

## 7 XRD and DTA analysis of developed agglomerated fluxes for submerged arc welding, *A. Kumar et al.*

Un contributo nato nel contesto del mondo accademico indiano (Ajay Kumar, Hari Singh e Sachin Maheshwari), nel quale è stato condotto recentemente uno studio inedito della struttura e dell'analisi chimica delle microstrutture cristalline di flussi per saldatura con arco sommerso prodotti per agglomerazione. Per questo scopo, sono state prodotte trentadue tipologie di flusso mediante combinazioni di ossidi, alogenuri, carbonati, silicati e ferroleghe. Nell'articolo sono stati presi in considerazione solo dieci (dei trentadue) flussi, i quali sono stati analizzati mediante diffrazione a raggi X (XRD) per valutare le diverse tipologie di ossido formatesi e le variazioni del numero di ossidazione dopo il processo di sinterizzazione a 850 °C circa. Per comprendere l'effetto della temperatura sulle trasformazioni di fase e sulla fusione dei diