vicenza
Tel. +39 0444.337444 - Fax +39 0444.348500
www.satef-ha.it -
satef@satef-ha.it

IMIC S.p.A.

Via Belvedere, 37 - 20862 Arcore (MB)
Tel. +39 039.613311 - Fax +39 039.6014858
www.satef-ha.it - info@imicspa.it

La combinazione dell'elevato know-how tecnico, con le tecnologie all'avanguardia della capogruppo Hüttenes Albertus e le numerose partnership internazionali rende Satef-HA, IMIC e SiderSabbie l'unico fornitore in Italia a possedere una competenza trasversale in tutti i settori della fonderia, nonché uno dei principali protagonisti europei nella produzione di sabbia prerivestita. Prodotti: resine per cold-box (poliuretano, CO₂, metilformiato) resine per no-bake (acido, alcalino, poliuretano), resine per hot-box (furaniche,

fenoliche, Cordis inorganico), resine per thermo-shock, resine per shell moulding; intonaci all'alcol e all'acqua; sabbie di cromite, sabbie di zirconio, sabbie silicee, sabbie prerivestite, sabbie sintetiche; prodotti refrattari per cubilotti, forni elettrici, forni rotativi, sifoni e siviere; filtri ceramici; software; maniche, minimaniche; filo animato, inoculanti, leghe sferoidizzanti; prodotti per pressocolata. Servizi: assistenza tecnica sull'intero processo di fonderia (progetto GEF), consulenza metallurgica, rigenerazione termica delle sabbie esauste, rifacimento forni.



SIDERMETAL S.p.A.

Via Europa, 50 - 25040 Camignone di Passirano (BS)
Tel. +39 030 654579 - Fax +39 030 654194
www.sidermetal.it
infosider@sidermetal.it

Fondata nel 1987 è la sintesi di esperienze maturate nella metallurgia ferrosa e non ferrosa.

Competenze e dinamicità, associate a strutture aziendali molto snelle, consentono di offrire alla nostra clientela le migliori condizioni per poter competere nel mercato globalizzato.

Europa, Georgia, Russia, Ucraina e Sud America sono i mercati principali di approvvigionamento delle materie prime distribuite poi su tutto il mercato nazionale nei settori delle acciaierie elettriche e fonderie ferrose e non ferrose.



HEINRICH WAGNER SINTO MASCHINENFABRIK GmbH

Bahnhofstr. 101 - D-57334 Bad Laasphe
Germania
www.wagner-sinto.de

Suo contatto:

Ing. Frank Hoehn, Area Sales Manager
Tel. +49 2752 907-230 - Fax +49 2752 907-49230
Frank.Hoehn@wagner-sinto.de

La Heinrich Wagner è stata fondata come azienda privata nel 1937 dal Signor Heinrich Wagner e dai suoi partner nella città di Bad Laasphe, nella regione di Nordreno-Vestfalia in Germania. Dal 1983 Heinrich Wagner Sinto fa parte del gruppo Giapponese Sintokogio, realizzando un fatturato del gruppo di circa 770 mln Euro con circa 3800 collaboratori nel mondo.

All'interno del gruppo Sintokogio, la Heinrich Wagner Sinto (HWS) si è specializzata nello sviluppo, nella realizzazione e nella produzione di formatrici ed impianti di formatura per la produzione di getti con e senza staffe in terra verde e con il processo di formatura a vacuum. Oltre che negli impianti di formatura, la HWS si è specializzata nella costruzione di macchine di colata con la siviera fredda. Il montaggio degli impianti, nonché la messa in funzione con assistenza di produzione, vengono eseguiti a regole d'arte dagli specialisti HWS, con la professionalità che li contraddistingue. La HWS è in grado di soddisfare qualunque esigenza riguardante la pianificazione, la fabbricazione, il montaggio e l'avviamento, mediante l'utilizzo delle moderne tecnologie dell'Industria 4.0".

Nel processo a terra verde la compattazione delle forme viene realizzata secondo il processo di formatura a flusso d'aria SEIATSU. A partire dall'introduzione di tale processo nel mercato Europeo nel 1983, solo la HWS ha venduto più di 575 forma-

trici ed impianti di formatura SEIATSU, che risulta quindi il più conosciuto tra tutti i processi di formatura moderni e più di 75 macchine di colata.

Nell'ambito del processo di formatura a vacuum il gruppo ha una posizione unica nella produzione degli impianti di formatura automatici: sono stati prodotti più di 250 formatrici ed impianti di formatura, tra i quali più di 50 sono stati fabbricati dalla Heinrich Wagner Sinto, in particolare per getti in acciaio.

In una fonderia moderna l'impianto di formatura è il cuore dell'intero processo produttivo. Ogni anomalia nell'impianto può causare una fermata dell'intera fonderia. Un design di alta qualità dell'impianto e un servizio post vendita efficace, con una continua attenzione alle esigenze e ai suggerimenti dei nostri clienti, sono quindi punti di forza della Heinrich Wagner Sinto nel mondo. Per questo motivo la Heinrich Wagner Sinto dispone di un'alta produzione. Il processo di fabbricazione e produzione - sistemi idraulici, elettrici e software inclusi - è affidato a 350 collaboratori presso lo stabilimento dell'azienda in Germania.

La filosofia aziendale della Heinrich Wagner Sinto richiede prodotti di qualità superiore affinché gli impianti di formatura installati presso gli stabilimenti dei clienti garantiscano alta affidabilità ed efficacia.



STAIN

Via della Musia, 52/54 - 25135 Brescia
 Tel. +39 030.364030 r.a. - Fax +39 030.361730
www.stain.it
info@stain.it

STAIN, da oltre 25 anni, ha acquisito competenze in soluzioni MES personalizzate e prodotti standard per il controllo della produzione.

La suite dei prodotti STAIN+ è completa ed integrata e comprende il verticalizzato per le FONDERIE di PRESSOFUSIONE, un prodotto software che raccoglie i dati in automatico e in tempo reale dalle presse, con moduli che gestiscono il controllo della Produzione, la gestione degli Stampi, la gestione Resa Forni, i consumi energetici, le Schede Tecniche, il controllo Qualità (SPC), la Tracciabilità e Logistica con identificazione automatica di ogni cassone.

La suite dei prodotti STAIN+ prevede i verticalizzati per il MANUFACTURING (Alimentare, Automotive, Officine Meccaniche, Rubinetterie, Pressofusione, Stampaggio Plastica, ...) ed importanti soluzioni personalizzate nel METAL (Acciaierie, Forge, Fonderie, Trafilerie, Tubifici) con la completa integrazione degli impianti/macchine in campo per rispondere ad ogni esigenza MES.

Tutti i dati sono acquisiti in automatico ed in tempo reale dalle macchine con tecnologia a PLC SIEMENS. Sono di facile lettura e integrati con gli ERP del Cliente.

Con questo approccio STAIN ha reso i processi produttivi dei Clienti più redditizi ed efficienti, sia

per produzioni a lotti/commessa su macchine automatiche (presse, trafilare, CNC, transfer, a pallet, montaggio, ...) che per le lavorazioni manuali.

Sui temi dell'INDUSTRY 4.0 la suite STAIN+ consente alle Aziende di eliminare la carta, mantenere in controllo tutte le attività e ridurre i costi occulti della produzione, fornendo le informazioni per decidere con dati certi.

Con la nostra tecnologia, metodologia e soluzioni dedicate alle reali necessità del Cliente il ns software MES ha permesso di ottenere una consistente riduzione di costi occulti ed importanti miglioramenti di produttività con dei risultati superiori alle loro aspettative.

Il miglior modo per parlare di qualità dei nostri prodotti e delle nostre competenze è, secondo noi, quello di far parlare i nostri Clienti sia del settore METAL che del MANUFACTURING. Per questo abbiamo fatto un book digitale (fabbricadigitale.stain.it) che Vi invitiamo a leggere. Troverete le interviste ad importanti Imprenditori e Manager che raccontano la loro esperienza con noi nel percorso di digitalizzazione della fabbrica, i vantaggi ottenuti e la metodologia applicata.



TESI S.p.A.

Via Manzoni, 20 - 20900 Monza (MB)
 Tel. +39 039 237501 - Fax +39 039 2302995
www.tesi-spa.it - info@tesi-spa.it

L'attività di Tesi SpA nel campo della fonderia risale al 1916, pur con diverse denominazioni.

Sin da allora, la missione di Tesi è di essere un partner di riferimento per le fonderie italiane, mettendo a disposizione materie prime e prodotti speciali, ben noti ed apprezzati.

I tredici produttori che Tesi rappresenta, ognuno leader nel proprio settore, hanno introdotto sul mercato italiano prodotti innovativi, supportati da

un servizio tecnico specializzato, in unione a quello fornito da Tesi SpA.

I dieci collaboratori di Tesi SpA curano la realizzazione della filosofia aziendale, sempre mirata a comprendere, soddisfare e prevenire le esigenze dei clienti, dando loro la più ampia collaborazione operativa.



UBI BANCO DI BRESCIA

Corso Martiri della Libertà, 13 - 25122 Brescia
 Tel. + 39 030 2992 215
www.ubibanca.com/bancodibrescia
daniela.beriozzi@bancodibrescia.it

UBI Banco di Brescia nasce nel 1999 dalla fusione tra due storici istituti bresciani: Banca San Paolo di Brescia, fondata nel 1888, e Credito Agrario Bresciano - CAB, fondato nel 1883.

UBI Banco di Brescia - con 288 sportelli dislocati nel Nord Italia e nel Lazio, 9 Private & Corporate Unity e 12 Corner - conta oltre 2.300 dipendenti ed è una realtà di primo piano nel mercato italiano del credito e leader nella provincia di Brescia.

Il Banco di Brescia ha sede a Brescia nello storico Palazzo Martinengo Villagana in Corso Martiri della Libertà.

Dal 2007 l'Istituto entra a far parte del Gruppo UBI

Banca, terzo gruppo bancario italiano per capitalizzazione di Borsa, quotato alla Borsa di Milano ed incluso nell'indice FTSE/MIB, con una quota di mercato superiore al 5%, oltre 1.500 sportelli principalmente ubicati nelle regioni più ricche del Paese ed oltre 17.500 dipendenti. L'appartenenza del Banco di Brescia al Gruppo UBI Banca rende agevole l'offerta di servizi bancari in diversi Paesi nel mondo, attraverso filiali estere, uffici di rappresentanza, banche controllate e società specializzate. Il Gruppo UBI Banca vanta infatti presidi diretti nei quattro continenti, da Shanghai a San Paolo, da Mumbai a Cracovia, da Mosca a Hong Kong e con le recenti aperture di nuovi Uffici di Rappresentanza a New York, Dubai e Casablanca, UBI si muove su scala internazionale a supporto dell'attività della clientela domestica.



ASSOFOND RINGRAZIA



Elkem Elgraph® - Ricarburanti per una migliore efficienza

E' ben noto che oggi le ghise sono prodotte rispettando sia gli standard più elevati sia i controlli più stringenti. Elkem sta espandendo le proprie strutture produttive in Norvegia per far fronte alla crescente richiesta di Elgraph®. Sono state inoltre rese ancora più stringenti le specifiche del nostro prodotto, caratterizzato dal contenuto di Carbonio più elevato e da contenuti di Zolfo, Idrogeno ed Azoto tra i più bassi in assoluto. Il nostro particolare processo produttivo, caratterizzato da temperature molto elevate, garantisce l'ottenimento di ricarburanti con le seguenti proprietà:

- Contenuto di Carbonio più elevato con alta frazione cristallina che assicura dissoluzione più rapida e maggiore riproducibilità delle aggiunte
- Ridotto consumo energetico e migliore utilizzazione della capacità produttiva grazie al contenimento dei tempi di fusione
- Valori molto bassi dei contenuti di Azoto e di Idrogeno che riducono i rischi di problemi correlati alla presenza di pinholes
- Riduzione del rischio di generare scarti di produzione
- Riduzione del numero di campionamenti per quantificare le aggiunte di correzione
- Riduzione dei problemi qualitativi in confronto a prodotti di altra origine (es. rottami da elettrodo)

Per ulteriori informazioni, Contatti il Suo rappresentante locale Elkem.

Il processo di produzione in continuo garantisce non solo la costanza della qualità ma permette anche di ottenere un prodotto dalle prestazioni molto stabili e caratterizzato dai seguenti vantaggi:

Elkem S.r.l
Via G. Frua, 16
20146 MILANO
Tel. +39 02 48513270
Fax. +39 02 4817360
www.elkem.com/en/foundry



Riduci gli sprechi e aumenta la tua competitività

In un contesto in cui l'ottimizzazione di tutti centri di costo è necessaria per mantenere competitività soprattutto rispetto a competitors esteri, diventa cruciale e strategico estendere tale attività anche alle utilities energetiche.



GESTIONE ENERGETICA

Riduzione dei consumi per unità di prodotto

- Variabili controllabili internamente
- Ampi margini di intervento
- Consolidamento dei savings

MONITORAGGIO CONTINUO

MISURARE

Comprensione dei reali fabbisogni energetici

PROGRAMMARE

Stabilire obiettivi e processi necessari per conseguire i risultati

ANALIZZARE I DATI e RIDURRE I CONSUMI

*Verifica dei consumi non idonei ai processi produttivi
Minimizzazione sprechi - Interventi con BAT*

FARE

Implementare i processi energetici in tutte le loro fasi

VERIFICARE

Monitorare e misurare tutti i processi che impattano economicamente ed energeticamente

EFFICIENZA ENERGETICA

Pianificazione di una strategia mirata all'efficientamento energetico

AGIRE

Intraprendere azioni volte a migliorare continuamente le performance del Sistema Gestione Energia



 **EnergyTeam**[®]

Venite a trovarci sul nostro sito www.energyteam.it oppure contattateci allo 02 48405033



Insieme a voi determinati nella crescita e nell'innovazione
al servizio della qualità che richiedete

F.LLI MAZZON

F.LLI MAZZON S.p.A.

Via Vicenza, 72 - 36015 Schio (VI) ITALY - Ph. +39.0.445.678000 - Fax +39.0.445.678001 - info@mazzon.eu - www.mazzon.eu
Contatto diretto: commerciale@mazzon.eu



Gestione dell'attività dell'ossigeno durante la produzione di ghisa sferoidale e vermiculare

La quantità di ossigeno nella ghisa liquida è uno dei parametri più importanti durante la produzione di ghisa sferoidale e vermiculare. Controllare il contenuto di ossigeno significa in pratica controllare il processo di sferoidizzazione ed inoculazione ed ottenere una resa affidabile del Magnesio e un Magnesio residuo entro limiti di tolleranza molto ristretti. Controllare l'attività dell'ossigeno assicura proprietà metallurgiche e meccaniche entro le tolleranze richieste.

Introduzione

L'ossigeno è un elemento chimico noto come altamente reattivo non-metallico ed elemento ossidante che forma facilmente composti, in questo caso ossidi, con la maggior parte degli elementi della tavola periodica.

Durante la fase fusoria, l'ossigeno viene aggiunto in modo incontrollato nei forni fusori con le materie prime. L'ossigeno viene introdotto direttamente nei forni con i materiali arrugginiti e non puliti e con alte temperature di fusione l'attività dell'ossigeno aumenta. Le pareti sottili di rottame apportano una quantità maggiore di ossigeno (Fig. 1), fino a 15 kg di O₂ per tonnellata di rottame di acciaio. Anche la ghisa in pani che ha un'affinità con l'ossigeno e sulle superfici si creano grossi spessori di ruggine apporta in carica grandi quantità di ossigeno.

Sostituendo l'aggiunta di ferro silicio FeSi75 nel forno fusorio con il Carburo di Silicio (SiC), la quantità e l'attività dell'ossigeno possono essere parzialmente ridotte.

Anche se si ottiene una bassa attività dell'ossigeno nel metallo di base, durante il trattamento nella siviera il Magnesio provoca forti movimenti del metallo liquido. Con una reazione

non-protetta, a contatto con l'ossigeno dall'atmosfera, avviene la re-ossidazione del metallo. A seguito a forti turbolenze del metallo una grande quantità di particelle di MgO e SiO₂ vengono mescolate nel metallo. Anche se questo non è ossigeno libero, provoca una necessità di Mg-residuo maggiore con conseguenza di Dross e maggiore viscosità del metallo.

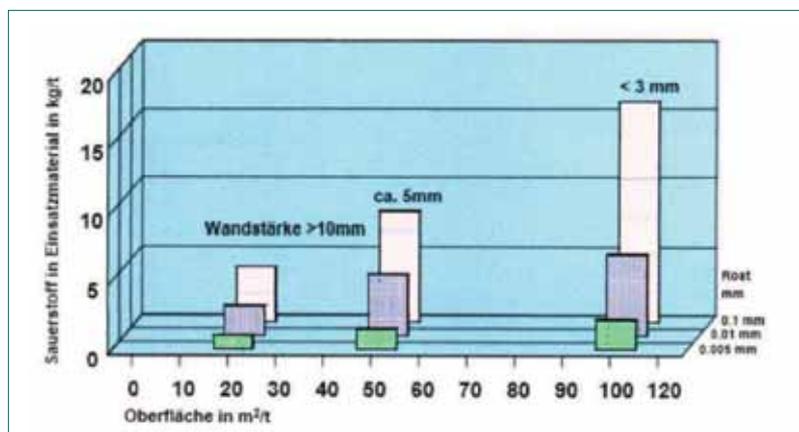


Fig. 1 - Contributo della ruggine sulla quantità di ossigeno.

ELEMENTI	OSSIGENO	PRODOTTI	COMPOSTI
Si	O ₂	SiO ₂	MgO.SiO ₂ MgS, CaS Mg ₂ SiO ₃ Mg ₂ SiO ₄ , ecc.
Fe		FeO, FeO ₂	
Mg		MgO	

Tab. 1 - Composti di alcuni elementi di base.

La terza parte del processo è la colata che comprende il riempimento della forma. Se non viene scelto correttamente il sistema di colata oppure non è progettato bene il sistema di distribuzione (flusso del metallo nella forma), questo può provocare un flusso turbolento ed un ulteriore re-ossidazione del metallo.

L'ossigeno si lega con gli elementi principali come ad esempio Si, Fe, Mg e crea composti come SiO₂, FeO, FeO₂ e MgO (Tab. 1). Quando la quantità di ossigeno non è controllata, anche la quantità di composti non sono controllati. Un'alta quantità di ossigeno e dunque di composti che si creano con l'ossigeno condizionano le proprietà della ghisa colata, come ad esempio la bassa colabilità, la bassa nodularità ed alta possibilità di formazione di Dross, con aumento dello scarto.

Una bassa attività dell'ossigeno può viceversa causare rischi per uno scarso effetto inoculante, quindi una certa presenza di ossigeno è utile alla formazione di composti che generano nuclei per la generazione di noduli in fase di solidificazione..

Le ragioni per controllare l'attività dell'ossigeno

Oltre ai motivi già esposti, il motivo principale del controllo dell'ossigeno è proteggere dall'ossidazione il Magnesio ed il Silicio nel metallo liquido.

La Fig. 2 rappresenta un esempio della pratica corrente nella produzione di getti di ghisa sferoidale.

La colonna a sinistra mostra la

presenza del Mg-residuo molto alto 0,055%, determinato con lo spettrometro. Questo è il Mg totale determinato, che è suddiviso in tre forme: MgO, MgS e disciolto nel metallo [Mg_A], che è l'unico ad influire sulla forma della grafite. MgO e MgS sono impurità, forme non necessarie. Nonostante un contenuto di Mg-residuo molto alto la nodularità è scarsa, sotto l'80%.

La colonna a destra mostra la presenza degli stessi composti, in questo caso soltanto 0,035% di Mg-residuo, con piccole differenze. La quantità di Magnesio disciolto nel metallo [Mg_A] è maggiore, di conseguenza anche il grado di modularità è maggiore. La quantità di ossigeno rimossa si evidenzia anche con un basso contenuto di ossido di magnesio MgO. La gestione dell'attività dell'ossigeno consente di ridurre l'inutile ossido di magnesio MgO nella composizione del Mg-residuo.

Come controllare l'attività dell'ossigeno

Spesso non si comprende a fondo il problema del contenuto di ossigeno e dunque la pratica più comune nelle fonderie non include il controllo dell'attività dell'ossigeno, nel processo standard, ma si tratta direttamente il metallo soltanto con il Mg, metallico o in lega con filo animato (Fig. 3).

Per controllare meglio la metallurgia della produzione di ghisa sferoidale e ridurre i getti di scarto, le fonderie dovrebbero includere il trattamento del metallo diviso in quattro fasi (Fig. 4):

- Monitoraggio dell'attività dell'ossigeno.
- Aggiunta di precondizionante nella ghisa.
- Sferoidizzazione con l'aggiunta di magnesio (Mg) in lega.

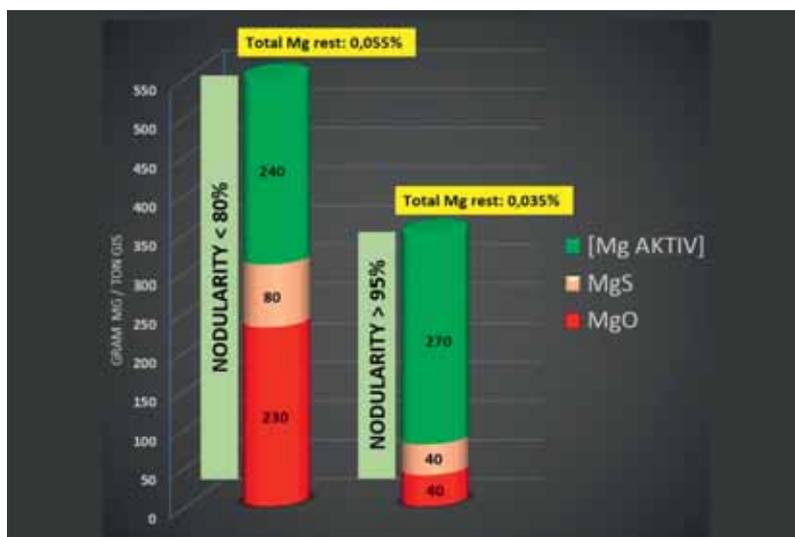


Fig. 2 - Differenza della composizione del Mg-residuo basata su MgS, MgO and [Mg_A].

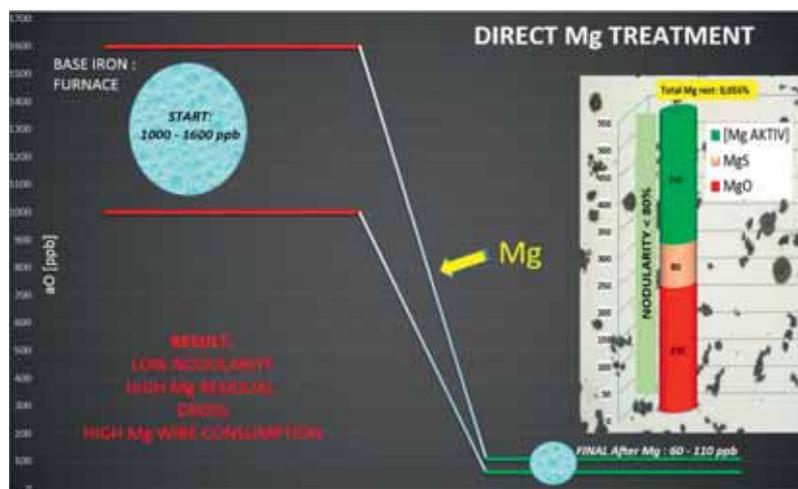


Fig 3 - Trattamento diretto con il Mg.

- Effettuare un inoculazione efficace controllata con l'analisi Termica.

L'attività dell'ossigeno è perfettamente e facilmente misurabile con attrezzature della HeraeusElectro-Nite.

Con questo strumento l'ossigeno viene misurato da un sensore elettrochimico nel metallo liquido ed il risultato è espresso in ppb [2].

I risultati tipici di una ghisa sintetica prodotta con forni ad induzione mostrano valori elevati di attività di ossigeno nell'intervallo di 1200-1800 ppb.

Il precondizionamento della ghisa in pratica riduce l'attività di ossigeno, e prepara il metallo per una minore aggiunta di Mg e assicura un alto effetto inoculante. Partiamo con una piccola aggiunta di Al puro e di seguito con il precondizionante della ghisa NORMALIN. Entrambi abbassano l'attività dell'ossigeno sotto 500ppb (anche sotto 400ppb).

Segue il trattamento con il Mg, che deve essere ottimizzato il più possibile. Effettuando il trattamento con il filo animato, ottimizzato, si può ottenere una resa di Mg oltre il 65% assicurando dunque una bassa aggiunta di Mg. Con una bassa aggiunta di Mg in caso di

produzione di ghisa sferoidale, si evita l'effetto del "lavaggio della ghisa", l'attività dell'ossigeno rimane oltre gli 85 ppm. In caso di produzione di ghisa vermiculare l'attività dell'ossigeno è di circa 130-300ppb.

In metallo trattato in questo modo, ha un'elevata e stabile sensibilità per l'inoculazione finale, ottenendo buone caratteristiche che possono essere verificate con l'analisi termica.

Pratica nella fonderia - processo in 4 - fasi

Il processo ottimale viene effettuato in quattro fasi.

Aggiunta del carburo di silicio in sostituzione del ferro silicio. Dal punto di vista metallurgico, il carburo di silicio SiC (granulometria classica e aggiunta nel forno) è un composto chimico con circa il 60% di silicio e 35% di carbonio.

Come composto è molto più pulito rispetto al FeSi. Il carbonio atomico del composto SiC reagisce con l'ossigeno e forma monossido di carbonio che esce fuori della ghisa. Il resto del carbonio è importante per creare i nuclei, che sono il primo passo per il processo di inoculazione.

Il SiC ha un alto punto di fusione, quindi ha bisogno di tempo per la dissoluzione. Il modo migliore per aggiungere il SiC è durante il caricamento dei rottami di acciaio.

L'aggiunta di alluminio dipende dal risultato dello spettrometro. L'aggiunta è di max. 200g/t ed indica il valore del contenuto di ossigeno. Quando i valori di alluminio sono molto bassi, indicano che l'alluminio si lega ancora con l'ossigeno e che i valori di ossigeno sono elevati.

L'aggiunta di NORMALIN (lega a

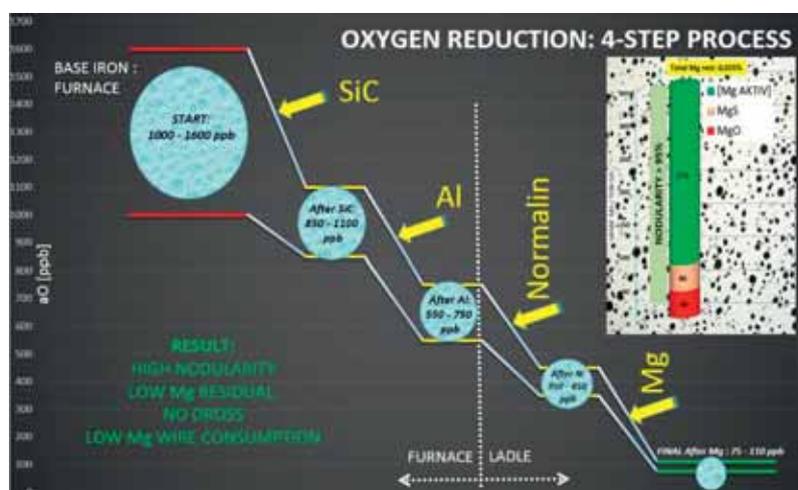


Fig 4 - Riduzione dell'ossigeno/attività: PROCESSO A 4-FASI.

base di Bario), per precondizionamento della ghisa in siviera, può essere effettuato in due modi diversi:

- In granulometria standard 1-10mm.
- Con il moderno sistema automatizzato con il filo animato.

L'obiettivo del precondizionamento è nel far raggiungere alla ghisa sempre le stesse condizioni prima del processo di sferoidizzazione. La quantità di ossigeno viene diminuita, questo influenza la colabilità e l'ottimizzazione del consumo di sferoidizzante.

Il sistema di sferoidizzazione ed inoculazione dipende dal processo presente nelle singole fonderie.

In caso di utilizzo di filo animato per sferoidizzazione, la scelta del filo animato è molto importante al fine di ottenere un trattamento ottimale con il Mg. Il Mg puro rispetto al Mg legato con la stessa temperatura della ghisa può creare quasi il doppio della pressione parziale del vapore di Mg durante il trattamento (Fig. 5).

Pertanto, il movimento del metallo (turbolenza) diventa estremamente violento e la re-ossidazione è maggiore. Questo aumenta la possibilità di avere la comparsa di Dross nei getti.

Il filo animato, contenente il magnesio in lega, ha una reazione molto più blanda rispetto alla miscela, minore re-ossidazione e maggiore resa del Mg.

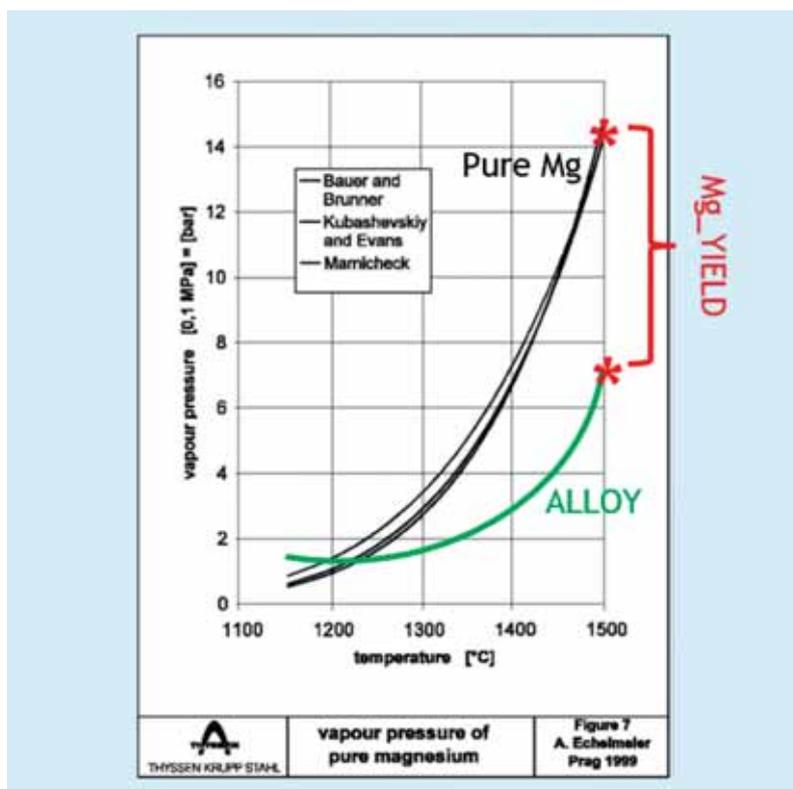


Fig.5 - Comparazione della pressione dei vapori di Mg sviluppati dal Mg puro (metallo) oppure con Mg legato (lega FeSiMg) con differenza di resa.

La differenza di resa del Mg tra i due tipi di filo animato è maggiore del 20%, come si evidenzia nella Fig. 5.

Conclusioni

Il metodo in 4 fasi è il modo giusto per raggiungere le tolleranze richieste. Molte attrezzature ed impianti moderni sono già presenti in molte fonderie, ma senza un corretto processo metallurgico le attrezzature non danno i risultati che ci si aspetta. Gli strumenti per la misurazione

dell'attività dell'ossigeno nei valori ppb ed i materiali disponibili sul mercato, permettono il precondizionamento, la sferoidizzazione e la inoculazione ed inoltre rappresentano un enorme passo in avanti per il controllo del Mg all'interno delle tolleranze richieste ($\pm 0,002\%$) e per la gestione della qualità dei getti.

E. Flamigni - SCM Fonderie - Rimini, F. Primozic - Metal Trading International - Gorizia, Blaz Obreht - TDR Legure - Ruse - Maribor (SLO). ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] DEIKE, R. (1994). Zur Zukunft des Roheisens. *Gießerei-Praxis*.
 [2] SEUTENS, F. (2015). Oxygen Activity Measure-

ments - a tool to control cast iron Metallurgy. *Heraeus Electro-Nite presentation*.

**Soluzioni per i Clienti
focalizzati sulla redditività
a lungo termine.**



Le nostre soluzioni offrono un vero e proprio valore aggiunto. Un esperto ASK Chemicals è a disposizione per voi:

Telefono: +49 211 71103-0

E-mail: solutions@ask-chemicals.com

www.ask-chemicals.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting





carbones

carbones holding gmbh

GHISA IN PANI

**PER FONDERIA
E PRODUTTORI DI ACCIAIO**

**Ghisa d'affinazione a basso Mn,
Ghisa in pani ematite, per sferoidale
e semisferoidale da Russia e Brasile**

**MAGAZZINO PERMANENTE
A MARGHERA, MONFALCONE E SAVONA.**

**Carbones Holding GmbH
Vienna - Austria
www.carbones.it**

**Per maggiori informazioni:
gianluigi.busi@carbones.it
Tel. +39 348 6363508**

Nuovi sistemi avanzati di alimentazione per migliorare resa e finitura

Abstract

Negli ultimi decenni lo sviluppo della tecnologia dell'alimentazione ha registrato un notevole miglioramento. Questa evoluzione ebbe inizio in passato con le maniche naturali ottenute da stampi in sabbia di forma molto semplice. Con il tempo la loro forma fu modificata per migliorarne le prestazioni. Un altro passo importante fu l'introduzione del materiale esotermico per aumentare le prestazioni della manica. Lo sviluppo continuò con l'introduzione della tecnologia della mini-manica alla fine degli anni '70.

Le fonderie moderne devono rispondere alle esigenze imposte da colate di complessità molto maggiore e ai requisiti più severi riguardo l'affidabilità del processo. Per citare solo alcuni esempi delle sfide poste a molte fonderie si ricorda: la riduzione delle emissioni, l'eliminazione dei difetti di colata e la fornitura di una qualità costantemente alta, il tutto spesso associato a una pressione sui costi. Questi requisiti possono essere soddisfatti

non solo grazie all'impiego di personale qualificato e motivato e di tecnologie all'avanguardia, ma anche con una ricerca di alto livello e uno sviluppo teso a elaborare soluzioni efficaci ed ecologiche senza perdite di prestazioni. Un buon esempio è dato dalla tecnologia della mini-manica che unisce diversi brevetti e offre alle fonderie un'efficienza unica.

Queste evoluzioni mirate a migliorare la produttività sono soluzioni d'avanguardia nell'industria. Il moderno concetto di colata rappresenta un'interazione di qualità sempre più elevata e del conseguimento di requisiti di costo-efficienza.

L'obiettivo dei fornitori del settore delle fonderie è dare a queste un sostegno affidabile affinché mantengano la loro posizione forte e la loro competitività sui mercati globali perfezionando costantemente i sistemi di alimentazione.

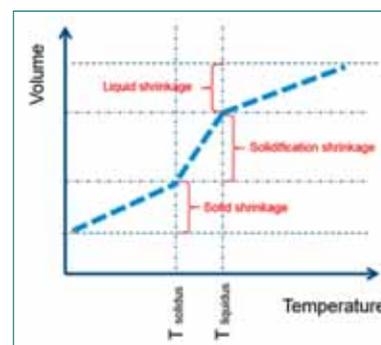
Parole chiave: alimentazione, mini-manica, ottimizzazione della resa, riduzione dei costi di manutenzione.

Introduzione

Sin da tempi immemorabili, per garantire la qualità della colata è stato necessario correggere il ritiro del metallo durante il raffreddamento dalla temperatura di colata alla temperatura ambiente.

Il ritiro si suddivide in 3 diverse tipologie: il ritiro del solido, il ritiro da solidificazione e il ritiro del liquido. (Fig. 1).

Il ritiro del solido deve essere controbilanciato dalla struttura del modello (tolleranza di ritiro) mentre parte del ritiro del liqui-



■ Fig. 1 - Tipologie di ritiro.

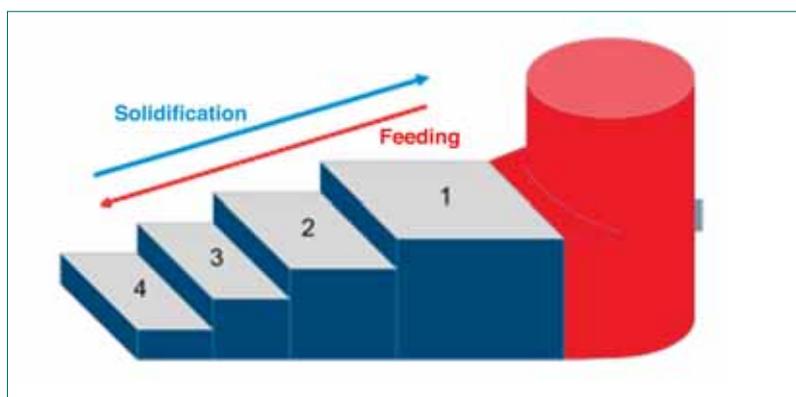


Fig. 2 - Solidificazione e direzione di alimentazione.

do può essere compensata dal canale di colata verso il basso per il tempo in cui il sistema di gating è aperto. Il resto del ritiro del liquido e del ritiro completo da solidificazione deve essere contrastato da un alimentatore o manica.

Il ritiro da solidificazione è diverso nei vari metalli colati. Per l'acciaio è fra il 4,5% e il 6% secondo la lega, per il GJL è il 2% e per GJS è il 6%. [1]

Fondamenti dell'alimentazione

SOLIDIFICAZIONE E DIREZIONE DI ALIMENTAZIONE

La solidificazione di una colata parte dal punto più freddo della geometria della colata e si propaga verso le zone più calde. Viene definita "solidificazione allineata". Ovviamente le sezioni più calde della colata alimentano quelle più fredde. L'alimentatore deve essere collocato sull'ultima sezione di solidificazione della colata. (Fig. 2) Questo è il principio comune per le geometrie di colata semplici.

Ne consegue che per le geometrie di colata più complicate, che hanno sezioni più ridotte nelle quali non è possibile il passaggio dell'alimentazione,

spesso si rende necessario più di un alimentatore per garantire una colata senza difetti di ritiro.

MODULO E VOLUME DI ALIMENTAZIONE

È stato messo a punto un calcolo del modulo per ottenere un'idea dei tempi di solidificazione delle diverse sezioni e delle maniche applicate. Il modulo viene calcolato come la relazione fra il volume (V), che definisce il contenuto termico, e la superficie di raffreddamento (A), che rappresenta la diffusione termica della sezione di colata.

$$M = V/A \quad (1)$$

Nel 1940, Nicolas Chvorinov [2] ricavò la formula secondo cui il tempo necessario per derivare un determinato contenuto termico può essere calcolato dal quadrato del modulo moltiplicato per una costante del materiale. Essa dimostra una relazione pratica fra il modulo "intangibile" e il tempo di solidificazione misurabile.

$$t_E = k * M^2 \quad (2)$$

La costante "k" del materiale dipende dalla composizione del materiale di colata:

GJS: $k \sim 4,2 - 4,6$
 GJL: $k \sim 3,2 - 3,6$
 Acciaio: $k \sim 2,0 - 2,4$

Per garantire che la manica continui ad alimentare fino alla fine della solidificazione della sezione specificata, il modulo della manica deve essere di dimensioni maggiori rispetto al modulo della colata. Oggigiorno la maggior parte delle fonderie applica la regola secondo cui il modulo della manica deve essere 20-30% maggiore del modulo.

Una volta definito il modulo della manica, occorre calcolare il volume del ritiro e con esso si ottiene il volume di aspirazione necessario per la manica.

Sviluppo dei sistemi di alimentazione

MANICHE NATURALI

Il modo più semplice per alimentare una colata è quello di collocare una manica cilindrica sopra o accanto all'area più calda della colata. Una manica creatasi come cavità nello stampo senza elementi isolanti o esotermici è una *manica naturale*. Una manica naturale di questa forma cilindrica semplice ha un volume di aspirazione di solo il 15%. (Fig. 3) Vale a dire che solo il 15% del volume viene impiegato per alimentare il ritiro della colata, e il restante 85% è necessario per trattenere il 15% di liquido fino a solidificazione completata della colata.

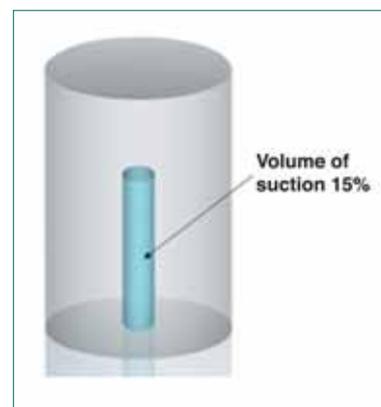
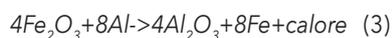


Fig. 3 - Prestazione di alimentazione.

SOLUZIONI ESOTERMICHE E MANICOTTI

Sfruttando la reazione esotermica del processo alla termite, chiamata anche metodo Goldschmidt, è stato possibile aggiungere ulteriore calore alla manica.

Probabilmente il primo utilizzo di questo metodo è stato l'applicazione di coperture calde sulla superficie delle maniche aperte dopo la colata. Oltre a fornire energia termica, le coperture calde coprono la superficie della manica per ridurre la diffusione del calore nell'ambiente



È possibile aumentare l'effetto isolante aggiungendo materiale isolante come pula di riso, perlite espansa o vermiculite e il ferro che deriva dalla reazione è anch'esso fonte di ferro fluido.

Alla fine degli anni '40 ebbe inizio lo sviluppo di manicotti preformati. (Fig. 4) Un tubo di materiale in fibra isolante o esotermica che circonda la manica ne migliora la resa ed estende il modulo. Questo fattore di estensione del modulo va da 1,2 a 1,5 per i manicotti isolanti, per i manicotti esotermici fino a 2,0 e



Fig. 4 - Diverse tipologie di manicotti.

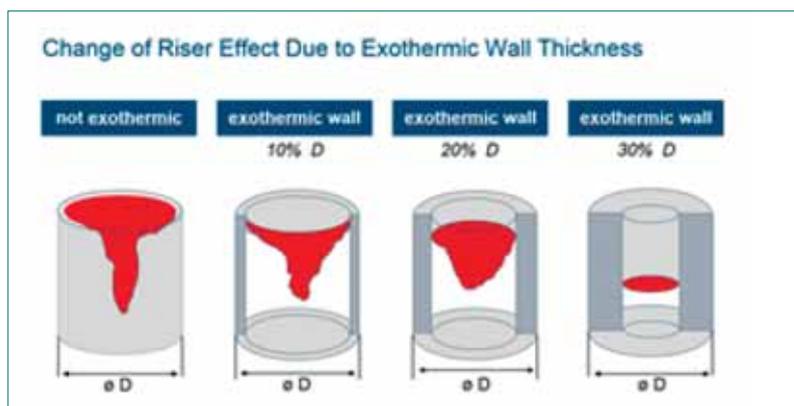


Fig. 5 - Spessore della parete e ritiro.

oltre, a seconda della composizione e dello spessore della parete del manicotto. I manicotti di forma tubolare aperta, a collo di bottiglia o a forma di tappo chiuso hanno prestazioni di alimentazione molto migliori rispetto alle maniche naturali, infatti il volume di aspirazione è del 30%.

MINI-MANICHE - IMPIEGO OTTIMALE DEI SISTEMI DI ALIMENTAZIONE

Lo sviluppo delle mini-maniche ha permesso di fare un grande passo verso il miglioramento delle prestazioni della manica e l'ottimizzazione della resa delle colate. Alla base di questo sviluppo ci fu la conoscenza che lo

spessore della parete di un manicotto esotermico ha un grande influsso sul comportamento di ritiro nella manica. (Fig. 5)

Avendo compreso questo fatto, la ditta Rexroth di Lohr (Germania) sviluppò le prime mini-maniche all'inizio degli anni '70. Con uno spessore della parete del 30% o maggiore del diametro complessivo, il metallo all'interno delle maniche rimane più o meno completamente liquido fino al termine del processo di alimentazione e nella manica non si evidenzia quasi alcun ritiro da abbassamento. Considerato questo effetto, le mini-maniche possono avere una prestazione di alimentazione o un volume di aspirazione fino al 70%. Si tratta di un miglioramento importante non solo in termini di aumento della resa della colata ma anche in quanto esso permette un notevole risparmio di costi di manutenzione poiché la sezione di taglio per rimuovere la manica è molto più piccola. (Fig. 6) Poiché le prime mini-maniche non potevano essere collocate direttamente sulla colata per evitare reazioni della superficie del materiale esotermico con la colata, l'impiego di perni a molla è diventato uno standard nelle linee di stampaggio a sabbia verde. Attualmente sono disponibili anche formulazioni che permettono

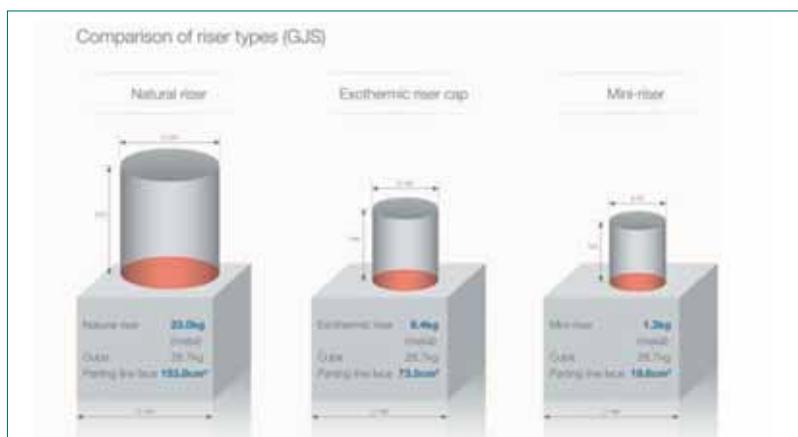


Fig. 6 - Volume della manica e superficie di taglio.

segmentazione (Fig. 7). Si comprende ben presto che in questo ambito risiedeva un grande potenziale di miglioramento della tecnologia di alimentazione. A seguito dell'introduzione dei "colli" metallici con forme speciali o parti in metallo a deformazione, è ora possibile costruire bordi di segmentazione. Altre soluzioni prevedono l'uso di un tubo di forma speciale di materiale della manica esotermico o isolante, dove il bordo di segmentazione è inserito nella

di collocare le maniche direttamente sulla superficie di colata.

Oltre alla finalità principale della manica, ovvero prevenire i difetti di ritiro nella colata, la riduzione dei costi di manutenzione ha assunto nel tempo un'importanza sempre maggiore.

Il miglioramento successivo finalizzato a ridurre i costi di manutenzione è stato ottenuto introducendo anime di segmentazione fatte con sabbia di conchiglie. L'uso di anime di segmentazione definisce la distanza fra la reazione esotermica e la colata mentre il collo dell'alimentatore ridotto agevola l'eliminazione dell'alimentatore metallico residuo.

Con il diffondersi di linee di stampaggio a sabbia verde ad alta pressione e altamente performanti, che lavoravano con elevate forze di compattazione, le anime di segmentazione caddero in disuso. Le anime di segmentazione di sabbia di conchiglia non resistono a queste forze e vengono distrutte dalla pressione di compattazione. Oggi le mini-maniche con anime di segmentazione di sabbia di conchiglia sono in pratica scomparse dalle fonderie di stampaggio a sabbia verde. Storicamente, lo sviluppo suc-

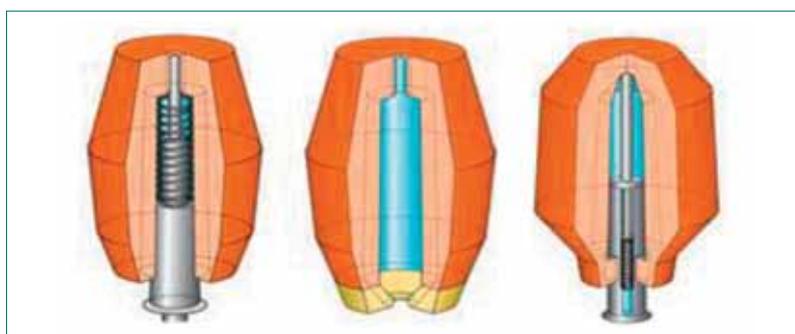


Fig. 7 - Diverse tipologie di mini-maniche.

cessivo fu l'impiego di materiale esotermico per ottenere la riduzione del collo in abbinamento al nuovo tipo di perno a molla, in cui la molla si trova all'interno del perno. L'anima di segmentazione esotermica non era a contatto con la colata e le forze di compattazione della sabbia di stampaggio non erano in grado di distruggere questa anima di

forma del tubo oppure l'uso di un tubo conico in metallo che forma un bordo di segmentazione preciso con il perno. Punto d'incontro di tutti questi sistemi è una *manica dinamica* che scende durante la compattazione e compatta la sabbia sotto la manica stessa, con il risultato che tutte le forze di compattazione vengono controbilanciate (Fig. 8).

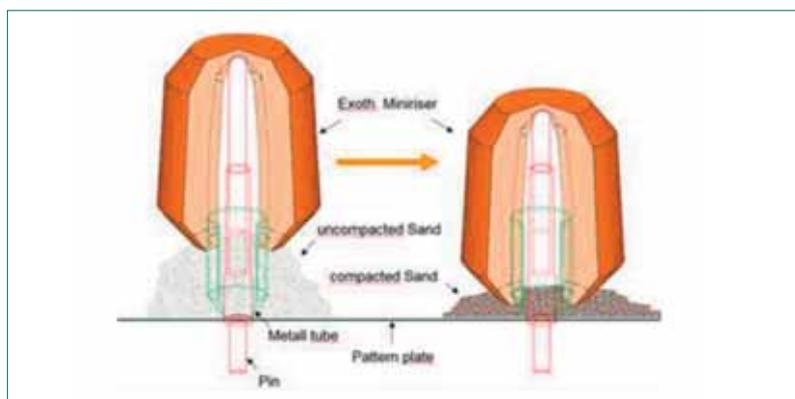


Fig.8 - Principio del sistema di manica dinamica.

Questi tipi di manica trovano impiego nella maggior parte delle fonderie con linee di stampaggio a sabbia verde.

I vantaggi sono i seguenti:

- possono essere usati con perno a molla o rigido;
- i bordi di segmentazione perfettamente definiti rendono le anime di segmentazione superflue;
- area di contatto estremamente ridotta;
- soluzione ideale per linee di stampaggio ad alta pressione;
- nessun contatto fra la colata e il materiale esotermico;
- costi minori di manutenzione e sabbiatura.

Per facilitare l'applicazione è stato sviluppato un nuovo tipo di mini-manica con un collo metallico non fisso. [3] La manica ha il tubo metallico al suo interno e il tubo si colloca automaticamente nella posizione corretta mentre la manica viene collocata sul perno. Parallelamente è stata sviluppata una manica brevettata con un bordo di segmentazione di materiale esotermico. Il foro nella copertura veniva chiuso da un tappo in plastica speciale. Data la composizione del materiale esotermico, la manica può essere posizionata con un perno in un sistema dinamico oppure direttamente sulla superficie di colata in una manica statica, il che rende la manica molto flessibile nella sua applicazione.



■ Fig.10 - Manica con perno prima e dopo la compattazione.

Maggiore produttività per lo stampaggio a sabbia verde

BORDO DI SEGMENTAZIONE PRECISO TRAMITE L'IMPLEMENTAZIONE DI COLLI METALLICI

L'insieme degli sviluppi precedenti ha portato a una manica che unisce tutti i vantaggi. Con il suo collo metallico di piccole dimensioni, la manica può essere collocata anche in geometrie difficili, dove lo spazio per le maniche con colli più grandi è inferiore (Fig. 10).

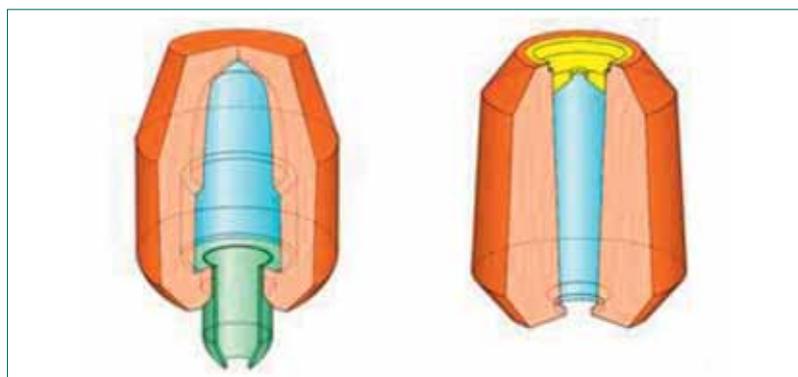
Il collo metallico con il perno costituisce un bordo di segmentazione a sabbia verde molto preciso e pulito che permette di risparmiare costi di manutenzione e riduce gli scarti dovuti a inclusioni di sabbia. (Fig. 11).



■ Fig.11 - Bordi di segmentazione precisi nella sabbia verde.

COME EVITARE L'EFFETTO DEL RITORNO ELASTICO

Quando si utilizzano colli metallici collocati all'esterno della manica, le forze di compattazione possono provocare deformazioni elastiche del collo metallico e di conseguenza nello stampo possono comparire cricche (Fig. 12).



■ Fig.9 - Manica con collo metallico (sinistra) e collo con invito a rottura e tappo di plastica (destra).



■ Fig. 12 - Cricche dello stampo causate dall'effetto del ritorno elastico.



■ Fig.13 - Collo metallico all'esterno e all'interno della manica.

Questo difetto può essere completamente eliminato utilizzando colli metallici non fissi.

Poiché il collo metallico è già sulla sua posizione finale quando la manica viene collocata sul perno e la manica scorre su questo tubo metallico per lo più senza attrito e deformazioni, non si verifica l'effetto del ritorno elastico.

INFLUENZA DEL COLLO METALLICO SULLE PRESTAZIONI DELLA MANICA

Introducendo il collo metallico all'interno della manica si ha l'effetto positivo di ripararlo ampiamente dall'esposizione a forze durante la compattazione. Ciò consente di impiegare uno spessore minore del metallo rispetto ai colli tradizionali fissati all'esterno della manica (Fig. 13).

Il metallo più sottile ha diversi vantaggi per quanto concerne le prestazioni della manica.

Utilizzando un collo metallico più leggero, l'energia termica necessaria per portare il metallo alla temperatura richiesta è inferiore e il metallo non influenza pressoché il modulo.

La configurazione del collo metallico all'interno della manica ha inoltre l'effetto positivo dato dall'essere circondato da metallo fluido e da materiale esotermico.



■ Fig.14 - Stampo con particelle di manica.

ELIMINAZIONE DELLE PARTICELLE DANNOSE DELLA MANICA NELLO STAMPO

Durante il processo di compattazione i perni rigidi spesso distruggono la manica e le particelle frantumate della manica

possono riversarsi nello stampo. Ciò può accadere anche usando perni a molla a elevate pressioni di compattazione. Queste particelle devono essere soffiate fuori dallo stampo per assicurare colate di alta qualità. (Fig. 14)

L'operazione di soffiaggio sullo stampo comporta un ritardo nel processo di produzione e rallenta la velocità della linea di stampaggio, riducendo così la produttività della fonderia. L'introduzione di maniche dotate di una copertura di materiale non friabile risolve questo problema. (Fig. 15) Questo moderno sistema per le maniche consente prestazioni ottimali delle linee di stampaggio abbinate alla massima affidabilità di processo delle maniche per garantire colate di altissima qualità a costi di manutenzione inferiori.

Per le fonderie che impiegano attrezzature idrauliche per eliminare le maniche è stata messa a punto una soluzione con una speciale geometria interna. Questa speciale geometria all'interno della manica rende possibile separare la manica dalla colata per mezzo di fermi idraulici.



■ Fig.15 - Stampo con nuove maniche: assenza di particelle.

Miglioramento del processo con l'impiego di una composizione precisa della manica

COMPOSIZIONE DELLA MANICA

Oltre allo sviluppo delle nuove geometrie e tecnologie della manica, il miglioramento e l'introduzione di nuove composizioni della manica è una parte essenziale per ottenere processi di produzione migliori nelle fonderie e per trovare tecnologie di alimentazione moderne ed ecologiche.

Poiché la reazione alla termite solitamente è un processo molto veloce e caldo, con temperature che si aggirano sui 2.400°C, è necessario rallentare la reazione per utilizzarla nell'applicazione della manica. Si può ottenere ciò scegliendo gli additivi con ossigeno perfetti come l'ossido di ferro o i nitrati, o utilizzando composti di riempimento fra le particelle di alluminio. Il composto di riempimento più comune è la sabbia silicea, ma anche altri materiali come terra di chamotte, perlite e anche ceramica silicato di alluminio a bassa densità (Fig. 16) sono diventati via via sempre più importanti nella tecnologia della manica. Con questi composti le maniche, oltre alla reazione esotermica, hanno un'ulteriore proprietà isolante che ne incrementa le prestazioni. D'altra

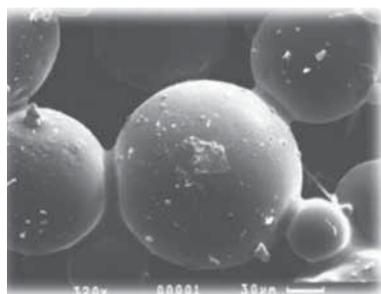


Fig.16 - Ceramica silicato di alluminio a bassa densità.



Fig.17 - Difetti di colata provocati dai manicotti in fibra.

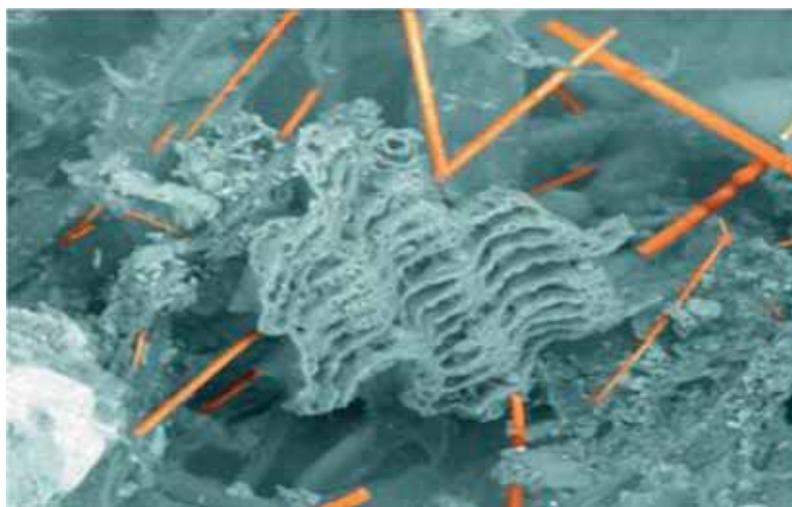


Fig.18 - Difetti di colata causati da lolla di riso e fibre (arancione).

parte questi composti di riempimento sono necessari anche per ottenere il requisito di forza della manica. Per realizzare e mantenere la forma della manica viene incluso un legante. Le prime maniche venivano costruite con un legante di silicato di sodio che viene tuttora impiegato per realizzare maniche inorganiche. Il poliuretano, l'acrilato o le resine fenoliche sono parimenti leganti molto comuni nella produzione di maniche esotermiche o isolanti. Si possono trovare anche mini-maniche particolarmente grandi con legante cold-box e che utilizzano ceramica silicato di alluminio - le cosiddette microsferi. Specialmente nelle fonderie di acciaio questa composizione è ideale per sostituire i manicotti in fibra e per migliorare la resa [4].

COMPOSIZIONE PRIVA DI FIBRE

I manicotti tradizionali che si trovano frequentemente nella colata di acciaio contengono fibre e lolla di riso che possono provocare difetti di colata (Fig. 17) e contaminarla con le fibre per erosione. Ciò può provocare difetti della superficie a causa di inclusione del materiale della manica.

L'immagine REM mostra chiaramente il residuo di materiale della manica (fibre) e la cenere di riso calcinato che provoca difetti di colata (Fig. 18).

Sviluppando una speciale composizione della manica sarebbe possibile eliminare alcune sostanze e, oltre a eliminare questi difetti di colata tipici nei manicotti in fibra, conseguire un altro importante vantaggio oltre che il miglioramento della produttività.

I manicotti tradizionali in slurry non usano tutto il loro volume per contrastare i difetti di ritiro dal momento che l'aspirazione è solo del 30% e il restante 70% del volume viene usato per mantenere il calore nel 30% del metallo fuso necessario per l'alimentazione.

Con l'introduzione di una nuova

composizione della manica priva di fibra per le mini-maniche, il volume manica può essere ridotto senza sacrificare le prestazioni di alimentazione. Il composto esotermico sostituisce il materiale che non serve all'alimentazione e mantiene il metallo nel suo stato fuso. Pertanto le mini-maniche rappresentano un'alternativa efficace e affidabile ai manicotti tradizionali in slurry (Fig. 19).



■ Fig.19 - Volume ridotto dell'alimentatore.

Grazie alla speciale composizione esotermica del materiale della manica, la mini-manica offre un interessante potenziale di risparmio e un miglioramento della resa, il tutto abbinato a un minore carico ambientale.

Questi vantaggi nella tecnologia di alimentazione costituiscono un grande contributo alla produttività e alla competitività delle fonderie moderne.

COMPOSIZIONE PRIVA DI FLUORO

Un altro passo nell'evoluzione della tecnologia dell'alimentazione è stata l'introduzione di una nuova composizione della manica priva di fluoro.

Per innescare la reazione esotermica è necessario un vettore del fluoro come la criolite di potassio o la criolite di sodio per rimuovere la pelle di ossido delle particelle di alluminio. Il fluoro esercita diversi influssi negativi nella colata. L'uso di maniche contenenti fluoro provoca l'accumulo del contenuto di fluoro nella sabbia

di stampaggio, il che può comportare costi aggiuntivi di smaltimento della sabbia e della polvere esauste.

Uno svantaggio importante è l'influsso negativo sulla colata esercitato dalla sabbia di stampaggio contenente fluoro. Il fluoro contenuto nella sabbia reagisce con il metallo fuso, specialmente nelle zone di colata dove l'espansione della sabbia è estremamente alta. A seconda della superficie della geometria di colata, i difetti si riscontrano tipicamente sulle sezioni superiori della colata. (Fig. 20).



■ Fig.20 - Difetti della superficie indotti dal fluoro.

In modo analogo, i cosiddetti "difetti a occhio di pesce" sono provocati dal fluoro delle maniche. In questo caso, le particelle della manica contenente fluoro non eliminate dai setacci fanno reazione con il metallo di colata. Si tratta di un difetto molto specifico, riconducibile alle maniche contenenti fluoro (Fig. 21).

Motivati dall'urgenza di ridurre il fluoro in fonderia, le moderne maniche a basso contenuto di fluoro

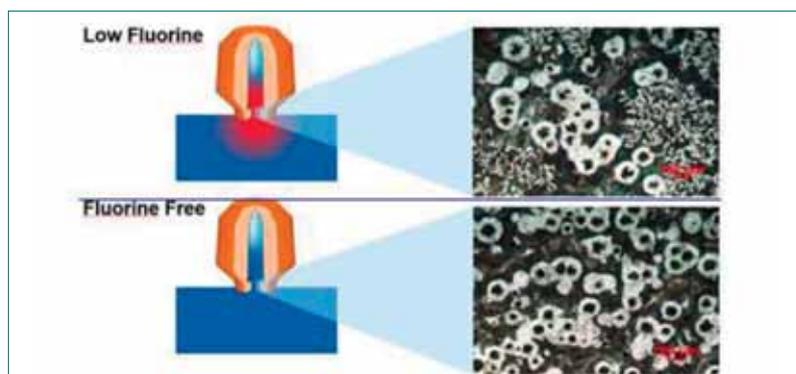


■ Fig.21 - Difetto a occhio di pesce.

ro hanno un contenuto di fluoro approssimativamente del 50% in meno rispetto alle composizioni originarie. Storicamente, non è mai calata l'attenzione dall'obiettivo di eliminare completamente il fluoro dai componenti per l'alimentazione. Alla fine degli anni '90 fecero comparsa sul mercato le prime soluzioni prive di fluoro. La soluzione prevedeva la sostituzione del fluoro con altri elementi molto reattivi come il magnesio, poiché il magnesio funge da avvio per innescare l'alluminio dalla reazione alla termite.

Nel ferro nodulare l'uso di maniche prive di fluoro è particolarmente vantaggioso. Poiché il protrarsi del tempo di solidificazione causato dalla manica e anche il fluoro stesso condizionano negativamente lo sviluppo dei noduli di grafite, molto spesso attorno alla posizione della manica compare degenerazione della grafite..

Le maniche prive di fluoro permettono di ridurre la degenerazione della grafite causata dalle maniche (Fig. 22). Le micrografie



■ Fig. 22 - Micrografie del collo alimentatore.

riportate sono in un confronto diretto con le maniche (M=1,9 cm) al punto di collegamento dalla manica alla colata ovvero il punto più caldo della colata.

Alla luce di questi vantaggi e dell'assenza di effetti negativi, la composizione della manica priva di fluoro è diventata uno standard in molte fonderie e ha aiutato a migliorare la tecnologia dell'alimentazione.

Ambiente, salute e sicurezza (EHS)

Considerando che lo smaltimento di sabbie esauste da fonderia contenenti fluoro ha un impatto negativo sull'ambiente, la riduzione del fluoro grazie a maniche prive di fluoro può avere un effetto notevolmente positivo sull'impronta ecologica del settore delle fonderie.

Un altro fattore rilevante per l'ambiente è il legante utilizzato nelle maniche. I leganti organici bruciano quando la manica entra in contatto con il metallo fluido, rilasciando emissioni di CO₂, BTX e così via. Fortunatamente lo sviluppo di leganti per anime è migliorato nel corso degli anni e questi miglioramenti possono anche essere implementati nei sistemi di leganti utilizzati nella tecnologia di alimentazione. I leganti con basse emissioni di gas e con tutti i vantaggi correlati dovrebbero essere uno standard comune nelle maniche. Una minore quantità di gas sviluppato non solo riduce i difetti da gas nelle colate ma dà

anche benefici alla salute, alla sicurezza e all'ambiente.

L'uso di tecnologia per le maniche inorganiche legate con silicato porta a un'impronta ecologica anche più pulita. Non sembrano esserci per niente emissioni organiche. Ciò può favorire la riduzione delle emissioni totali di BTX per le fonderie dal momento che durante il processo di combustione non viene generato BTX dalla manica. Inoltre, utilizzando le maniche legate con silicato non vengono prodotti gas effetto serra come il CO₂. Una soluzione ecologica sostenibile non solo per il nostro ambiente ma anche per la salute e la sicurezza dei lavoratori in fonderia.

Altrettanto importante per la salute e la sicurezza dei lavoratori è il peso delle maniche. Utilizzando composti di riempimento molto leggeri, come la ceramica silicato di alluminio a bassa densità, è possibile ridurre significativamente il peso delle maniche.

Si tratta di un vantaggio importante quando si movimentano maniche di grandi dimensioni.

Conclusione

Le sfide poste alle fonderie nei mercati mondiali estremamente competitivi non sono spinte solo dagli aspetti economici ma anche dalle aspettative attuali legate a soluzioni ecologiche.

Per soddisfare queste esigenze crescenti e sopravvivere in una realtà fortemente concorrenziale le

fonderie devono sviluppare nuove modalità per l'alimentazione del metallo.

Le richieste di ulteriori miglioramenti del processo hanno portato a nuovi sistemi di alimentazione.

Le moderne soluzioni per le maniche che comportano nuove geometrie e composizioni moderne della manica sono il risultato della lunga collaborazione fra produttori di maniche e fonderie.

Una tecnologia moderna e all'avanguardia può aiutare a conseguire miglioramenti di processo come una maggiore resa, migliori prestazioni in termini di produzione e una maggiore qualità di colata abbinate a una significativa evoluzione degli aspetti legati a salute e sicurezza.

L'uso della migliore tecnologia di alimentazione a disposizione e sostenibile non solo garantisce alle fonderie di rimanere competitive ma le aiuta anche ad assumersi la responsabilità di un futuro più pulito.

I fornitori del settore delle fonderie ormai non sono più semplici commercianti. I fornitori sono anche partner nello sviluppo e nel miglioramento dei processi di colata. I fornitori DEVONO essere partner che nella loro attività non smettono mai di fornire alle fonderie soluzioni di alta gamma per garantire loro di mantenere una posizione di rilievo sui mercati.

Stefan A. Fischerl - Calogero Vassallo ASK Chemicals Deutschland GmbH, Hilden/ Germany. ■

BIBLIOGRAFIA

[1] E. Brunnhuber, *Gießerei Lexikon*.

[2] N. Chvorinov "Theory of the Solidification of Castings", *Giesserei*, 1940, Vol 27.

[3] H. Ergül, S. Fischer, U. Skerdi „Der „Alleskönner“ unter den Speisern“, *Giesserei Praxis Special* 3/2008.

[4] A. Carrasco, D. Pena, J. Izaga, G. Trillo, M. Manzanares, J. Prat „Net / gross yield optimization on high value added steel casting“ *Foundry Trade Journal* 11/14.

Ghise e Metalli



SIDERMETAL

SIDERMETAL SPA unipersonale via Europa N° 50 - 25040 Camignone di Passirano (BS) Italia
Tel. 030 654579 - Fax 030 654194 - email: infosider@sidermetal.it - web: www.sidermetal.it
Qualità certificata **ISO 9001:2008**

Sviluppo di una vernice refrattaria per il processo Full Mold

La crescente richiesta nel mercato delle fusioni di pezzi singoli dalle geometrie complesse e dalle grandi dimensioni ha fatto sì che sempre più fonderie abbiano iniziato ad implementare processi che richiedono bassi costi di investimento nelle attrezzature fusorie, in particolare mediante l'utilizzo di modelli a perdere.

Il processo Full Mold o EPC (evaporative pattern casting) è uno dei processi fusori ibridi che meglio si adatta a questo scopo. Il meccanismo che sta alla base del processo Full Mold è l'ingresso diretto del flusso del metallo nell'intercapedine formata dal modello. Il metallo avanzando, produce per effetto termico la liquefazione e l'evaporazione del polistirolo del modello e si sostituisce progressivamente ad esso. I gas di decomposizione che si producono, per effetto dell'elevata pressione che si sviluppa, devono defluire verso la forma in sabbia attraverso lo strato formato dalla vernice refrattaria evitando l'inglobamento nel metallo (Fig.1).

Il processo prevede la costruzione di un modello a perdere

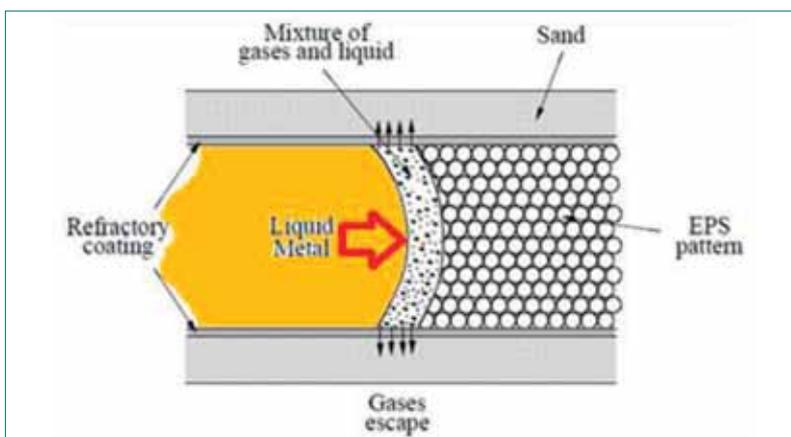


■ Fig. 1 - Getto realizzato mediante processo Full Mold.

realizzato a partire da blocchi di polistirolo espanso di densità controllata di circa 18-20 Kg/cm³, fresati mediante macchine a controllo numerico ed in seguito incollati fra loro per formare parti

anche molto complesse che non richiedono l'utilizzo di anime. Esso riproduce esattamente al netto dei ritiri la forma del getto finale.

In seguito, il modello viene ricoperto da una vernice refrattaria a base acqua formando uno strato di alcuni millimetri che viene fatto asciugare per circa 12 ore. Ultimata l'asciugatura, si procede alla formatura della staffa inglobando il modello e i sistemi di colata nella sabbia. Le fasi successive prevedono, come per gli altri processi, la colata, la distaffatura, le operazioni di finitura e trattamento termico.



■ Fig. 2 - Meccanismo di riempimento della forma nel processo Full Mold.



Fig. 3 - Modello in polistirolo.

la distribuzione granulometrica della sabbia, l'indice di finezza, la quantità di particelle fini presenti e la dimensione del grano medio. Per quanto riguarda la vernice invece, nella fase di sviluppo e di corretta selezione per ogni diversa applicazione è necessario determinare e tenere presente diverse caratteristiche tecnologiche:

- Applicabilità.
- Adesione al modello (cioè la resistenza al distacco dal modello).
- Velocità di asciugatura.

Nel processo Full Mold una delle fasi più importanti del processo è sicuramente la verniciatura del modello, che creando uno strato superficiale omogeneo e resistente, assicura la rigidità al modello minimizzandone le distorsioni durante la fase di movimentazione e compattazione della sabbia. Essa infatti influisce in maniera determinante nella buona qualità della fusione sia in termini metallurgici che in termini di buona finitura superficiale.

La verniciatura può essere realizzata con diversi metodi tuttavia per il Full Mold si prediligono sistemi a spruzzo o lavaggio effettuati mediante l'ausilio di attrezzature specifiche. E' importante inoltre stabilire il numero di strati di applicazione del rivestimento refrattario e del conseguente spessore finale di vernice. Una delle proprietà fondamentali da monitorare è sicuramente la permeabilità del sistema.

Quest'ultima è data dalla combinazione delle caratteristiche di permeabilità della sabbia di riempimento ma soprattutto da quella del rivestimento refrattario. Per quanto riguarda la forma in sabbia è necessario verificare e mantenere sotto controllo



Fig. 4 - Fasi del processo.



Fig. 5 - Proprietà della vernice refrattaria.

- Refrattarietà (cioè la resistenza alla temperatura del strato di vernice).
- Resistenza meccanica.
- Flessibilità (cioè l'assenza di formazione di cricche per effetto di leggere flessioni, come quelle che possono avvenire durante il trasporto e la manipolazione del modello).
- Distacco dalla fusione.
- Permeabilità ai gas.

La vernice refrattaria, anche se a prima vista può essere considerata un semplice materiale di consumo, è invece un sistema complesso caratterizzato da molteplici proprietà che influiscono pesantemente durante l'applicazione e la conseguente qualità finale del getto.

Per venire incontro alle esigenze delle fonderie che utilizzano sabbie dalle caratteristiche non ottimali per il processo Full Mold si è sviluppata una vernice caratterizzata da una elevata permeabilità e speciali caratteristiche tecnologiche creando una nuova vernice specifica chiamata *GREEN COVER PSE 70 UNI*.

Dopo la fase di sviluppo presso i laboratori di ricerca della F.Ili Mazzon, sono state condotte delle prove in produzione



■ Fig. 6 - Applicazione della vernice.



■ Fig. 7 - Asciugatura della vernice.

per verificarne le prestazioni. La vernice è stata diluita opportunamente fino alla densità in Baumè prestabilita ed in seguito applicata a spruzzo verificandone lo spessore umido e le caratteristiche di adesione. Il modello così ricoperto è stato quindi asciugato ad una temperatura di circa 50 °C per 12 ore consentendo la formazione di uno strato di copertura rigido e privo di crepe.

I diversi getti in ghisa sferoidale realizzati hanno tutti dato ottimi risultati anche nelle zone di più difficoltosa compattazione del-



■ Fig. 8 - Esempio di getto realizzato.

la sabbia, come tasche o altre zone in sottosquadro.

I vantaggi nell'utilizzo di questo tipo di vernice sono quindi evidenti:

- Buona finitura superficiale
- Assenza di sinterizzazioni
- Stabilità dimensionale e geometrica dei getti
- Assenza di difetti interni

Questi vantaggi si traducono in un buon risparmio per le fonderie.

Luca Diego Gonzo - F.Ili Mazzon - Schio VI. ■



Aggiungete Valore con Foseco

Non è per caso che abbiamo mantenuto la leadership mondiale da oltre 70 anni. Al variare delle richieste tecnologiche e delle esigenze aziendali, noi continueremo a stare in prima linea, mantenendo un approccio proattivo.

Di conseguenza, le soluzioni che offriamo saranno a costante miglioramento dei risultati della fonderia, ottimizzandone la qualità e la produttività. Sosterremo anche il nostro impegno costante nella riduzione dei costi di lavorazione, garantendo nel contempo un ambiente di lavoro sano e sicuro.

Quindi, sfruttate appieno il vostro potenziale: Aggiungete Valore con Foseco.

- + Collaborazione
- + Tecnologia globale - a livello locale
- + Soluzioni creative, innovative
- + Assistenza di esperti
- + Affidabilità
- + Leadership nella competenza

+39 02 9498191

fosecotaly@foseco.com

www.foseco.it



Analisi dei vantaggi derivanti dal controllo termico dello stampo nella pressocolata

L'high pressure die casting (HPDC) o colata in alta pressione è un processo adatto alla produzione di massa di componenti. Si tratta tuttavia di una tecnologia che può presentare limitazioni enormi dal punto di vista del risultato finale. A causa della elevata velocità di produzione, infatti, la qualità dei getti e la vita dello stampo vengono ridotte; le condizioni dello stampo possono essere colpite in modo grave ed irreversibile. La ricerca si sta sempre più interessando al controllo termico di processo in modo da avere una regolazione superiore dell'intero sistema. Le condizioni termiche del HPDC si possono conoscere grazie al raccoglimento di dati e alla presenza della modellizzazione del processo.

Lo sviluppo di un miglior controllo del sistema è in continuo avanzamento: da lubrificanti specifici per il raffreddamento dell'acciaio, a termocamere che misurano la temperatura superficiale dello stampo durante l'intero processo. Questa memoria vuole raccogliere i progressi fatti durante gli anni dalla regolazione termica, specifica per la pressocolata, indagare i vantaggi ottenibili da un controllo superiore ed un monitoraggio dell'intero stato termico

del ciclo di produzione, concentrandosi sulle nuove ricerche e innovazione in questo campo. Monitorare un processo significa tenerlo sotto controllo e garantirne la ripetibilità.

Introduzione

Il processo di pressocolata ad alta pressione (HPDC) è una tecnologia rapida economica ad elevata precisione dimensionale in cui si possono produrre componenti di forme e dimensioni molto differenti. Le leghe utilizzate sono leghe leggere che sono portate a fusione ed iniettate negli stampi, i quali sono costituiti in acciai da utensili [1,4]. Questo metodo produttivo è economico a causa dell'elevato numero di componenti che possono essere prodotti, ma allo stesso tempo versatile poiché si possono produrre pezzi a parete sottile, con una buona finitura superficiale [5]. Le tempistiche sono molto ridotte, da pochi secondi ad un massimo di 3 minuti [6]. Ogni ciclo di pressocolata è costituito dall'ingresso della lega liquida all'interno della camera di immissione, spinta da un pistone all'interno di un condotto e da qui iniettata all'interno della cavità dello stampo. Al suo interno raf-

fredda e solidifica mentre viene mantenuta in condizione di pressione elevata. Al completamento della solidificazione, lo stampo si apre ed il componente viene rimosso; successivamente si applica quindi un lubrificante sulla superficie dello stampo (avente anche funzione raffreddante) e lo stampo viene nuovamente chiuso. [7,8]. Il pistone che fa entrare la lega compie tre movimenti diversi: un primo momento di velocità ridotta di riempimento per ridurre l'inglobamento di aria; la seconda ad elevata velocità per evitare la solidificazione della lega; la ultima fase è di mantenimento affinché sia contenuta la contrazione da solidificazione [9]. A seconda della tipologia di pressione e temperatura del sistema si otterranno differenti microstrutture. In particolare la velocità di solidificazione gioca un ruolo molto importante sul getto finale, sulla tipologia di difetti presenti e sulle proprietà meccaniche [10,12]. In particolare le porosità dovute alla presenza di gas ed al ritiro sono le criticità maggiori in questa tecnologia, rendendo molto complesso un possibile trattamento termico [13,14]. Si deve pertanto intervenire sulle variabili del processo per ridurre al minimo queste difettologie, ricorrendo a

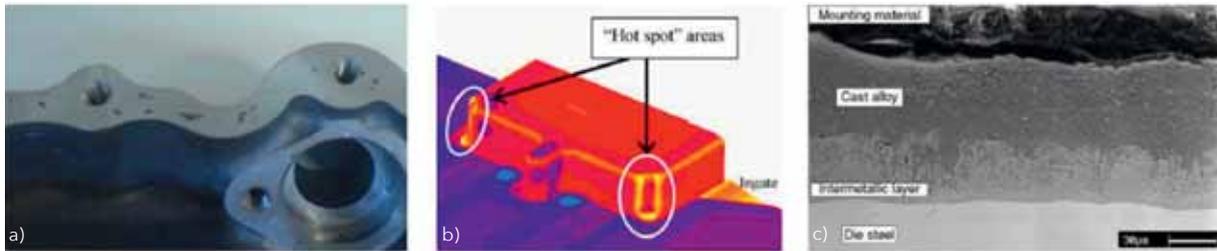


Fig. 1 - a) Porosità superficiale in pezzi prodotti per pressocolata [12], b) Hot spot identificato su uno stampo per pressocolata mediante software di simulazione [27], c) Micrografia del soldering [10].

nuovi metodi di monitoraggio, controllo e simulazione del ciclo [15,16].

Nonostante il sistema della pressocolata sia stato brevettato da molto tempo (1849 per la produzione di caratteri in piombo da tipografia [17]), la tecnologia, con le opportune evoluzioni, continua ad essere ampiamente impiegata oggi. Attualmente questo processo produttivo è adatto nei settori industriali caratterizzati da elevati ritmi produttivi, anche perché i costi di stampi e macchinari devono essere compensati. Si tratta di sistemi molto automatizzati per il controllo e regolazione del ciclo di lavoro.

La produzione è avanzata di pari passo con l'industria automobilistica. L'alluminio a causa delle sue caratteristiche è molto competitivo in questo campo; inoltre, a causa della velocità e dei costi contenuti, sempre più l'industria automobilistica sceglie di produrre i componenti usando HPDC [18,19]. Attualmente, le leghe di alluminio vengono utilizzate per realizzare alloggiamenti di trasmissione, teste di cilindro, collettori di ingresso, dissipatori di calore, staffe, statori, blocchi motore, etc... In particolare, una quantità crescente di essi viene utilizzata per applicazioni di sicurezza, parti per le sospensioni e per il telaio delle automobili [20]. I componenti in lega di alluminio prodotti per pressocolata

non vengono solitamente utilizzati per applicazioni strutturali a causa delle proprietà meccaniche e per la presenza di difettologie non accettabili. Affinché si possano conseguire le proprietà richieste è necessaria una buona gestione dei parametri di processo correlati alla solidificazione dei componenti nel corso della produzione.

Infine, a causa delle alte velocità di raffreddamento che caratterizzano le colate in forma permanente, la microstruttura dei componenti prodotti per pressocolata risulta piuttosto fine: questo rende superflui successivi trattamenti di affinazione di grano [21].

Leghe da HPDC e possibili difettologie

Le principali leghe utilizzate nella pressocolata sono le leghe alluminio silicio, particolarmente adatte a causa dell'elevata fluidità conferita dal silicio. Le leghe possono essere affinate tramite l'aggiunta di elementi come titanio e boro, per il conseguimento di proprietà meccaniche superiori, e possono subire un trattamento di modifica tramite l'aggiunta di stronzio o sodio, affinché la fase di silicio eutettico presenti una morfologia sferica, non infragilente [21].

Elementi come magnesio e rame vengono aggiunti per aumen-

tare la resistenza meccanica e la durezza del materiale. Il ferro non deve superare determinate percentuali, ma viene aggiunto per la produzione di getti in pressocolata a causa del distacco facilitato dagli stampi durante l'estrazione del pezzo solidificato, evitando la formazione del fenomeno di saldatura, noto come soldering [23]. È importante che il ferro sia presente in forma di blocchi e non aciculare (morfologia molto più critica).

Per via degli alti ritmi di produzione richiesti, che possono arrivare fino a 120 colate/ora, il processo può generare un'ampia varietà di difetti nel componente sia a livello microstrutturale che macroscopico [24]. Questo determina un livello di scarto elevato. Il difetto più comune riscontrabile nella pressocolata è la formazione di porosità (Fig. 1a) spesso rilevata durante le successive lavorazioni meccaniche. La porosità può essere originata dall'intrappolamento di gas all'interno del getto o dal ritiro durante solidificazione.

I difetti originati da interazioni tra lo stampo e la lega fusa sono causati dall'alterazione dell'integrità superficiale dello stampo e sono riscontrabili in regioni della cavità dove lo stampo è posto a contatto con la lega fusa in condizioni di alta temperatura e flusso elevato (punti caldi, Fig.1b) [25,26].

Il soldering, Fig.1c è dovuto alla



Fig. 2 - a) Micrografia di un giunto freddo, b) Esempio di laminazione su componente [25].

formazione di fasi intermetalliche sulla superficie dello stampo; la successiva adesione della lega d'alluminio a queste fasi è associato al fenomeno di corrosione dello stampo poiché si ha la formazione di intermetallici di tipo Fe_xAl_y responsabili della saldatura tra stampo e componente. Questo fenomeno tende a formarsi in corrispondenza di regioni dello stampo aventi alta temperatura superficiale [27].

I difetti da contrazione termica si verificano durante il raffreddamento e la solidificazione a temperatura ambiente, qualora gli stress meccanici derivanti dalla contrazione del componente risultino superiori alla resistenza meccanica dello stesso. Mentre le "fratture a caldo" sono invece delle fratture originatesi ad alte temperature, in prossimità di regioni aventi differenti condizioni di raffreddamento [28].

Quando si ha un inadatto riempimento dello stampo si producono difetti che sono identificabili come eterogeneità microstrutturali dovute a flussi anomali di lega fusa durante il riempimento delle cavità dello stampo. I giunti freddi (Fig. 2a) sono determinati dall'impatto tra un flusso a bassa temperatura, parzialmente solidificato ed eventualmente ossidato con un altro a temperatura superiore. La laminazione (Fig. 2b) è invece di

tipo superficiale: una parte della lega liquida aderisce allo stampo e vi solidifica prematuramente, formando un primo sottile strato di pelle. L'adesione con la lega che vi solidifica successivamente risulta debole e talvolta è possibile ritrovarci uno strato ossidato di separazione.

I difetti geometrici sono legati ad una realizzazione parziale o non ottimale del design del componente. Si possono avere incompletezze per insufficienza di materiale (misrun) o fuoriuscite se il quantitativo di lega è eccessivo (flash).

Per quanto riguarda gli stampi, il ripetitivo contatto con la lega liquida produce usura e fatica termica. Per questo motivo si utilizzano speciali acciai da utensile, che tuttavia presentano una certa fragilità che può diventare critica nel momento in cui lo stampo sia soggetto a fatica termica. E' possibile che si formino cricche superficiali (Fig. 3a) che successivamente si propagano

verso l'interno dello stampo se esso è nuovamente sottoposto a cicli di fatica termica, specialmente nel caso in cui esso sia soggetto ad ossidazione [3]. Durante le successive colate, il fuso si inserisce in queste fratture andando a compromettere la qualità superficiale del pezzo prodotto e rendendo lo stampo inutilizzabile. Nel caso in cui si abbia il fenomeno di soldering descritto in precedenza, si ha la dissoluzione del ferro interno allo stampo nell'alluminio liquido (Fig. 3b).

La riparazione dello stampo interrompe il ciclo produttivo riducendone l'efficienza e richiede, oltre alla rimozione dello stesso dal macchinario, anche interventi di tipo meccanico, chimico o di rifusione locale sulla superficie interessata, che sovente non è comunque in grado di recuperare integralmente le prestazioni precedenti [27].

L'erosione meccanica della superficie a contatto col liquido super riscaldato determina il numero di cicli di pressocolata che è possibile eseguire con uno stampo [29]. A causa del notevole costo degli stampi risulta necessario evitare che l'usura risulti eccessiva o prematura. La durata di vita utile può tuttavia essere notevolmente incrementata facendo uso di un efficiente sistema di raffreddamento superficiale dello stampo tramite spray e limitandone il gradiente termico tra superficie e cuore in fase di progettazione.

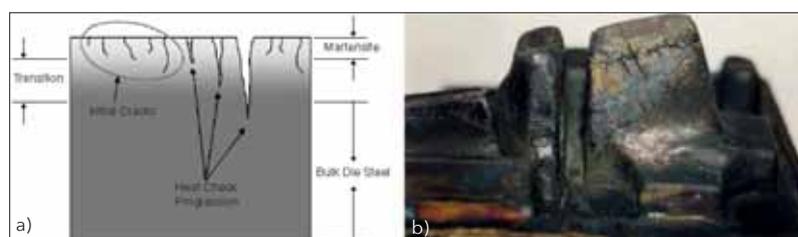


Fig. 3 - a) Rappresentazione schematica della sezione di uno stampo interessato da fratture dovute a fatica termica, b) Stampo danneggiato a causa del soldering [25].

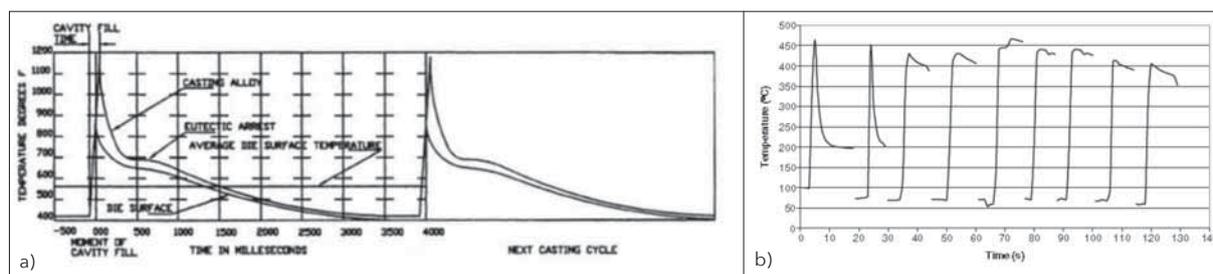


Fig. 4 - a) Confronto del profilo termico di lega e stampo durante un ciclo di pressocolata [17], b) Profilo termico dello stampo durante successivi cicli di pressocolata [30].

Termica degli stampi da pressocolata

Nel corso della pressocolata il sistema è soggetto ad un primo picco di temperatura quando avviene l'ingresso della lega liquida e ad una successiva caduta di temperatura durante la permanenza del metallo nello stampo durante solidificazione. All'apertura dello stampo, la temperatura del componente subirà un ulteriore abbassamento fino al raggiungimento della temperatura di eiezione alla quale viene estratto (Fig. 4a). La velocità di raffreddamento determina la formazione di determinate microstrutture nel componente, tipiche della pressocolata.

Nel processo di pressocolata è fondamentale la corretta gestione della termica di processo che può influenzare la vita dello stampo, la durata di processo e la qualità finale del pezzo ottenuto. Se la corretta gestione viene a mancare, il rendimento del sistema ne sarà inficiato. È fondamentale che avvenga la corretta rimozione di calore per ciascun ciclo di colata. Nel momento in cui il profilo termico del sistema non presenta una ciclicità regolare (Fig. 4b), il sistema non è controllato e pertanto diventa molto difficile da regolare. La temperatura dello stampo deve assumere dei valori che ricadano all'interno di un

determinato intervallo, affinché si massimizzi la qualità del componente prodotto. Lo stampo non deve trovarsi a temperature eccessivamente basse durante l'iniezione della liquida nello stampo, altrimenti si creerebbero stress interni che ridurrebbero la vita utile dello stampo.

Il ruolo di rimozione di calore esercitato dallo stampo nel periodo di tempo che intercorre tra il riempimento dello stampo e l'eiezione del componente è fondamentale per la determinazione di una corretta solidificazione. Si devono pertanto analizzare la tipologia e la velocità dei fenomeni di trasporto termico in modo da poter regolare in maniera opportuna il sistema. Effettuando un corretto controllo termico si vanno ad ottimizzare:

- la qualità del componente ottenuto;
 - il ritmo di produzione dei componenti;
 - la durata di vita utile dello stampo;
- che implicano una massima resa economica.

TRASFERIMENTO DEL CALORE INTERNO AL PROCESSO

Il trasferimento di calore durante un processo di pressocolata è composto dalla presenza di due meccanismi principali: la lega liquida super riscaldata è la fonte che trasferisce calore attraverso

lo stampo tramite conduzione; il calore successivamente passerà dallo stampo al sistema di raffreddamento interno in cui è presente il fluido di raffreddamento che lo allontanerà dal sistema per convezione.

Il flusso di calore trasportato alle interfacce è determinato dai gradienti di temperatura all'interfaccia stampo-sistema di raffreddamento e all'interfaccia lega liquida-stampo, ed ai corrispettivi coefficienti di trasferimento termico [17].

Il liquido super riscaldata è la principale fonte di calore presente ed è ciclica. Per tale ragione, risulta necessario considerare la velocità di immissione e di assorbimento del calore nello stampo per trovare il giusto equilibrio termico. La velocità di immissione dipende dalle seguenti proprietà di stampo e lega liquida:

- calore specifico di lega liquida e stampo;
- calore latente di fusione della lega liquida;
- massa del componente prodotto;
- temperatura di iniezione del getto ed eiezione del componente;
- velocità di produzione.

Il calore all'interno dello stampo viene trasportato essenzialmente per conduzione e convezione. Il primo meccanismo di trasporto

è prevalente nel bulk dello stampo ed è descritto dalla legge di Fourier [31]:

$$q_x = -k \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Dove:

q_x : velocità del flusso di calore per unità di area lungo una direzione x [W/m^2];

k : conducibilità termica dello stampo [$W/m \cdot K$];

$\frac{dT}{dx}$: gradiente termico sull'asse x [K/m].

(1) dipenderà dalla conducibilità termica del materiale con cui è costituito lo stampo e la massa dello stesso, la distanza che il calore deve percorrere prima di arrivare ai canali di raffreddamento ed infine dalla differenza di temperatura tra il metallo liquido e lo stampo.

Il meccanismo di convezione risulta altresì rilevante a causa della presenza di liquidi raffreddanti nel sistema di raffreddamento. A causa della temperatura più bassa rispetto a quella dello stampo, il calore tende a fluire nel liquido e viene da esso rimosso nel suo scorrimento forzato all'interno del circuito.

Il coefficiente di trasferimento termico ad un'interfaccia può essere definito come [32]:

$$h = \frac{q}{T_m - T_d} \quad (2)$$

Dove:

h : coefficiente di trasferimento termico interfacciale [$W/m^2 \cdot K$];

q : flusso di calore per unità di superficie all'interfaccia lega-stampo [W/m^2];

T_m : temperatura della lega [K];

T_d : temperatura superficiale dello stampo [K].

Questo meccanismo (2) dipende dal coefficiente di convezione del liquido di raffreddamento, dalla sua velocità (flusso libero o forzato), dall'area di contatto con

lo stampo e dalla differenza di temperatura tra stampo e liquido di raffreddamento.

Nel processo di pressocolata i più rilevanti coefficienti di trasferimento termico interfacciali sono quello tra lega liquida e stampo e quello tra stampo e sistema di raffreddamento. Quando lo stampo fosse costituito da più parti risulta necessario tenere in considerazione anche lo scambio di calore tra le loro interfacce, spesso non perfettamente aderenti tra loro. È possibile definire il coefficiente di trasferimento termico interfacciale tra lega liquida e stampo dato che influenza la microstruttura e le proprietà meccaniche del componente finale. Si tratta di un parametro legato alla pressione applicata dal pistone durante la fase di compattazione, alla velocità di iniezione e alla temperatura iniziale dello stampo. La temperatura superficiale iniziale dello stampo determina quali siano i massimi per il flusso di calore e per il coefficiente termico [33].

L'energia termica presente nella lega liquida è quella immessa nello stampo ad ogni ciclo termico ed è espressa come segue:

$$Q = Q_s + Q_f + Q_{sh} \quad (3)$$

Con:

$$Q_s = V \cdot H_s \cdot (T_s - T_0) \quad (4)$$

$$Q_f = V \cdot H_s \cdot (T_l - T_s) + H_f \quad (5)$$

$$Q_{sh} = V \cdot H_s \cdot (T_{sh} - T_l) \quad (6)$$

Dove:

Q : calore totale richiesto per portare la lega solida dalla temperatura iniziale T_0 alla T di super riscaldamento T_{sh} . [J]

Q_s : calore richiesto per portare la lega solida dalla temperatura T_0 alla temperatura di solidus T_s . [J]

Q_f : calore richiesto per portare la lega dalla temperatura di solidus alla temperatura di liquidus T_l . [J]

Q_{sh} : calore richiesto per portare la lega liquida dalla temperatura di liquidus a quella di riscaldamento finale T_{sh} . [J]

V : volume della lega del getto presente nella camera di immisione.

H_s : calore specifico della lega. [$J/m^3 \cdot K$]

H_f : calore latente di fusione della lega. [J]

Trascurando le perdite di calore, si ottiene l'energia termica che deve essere rimossa durante la solidificazione tramite lo stampo ed il sistema di raffreddamento.

EFFETTI DELLA GESTIONE TERMICA SU STAMPI, COMPONENTI E PRODUTTIVITÀ

Una incorretta gestione della termica del processo può compromettere diversi aspetti dell'intero sistema.

Se vengono mantenute temperature troppo elevate si determina un tempo ciclo più prolungato e si riduce la produttività.

Nel caso in cui le temperature siano troppo basse si avrà insorgenza di difetti nel componente finale [34].

La temperatura superficiale dello stampo è un parametro di processo dinamico, che tuttavia deve mantenersi in un intervallo di valori ottimale e uniforme in ogni suo punto nel corso di ogni ciclo di colata. Ciò influisce non solo sul componente finale ma anche sulla vita dello stampo. Nel momento in cui il raffreddamento superficiale non sia sufficiente si avrà la produzione di soldering o blistering. D'altro canto, se il raffreddamento non è omogeneo si potranno avere punti di raffreddamento troppo prossimi alla superficie che vanno ad abbassarne eccessivamente la temperatura determinando la creazione di cold shuts e laminazioni.

Come si vedrà in seguito sarà pertanto fondamentale prima di tutto valutare con anticipo questi aspetti per poi andare ad effettua-

re le opportune modifiche al sistema termico. Nel caso in cui non si abbia un raffreddamento sufficiente e si agisca con lubrificanti esterni, si rischia di ridurre fortemente la durata della vita utile dello stampo e ci siano interazioni tra lubrificante e lega liquida.

La necessità di mantenere la temperatura della lega liquida al di sopra di quella di liquidus prima del riempimento totale della cavità dello stampo può essere soddisfatta solo attraverso una gestione della temperatura superficiale dello stampo che la mantenga uniforme. Questo risulta particolarmente necessario qualora sia elevata la distanza tra il punto di iniezione e l'estremità opposta del componente o siano presenti pareti sottili nel componente da produrre.

Riassumendo è necessario incontrare il giusto compromesso durante l'ottimizzazione della gestione termica affinché:

- si riducano le probabilità di insorgenza del soldering e di altre tipologie di difetti;
- si elimini lo shock termico e le fratture da fatica termica in corrispondenza dei punti caldi;
- si minimizzi la quantità e la durata di applicazione del lubrificante nel singolo ciclo di colata [1].

SIMULAZIONE DEL PROCESSO DI PRESSOCOLATA IN FASE DI PROGETTAZIONE

La modalità di rimozione del calore nel processo di pressocolata e la sua gestione attraverso il sistema termico influiscono sulla qualità dei componenti ottenuti e sulla durata del singolo ciclo termico, pertanto dei costi di processo. Si deve comprendere in primo luogo il percorso intrapreso dal calore attraverso lo stampo, detto cammino termico, durante la sua rimozione: lo scopo di un'analisi simile, è quella di permettere la realizzazione di un

adeguato sistema termico che intercetti questo percorso per rimuovere efficacemente il calore. In particolare, quest'ultimo tende ad allontanarsi dalla cavità dello stampo ed a concentrarsi negli inserti interni al getto che necessitano di un sistema di raffreddamento particolarmente efficace. Il calore da smaltire è direttamente proporzionale alla massa del componente e pertanto componenti con masse superiori richiederanno sistemi di raffreddamento con efficienza maggiore [22].

Il design di stampi per pressocolata richiede l'utilizzo di software specifici per la progettazione ingegneristica noti come CAE (*Computer Aided Engineering*) per simulare fasi del processo quali il riempimento della cavità e la solidificazione del componente, stimare la qualità ottenibile e stabilire le caratteristiche ideali da perseguire nella realizzazione dello stampo. Ciò permette di anticipare e minimizzare l'insorgenza di difetti nel componente prodotto, minimizzare i costi di produzione, e ottimizzare il posizionamento del sistema di raffreddamento all'interno dello stampo in fase di progettazione.

La simulazione delle variazioni dei parametri di processo è in continuo sviluppo, tramite softwa-

re per la previsione di effetti sulla qualità dei componenti prodotti. Risulta possibile modellizzare la variazione di temperatura periodica sulla superficie dello stampo e l'intervallo di valori che essa può assumere. Per via della loro complessità le simulazioni richiedono molto tempo, grandi capacità di calcolo e l'inserimento di parametri quali il coefficiente di trasferimento termico all'interfaccia lega-stampo e le proprietà del materiale dello stampo (non sempre facilmente reperibili). A causa dell'elevato costo dei software, delle elevate prestazioni richieste ai calcolatori e della necessità di specialisti, solitamente queste simulazioni vengono realizzate soltanto in fase di progetto e non per la realizzazione di eventuali modifiche successive dello stampo [8].

MISURAZIONE DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE DELLO STAMPO

La misurazione della temperatura superficiale dello stampo durante il processo di pressocolata non è sempre facilmente effettuabile: solitamente vengono utilizzate telecamere ad infrarossi che permettono il monitoraggio della temperatura superficiale complessiva dello stampo ad un costo contenuto e senza la richiesta di contatto (Fig. 5).

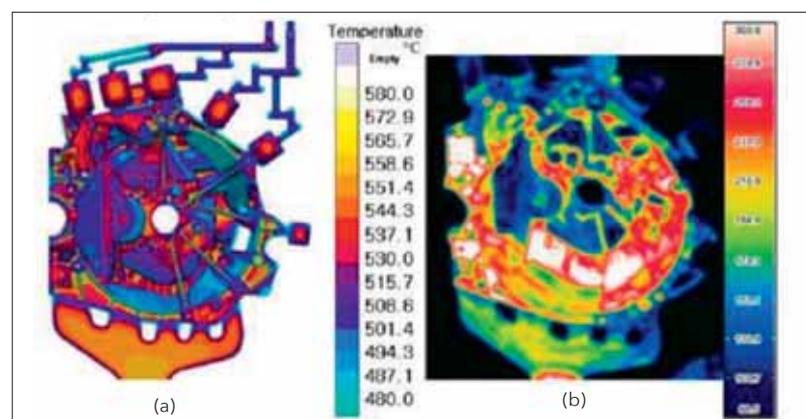


Fig. 5 - Confronto tra simulazione della temperatura dello stampo (a) e termografia dello stesso (b)[6].

Alternativamente possono essere utilizzate delle termocoppie inserite all'interno dello stampo, le quali non rilevano direttamente la temperatura all'interfaccia tra la lega liquida e lo stampo poiché non possono sostenere condizioni di temperatura e di usura così elevate. Questi strumenti, accoppiati ad un calcolatore, permettono di misurare la temperatura superficiale dello stampo, della lega e le loro variazioni nel corso dell'intero processo. Si tratta di temperature difficili da prevedere a priori, pertanto una costante monitoraggio è fondamentale.

La misurazione dell'intera evoluzione termica superficiale dello stampo permette di acquisire una quantità di informazioni sul processo decisamente superiore rispetto alla sola conoscenza della massima temperatura iniziale raggiunta. Questi dati possono essere ottenuti equipaggiando lo stampo con termocoppie al suo interno che, mediante l'utilizzo di un software di calcolo, possono misurare la temperatura superficiale dello stampo. L'utilizzo di calcolatori permette inoltre di registrare tali prestazioni e di confrontarle tra loro per verificare che non vi siano cambiamenti nelle condizioni operative del processo

col susseguirsi dei cicli di colata.

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

Da un punto di vista pratico, il sistema termico viene introdotto nello stampo mediante la realizzazione di una serie di circuiti all'interno dei quali scorrono mezzi liquidi di trasferimento del calore quali acqua o olio. La prima viene utilizzata unicamente per rimuovere il calore mentre l'olio può sia raffreddare che riscaldare lo stampo. A questo sistema di gestione termica interno se ne affianca solitamente uno di raffreddamento esterno che consiste nell'applicazione di un lubrificante, che funge da distaccante e da raffreddante superficiale dello stampo. L'applicazione viene effettuata tramite vaporizzatore nell'intervallo di tempo tra due cicli di colata successivi e permette di regolare, seppur in maniera minore, la temperatura superficiale dello stampo [17].

Il sistema di raffreddamento interno (Fig. 6a) contribuisce alla maggior parte della rimozione di calore complessiva. Il posizionamento di un canale di raffreddamento deve essere sufficiente prossimo ad un punto caldo per asportare efficacemente il calore, senza creare tuttavia un raffredda-

mento eccessivo della superficie che può causare un grave shock termico dello stampo.

La portata del sistema di raffreddamento esercita una notevole influenza sul trasporto di calore ed essa è inversamente proporzionale al diametro dei canali. Un fattore di rischio è costituito dalla otturazione parziale dei canali di raffreddamento per azione dei minerali contenuti nell'acqua, che può determinare una riduzione della portata nel canale.

La progettazione del sistema di gestione termica dovrebbe prevedere l'utilizzo di più linee separate per avere una maggior efficienza di smaltimento di calore. La temperatura del liquido di raffreddamento deve essere valutata tenendo in considerazione la portata dei canali del sistema dato che ha un diretto effetto sulla qualità finale dei componenti.

Difetti derivanti da un eccessivo raffreddamento dovuto al sistema di gestione termica possono essere risolti riducendo il flusso di liquido che scorre nei canali interni, mentre quelli derivanti da un raffreddamento insufficiente risultano più complessi da gestire perché richiedono o una modifica del circuito di raffreddamento interno o l'utilizzo di sistemi alter-

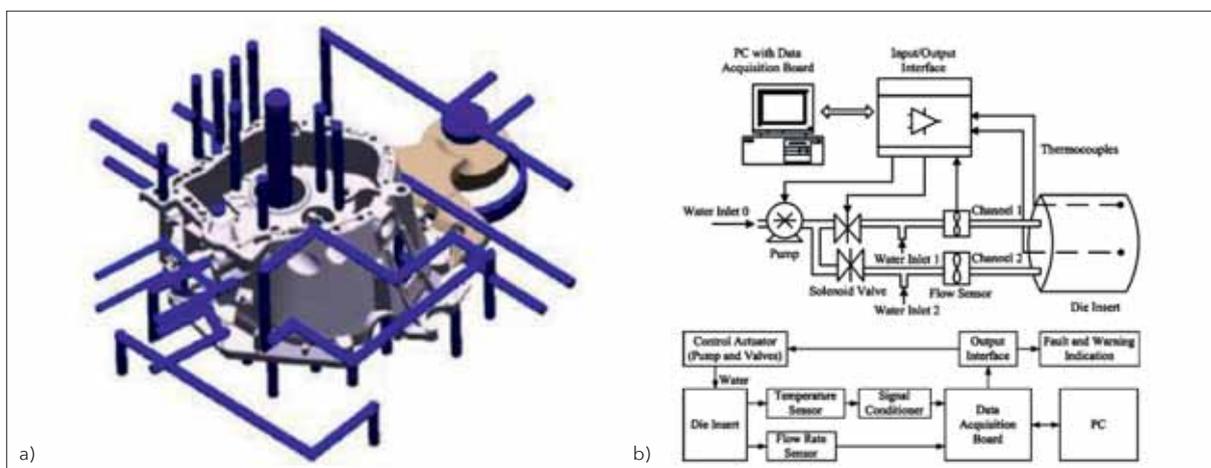


Fig. 6 - a) Rappresentazione di un sistema di raffreddamento interno allo stampo [6], b) Rappresentazione schematica di un sistema di monitoraggio e regolazione dei parametri di processo della pressocolata [2].

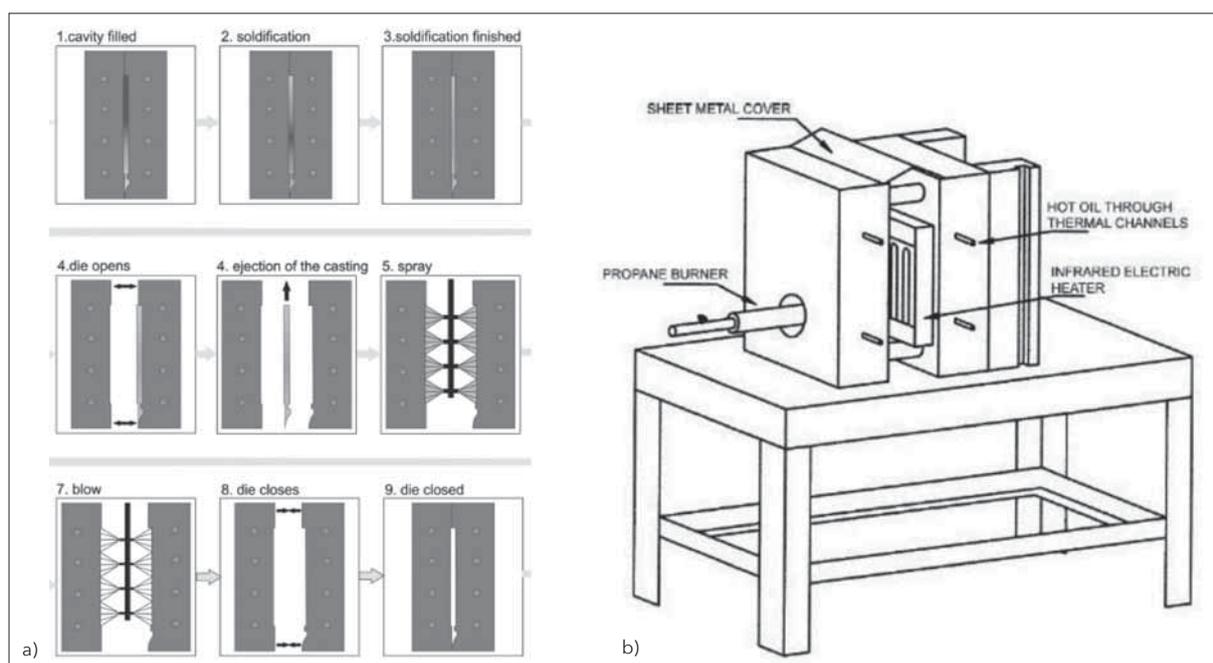


Fig. 7 - a) Illustrazione degli stadi costituenti il processo di pressocolata e della lubrificazione tramite vaporizzatore [8], b) Illustrazione delle diverse metodologie utilizzabili per il preriscaldamento dello stampo alla temperatura di utilizzo [17].

nativi, come un raffreddamento esterno.

Diventa fondamentale non solo avere buoni sistemi di misurazione della temperatura e di canali di raffreddamento, ma anche essere in grado di registrare le informazioni, gestirle e in questo modo migliorare il processo. Si deve realizzare un sistema di controllo che regoli automaticamente ed istantaneamente il flusso di liquido nei canali interni per omogeneizzare la temperatura superficiale dello stampo. Una corretta implementazione di questo sistema, illustrato in Fig.6b, permette di andare ad agire sul flusso dei singoli canali e quindi di intervenire in maniera mirata sulle regioni critiche della superficie degli stampi, riducendo la probabilità di insorgenza dei difetti.

Il raffreddamento esterno, effettuato mediante l'applicazione tramite vaporizzatore di un lubrificante sulla superficie riscaldata dello stampo, costituisce un

aspetto rilevante nella valutazione della qualità del componente ottenuto. Come mostrato in Fig.7a, esso viene effettuato nella fase immediatamente successiva all'estrazione del pezzo in preparazione al successivo ciclo termico. Questo metodo di raffreddamento deve essere eseguito soprattutto in quelle regioni in cui il sistema di raffreddamento interno non è in grado di giungere. È tuttavia molto complesso valutare l'effetto quantitativo di raffreddamento associato a questa metodologia poiché a queste temperature, la dinamica delle interazioni tra le goccioline vaporizzate e la superficie riscaldata risulta di difficile analisi. Ad ogni modo, per ottenere il raffreddamento le gocce di liquido devono impattare sulla superficie dello stampo prima di evaporare trasportando altrove il calore presente in superficie per effetto convettivo.

Oltre alla funzione di raffreddamento, l'altro scopo fondamentale del lubrificante è evitare l'ade-

sione tra il componente prodotto e la cavità dello stampo che si verifica a causa dell'alta solubilità dell'alluminio nel ferro. Si agevola inoltre lo scorrimento del metallo liquido sulla superficie e che lo stesso non aderisca alla superficie dello stampo prima che il riempimento della cavità sia completato. Il film di lubrificante depositato sulla superficie deve essere abbastanza resistente da non essere eliminato dal flusso turbolento della lega liquida e deve comunque mantenere una buona bagnabilità dello stampo nonostante le alte temperature dello stesso (effetto Leidenfrost [34]).

Il raffreddamento esterno deve comunque avere un ruolo secondario rispetto al sistema di gestione termica interno. Il flusso di liquido vaporizzato ed il tempo di applicazione, parametri principali di questo sistema di raffreddamento, sono infatti solitamente ricavabili solo tramite misurazioni empiriche, nel momento in cui il

processo restituisce risultati adeguati. L'ampio utilizzo di lubrificanti costituiti da miscele acquose è determinato da motivi legati alla sicurezza e all'impatto ambientale. Si tratta di emulsioni che contengono i veri e propri agenti di rilascio del lubrificante; quando avviene l'evaporazione dell'acqua (che agisce da veicolante e da liquido di raffreddamento della superficie) vengono applicati gli agenti di rilascio. Le possibilità di scelta per gli agenti di rilascio sono molteplici: olii residui dalla lavorazione del petrolio; grassi di origine animale, vegetale o sintetica; polveri ceramiche. Essi devono essere eventualmente solubilizzate in acqua mediante l'uso di emulsionanti opportuni. Le problematiche dell'acqua sono legate alle impurezze minerali in essa presenti che possono interferire con l'equilibrio delle emulsioni determinandone la precipitazione o il depositarsi sulla superficie dello stampo andando a costituire una possibile causa per la formazione di difetti superficiali. Per questa ragione, solitamente l'acqua utilizzata durante il processo viene sottoposta a trattamenti di purificazione.

Per quanto riguarda invece la vita utile degli stampi, la frattura per fatica termica costituisce la prima causa di cedimento dello stesso. Con una corretta gestione della temperatura di preriscaldamento è possibile ridurre l'intervallo di temperature a cui lo stampo sarà sottoposto nei primi cicli di colata. Si va a contenere l'intensità degli stress termomeccanici sulla superficie dello stampo e conseguentemente viene evitata la formazione di fratture per fatica termica [35]. Per questa ragione lo stampo viene solitamente preriscaldato a temperature che variano tra un minimo di 180°C e un massimo di 350°C [3]. Il preriscaldamento può avvenire tramite cannello a gas propano, riscalda-

mento elettrico e riscaldamento mediante olio ad alta temperatura, Fig.7b [17].

Conclusioni

Negli ultimi anni la sempre più crescente richiesta di produzione di componenti tramite il processo di pressocolata ha portato all'inevitabile studio delle possibili criticità relative a questo processo, affinché si possa determinare l'insorgenza di difetti, aumentare la vita utile degli stampi e ottimizzare il processo nella sua totalità. In particolare, lo scopo di questo lavoro è stato individuare come lo studio della termica del processo possa influenzare tutti questi aspetti di processo, per un continuo miglioramento del risultato finale.

Oltre all'individuazione delle leghe di alluminio utilizzate per la pressocolata, sono state analizzate le caratteristiche richieste alle leghe ed i corrispettivi elementi alliganti che permettono di ottenere tali proprietà. Ci si è inoltre soffermati su quella che è la solidificazione di questo processo: le elevate velocità di raffreddamento non solo conferiscono determinate caratteristiche al componente finale, ma possono influenzare la presenza di difettologie nel getto e riduzione della vita utile dello stampo.

Questa tecnica di colata presenta una serie di criticità molto spesso difficili da eliminare. Si deve pertanto considerare la termica del processo; si sono analizzati i fenomeni di scambio termico che avvengono nel corso di un ciclo di pressocolata e di come varia di conseguenza il profilo termico dello stampo. Quando si fa un'analisi di questo tipo, innanzitutto è necessario avere una idea di ciò che sta succedendo, attraverso l'utilizzo della simulazione di pro-

cesso. Successivamente è inoltre fondamentale andare a misurare l'effettiva temperatura in gioco, tramite l'utilizzo di termocoppie e/o telecamere infrarossi. La gestione del sistema termico deve avvenire in maniera efficace, affinché si possa regolare passo passo l'ottimizzazione del processo, tramite sistemi di valvole, sensori per la monitoraggio del vero e proprio sistema di raffreddamento. Il sistema di raffreddamento può essere di due tipi: interno o esterno. Il sistema interno è costituito dai circuiti in cui passa il liquido raffreddante all'interno dello stampo. I liquidi impiegati possono essere acqua o olii, e la loro circolazione nell'impianto può essere forzata o libera. Per quanto riguarda i sistemi di raffreddamento esterni, si tratta dei lubrificanti che vengono utilizzati per il raffreddamento superficiale dello stampo e per il buon riempimento del ciclo successivo. Per un aumento della vita dello stampo è necessario effettuare prima dell'inizio del ciclo di produzione, il preriscaldamento dello stesso, per ridurre lo shock termico.

Unendo tutti questi parametri e facendo in modo che i differenti step del processo si comunichino tra loro è possibile migliorare il processo, il prodotto finale e la vita dello stampo.

Devono pertanto essere ideati strumenti ingegneristici avanzati che, partendo dallo studio delle variabili chiave, delle relazioni difetto-parametro e dall'implementazione di un sistema di monitoraggio adeguato, possano valutare queste informazioni ed elaborare strategie reattive per una corretta gestione del processo.

Mario Rosso, Silvio Lombardo - Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia - Politecnico di Torino. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] E.J. Vinarick, High Integrity Die Casting Processes, John Wiley & Sons Inc., New York, 2003.
- [2] T.Yang, X.Chen, H.Hu, Y Chu, P. Cheng, A fuzzy PID thermal control system for casting dies, Journal Of Intelligent Manufacturing, Vol.19, pp.375-382, 2008.
- [3] Z. Dacic, D. Zivcovic, N. Catipovic, Tribological wear mechanisms of molds for high pressure die casting, Metalurgija, Vol.55, pp.249-252, 2016.
- [4] Z. Jia, J. Li, L. Liu, H. Zhou, Performance enhancements of high-pressure die-casting die processed by biomimetic laser-remelting process, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.58, pp.421-429, 2012.
- [5] S. Otarawanna, N. Denmud, B. Vetayanugul, C. Phongphisutthinan, Microstructural characteristics of the surface layer in high-pressure die castings, International Journal of Cast Metals Research, Vol.28, pp.356-364, 2015.
- [6] I. J. Seong, K.J. Chul, Y.S. Hyung, D.K. Jong, G.K. Chung, Mold structure design and casting simulation of the high-pressure die casting for aluminum automotive clutch housing manufacturing, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.84, pp. 1561-1572, 2016.
- [7] F. Bonollo, N. Gramegna, G. Timelli, High-Pressure Die-Casting: Contradictions and Challenges, Journal of Operations Management, Vol.67, pp.901-908, 2015.
- [8] G. Kunz, O. Strelow, M. Beckmann, Dynamic modeling of fluid-cooled tools in periodic thermal processes, International Journal of Thermal Sciences, Vol.84, pp.228-251, 2014.
- [9] E. Fiorese, F. Bonollo, Plunger Kinematic Parameters Affecting Quality of High-Pressure Die-Cast Aluminum Alloys, Metallurgical and Materials Transactions, Vol.47, pp.3731-3743, 2016.
- [10] Z.W. Chen, Formation and progression of die soldering during high pressure die casting, Materials Science and Engineering, Vol.397, pp.356-369, 2005.
- [11] K.T. Chiang, N.M. Liu, T.C. Tsai, Modeling and analysis of the effects of processing parameters on the performance characteristics in the high pressure die casting process of Al-Si alloys, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.41, pp.1076-1084, 2009.
- [12] M. Sadeghi, J. Mahmoudi, Experimental and Theoretical Studies on the Effect of Die Temperature on the Quality of the Products in High-Pressure Die-Casting Process, Advances in Materials Science and Engineering, Vol.2012, Article ID 434605, 2012.
- [13] X.P. Niu, B.H. Hua, I. Pinwill, H. Li, Vacuum assisted high pressure die casting of aluminium alloys, Journal of Materials Processing Technology, Vol.105, pp.119-127, 2000.
- [14] S. Otarawanna, C.M. Gourlay, H.I. Laukli, A.K. Dahle, Microstructure formation in high pressure die casting, Transactions of The Indian Institute of Metals, Vol.62, pp.499-503, 2009.
- [15] H.D. Zhao, Y.F. Bai, X.X. Ouyang, P.Y. Dong, Simulation of mold filling and prediction of gas entrapment on practical high pressure die castings, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Vol.20, pp.2064-2070, 2010.
- [16] R. Helenius, O. Lohne, L. Arnberg, H.I. Laukli, The heat transfer during filling of a high-pressure die-casting shot sleeve, Materials Science and Engineering, Vol.413, pp.52-55, 2005.
- [17] B. Andersen, Die Casting Engineering: A Hydraulic, Thermal and Mechanical Process, Marcel Dekker, New York, 2005.
- [18] E. Yanagihara, S. Orii, T. Iketani, S. Saikawa, K. Matsuda, S. Ikeno, Precipitation Structure of Al-10 mass % Si-0.3 mass % Mg Alloy Produced by High Pressure Die Casting and Permanent Mold Casting with T5 Treatment, Materials Transactions, Vol.56, pp.1112-1119, 2015.
- [19] G. Timelli, A. Fabrizi, The Effects of Microstructure Heterogeneities and Casting Defects on the Mechanical Properties of High-Pressure Die-Cast AlSi9Cu3(Fe) Alloys, Metallurgical and Materials Transactions, Vol.45, pp.5486-5498, 2014.
- [20] S. Ji, Y. Wang, D. Watson, Z. Fan, Microstructural Evolution and Solidification Behavior of Al-Mg-Si Alloy in High-Pressure Die Casting, Metallurgical and Materials Transactions, Vol.44, pp.3185-3198, 2013.
- [21] C. Panseri, Manuale di Fonderia di Alluminio, Hoepli, Milano, 1966.
- [22] P. Hofer, E. Kaschnitz, P. Schumacher, Distortion and Residual Stress in High-Pressure Die Castings: Simulation and Measurements, Journal of Operations Management, Vol.66, pp.1638-1646, 2014.
- [23] O. Ozhoga-Maslovskaja, E. Gariboldi, J.N. Lemke, Conditions for blister formation during thermal cycles of Al-Si-Cu-Fe alloys for high pressure die-casting, Materials and Design, Vol.92, pp.151-159, 2016.
- [24] C.M. Gourlay, H.I. Laukli, A.K. Dahle, Defect Band Characteristics in Mg-Al and Al-Si High-Pressure Die Castings, Metallurgical and Materials Transactions, Vol.38, pp.1833-1844, 2007.
- [25] E. Fiorese, F. Bonollo, G. Timelli, L. Arnberg, E. Gariboldi, New Classification of Defects and Imperfections for Aluminum Alloy Castings, International Journal of Metalcasting, Vol.9, pp.55-66, 2015.
- [26] L. Wang, P. Turnley, G. Savage, Gas content in high pressure die castings, Journal of Materials Processing Technology, Vol.211, pp.1510-1515, 2011.
- [27] K. Domkin, J.H. Hattel, J. Thorborg, Modeling of high temperature- and diffusion-controlled die soldering in aluminum high pressure die casting, Journal of Materials Processing Technology, Vol.209, pp.4051-4061, 2009.
- [28] J. Zheng, Q. Wang, P. Zhao, C. Wu, Optimization of high-pressure die-casting process parameters using artificial neural network, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.44, pp.667-674, 2009.
- [29] Z.W. Chen, M.Z. Jahedi, Die erosion and its effect on soldering formation in high pressure die casting of aluminium alloys, Materials and Design, Vol.20, pp.303-309, 1999.
- [30] A.J. Norwood, P.M. Dickens, R.C. Soar, R. A. Harris, Surface temperature of tools during the high-pressure die casting of aluminium, Journal of Engineering Manufacture, Vol.221, pp.1659-1664, 2007.
- [31] R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons Inc., New York, 2007.
- [32] Z.P. Guo, S.M. Xiong, B.C. Liu, M. Li, J. Allison, Effect of Process Parameters, Casting Thickness, and Alloys on the Interfacial Heat-Transfer Coefficient in the High-Pressure Die-Casting Process, Metallurgical and Materials Transactions, Vol.39, pp.2896-2905, 2008.
- [33] Z.P. Guo, S.M. Xiong, B.C. Liu, M. Li, J. Allison, Development of thermal boundary condition model at metal/die interface of high pressure die casting process, Vol.24, pp.151-157, 2013
- [34] E.Y. Bormashenko, Wetting of Real Surfaces, De Gruyter, pp. 156-158, 2013.
- [35] M.F.V.T. Pereira, M. Williams, W.B. du Preez, Reducing non value adding aluminium alloy in production of parts through high pressure die casting, Light Metals Conference, Johannesburg, South Africa, pp.369-384, 29 Ottobre 2010.

Analizzare

Misurare

Conoscere

La Fabbrica Digitale 4.0

Prodotti e Soluzioni Software MES

FONDERIE di PRESSOFUSIONE

Sul tema dell' **INDUSTRY 4.0** le nuove tecnologie e la digitalizzazione delle informazioni della produzione stanno generando un **cambiamento culturale nel modo di organizzare l'azienda**.

Dati precisi e veloci si traducono in un aumento di margini. Cosa possibile solo avendo a disposizione strumenti che aiutino a capire dove intervenire tempestivamente per **eliminare i costi occulti**, ottimizzando tutti i processi per migliorare la produttività ed essere più competitivi.

Con la nostra **tecnologia, metodologia e soluzioni dedicate alle reali necessità del Cliente** il ns **software MES** ha permesso di ottenere dei risultati superiori alle aspettative.

La suite dei prodotti **STAIN+** per la **PRESSOFUSIONE** è completa ed integrata con moduli, attivabili in step successivi, che comprendono:

- **Controllo Produzione e Raccolta Dati in tempo reale in automatico dalle presse e isole di lavorazione meccanica con tecnologia a PLC SIEMENS**
- **Gestione Stampi e Matrici con la vita, manutenzione, tracciabilità e stato attrezzature**
- **Gestione Schede Tecniche associate a Pressa, Stampo, Articolo**
- **Gestione Forni Fusori per ottimizzare l'efficienza energetica**
- **SPC e Autocontrolli**
- **Identificazione Cassoni, Logistica di Reparto e Tracciabilità**
- **Gestione Manutenzione a guasto e preventiva**
- **Pianificazione del carico macchina**

PER SCOPRIRE E RIDURRE I COSTI OCCULTI IN FONDERIA



GRANDI IMPRESE. GRANDI SOLUZIONI.



UN UNICO REFERENTE PER QUALITÀ E SICUREZZA.

La nostra ventennale esperienza nel settore fonderia, lavorazione alluminio e produzione di stampi, ci permette di affrontare qualsiasi tipo di intervento di pulizia, anche lavorando unitamente alle aziende che forniscono le manutenzioni industriali. Nitor, il partner ideale per gestire pacchetti di servizi integrati.



NITOR



RINA

BEST[®]
Certified Integrated Systems



Membro della Federazione CISQ

RINA

ISO 9001 · ISO 14001
BS OHSAS 18001 · ISO 20121
Sistema Gestione Integrato



WWW.NITORPULIZIE.IT

VIA VITTIME DEL LAVORO, 43/A | TRAVAGLIATO BS
TEL +39 030 37 31 136 | FAX +39 030 311834

ADERENTE A



CONFCOOPERATIVE

Brescia

nuova
APS

40 anni
1976-2016



- **PROFILI RAME**
- **COSTRUZIONE BOBINE per RISCALDO A INDUZIONE**
- **RIPRISTINO BOBINE USATE**



www.nuovaaps.com – E-mail: info@nuovaaps.com
Via Arno, 8 - 21040 SUMIRAGO Fr. CAIDATE (VA) Tel.0331.909031 Fax 0331.908166

METAL One®

La verticalizzazione su
SAP Business One®
per le **Fonderie**
di gravità e pressofusione

Software per Fonderie su SAP Business One
METAL One

Mercati Internazionali, processi aziendali più complessi, qualità come carattere distintivo, controllo per raggiungere efficienza e competitività. Queste sono alcune motivazioni che recentemente hanno portato 10 Fonderie a scegliere **SAP** e **METAL One®**

Pronto per la prossima generazione di Fonderie e per le persone che le gestiranno.

Emilia Romagna
E.C.A. CONSULT SRL
0542.890000
www.ecaconsult.it

Lombardia
NEOS CONSULTING SRL
035.6224391
www.neosconsulting.it

Veneto
SINAPSI INFORMATICA SRL
0429.782088
www.sinapsinet.it

Piemonte
SYS-DAT SpA
011.799683
www.sys-dat.it



**Da oltre 20 anni
portiamo informatica
nelle Fonderie**

Soluzioni dell'approccio "Industria 4.0" per il miglioramento dell'efficienza nella pressocolata

La colata sotto pressione HPDC (High Pressure Die Casting), che rappresenta la tecnologia di fonderia più efficiente sotto il profilo dei costi per produzioni di grande serie, ha allargato il suo campo di applicazione negli ultimi anni da getti con richieste di precisione dimensionale e, in alcuni casi di tenuta alla pressione, a getti con caratteristiche metallurgiche elevate, tipici della gravità e della bassa pressione.

Questa tendenza è associata principalmente alla richiesta di getti per l'industria automobilistica che vanno sotto la definizione di "strutturali".

In questo ambito le casistiche sono varie e comprendono sia i getti per applicazioni nella struttura del telaio (body in white) che quelli per i sistemi di sospensioni ed ammortizzamento nonché tutte le tipologie di getti per veicoli elettrici ed ibridi la cui produzione, pur ancora marginale, sta aumentando rapidamente.

In tutti i casi le caratteristiche meccaniche richieste dai proget-

tisti relativamente a Rp 0,2 (carico di snervamento), Rm (carico di rottura) e A% (allungamento a rottura) non sono ottenibili con il processo di pressocolata tradizionale e con le leghe normalmente utilizzate.

I produttori di leghe hanno messo a punto nuove formulazioni che, pur con contenuto di Fe molto basso, elemento usato per ridurre la metallizzazione a scapito dell'allungamento a rottura, e bassi contenuti di Si, mantengono comunque buone caratteristiche di colabilità, bassa sensibilità alla cricatura a caldo e sufficiente durata degli stampi.

Inoltre lo sforzo dei metallurgisti è indirizzato alla messa a punto di leghe che permettano il raggiungimento delle caratteristiche meccaniche allo stato F (as cast) o, al più, con T5 senza il bisogno di trattamento termico T6 (solubilizzazione e tempra) per i problemi che comporta ben noti a tutti i fonditori.

E' evidente come la ricerca di caratteristiche metallurgiche sem-

pre migliori vada di pari passo con l'affinazione del controllo di processo e la necessità di tenere sotto controllo una serie molto numerosa di parametri che vanno da quelli tipici della macchina di pressocolata come:

- velocità del pistone, pressione sul metallo, tempi, temperatura e lubrificazione del sistema pistone/contenitore;
- a quelli dello stampo:
- temperature nelle diverse zone sia del portastampi che delle matrici;
- al ciclo di lubrificazione:
- pressione dell'aria, portata di distaccante, temperatura del distaccante.

Altri dati riguardano le apparecchiature periferiche quali i sistemi di marcatura sia ad impatto che laser, i sistemi di raffreddamento del getto, di posizionamento e controllo degli eventuali inserti e di tranciatura o taglio della materozza.

Ai parametri tipici del processo bisogna aggiungere quelli relativi al funzionamento della pressa. Il valore che misura l'ef-

ficienza della produzione e di conseguenza, in ultima analisi, la capacità di coprire i costi e generare possibilmente profitto è l'OEE (Overall Equipment Efficiency) che rappresenta la combinazione tra livello di scarto e efficienza operativa dell'impianto. In isole totalmente automatizzate con numerose periferiche l'efficienza complessiva è il prodotto delle singole efficienze così che, se l'efficienza della singola macchina di pressocolata, nuova o in buone condizioni, può essere nell'ordine del 98%, l'efficienza globale, escludendo lo stampo che rappresenta normalmente la causa principale di fermi produttivi, può collocarsi nei dintorni del 90%.

Per migliorare l'OEE riducendo i tempi di ricerca e riparazione del guasto si deve necessariamente passare quindi alla manutenzione preventiva ed a impianti dotati di sistemi predittivi. Sistemi cioè che, attraverso opportuni sensori e Sw di controllo possano monitorare il naturale degrado dell'impianto e fornire indicazioni sulla probabilità che si manifesti un guasto o un decadimento della funzionalità tale da compromettere in modo significativo la produttività.

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems

Con l'aumento della complessità degli impianti e la necessità competitiva del miglioramento dell'efficienza hanno avuto forte impulso i sistemi di supervisione e controllo detti conosciuti con l'acronimo "SCADA".

Nell'ambito dello sviluppo di tali sistemi si identificano 4 fasi di sviluppo iniziate negli anni 80:

1. generazione "monolitica" basata su minicomputer;

2. generazione "distribuita" basata sulla tecnologia "LAN";
3. generazione "infrastrutturale" basata su reti che collegano diverse LAN (PCN Process Control Network);
4. generazione "Internet delle cose" basata su tecnologie Internet e Cloud.

Uno dei capisaldi di tecnologia definita come "Internet of Things" è la possibilità di collegare facilmente elementi diversi con protocolli flessibili, trasferire facilmente le informazioni ed elaborare masse consistenti di dati (Big Data) per estrarre indicazioni utili al miglioramento della gestione. Tutto questo va, sinteticamente, sotto la definizione di "Industria 4.0".

La piattaforma di base nella soluzione sviluppata da Idra è costituita da un PC di tipo industriale che non svolge funzioni di gestione del ciclo di funzionamento, riservate ad un PLC, ma che opera come concentratore ed elaboratore dei parametri di funzionamento della macchina di pressocolata e delle periferiche e di interfaccia uomo-macchina (HMI). Il display con funzione touch da 18,5" visualizza in forma interattiva in 3D le immagini della pressa con avanzate funzioni di diagnostica guidata ed è l'interfaccia utente di alto livello di tutto l'impianto. Il sistema è predisposto attraverso i protocolli di comunicazione Web per comunicare con sistemi aziendali di ordine superiore.

Sistema locale di acquisizione e gestione dati Inject Computer 3.0

Caratteristiche:

Display: 18.5" TFT LED Wide Glass Multitouch
Processore: Intel i7 4ª generazione;

Memoria: 16GB PCI express;
Windows 7 embedded P x64
Iconics Genesis 10.8 (64 bits)
USB remoted;
Archives SQL Server based;
HD: 2 SSD SLC (Single Layer Cell).

Si tratta di un Hw ad alte prestazioni in grado avere tempi di risposta rapidi e di visualizzare i modelli 3D interattivi dell'impianto in modo fluido e senza ritardi di risposta.

Il DB ad alta capacità permette di memorizzare localmente i dati di 10.000 getti e di esportarli in formati configurabili a sistemi aziendali di livello superiore come di renderli accessibili a piattaforme Cloud.

Il sistema di acquisizione dei dati in considerazione della necessità di tempi di risposta proporzionati ai tempi della pressocolata che sono nell'ordine dei 50-100 millisecondi è estremamente rapido ed è basato su una scheda National dedicata con frequenza di acquisizione di 200 KHz ed un PC a 8 canali analogici differenziali (Fig. 1).



■ Fig. 1

Nel sistema IC 3.0 la frequenza di campionamento ed acquisizione è limitata ad 1 KHz per evitare di dover gestire file di dimensioni eccessive mantenendo

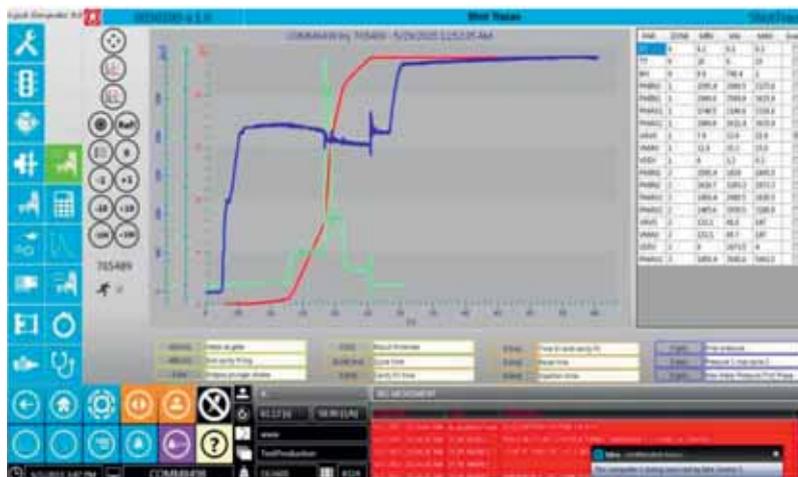


Fig. 2 - Videata delle curve di iniezione.

comunque una alta definizione delle curve di processo che sono tracciate con un punto al millisecondo. (Fig. 2).

Questo è particolarmente importante per avere una accurata analisi grafica dei parametri anche durante i transitori che avvengono in tempi compresi tra 5 e 15 millisecondi. Una frequenza inferiore darebbe una visualizzazione delle curve omogenea e senza difetti ma non aderente all'andamento reale del processo.

L'IC 3.0 rappresenta inoltre il sistema di centralizzazione e raccolta dei dati di tutte le periferiche dell'isola che, collegate in rete con protocolli standard (Profinet), diventano a tutti gli effetti componenti dell'isola per quanto riguarda l'impostazione dei parametri di ciclo, i dati di produzione e la diagnostica..

Gli aspetti dell'efficienza dell'impianto si possono sinteticamente dividere in tre aree:

- Efficienza produttiva con il controllo dei parametri di processo finalizzata alla riduzione degli scarti sia durante l'avviamento che in esercizio
- Efficienza di funzionamento con la disponibilità di avanzati

metodi di diagnostica guidata, di supporto per la risoluzione dei guasti e con strumenti di diagnostica predittiva per migliorare l'utilizzo dell'impianto

- Efficienza energetica con strumenti che misurano il consumo energetico dell'impianto con, primariamente, l'Energia Elettrica ma anche aria compressa e materiali di consumo (distaccante per lubrificazione stampo, lubrificante pistone, etc.).

E' evidente come in una struttura di produzione complessa con numerosi impianti produttivi i dati di relativi ai parametri di produzione sia tecnici che gestionali diventano estremamente numerosi.

A tale proposito si può parlare di "Industria 4.0" per sistemi che permettono di acquisire e gestire masse di dati importanti e di

dare ai gestori le informazioni essenziali in forma sintetica per permettere le decisioni utilizzando sistemi aperti implementabili sulla tecnologia del Web e soluzioni Cloud (Fig. 3).

La possibilità di collegare impianti indipendentemente dalla loro dislocazione fisica e rendere disponibili i dati senza limitazione è oggi una possibilità facilmente alla portata degli utilizzatori.

Piattaforme aperte che possono mettere in comunicazione sistemi diversi e con software specifici che tengono sotto controllo tutti gli aspetti della produzione, tecnici e gestionali, sono oggi una realtà consolidata.

Un punto fondamentale riguarda la manutenzione predittiva finalizzata all'aumento dell'utilizzo degli impianti. Si tratta di un approccio che anziché intervenire al manifestarsi un guasto, che normalmente si evidenzia nei momenti meno opportuni, cerca di prevenirlo quando si manifestano dall'impianto situazioni, rilevate da sensori e da Sw di controllo, indicative della probabilità di guasto. Per fare un esempio le vibrazioni di una pompa idraulica che eccedono i valori normali, rilevate da un accelerometro, sono indicative di un'usura importante della cartuccia pompante e dello stato dei cuscinetti che porterà a una avaria della stessa.



Fig. 3 - Soluzione "Industria 4.0".

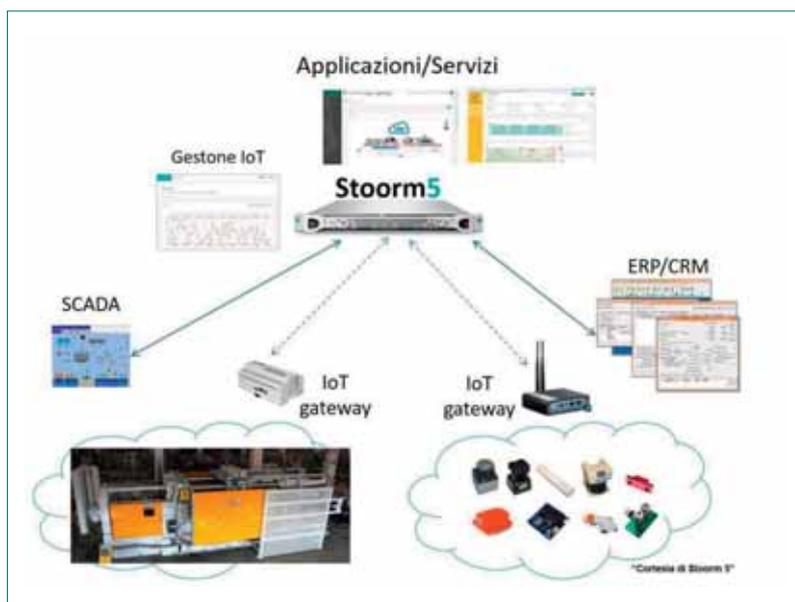


Fig. 4 - Tecnologia e architettura.

La sostituzione programmata anziché l'intervento d'urgenza ha un effetto positivo sull'utilizzo dell'impianto e quindi sui costi di produzione.

Mentre qualche anno fa si parlava di "standardizzazione" dei protocolli di comunicazione oggi sono stati sviluppati sistemi facilmente configurabili che permettono di mettere in comunicazione piattaforme e sistemi diversi. Bisogna anche considerare che frequentemente nelle aziende si è sviluppata nel tempo una "stratificazione" tecnologica nella quale convivono diversi sistemi e la soluzione non è quella di partire da zero e cambiare tutto per ovvie ragioni sia economiche che tecniche. Molto più efficace dal punto di vista economico, che è la molla principale all'innovazione, è poter avere un sistema in grado di dialogare con quanto già esistente in azienda indipendentemente dai protocolli di comunicazione e le tecnologie.

Lo schema della Fig. 4 rappresenta il principio per il quale diversi sistemi sono integrati

per creare un'infrastruttura nella quale i dati possono essere scambiati per generare pannelli di controllo unificati nei quali, attraverso Sw di "Data mining" i responsabili di produzione e di controllo di gestione possano accedere a tutte le informazioni finalizzate ad interventi per il miglioramento dell'efficienza e la conseguente riduzione dei costi. In questo ambito una particolare rilevanza viene data al miglioramento dell'efficienza energetica;

attraverso misuratori della potenza e dell'energia è possibile rilevare i consumi orari e giornalieri e correlarli alla produzione per arrivare al consumo di ogni singola unità prodotta. La misurazione puntuale dei consumi permette di mettere in atto le opportune strategie e modifiche al processo finalizzate all'efficienza energetica.

Tra i principi qualificanti dell'approccio "Industria 4.0" c'è l'utilizzo di sistemi di visione (Smart Vision) per il controllo del processo e, a tale proposito Ibra in collaborazione con Imago, azienda specializzata nei sistemi di controllo di processo, ha sviluppato un sistema di visione tridimensionale (Mihra 3D) che permette non solo il controllo geometrico di integrità del getto ma anche l'analisi termica del getto pressocolato in linea (Fig. 5).

Tale sistema sostituisce il tradizionale uso di sensori di prossimità con una serie di vantaggi:

- Numero illimitato di zone di controllo.
- Cambio di produzione immediato senza la necessità di regolazione manuale.
- Controllo della precisione di presa del robot.

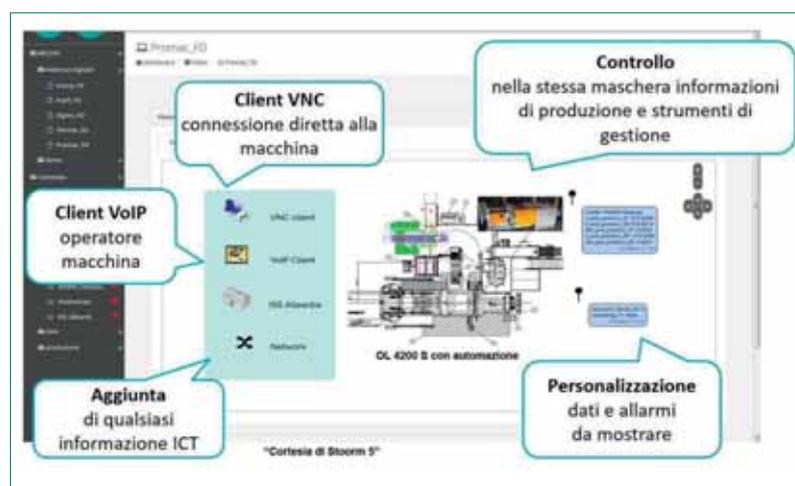


Fig. 5 - Integrazione delle informazioni.



Fig. 6 - Immagine con zone di controllo.

- Controllo di zone mancanti o in eccesso (bave) come lunghezza dei chill vent.
- Controllo di rotture dello stampo che si manifestano sul getto (es. rottura di spine).
- Memorizzazione dell'immagine del getto nel DB del sistema.

L'ultimo punto è importante per la richiesta, da parte dei clienti finali di report di produzione e di sistemi "oggettivi" che permettano di testimoniare la qualità del prodotto. Nonostante la colata sottopressione venga utilizzata per produrre in grandi quantità getti a costi estremamente ridotti, i clienti richiedono di sapere per ogni singolo getto i parametri del processo di produzione, principalmente per i getti di si-

curezza, e dimostrare, in caso di contestazione, la correttezza del ciclo di produzione. Poter allegare al report con tutti i parametri del processo anche l'immagine del getto rappresenta sicuramente un elemento utile nella discussione.

Inoltre è possibile anche effettuare un controllo, sempre con sistema di visione, della conformità geometrica del getto dopo tranciatura. Si possono evidenziare sia difetti del contorno quali sbecchature che deformazioni causate dalla tranciatura. E' possibile anche rilevare presenza di fagioli o bave nello stampo di tranciatura che non si sia riusciti ad eliminare con soffiaggi o ribaltamenti dello stampo evitando costose rotture (Fig. 6).

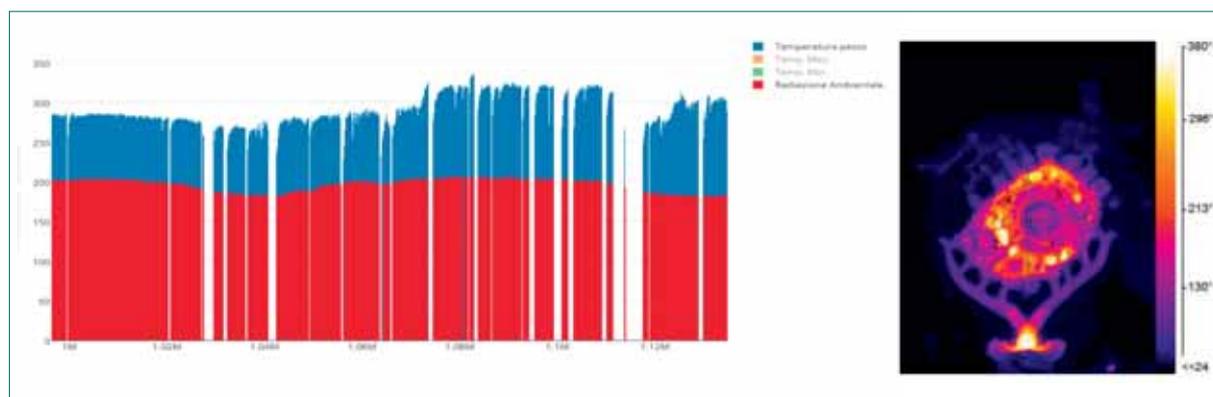
Il sistema attraverso una telecamera all'infrarosso, permette anche di fare l'analisi termica del getto immediatamente dopo l'estrazione dallo stampo. Variazioni di temperatura dello stampo legate al sistema dei circuiti di raffreddamento o al ciclo di lubrificazione, si riflettono sulla temperatura del getto. In tal modo si controlla la stabilità termica del processo, che rappresenta un parametro fondamentale per la determinazione della qualità del pressofuso e si può gestire in modo automatico ed oggettivo tutti i transitori di produzione sia quelli di avviamento che quelli relativi a fermate occasionali.

La determinazione di variazioni di temperatura in zone specifiche del getto e quindi dello stampo permette, attraverso il sistema di controllo di intervenire sulle portate e sulla temperatura del fluido di raffreddamento di ogni singolo circuito per mantenere, al variare delle condizioni operative, come per esempio la temperatura del metallo, il regime termico più idoneo alla produzione di getti esenti da difetti

La Fig. 7, relativa ad un rilievo reale di produzione in una fonderia che ha già implementato tecniche avanzate di gestione del processo, illustra l'andamen-



Fig. 7 - Temperature misurate nel tempo.



■ Fig. 8 - Immagine termica e andamento delle temperature.

to della temperatura media di 4 zone di un getto durante circa 1.100 iniezioni e si possono osservare picchi di diminuzione dovuti a fermate e tendenze nel tempo dovute alla deriva termica del processo. La correlazione tra i valori di temperatura ed il livello di qualità o meglio di non qualità dei getti ermette di adottare le opportune misure per stabilizzare il processo e diminuire lo scarto.

L'analisi termica all'infrarosso consente di misurare la temperatura in zone definibili dall'utilizzatore con la possibilità di impostare limiti di controllo. Per ogni zona si determina la temperatura minima, la massima e la media.

L'analisi del trend delle temperature rappresenta un potente strumento di controllo di processo e permette di determinare in anticipo derive che possono portare a rischi di surriscaldamento locale con conseguente metallizzazione dello stampo causa di rotture o difetti superficiali del getto come alla formazione di bolle superficiali (Fig. 8).

L'analisi termica del getto è complementare al controllo dei circuiti di termoregolazione dello stampo e del ciclo di lubrifica-

zione perché è rappresentativa dell'effetto finale. Anomalie nei circuiti di termoregolazione si riflettono immediatamente sul regime termico dello stampo e Quindi sul getto. L'analisi degli andamenti e lo studio della correlazione al variare dei parametri di processo permette di comprendere in maniera più approfondita le cause di variazioni qualitative difficilmente spiegabili analizzando solamente i parametri consueti.

Conclusioni

La sfida alla riduzione dei costi, condizione necessaria per mantenere la redditività dell'azienda, passa attraverso un controllo di processo sempre più preciso e approfondito. A tale proposito i parametri da controllare diventano sempre più numerosi e mentre una volta la tecnologia consentiva il controllo di pochi valori di pressione e velocità della pressa oggi devono essere tenuti sotto controllo centinaia di parametri.

Da ciò nasce la necessità di disporre di sistemi che mettano a disposizione dei responsabili i dati in forma analitica e sintetica utilizzabile immediatamente per assumere le decisioni operative. Inoltre devono essere imple-

mentate strategie per l'aumento dell'utilizzo degli impianti e migliorare l'OEE (Overall Equipment Efficiency) intervenendo sull'introduzione di sensori e su sistemi di raccolta dei parametri di funzionamento dal campo finalizzati a migliorare i processi di manutenzione. In altri termini bisogna sviluppare sistemi che si autocontrollano e informano gli utilizzatori della necessità di interventi prima che avvenga il guasto.

L'utilizzo di tecniche avanzate di sistemi di visione 3D e termici permettono di fare un salto di qualità importante nel controllo di produzione e di automatizzare controlli che fino ad oggi sono svolti dall'operatore con tutti i limiti che ciò comporta.

Tutto questo, utilizzando le attuali tecnologie informatiche e lo sviluppo di sistemi SW evoluti per avere impianti "intelligenti" che si adattano automaticamente alla variazione delle condizioni al contorno va, sinteticamente, sotto il termine "Industria 4.0" o "Industrial Internet of Things" e rappresenta l'evoluzione a cui tutti siamo chiamati e che si svilupperà sempre più rapidamente nell'immediato futuro.

Roberto Boni - Idra s.r.l. - Travigliato BS. ■



FARMETAL SA

MATERIE PRIME

ESCLUSIVISTA PER IL MERCATO ITALIANO DI:

- SFEROIDALE NAMAKWA SANDS ALTO E BASSO SILICIO
- SEMI SFEROIDALE KZN

FARMETAL SA

Viale Carlo Cattaneo, 3 - 6900 LUGANO (CH)

Tel. 0041 (0) 91 910 47 90 - Fax. 0041 (0) 91 910 47 99 - info@farmetal.com



 **SOGEMI**
ENGINEERING Srl



Tecnologia No-Bake
Impianti completi di formatura
Impianti di recupero e
rigenerazione termica delle sabbie



Via Gallarate, 209 - 20151 MILAN (Italy)
Tel. +39 02 38002400 - Fax +39 02 89077108
www.sogemieng.it - info@sogemieng.it

Il trattamento “intelligente” delle leghe di alluminio per la produzione di getti di qualità

Il ridimensionamento dei motori e l'alleggerimento delle strutture dei veicoli derivanti dalla crescente pressione ambientale ha portato ad interessanti opportunità ed ardue sfide tecniche per la fonderia, non solo per i componenti strutturali pressocolati, ma in generale per tutti i getti per elementi “di sicurezza”.

Per adempiere agli stringenti requisiti di qualità (crash test, proprietà meccaniche e di fatica, saldabilità, ecc.) occorrono getti privi di inclusioni e con un tenore controllato di idrogeno.

Due importanti fattori che esulano dal controllo della fonderia sono la temperatura atmosferica e l'umidità dell'aria ambientale; in molte località del mondo ci possono essere enormi cambiamenti tra le stagioni estive e invernali, nonché durante il giorno. Per raggiungere un vero controllo di processo è essenziale prendere in considerazione questi fattori.

Tipo di lega, temperatura, geometria del crogiolo, tipo di rotore e parametri di degasaggio hanno un notevole impatto sui risultati del trattamento, e quindi sul controllo dell'idrogeno e delle inclusioni.

Il processo qui descritto raggiunge questi obiettivi per mezzo della introduzione controllata di flussi depuranti ed affinanti, mentre l'insufflazione di gas (dapprima inerte, poi misto-idrogeno) rimuove l'idrogeno che viene successivamente dosato fino ad un limite definito.

Un sofisticato software di controllo aggiusta in tempo reale i parametri di trattamento in base alle condizioni ambientali che hanno una grande influenza sul trattamento di degasaggio e quindi sul controllo dell'idrogeno.

Getti a struttura fine e alta integrità sono il risultato finale di questa tecnologia, oltre alla ottimizzazione dei tempi di trattamento, dei consumi di gas e di materiali di consumo.

La crescente pressione ambientale e i rigorosi obiettivi di riduzione delle emissioni stabiliti dai governi hanno portato a grandi cambiamenti nel settore automobilistico, che hanno enormi implicazioni per l'industria della fonderia (Fig. 1).

Combustibili alternativi e auto ibride cambieranno il volto dell'automotive in futuro, ma i cambiamenti più immediati riguardano il ridimensionamento dei motori e l'introduzione di car-

rozzerie portanti più leggere e di materiali innovativi.

I moderni telai “space-frame” in leghe di alluminio sono “gabbie” costituite da getti (nodi rigidi), estrusi e laminati piegati (elementi di connessione, longheroni), lamiere stampate e getti pressofusi (pannelli esterni, fissi e mobili), uniti tra loro per mezzo di saldature, rivettature o adesivi. Il risultato è una struttura rigida, robusta e leggera, con ottimo comportamento all'urto.

L'ampio uso di alluminio per il corpo ed il telaio ha portato ad interessanti opportunità di crescita e sfide tecniche difficili per l'industria della fonderia. Sono state sviluppate nuove leghe che offrono elevate caratteristiche meccaniche per soddisfare i requisiti di sicurezza critici (crash test); la tecnologia della pressocolata consente al progettista di creare getti a pareti molto sottili per ridurre ulteriormente il peso (Tab.1).

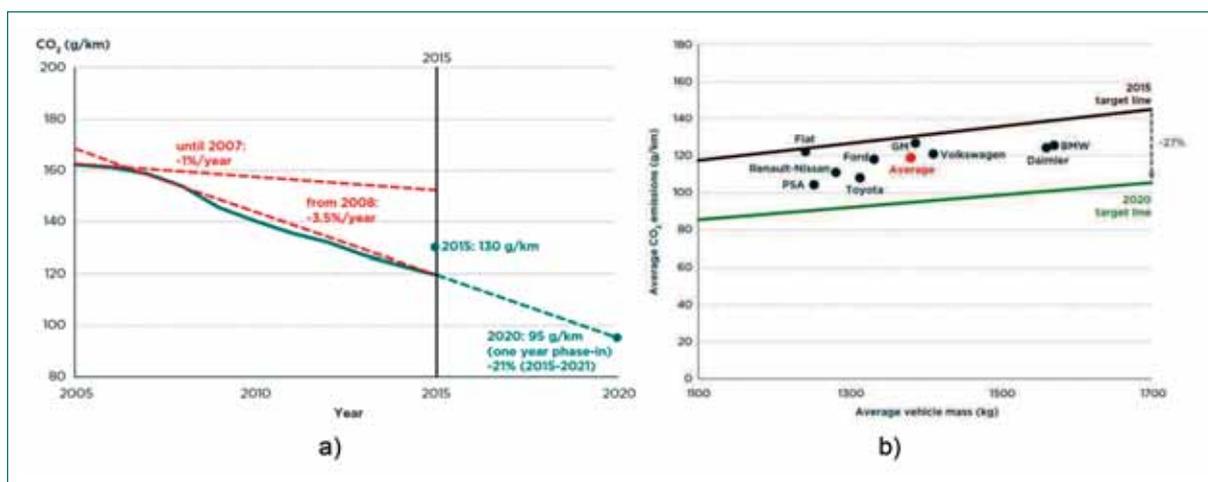


Fig. 1 - a) Obiettivi di riduzione delle emissioni di CO2 in Europa per i prossimi anni (fonte: ICCT). b) Prestazioni dei principali produttori europei di auto (fonte: ICCT).

Si tratta di fusioni come nodi, torce ammortizzatori (shock towers), montanti (pillars) A, B, C, ed altri ancora.

I difetti strutturali (disomogeneità, inclusioni, porosità) hanno un effetto molto più devastante quando affliggono componenti strutturali, accuratamente dimensionati, in leghe ad elevate caratteristiche meccaniche; è essenziale pertanto ottenere getti liberi da ossidi ed inclusioni e con un livello controllato di idrogeno disciolto. Il processo di trattamento della lega liquida svolge un ruolo fondamentale in questo ambito.

Altrettanto importante è avere una struttura metallurgica fine ed omogenea. La fonderia deve inoltre garantire ripetibilità e tracciabilità dei processi.

Rimozione degli ossidi

L'uso di flussi depuranti come metodo di rimozione di ossidi è conosciuto da tempo. I flussi sono stati tradizionalmente aggiunti a mano e mescolati nella massa fusa, ma con questo trattamento vi è un limite di efficacia anche con il più coscienzioso degli operatori. Sono quindi stati sviluppati metodi completamente automatici ed efficienti. Ad esempio, il processo MTS 1500 si basa sulla collaudata tecnologia di degassaggio rotativo FDU unita alla introduzione di una gamma completa di prodotti per il trattamento di metallo, dosati all'interno di un vortice appositamente creato nella lega liquida (Fig. 2).

Il Sistema MTS (Metal Treatment Station) comprende, oltre al degassaggio rotante:



Fig. 2 - MTS Metal Treatment Station (si nota la tramoggia, il Sistema di dosaggio ed il deflettore mobile).

- una o due tramogge con co-clea di dosaggio;
- un variatore di velocità di rotazione, controllato con PLC;
- un deflettore (pinna) che può essere estratto o immerso dal bagno.

	Colata in sabbia	Conchiglia a gravità	Conchiglia a bassa pressione	Pressocolata sotto vuoto
Carico di snervamento 0.2%	210	220	240	150
Carico di rottura N/mm ²	250	270	280	230
Allungamento	6%	8%	12%	10%
Spessore di parete	Min 5.5 mm	3-4 mm	Min 5.5 mm	2 mm

Tab. 1 - Caratteristiche meccaniche tipiche richieste dall'industria dell'auto.

Il trattamento inizia, come per il degasaggio rotante, con il rotore e la pinna immersi nella lega. Dopo pochi secondi la pinna viene estratta e la velocità di rotazione aumentata fino a creare un vortice per l'effetto del rotore brevettato XSR. A questo punto un flusso specifico viene dosato all'interno del vortice e miscelato a tutta la massa fusa (Fig. 3). Successivamente la pinna viene immersa e la velocità di rotazione viene ridotta: inizia la fase di degasaggio e di flottazione del flusso.

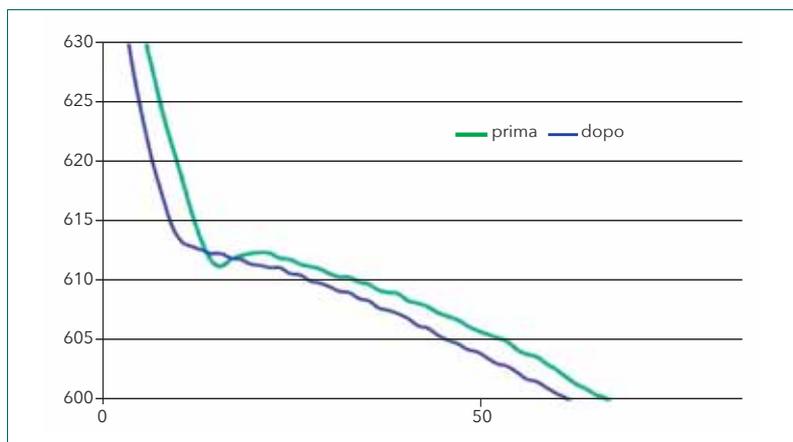


■ Fig. 3 - Formazione del vortice e dosaggio del flusso.

L'effetto del flusso che risale attraverso la massa fusa è di reagire con gli ossidi, ridurre la tensione superficiale intorno alle inclusioni portandole a galleggiare in superficie.

Questo trattamento ha dimostrato di essere molto efficace nella rimozione di ossidi e idrogeno disciolto, raggiungendo livelli di pulizia raramente visti in precedenza. L'aggiunta automatizzata garantisce un trattamento ripetitivo ed affidabile e riducendo il coinvolgimento dell'operatore incoraggia una pratica di lavoro sicuro.

La quantità di flusso richiesto dal trattamento MTS è anche notevolmente ridotta. Sono stati messi a punto flussi specifici per questa applicazione, tali da ottenere scoria secca polverosa, con bassissimo contenuto di alluminio.

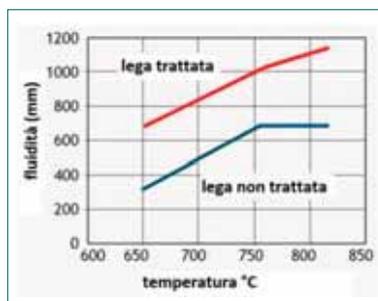


■ Fig. 4 - Confronto tra la curva del liquidus prima e dopo l'aggiunta di 270g di flusso affinato e depurante COVERAL. MTS 1582 in una siviera da 800 kg di Al-Si7Mg0,3 con trattamento MTS.

Struttura metallurgica

La pratica dell'affinazione è utilizzata per produrre getti a struttura metallurgica fine. I flussi affinanti generano nuclei di boruro di titanio "nuovi", che hanno un grande effetto affinante nel corso della solidificazione. L'aggiunta può essere fatta con il sistema MTS 1500; il flusso combina sia le funzioni di affinazione che di depurazione.

L'analisi termica permette di evidenziare l'effetto del trattamento (Fig. 4).



■ Fig. 5 - Confronto tra la fluidità (metodo della spirale) di leghe trattate e non trattate con sistema MTS.

Fluidità

Un ulteriore benefico effetto derivante dalla pulizia ed affinazione del bagno consiste nell'aumento della fluidità (Fig. 5), che facilita l'ottenimento di getti complessi a spessori sottili.

Controllo del tenore di idrogeno

La tendenza generale dell'industria automobilistica di richiedere forme complesse a spessori sottili, allo scopo di ridurre il peso, comporta l'accorciamento della distanza di alimentazione¹ nei getti, e le aree o masse isolate risultano più difficili da alimentare.

Una pratica abbastanza diffusa consiste nel mantenere un certo tenore di idrogeno nella lega fusa, il cui effetto è di contrastare, entro certi limiti, la formazione dei ritiri di solidificazione.

A questo scopo è imperativo controllare il livello di idrogeno: se troppo ridotto, porterà alla

¹ La distanza di alimentazione, misurata dal bordo di un montante al punto più lontano nella sezione colata, indica la lunghezza di una sezione di colata che può essere alimentata da detto montante senza sviluppare difetti da ritiro visibili nel controllo radiografico.

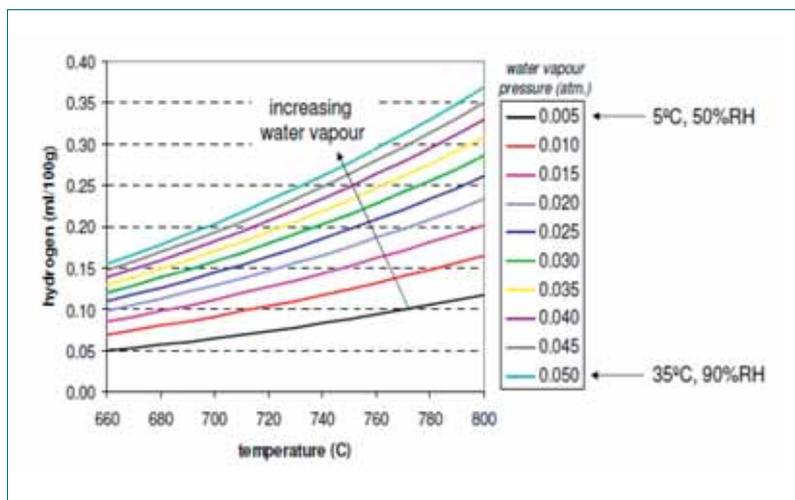


Fig.6 - Influenza dell'umidità atmosferica sulla solubilità dell'idrogeno: al 90% di umidità the capacità di assorbimento dell'idrogeno è circa il triplo.

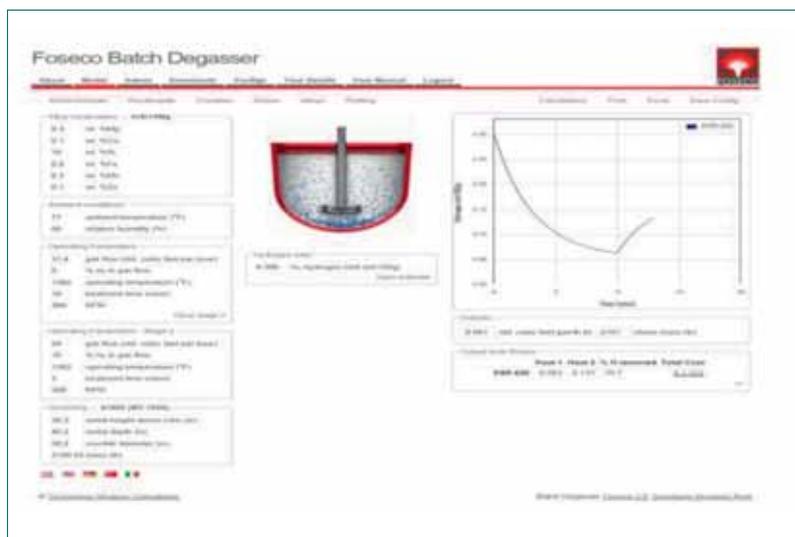


Fig.7 - Foseco Degassing Model.

formazione di cavità da ritiro; se eccessivo, produrrà porosità nei getti, evidenti sulle superfici lavorate, e perdite di tenuta nelle guarnizioni. D'altra parte, un degasaggio accurato deve comunque essere eseguito per rimuovere le inclusioni non metalliche.

Le moderne apparecchiature di degasaggio sono in grado di dosare sia gas inerte che una miscela di gas inerte e idrogeno. Il trattamento viene eseguito in due fasi:

1. Degasaggio standard, che serve a portare ad un livello più basso possibile l'idrogeno nella lega e ripulirla dalle inclusioni.
2. Rigasaggio, che riporta l'idrogeno al valore desiderato in funzione degli obiettivi descritti sopra.

Due importanti fattori che esulano dal controllo della fonderia sono la temperatura atmosferica e l'umidità dell'aria ambientale; in molte località del mondo ci possono essere enormi cambia-

menti tra le stagioni estive e invernali, nonché durante il giorno (Fig. 6).

Per avere un reale controllo di processo, l'enorme impatto delle variazioni di umidità e temperatura ambiente sul grado di rimozione dell'idrogeno ed eventuale successiva aggiunta deve essere controllato e considerato nel definire i parametri di trattamento. Altri fattori importanti sono la forma e le dimensioni del rotore, la composizione e la temperatura della lega e la geometria del forno o della siviera.

Occorre conoscere:

- composizione chimica della lega;
- forma e dimensione del forno o siviera;
- temperatura della lega;
- umidità atmosferica e temperature ambiente;
- tipo, forma e dimensione del rotore;
- livello di idrogeno richiesto per il getto in produzione.

Per mezzo del software Foseco Degassing Model, incorporato nel software di controllo dell'apparecchiatura di degasaggio, è possibile definire i parametri del trattamento ad uno o due fasi (Fig. 7): velocità di rotazione e portata di gas inerte richiesti per raggiungere il livello qualitativo richiesto nel particolare momento in una determinata fonderia (Fig. 8).



Fig.8 - Schermata operatore dell'unità di degasaggio SMART.

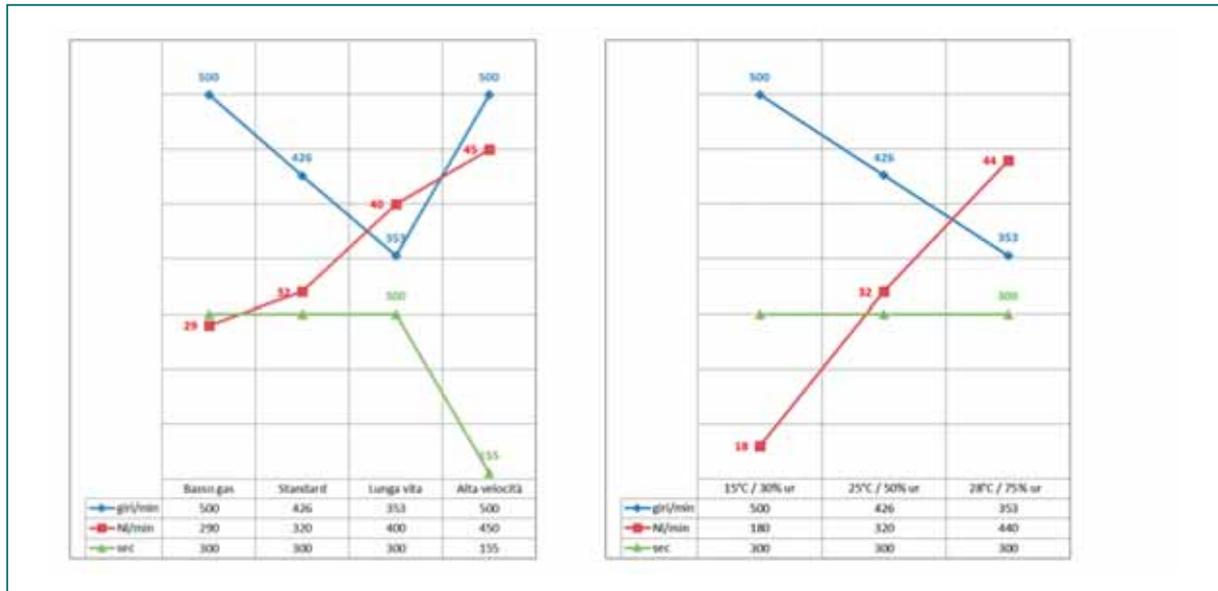


Fig.9 - Confronto parametri con diversi schemi e con diverse condizioni ambientali.

Si può operare attraverso quattro schemi preimpostati, in base al livello finale di contenuto di idrogeno (Fig. 9):

- bassa portata;
- lunga vita del rotore;
- alta velocità;
- standard (media tra lunga vita e basso gas).

I parametri utilizzati sono registrati per ogni singolo trattamento e possono essere impostati per getto, data, operatore, ecc.

Il menu di impostazione e di ottimizzazione sono accessibili solo all'amministratore; gli operatori

accedono solo ad una schermata semplificata:

- scelta del programma;
- inserimento della temperatura (opzionale);
- avvio del trattamento.

Una unità di degassaggio che decide autonomamente, regola i parametri di trattamento e registra tutti i dettagli si può legittimamente chiamare «degassaggio intelligente», che comporta i seguenti vantaggi:

- trattamento ottimizzato, al miglior compromesso costo/risultato;
- processo completamente au-

tomatizzato; unico comando di START;

- pulizia, affinazione del grano e controllo dell'idrogeno in un unico trattamento;
- standard di qualità richiesti ottenibile costantemente;
- si adatta al cambiamento delle condizioni atmosferiche;
- tracciabilità completa dei parametri di trattamento per ogni ciclo.

Giorgio Muneratti - Foseco Italia; Roger S Kendrick - Foseco International, Ronny Simon - Foseco Europe. ■

BIBLIOGRAFIA

[1] R. SIMON, R. KENDRICK, SMARTT Degassing - Controlling the process of Hydrogen Removal from Aluminium Alloys, WFO Bilbao 2014.

[2] R. KENDRICK, G.MUNERATTI, S.CONSOLE,

F.VOLTAZZA, S.BARISON, The Use of Melt Treatment to Control the Quality of High Pressure Die Castings, Foundry Practice 257 April 2012.

GERLI METALLI



PRODOTTI E SERVIZI

per acciaierie, fonderie di acciaio e di ghisa,
di alluminio e di altri metalli non ferrosi.



PRODOTTI

metalli
leghe - madrileghe
ferroleghe
ghise in pani
ricarburanti

SERVIZI

rete informatica
assistenza tecnica
coperture su metalli e valute
servizi finanziari e commerciali
logistica - stoccaggio



SERVIZI PER ACCIAIERIE E FONDERIE
ASPIRAZIONE POLVERI
GESTIONE E SMALTIMENTO
RIFIUTI INDUSTRIALI

BONIFICHE AMBIENTALI
PULIZIA IMPIANTI CHIMICI E DI DEPURAZIONE
SERVIZI PER LE PUBBLICHE
AMMINISTRAZIONI

F.lli Zappettini
SERVIZI AMBIENTALI



Via Cistercensi n°3
 24021 Albino (Bergamo)
 Tel. 035 770933 - info@ecozappettini.it



BS OHSAS 18001:2007
 Certificate n° QA/065/15



www.ecozappettini.it

UBI World

Con le imprese che guardano lontano.



Per il business delle aziende italiane all'estero c'è UBI World.

Con UBI World accompagniamo la vostra impresa in ogni fase del suo processo di internazionalizzazione: consulenza specialistica, servizi dedicati e un'assistenza costante.

Inoltre, grazie a una rete qualificata di uffici di rappresentanza, filiali e banche corrispondenti, vi offriamo un punto di riferimento in tutti i Paesi dove ci sono opportunità di business. Per essere sempre accanto a chi sa guardare lontano.

800.500.200 - www.ubibanca.com

UBI  **Banco di Brescia**

Sessioni Tecniche

Abstract

Di seguito pubblichiamo una raccolta degli Abstract disponibili, suddivisi per sessione, delle Memorie presentate durante le due giornate Congressuali di Brescia.

La “Smart” foundry ed il suo approccio innovativo al controllo di processo

T. Todescan | N. Segreto, ProService Technology - Borgoricco (PD)

SESSIONE: PLENARIA

Per restare competitiva, una fonderia moderna non può dipendere unicamente dai tradizionali sistemi di controllo di processo. Per minimizzare la varianza e massimizzare la produttività, è richiesto un approccio più ampio che preveda l'integrazione delle informazioni generate dalle diverse sorgenti (macchine ed impianti, software, persone) e la loro interpretazione con l'obiettivo finale di renderle fruibili per tutti gli utenti interessati. Un contenitore di conoscenza.

Smart foundry, Industry 4.0 sono concetti di gran moda negli ultimi 2 anni. Per ProService la “smart” foundry ha un approccio al controllo di processo strutturato ed efficiente finalizzato a:

- Ridurre la varianza soprattutto nelle fasi di preparazione del metallo base e di colata. Il controllo di processo è un fattore chiave per la competitività delle fonderie. La mancanza di un efficace e continuativo controllo genera un aumento della varianza. La varianza genera costi pertanto una sua

riduzione crea le basi per generare un solido vantaggio competitivo.

- Garantire la tracciabilità e la totale fruibilità dei dati. E' importante monitorare ogni singola fase del processo, mettendo in comunicazione i diversi reparti della fonderia, per risalire alle possibili cause di difetti nei getti, in modo da prevenirle nel prossimo lotto di produzione.
- Reagire dinamicamente ed attivamente alle inevitabili variazioni in modo da garantire la stabilità delle proprietà fisico-chimiche della ghisa finale colata. I recenti sviluppi di innovativi sistemi di controllo integrati vanno proprio in questa direzione. Attraverso l'uso di strumentazioni apposite per ogni singola fase, l'operatore è guidato nelle azioni migliorative sulla ghisa, i dati sono acquisiti e completamente integrati in un unico database che raccoglie le informazioni, per un controllo globale e continuo dell'intero processo.
- Introdurre una logica procedurale casting-based fruibile

per tutti gli utenti direttamente ed indirettamente coinvolti con la produzione. Partendo dall'analisi termica ed integrando progressivamente i dati dell'intero processo di produzione, i nuovi sistemi di controllo forniscono all'operatore indicazioni chiare e semplici per correggere rapidamente il processo in caso di scostamento rispetto ai valori obiettivo impostati per il getto specifico.

Per raggiungere questi obiettivi, sono stati sviluppati specifici algoritmi di controllo dinamico (precondizionamento, trattamento di sferoidizzazione, inoculazione sul flusso) e di ottimizzazione (carica dei forni fusori e materiali di correzione fine in forno e/o siviera) nonché sensori e sistemi per il monitoraggio continuo della temperatura di colata e dell'inoculazione sul flusso.

ITACA quindi è una famiglia di prodotti che possono operare individualmente (MeltDeck, “X”, Wire, Scale, Stabilizer, Stream,

Pyro, Vision, Optidose) ma, se collegati, costituiscono una rete che scambia costantemente informazioni anche con sorgenti esterne (laboratorio, impianto terre, forni di colata, formatrice,...). I dati vengono poi associati al lotto di produzione ed immediatamente impiegati per prevedere difetti e fornire informazioni preziose al collaudo (ITACA QualityCheck) ed all'ufficio tecnico (ITACA CastingDesigner). Alla chiusura del lotto, i dati vengono elaborati e resi fruibili a tutti attraverso il sistema di analisi e reportistica ITACA Analysis.



Lo scopo della presentazione è quello di mostrare i risultati ottenuti negli ultimi 2 anni presso i

clienti ProService Technology distribuiti nel mondo.

Caratteristiche meccaniche e metallurgiche di inconel 625 prodotto per colata centrifuga

B. Rivolta | R.Gerosa | F. Tavasci | A. Caironi | G. Caironi, *Politecnico di Milano, Dipartimento di Meccanica*
L. Ori Belometti, *Seval S.r.l, Villongo (BG)*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI FERROSI

L'INCONEL 625 è una lega di Nichel diffusamente impiegata nel settore oil&gas in ragione di un buon compromesso tra proprietà meccaniche e resistenza a corrosione. Uno dei campi in cui è apprezzata è quello delle guarnizioni metalliche per la tenuta di collegamenti flangiati.

Le guarnizioni in INCONEL 625, per le quali il mercato spesso impone un limite massimo di durezza di 180 HB, sono generalmente prodotte tramite processo di forgiatura. Questo processo conferisce al materiale durezza molto vicine o addirittura superiori al limite massimo imposto dalle specifiche, rendendo spesso necessario un opportuno trattamento termico per ottenere valori accettabili.

Tra le normative di riferimento per il settore dell'oil&gas, la API-6A riveste un ruolo di primo piano.

In questa specifica, la colata centrifuga è l'unico processo fusorio accettato in alternativa alla forgiatura. Questo è giustificato dall'elevata qualità dei prodotti ottenuti con questa tecnologia rispetto ad una più tradizionale. L'esperienza aziendale suggerisce che le guarnizioni così realizzate rispettano più facilmente il limite massimo di durezza riportato nelle specifiche.

Il presente studio ha lo scopo di caratterizzare un prodotto ottenuto tramite processo di colata centrifuga per mezzo di prove meccaniche di trazione, compressione e durezza; verrà inoltre effettuata un'ampia ca-

ratterizzazione microstrutturale. A completamento del lavoro, per considerare l'ambiente di esercizio delle guarnizioni, sono state eseguite prove di corrosione secondo le normative ASTM G28 e ASTM G48. Durante le lavorazioni meccaniche, infine, la presenza di tensioni residue può influenzare la planarità del prodotto. L'eventuale svergolamento, anche se accettabile entro certi limiti, può influenzare il processo di serraggio e in particolare può essere responsabile di una non uniforme distribuzione degli sforzi nella guarnizione. Mediante la tecnica dell'hole-drilling sono state perciò misurate le tensioni residue presenti nell'anello fuso prima delle lavorazioni meccaniche per ottenere la geometria finale della guarnizione.

Caratterizzazione di getti in ghisa sferoidale di grandi spessori

E. Foglio M. Gelfi | D. Lusuardi | A. Pola, *Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale, Università degli Studi di Brescia* - D. Lusuardi, *Fonderie Ariotti S.p.A.*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI FERROSI

Getti di grandi spessori sono caratterizzati da velocità di raffreddamento molto basse. Nel caso particolare delle ghise sferoidali, il forte rallentamento nella solidificazione al centro di tali getti comporta una sensibile variazione della microstruttura rispetto alle zone più superficiali, con conseguente calo delle proprietà meccaniche. In aggiunta, è possibile avere formazione di strutture anomale, con degenerazione della forma sferica dei noduli di grafite in spiky, vermicolare, esplosa o chunky. Qualora il componente sia sollecitato a fatica, lo studio della microstruttura della matrice, della presenza di difetti superficiali come ossidi, inclusioni e porosità, del numero e della morfologia dei noduli di grafite diventa fondamentale per garantire le adeguate performance del getto in esercizio. Tuttavia, la mancanza di dati tecnici per questi grandi elementi strutturali obbliga spesso i progettisti ad un sovradimensionamento del pezzo per evitare qualsiasi rischio.

Obiettivo del presente lavoro è quello di caratterizzare diversi tipi di ghise sferoidali al fine di individuare i parametri metallurgici e di processo che più influiscono sul miglioramento delle loro proprietà. I materiali analizzati sono stati una ghisa sferoidale a matrice ferritica standard, confrontata con una ghisa ferritica ad alto contenuto di silicio e ad una perlitica.

È stata sviluppata una linea innovativa per riprodurre su piccola scala le strutture tipiche di getti di grandi spessori, per quanto concerne la precipitazione della grafite, i fenomeni segregativi e le difettosità strutturali. Una termocoppia inserita al centro dei getti ha permesso di registrarne le curve di raffreddamento. Dai campioni prodotti su questa linea sono stati ricavati provini per prove di trazione, durezza Brinell e fatica a flessione rotante secondo metodo stair-case. Sono state poi condotte analisi metallografiche al microscopio

ottico e osservazioni tramite microscopio elettronico a scansione delle superfici di frattura più significative per definire i diversi meccanismi di cedimento e individuare i vari difetti presenti. La ghisa a matrice ferritica ad alto contenuto di silicio è risultata più idonea alla produzione di getti di grande spessore soggetti a fatica, grazie alla sua maggiore duttilità e uniformità di caratteristiche.

In accordo con i risultati ottenuti, sono stati valutati alcuni accorgimenti nel processo produttivo per ottimizzare le caratteristiche del materiale. Per tempi di solidificazione così lunghi, i trattamenti di precondizionamento e inoculazione della ghisa liquida non sembrano avere un effetto determinante. Molto più influenti risultano essere una corretta progettazione dei sistemi di alimentazione e l'utilizzo di raffreddatori per controllare la solidificazione e ridurre al minimo la presenza di zone calde a rischio difetti.

Ottimizzazione delle prestazioni di ghise bianche alto-resistenziali operanti in condizioni critiche

L. Girelli | A. Pola | M. Gelfi | G.M. La Vecchia, *Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale - Brescia* - M.N. Masotti, *Dragflow S.r.l. - Roverbella (MN)*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI FERROSI

Le ghise bianche sono leghe ferrose ad alte prestazioni utilizzate per realizzare getti che operano spesso in condizioni critiche e in ambienti molto aggressivi. Il

loro impiego diventa esclusivo quando le condizioni di lavoro prevedono la combinazione di sostanze chimiche corrosive, di particelle abrasive ad elevata

durezza o di fluidi ad alta densità. Un esempio applicativo è rappresentato dalle pompe draganti e minerarie utilizzate per la movimentazione di fanghi e

sedimenti ad alta densità di solido abrasivo, per la bonifica di corsi d'acqua e fondali marini e per l'estrazione di sabbia, ghiaia e minerali.

Le performance di questi getti sono marcatamente influenzate dalla microstruttura ottenuta a seguito della solidificazione e dell'eventuale trattamento termico del pezzo. Agire sullo stampo per guidare la fase di so-

lidificazione, in particolare per i componenti di grandi dimensioni, non risulta sempre sufficiente dal momento che la colata viene realizzata in sabbia. Comprendere l'influenza del trattamento termico sulla microstruttura risulta, pertanto, fondamentale per poter aumentare le prestazioni delle suddette tipologie di getti. Il lavoro svolto ha l'obiettivo di caratterizzare alcune ghise ad alto cromo, indagando compo-

sizioni chimiche poco usali e proponendo trattamenti termici innovativi, nell'ottica di aumentare la vita utile dei componenti in esercizio.

In particolare, viene studiato l'effetto di differenti tenori di cromo in lega e l'influenza, per quanto concerne i trattamenti successivi alla solidificazione, di molteplici combinazioni temperatura - tempo di mantenimento in forno.

Influenza dello spessore del getto sulla microstruttura e sulle proprietà meccaniche di una ghisa sferoidale ed a grafite compatta

L. Ceschini | Alessandro Morri | Andrea Morri, *Università di Bologna, Dip. di Ingegneria Industriale DIN - Bologna - R. Squattrito, Università di Bologna, Centro Interdipertimentale Ricerca Industriale - Meccanica Avanzata e Materiali (CIRI-MAM), Bologna*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI FERROSI

Parole chiave: ghisa sferoidale, ghisa a grafite compatta, microstruttura, proprietà meccaniche

Il presente lavoro presenta un'analisi comparativa tra una ghisa sferoidale ed una ghisa a grafite compatta, entrambe prodotte tramite colata in sabbia con un'attrezzatura atta a realizzare getti di spessore variabile tra 10mm e 210mm.

Lo studio correla i risultati delle analisi svolte, sia in termini di caratterizzazione microstrutturale, che in termini di caratterizza-

zione meccanica, comprendente prove di durezza e trazione eseguite su circa 100 campioni estratti da getti nominalmente uguali ma prodotti in diverse colate. Su ogni campione sono state valutate le frazioni delle fasi (ferrite-perlite-grafite), nonché le caratteristiche della grafite in termini di dimensione e numero di noduli/vermi, e la nodularità/vermicolarità.

I risultati dello studio hanno messo in evidenza anzitutto come le due tipologie di ghisa (a matrice ferritico-perlitica)

presentino proprietà meccaniche significativamente differenti, superiori nella sferoidale, a parità di spessore del getto. Lo spessore gioca un ruolo primario sulla microstruttura e quindi sulle proprietà meccaniche della ghisa sferoidale, mentre risulta meno determinante nel caso della ghisa a grafite compatta.

Sulla base dei risultati delle prove sperimentali si sono anche definite delle relazioni empiriche tra i parametri microstrutturali analizzati e le proprietà meccaniche delle leghe analizzate.

Molatura adattativa robotizzata

G. D'Urzo | M. Patalocchi, *Qdesign Srl - Bientina (PI)*

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI FERROSI

Il sistema di molatura adattativa robotizzata è stato sviluppato focalizzandosi su due problematiche centrali: la produzione di fu-

sioni in serie limitata e le grandi deformazioni geometriche dei pezzi rispetto al modello 3D.

La programmazione della mola-

tura di ciascun pezzo avviene attraverso l'uso di un sistema CAD/CAM dedicato e un **simulatore virtuale**, riducendo significativa-

mente i tempi di programmazione e la gestione della creazione di programmi con geometrie complesse.

Il tradizionale sistema di programmazione CAD/CAM/SIMULAZIONE VIRTUALE, che si basa sull'uso di un modello 3D teorico, non sarebbe applicabile al processo reale di molatura viste le significative deformazioni. Per questa ragione, un semplice ma potente **algoritmo adattativo** è stato sviluppato e brevettato, consentendo al sistema di "deformare" il programma di molatura, generato sulla base del modello 3D, adattandolo alla geometria reale della fusione.

Questo è possibile poiché pri-

ma di avviare il programma di molatura, il robot misura le aree oggetto di lavorazione, salva le differenze misurate ed invia questi dati all'algoritmo adattativo affinché esegua il suo lavoro di "adattamento".

Il sistema utilizza un sensore laser e un tastatore (da utilizzarsi laddove il sensore laser non può essere utilizzato) e il programma di misura viene programmato nello stesso ambiente software utilizzato per il programma di molatura, rendendo il processo semplice ed intuitivo.

Per quelle aree, ad esempio molto comuni nei basamenti per macchine utensili, dove non è possibile misurare, per via di limitazioni di spazio o per ab-

bassare il tempo ciclo, e le bave sono piccole, il sistema può essere equipaggiato con un secondo mandrino pivotante più piccolo che può essere utilizzato in due differenti posizioni ed è montato in modo compliant su un **attuatore di forza costante**, così da poter molare quelle aree in modo efficace. Il sistema è ovviamente in grado di cambiare automaticamente il mandrino principale con quello pivotante.

Il risultato di questa tecnologia ha evidenziato un risparmio di tempo rispetto alla molatura manuale vicino al 50-70%, con risultati qualitativi eguali o superiori alla molatura manuale (dati reali provenienti da nostri impianti funzionanti).

Plasmapour, il massimo delle prestazioni per i sistemi di colata

J. R. Alonso, *ILT Plasma Technologies SL* - Basauri, Spain | F. Cavadini, *Insertec Italia srl* - Torino | S. Cucchetti, *Scm fonderie s.r.l. Rimini*

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI FERROSI

Technical Background

La tecnologia PLASMAPOUR è in grado di gestire l'energia generata da un arco plasmatico al fine di massimizzare il profitto da processi industriali.

L'arco plasmatico viene prodotto come risultato della ionizzazione di un gas plasmagen, tra un elettrodo di grafite e bagno metallico, che è collegato elettricamente ad un altro elettrodo.

Il gas viene portato ad una temperatura molto elevata grazie alla circolazione di una corrente di forte intensità che ionizza il gas nella zona tra la punta del catodo e metallo fuso e l'energia viene trasferita al materiale fuso.

Le esperienze in fonderia certificano dei vantaggi

Siviere fredde, si ottiene una maggiore precisione della temperatu-

ra di colata (+/- 5 °C), nonché l'applicazione dell'energia necessaria solo quando il materiale viene colato.

Forni di colata rimozione dell'induttore, migliore rendimento energetico, miglioramenti operativi.

In entrambi i casi, la torcia al plasma apporta miglioramenti significativi al processo esistente.

- La formazione di scorie si riduce di circa il 70%.
- Meno scarti riprese di getto.
- Maggiore durata della busetta e del tampone
- Minor aggiunta di carbonio richiesta.
- Miglioramento delle prestazioni del magnesio.
- Aumentare la disponibilità della linea e flessibilità.
- Sicurezza.

Plasmapour può aprire nuovi orizzonti nella progettazione delle motte

La pre-inoculazione (C +) contribuisce a mantenere la qualità metallurgica della ghisa liquida, permette la nucleazione e la crescita di grafite. Questo fatto è stato verificato perché il TELOW aumenta. Questo, combinato con il fatto che siamo in grado di fornire condizioni di lavoro con la temperatura più bassa, apre nuove opportunità al fine di massimizzare le prestazioni dello stampo.

Secondo i nostri studi ed i test effettuati, la dimensione dei canali, materozze e filtri potrebbe essere ridotta in modo significativo, grazie al minor effetto del ritiro all'interno dello stampo. Significa importanti risparmi sui costi (energia, materie prime, tempo di processo...)

Il cobot 7A15 rivoluziona la molatura manuale, eliminando sforzi e rischi

O. Baudet, RB3D | C. Cavarretta, Teknos - Torino

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI FERROSI

Il cobot 7A15, sviluppato dalla società francese RB3D, è un robot collaborativo (cobot) di nuova generazione. In fonderia viene utilizzato per facilitare il lavoro di molatura manuale per la sbavatura e la finitura dei grandi getti in acciaio, ghisa o alluminio.

È una grandissima innovazione per la sicurezza e la riduzione dei rischi di malattia professionale.

Inoltre, a differenza di un robot classico che è fatto per funzionare senza la presenza dell'uomo, il cobot è una macchina motorizzata elettricamente ma pilotata dall'uomo, 100% del tempo. Sull'estremità, il cobot 7A15 può portare qualsiasi mo-

latrice utilizzata oggi a mano. In certi casi, è persino possibile utilizzare utensili più potenti!

Il funzionamento del cobot 7A15 è semplice: grazie alle 2 impugnature di rilevamento d'intenzione dei movimenti prodotti dall'operatore, la macchina si muove istantaneamente nella direzione voluta. L'architettura del controllo di comando, brevettata da RB3D, permette di garantire la conformità con la direttiva di sicurezza macchina 2006/42/CE.

L'uomo ed il cobot 7A15 possono dunque lavorare in tandem in tutta efficacia: l'operatore apporta l'intelligenza, la precisione e la flessibilità, mentre la macchina mette a disposizione

forza, resistenza e ammortizzamento delle vibrazioni.

Con riferimento a quest'ultimo punto, alcune misurazioni ufficiali hanno dimostrato che il cobot 7A15 permette di molare senza fermarsi fino a 8 ore, sempre rimanendo al di sotto della soglia di esposizione raccomandata dagli organismi di salute sul lavoro: 2,5 m/s².

Il lavoro di molatura con il cobot 7A15 diventa molto meno gravoso per l'uomo ed anche più accessibile, in quanto non è più necessario essere forti e resistenti per fare questo mestiere!

Con questa macchina moderna, sicura ed ergonomica, la molatura dei getti di fonderia diventa un mestiere attraente!

Rivestimento e messa in sicurezza di una fossa per forni fusori

R. Dossena | R. Pavan, EKW Italia s.r.l. - Concorezzo (MB)

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI FERROSI

EKW ITALIA, leader nella vendita sul mercato italiano di materiali refrattari e della loro messa in opera, si è specializzata nel rivestimento forni fusori, ponendo particolare attenzione alla messa in sicurezza delle fosse.

A tale scopo EKW ha studiato un sistema di rivestimento innovativo e già operante in alcune importanti fonderie Italiane ed estere.

Una fossa necessita sicuramente

te di un rivestimento in materiale refrattario, ma in fase progettazione è necessario prevedere un sistema che favorisca la divisione di metallo e/o acqua di raffreddamento in caso di perdita da un forno, riducendo drasticamente l'insorgere di eventuali incidenti che potrebbero recare ingenti danni alle strutture della fonderia e al personale operante.

Tale sistema si avvale dell'impiego di piastre forate in calce-

struzzo pre-essiccato, progettate favorire per l'evacuazione dei liquidi di raffreddamento, i quali potrebbero innescare esplosioni a contatto con il metallo fuso. I liquidi vengono convogliati negli appositi condotti di raccolta delle acque di scarico.

Questo sistema, oltre che aumentare la sicurezza, semplifica l'operazione di estrazione del metallo, il quale si accumula nelle celle e può essere facilmente recuperato una volta solidificato.

Opportunità di dimensionamento automatico per formatura Shell-molding mediante simulazione MAGMA C+M

L. Trevisan, EnginSoft SpA - Padova

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI FERROSI

Uno dei processi di formatura delle anime in sabbia per fonderia più diffusi in Italia è lo Shell-Moulding; esso si contraddistingue per la più elevata scorrevolezza della sabbia che permette la realizzazione di forme complesse con elevata precisione dimensionale. Spesso le macchine spara-anime impiegate per questo tipo di sabbia adottano una conformazione di sparo dal basso e normalmente non vengono impiegati filtri per lo sfiato della cassa-anima ma si sfruttano i giochi estrattore, inoltre l'indurimento per cottura viene solitamente ottenuto per

riscaldamento a fiamma libera della cassa-anima.

Questo lavoro trae origine dall'iniziale studio di fattibilità di un'anima a partire dalla scansione 3D di un campione reale mediante il tradizionale approccio euristico (tryal and error) e consiste in un esempio di analisi virtuale delle prestazioni della testa di sparo e dell'efficienza del sistema di riscaldamento volto a dimostrare le opportunità di dimensionamento automatico offerte dall'ottimizzatore recentemente integrato nel codice MAGMA C+M.

L'approccio progettuale proposto consente di esplorare il modello numerico del processo considerato in modo chiaro e semplice, permettendo al progettista di individuare i parametri di processo più influenti sugli obiettivi desiderati e soprattutto consentendo di far evolvere le configurazioni di processo verso la migliore soluzione in modo del tutto automatico. Viene inoltre mostrata la potenzialità dei metodi statistici di analisi dei risultati delle ottimizzazioni che permettono di ottenere utili indicazioni progettuali anche a posteriori del calcolo.

Analisi delle prestazioni di una lega di alluminio per la produzione di getti commerciali pressocolati

E. Battaglia | F. Bonollo | P. Ferro | A. Cenghialta | G. Mazzacavallo, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Tecnica e Gestione dei sistemi industriali - Vicenza

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

In pressocolata i difetti, in particolare ossidi e porosità, possono danneggiare seriamente le prestazioni e la vita utile di prodotti soggetti a carichi statici e dinamici.

Nel seguente lavoro è presentato lo studio dell'influenza delle discontinuità geometriche, della loro posizione e orientazione sulle proprietà meccaniche di un getto in lega di alluminio AlSi12(b) (EN-AC 44100). Attraverso lo sviluppo di un modello agli elementi finiti è stato simulato il comportamento del componente in esercizio ricavando la distribuzione delle tensioni quando questo è soggetto a carichi statici. I risultati

hanno evidenziato la comparsa di una concentrazione di tensioni in corrispondenza di una discontinuità della geometria che porta al cedimento prematuro del pezzo. L'ispezione radiografica è stata utilizzata per verificare la distribuzione delle porosità, con particolare attenzione alla zona critica, e contemporaneamente classificare qualitativamente i getti in tre categorie. L'analisi dei dati forniti dai test statici ha evidenziato una mancanza di correlazione tra comportamento meccanico e classificazione qualitativa; è stata quindi condotta un'analisi frattografica al fine di determinare la percentuale di superficie di frattura

occupata da porosità e ossidi.

I risultati di quest'ultima hanno permesso di elaborare un criterio di danneggiamento in grado di tener conto simultaneamente dell'entità, dell'orientazione e della distanza dal punto critico dei difetti presenti sulla superficie di frattura. Il calcolo dell'Indice di Penalità, alla base di tale criterio, consente di ottenere un'ottima correlazione tra comportamento meccanico del getto e difetti presenti, diversamente dalla sola analisi radiografica attraverso la quale non si è ancora in grado di evidenziare la presenza di ossidi nel materiale.

Una lega di zinco senza piombo come alternativa all'ottone tradizionale

A. Pola | M. Gelfi | G.M. La Vecchia, *Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale* - D. Rollez, *Grillo-Werke AG Università di Brescia - Brescia*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

Nell'ottica della riduzione dell'utilizzo di elementi chimici nocivi, le aziende in diversi settori si stanno impegnando per sostituire gli ottoni contenenti piombo con altri materiali.

Nell'ambito delle leghe metalliche, esistono già diverse soluzioni commerciali, ma esse non sembrano soddisfare pienamente gli utilizzatori, sia per i costi elevati della materia prima che per le difficoltà nella trasformazione e lavorazione. La ricerca in questo settore è quindi molto attiva e volta a individuare leghe che non

contengono elementi pericolosi per la salute, in grado di garantire prestazioni analoghe agli ottoni tradizionali.

In questo lavoro si vogliono mostrare le potenzialità e i primi utilizzi industriali di una nuova lega di zinco ottenuta in barre, lavorabile per deformazione plastica e alle macchine utensili. La lega, di composizione ZnAl15Cu1Mg, non contiene elementi nocivi e presenta un punto di fusione e una temperatura di stampaggio decisamente inferiori a quelle delle leghe di rame. Queste caratteristiche la rendono quindi una

buona alternativa agli ottoni, tradizionali o senza piombo.

Le proprietà della lega sono state inizialmente determinate con prove di trazione, durezza, corrosione e usura. Parallelamente ai test in laboratorio sono state avviate piccole campagne di produzione per verificare sul campo la risposta del materiale allo stampaggio e alla pressocolata, così come alle successive fasi di finitura e di rivestimento. Inoltre sui componenti reali sono stati eseguiti test normati per gli specifici prodotti realizzati.

Caratterizzazione di una lega AlSi3 con aggiunta di Cr e Mn per la produzione di cerchi in lega tramite processo Hybrid Aluminium Forging (HAF)

M. Tocci | A. Pola, *Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale - Brescia* - L. Raza | L. Armellini | U. Afeltra, *Maxion Wheels - Dello (Brescia)*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

Il processo denominato Hybrid Aluminium Forging (HAF) è un processo innovativo utilizzato ad oggi a livello di impianto pilota per la produzione di cerchi in lega. Questa tecnologia combina in modo efficace le due principali tecnologie produttive per cerchi in lega, la colata in bassa pressione (LPDC) e la forgiatura, cercando di sfruttarne i rispettivi vantaggi. Infatti, lo stampo viene riempito analogamente a un processo di LPDC; successivamente viene applicata una pressione sul metallo durante la fase di solidificazione, similmente ad un pro-

cesso di forgia. Quest'ultima fase mira a ridurre le porosità da ritiro e ad aumentare la velocità di solidificazione, in modo da ottenere una microstruttura particolarmente fine e migliori proprietà meccaniche, raggiungendo un buon compromesso fra prestazioni e produttività.

Per sfruttare al meglio le potenzialità dell'HAF risulta necessario definire anche la lega ottimale, viste le particolarità del processo stesso. In seguito ad alcuni studi preliminari, è stata individuata, tra i materiali più adatti, una lega Al-Si3Mg con aggiunta di Cr e Mn.

Nell'ambito della ricerca, si è quindi provveduto a una esaustiva caratterizzazione di questa lega, con particolare attenzione al potenziale effetto rafforzante di Cr e Mn. In primo luogo, sono state eseguite analisi calorimetriche per definire le temperature di solidus e liquidus in diverse condizioni. È stata quindi esaminata la microstruttura del materiale tramite microscopio ottico, elettronico a scansione e trasmissione, sia prima che dopo trattamento termico, per definire gli effetti dell'aggiunta di Cr e Mn sulla morfologia degli interme-

tallici contenenti Fe e sulla precipitazione. Sono state eseguite anche misure di micro-diffrazione dei raggi X per l'individuazione delle fasi intermetalliche.

La caratterizzazione meccanica ha previsto l'esecuzione di prove di durezza, trazione e di resilienza in diverse condizioni di trattamento termico. Inoltre, è stata studiata anche la resistenza a corrosione

della lega, in confronto con leghe convenzionali per la produzione di cerchi.

Infine, la caratterizzazione del materiale è stata completata con lo studio delle proprietà reologiche sia allo stato liquido che in condizione semisolida.

Questo risulta particolarmente interessante data l'applicazione

della lega in un processo, come quello descritto, che prevede l'applicazione di una pressione durante la solidificazione del getto.

Ringraziamenti

Il progetto HAF è stato finanziato da Fondazione Cariplo-Regione Lombardia [grant number E43J13001750007].

Effetto del tenore di Mn e Mg sulle proprietà meccaniche, microstrutturali e sull'indice di qualità della lega A356

A. Fortini | M. Merlin | E. Fabbri | G.L. Garagnani, *Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Ingegneria - Ferrara - S. Pirletti, Fonderie Mario Mazzucconi Spa - Ponte San Pietro (BG)*

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

All'interno delle leghe Al-Si il Fe è sempre presente come impurezza e può determinare, in accordo con le condizioni di solidificazione e di trattamento termico, la formazione di fasi intermetalliche del tipo β -Fe o α -Fe. La morfologia di tali composti influisce sul comportamento meccanico della lega e risulta quindi di interesse considerare i possibili metodi di neutralizzazione del Fe al fine di ottenere le caratteristiche resistenziali richieste. A tale riguardo, l'aggiunta di elementi di lega che agiscono inibendo la formazione di composti intermetallici fragilenti a base Fe risulta essere una pratica largamente utilizzata.

Obiettivo del presente lavoro è quello di valutare l'effetto derivante da variazioni dei tenori di Mn e Mg sulle proprietà meccaniche e microstrutturali della lega di alluminio da fonderia A356. L'analisi ha previsto la realizzazione di getti sperimentali, ottenuti colando per gravità all'interno di una conchiglia metallica leghe

contenenti differenti combinazioni di Mn/Fe e Mg. In particolare, per studiare l'effetto del Mn sono state considerate 5 leghe con tenori costanti di Fe e Mg e con valori crescenti del rapporto Mn/Fe, da 0.37 wt. % a 1.11 wt. %. Parallelamente, sono state esaminate ulteriori 4 leghe con tenori di Mg rispettivamente pari a 0.39 wt. %, 0.34 wt. %, 0.30 wt. % e 0.25 wt. %. I getti così ottenuti sono stati sottoposti a trattamento termico T6 che ha previsto solubilizzazione a 535 °C per 4.5 ore, tempra in acqua a 60 °C e invecchiamento artificiale a 155 °C per 4.5 ore.

Mediante lavorazione meccanica dai getti sono stati ricavati provini di trazione e, dopo aver eseguito la relativa prova monoassiale, le risultanti superfici di frattura sono state quindi sottoposte ad analisi microstrutturale. Le proprietà meccaniche ricavate mediante la prova di trazione sono state analizzate attraverso indici di qualità della lega che permettono di riassumere in unico parametro le caratteristiche

di duttilità e resistenza del materiale.

I risultati sperimentali hanno messo in evidenza come l'incremento del rapporto Mn/Fe non determini un miglioramento delle proprietà di trazione, sebbene l'aggiunta di Mn abbia determinato una riduzione del numero di intermetallici del tipo β -Al₅FeSi. Al contrario, la riduzione del tenore di Mg, rispetto a quello presente nella lega di riferimento (Mg = 0.39 wt. %, Mn/Fe = 0), ha determinato un aumento dei valori di allungamento percentuale a rottura unitamente ad una diminuzione di carico di rottura, carico di snervamento e durezza della lega. Questo aspetto è stato analizzato alla luce degli indici di qualità e dall'analisi microstrutturale ad essi associata, che ha permesso di evidenziare come ridotti tenori di Mg determinino la presenza di intermetallici di Fe fini e fibrosi le cui dimensioni non dipendono in maniera significativa dal tenore di Mg presente.

Produzione per colata in gravità di componenti in materiale composito Alluminio-Materiali Base Carbonio ad alta conducibilità termica

I. Todaro | R. Squarito - CIRI-MAM, Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale, Università di Bologna - Bologna

S. Essel, IIT, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

H. Zeidler, TUC, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, Germany

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

La necessità di realizzare oggetti di piccole dimensioni finalizzati alla elaborazione di grosse potenze implica l'esigenza di smaltire quantità di calore importanti. È il caso, per fare un solo esempio, dei moduli di potenza che equipaggiano le vetture elettriche che dovranno essere prodotti in numeri sempre più elevati per soddisfare le crescenti esigenze del mercato.

I materiali ad oggi a disposizione per la realizzazione di tali componenti vengono utilizzati come parte integrante del percorso di smaltimento del calore,

ma le prestazioni offerte non sono in grado di soddisfare le esigenze di veicolare il calore lungo percorsi prestabiliti.

In questo articolo si descrive la produzione e le prestazioni di alcuni semplici dimostratori, realizzati tramite processi fusori in conchiglia o sabbia, che integrano in una matrice di alluminio commerciale (EN-AC 42100), inserti in materiale a base carbonio. Tali inserti, dalle prestazioni molto elevate in termini di conducibilità termica e dalla spiccata anisotropia conduttiva, sono stati impiegati per gestire le modalità di estrazione

del calore, ad esempio permettendo di ottenere sullo stesso componente, flussi termici differenziati nelle diverse zone del manufatto.

Il processo di sviluppo delle attività di produzione di tali dimostratori ha beneficiato, fra l'altro, di una messa a punto dei codici commerciali di simulazione del processo fusorio per tenere conto del comportamento anisotropo del materiale ed elevata capacità termica degli inserti, allo scopo di prevedere eventuali difetti fusori causati dalla presenza degli inserti stessi.

Modellazione della microstruttura e delle caratteristiche meccaniche di leghe da fonderia basate sul Sistema Al-Si-Mg

M. Colombo | E. Gariboldi, Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Meccanica - Milano

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

Parole chiave: Leghe di alluminio da fonderia, modellazione microstrutturale e meccanica.

Le caratteristiche meccaniche delle leghe da fonderia adatte al trattamento termico dipendono strettamente dalla microstruttura, sia a livello micrometrico che nanometrico, le quali, a loro volta, sono influenzate dalla composizione chimica effettiva della lega,

dalle modalità di solidificazione e raffreddamento, dalle condizioni dei successivi trattamenti termici. In letteratura sono disponibili diversi metodi di previsione di questi aspetti microstrutturali, che vengono applicati solitamente per prevedere la microstruttura di un materiale nello stato as cast o in quello solubilizzato ed invecchiato. Nel presente lavoro si è considerata una classica lega

Al-Si-Mg (EN-AC 42100 - A356), riproducendo numericamente le varie fasi del ciclo produttivo. Alla parte numerica è stata affiancata quella sperimentale, con analisi in microscopia ottica, a scansione e in trasmissione di parti colate in conchiglia, solubilizzate e in varie condizioni di invecchiamento e caratterizzazione meccanica mediante prove di durezza e di trazione.

Applicazione del processo inorganico alla formatura delle anime

G. Bonfiglioli, *Modelleria Brambilla S.p.A. - Correggio - RE*

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI NON FERROSI

Negli ultimi anni l'utilizzo del processo inorganico per la formatura delle anime si sta sempre più diffondendo nelle fonderie di tutto il mondo, in particolare per la produzione di getti complessi quali teste o basamenti motore e parti strutturali. E' stato riscontrato che l'assenza di emissioni garantita da questa tecnologia porta, oltre agli ovvi benefici per l'ambiente e per chi opera, a significative riduzioni sia delle non conformità che dei tempi di manutenzione. A ciò si aggiunge un miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei getti.

Per poter ottenere questi risultati, però, è indispensabile che la cassa d'anima sia riscaldata in maniera omogenea. La tendenza è di utilizzare un sistema

ad olio piuttosto che elettrico in quanto, oltre ai minori costi di manutenzione, il primo consente di seguire più da vicino il profilo delle cavità.

In ogni caso, è ormai indispensabile effettuare una simulazione durante la fase di progettazione della cassa d'anima. Gli ultimi software rilasciati sul mercato consentono infatti di prevedere il comportamento della cassa d'anima durante tutte le fasi del processo produttivo: riscaldamento, sparo e cottura. Questo consente di ridurre in maniera drastica i tempi di avviamento dell'attrezzatura.

Sta infine assumendo sempre una maggiore importanza la capacità della cassa d'anima di interagire con la macchina che la

governa, formando un insieme i cui parametri di processo possono essere monitorati e gestiti grazie ad esempio all'applicazione di termocoppie, sensori, connessioni rapide.

Una prova a caldo effettuata direttamente presso la Modelleria rende poi il progetto "chiavi in mano", cosa ormai indispensabile visto il sempre più ristretto time to market.

Ci si spiega pertanto il perché il processo inorganico rivesta attualmente grande importanza nello sviluppo del mondo della fonderia. Non a caso alcune grandi casi automobilistiche hanno investito o stanno investendo in tal senso, nei loro stabilimenti situati in varie parti del mondo.

Ottimizzazione del processo produttivo di un componente Automotive

L.Bracchi | C. Bettinsoli, *Tecnopress S.p.A. - Monticelli Brusati - Brescia* - G. Scarpa, *EnginSoft S.p.A. - Bergamo*

SESSIONE: TECNOLOGIA E PROCESSO - METALLI NON FERROSI

Una delle tendenze che stanno caratterizzando il mercato dei componenti automobilistici riguarda la crescente applicazione della pressofusione a camera fredda come il processo di produzione della colata.

La ragione è legata alla sua economicità, a causa di un'alta

frequenza di produttiva e alla precisione dei componenti producibile. D'altra parte, le velocità particolarmente elevate, che regolano il processo influenzano le dinamiche di riempimento, caratterizzandolo con effetti di turbolenza che può portare alla generazione di difetti come

inglobamenti di aria o di parti non completamente riempite. In tale contesto, il design di prodotto/processo assume un ruolo estremamente importante, dal momento che è una fase molto delicata in cui le soluzioni più efficaci sono valutate al fine di produrre l'attrezzatura e di ot-

timizzare i parametri di processo corretto.

Sviluppo e OTTIMIZZAZIONE virtuale del un processo produttivo hanno lo scopo di identificare le variabili che influiscono principalmente sulle caratteristiche del prodotto, fornendo le indicazioni per l'ottenimento

della massima qualità del prodotto stesso.

Tecnopress s.p.a., leader nella fornitura di componenti di fusione sotto pressione a livello mondiale, ha applicato l'ottimizzazione numerica così per migliorare il controllo sulla produzione processo di un componente automobilistico, permettendo di

raggiungere il livello qualitativo previsto senza influenzare il costo di produzione.

Il lavoro descritto mostra gli step principali necessari per il raggiungimento degli obiettivi prefissati garantendo una elevata qualità del componente già dalla prima campionatura.

Sicurezza e risparmio energetico nelle operazioni di trasporto in siviere per alluminio

F. Baldussi, Veneta Lombarda Refrattari Srl - Gussago (BS) | A. Vezzuli, EKW Italia Srl

SESSIONE: METALLURGIA - METALLI NON FERROSI

Veneta Lombarda Refrattari, da sempre impegnata nello studio di soluzioni innovative, ha sviluppato un sistema di chiusura per siviere di alluminio che coniuga tutte le richieste tecniche, di sicurezza e di risparmio energetico di cui sempre più clienti fanno richiesta.

Dalla collaborazione con aziende specializzate nella progettazione meccanica nasce l'idea di un coperchio realizzato interamente in materiale refrattario FIBERSTONE, che grazie alla sua speciale composizione con oltre il 60% di aghi in acciaio inox, garantisce proprietà strutturali e isolanti.

La grande resistenza meccanica di questo materiale permette la realizzazione di coperchi in

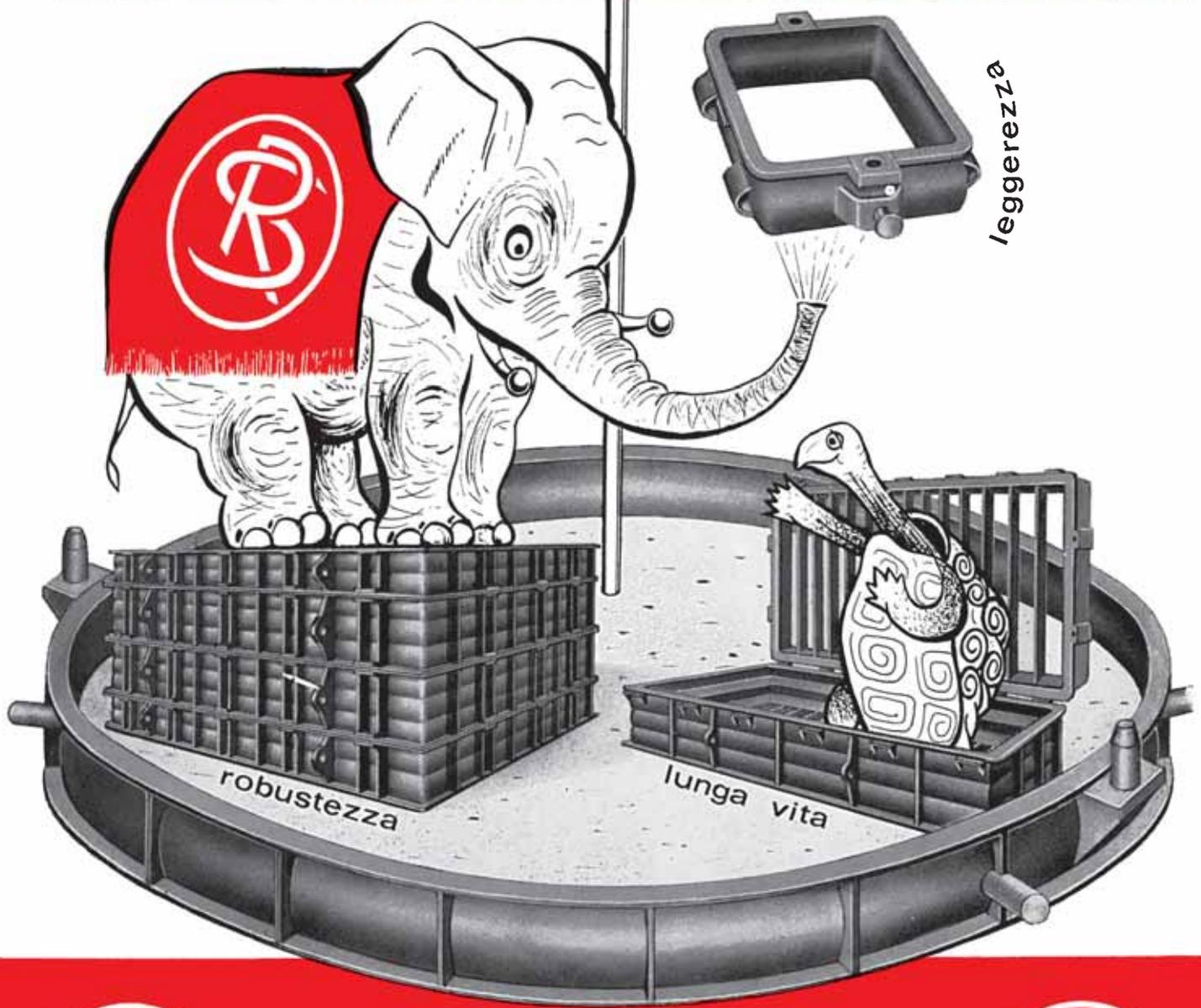
spessori ridotti che, ancorati ad un sistema di rotazione certificato, consentono una apertura e una chiusura agevole del coperchio.

Principali caratteristiche di questo sistema sono: le eccelse resistenze agli urti ed alle alte temperature, la versatilità nello studio di forme e dimensioni anche complesse, le dotazioni di importanti e certificati sistemi di sicurezza che ne garantiscono il bloccaggio durante tutte le movimentazioni e l'applicabilità su qualsiasi tipo di siviera, anche se usata e danneggiata.

L'ottimo funzionamento, anche su lunghi periodi di esercizio, è garantito dalle numerose refe-

renze che la struttura ha ottenuto presso i nostri clienti che fino a oggi ne hanno potuto verificare i benefici in termini di risparmio e sicurezza come la tutela dalla fuoriuscita di liquido nelle fasi di trasporto e degasaggio, la minore ossidazione del metallo, il mantenimento della temperatura del liquido e una ridotta necessità manutentiva rispetto ai sistemi.





REMO SPERONI



OFFICINA MECCANICA - STAFFE PER FONDERIA
20025 LEGNANO - Via Pisa 33/37
Tel. (0331) 459560 - 459720 - Fax (0331) 459705



**Alcune aziende cercano ai quattro angoli del mondo
la qualità più avanzata nella realizzazione
di staffe per fonderia**



la nostra qualità è il giusto punto di riferimento per trasformare qualsiasi progetto in una concreta realtà



REMO SPERONI S.R.L. — Via Pisa, 33/37— 20025 LEGNANO (MI)
Tel. 0331.459560 Fax 0331.459705 www.remosperoni.com E.Mail remosperoni.srl@login.it

A

Abrasystem Fascicolo VI/15
 All Metal Services..... Fascicolo II/16
 ASK Chemical Copertina III - 44

C

Carbones 45
 Cavenaghi 2-3
 Clansman Dynamics 77
 CO.VE.RI. 8
 Crossmedia..... Fascicolo II/15
 CSMT 4

E

Eca Consult..... 73
 Ecotre Fascicolo I/15
 Ekw Italia 19
 Elkem..... Copertina II - 37
 Emerson Fascicolo I/15
 Energy Team..... 38
 Enginsoft..... Fascicolo VI/14
 Ervin Armasteel 24
 Euromac..... 9
 ExOne..... Fascicolo V/16

F

Fae Fascicolo II/13
 Farmetal SA..... 80
 Faro Fascicolo V/16
 Fomet Fascicolo VI/13
 Fontanot..... Fascicolo VI/15
 Fosco 59

G

Gerli Fascicolo VI/14
 Gerli Metalli 87
 Guerra Autotrasporti Fascicolo VI/15

H

Heinrich Wagner Sinto 25

I

Icm Fascicolo VI/14
 Imf..... Fascicolo II/16
 Imic 6
 Italiana Coke Fascicolo III/16

J

Jerva Casting Group..... Fascicolo I/16

K

Künkel Wagner 1

M

Maus Fascicolo V/16
 Mazzon F.Illi Copertina I - 21
 Metal Trading..... Fascicolo IV/13
 Montalbetti Fascicolo VI/13

N

Nitor..... 71
 Nuova APS 72

O

Omnysist Fascicolo II/14

P

Pangborn Europe..... Fascicolo VI/14
 Primafond..... Fascicolo V/16
 Protec-Fond Copertina II

Q

QDesign..... Fascicolo V/16

R

RC Informatica..... Copertina IV

S

Safond Fascicolo VI/15
 Satef..... Fascicolo V/16
 Savelli Fascicolo V/15
 Sibelco Europe..... Fascicolo II/16
 Sidermetal..... 55
 Sogemi 81
 Speroni Remo..... 102-103
 Stain 70

T

Tesi..... 17
 Tiesse Robot 5

U

Universal Sun Fascicolo VI/14
 Ubi 89

V

Vincon Guido..... Fascicolo III/15

Z

Zappettini..... 88
 Zetamet Fascicolo IV/15

Riduci **l'impatto
ambientale**
con ASK Chemicals.

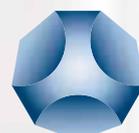


Le nostre soluzioni offrono dei reali vantaggi ecologici ed economici. Saremo lieti di fornirvi la nostra consulenza:

Telefono: +49 211 71103-0
E-mail: eco@ask-chemicals.com

www.ask-chemicals.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting





FOND/WEB®

LA PRIMA SOLUZIONE SPECIFICA PER LA GESTIONE DELLA FONDERIA



FOND/WEB® è una soluzione informatica integrata, completa ed altamente personalizzabile per tutte le Fonderie con tecnologia a gravità in sabbia, pressocolata, in conchiglia, a cera persa, con impianto automatico o formatura manuale, per fusioni in ghisa, acciaio, alluminio, bronzo ed altre leghe. Realizzato da RC Informatica, attiva da oltre 30 anni nel settore, FOND/WEB® unisce innovative funzionalità ad un'interfaccia grafica "user-friendly" e ad una completa integrazione con Microsoft Office. FOND/WEB® si compone dei seguenti moduli:

- **Modelli, Stampi ed Attrezzature**
- Preventivi ed Offerte
- Acquisti e Fabbisogni
- Magazzino e Conto Lavoro
- Programmazione della Produzione
- Tracciabilità della Produzione
- Qualità, Certificati e Non conformità
- Vendite, Spedizioni e Logistica
- Manutenzione impianti ed attrezzature
- Controllo di Gestione e Business Intelligence
- Contabilità Generale ed Analitica
- Analisi dei Costi
- Statistiche e Report
- Gestione Personale
- Rilevamento Barcode ed Integrazioni PLC
- Gestione Documentale



E' un prodotto di
RC Informatica s.r.l. Software House
Via Amendola, 48 - 48022 Lugo (RA) Italy
Tel.+39.0545.30650 - info@rcinformatica.it
www.rcinformatica.it

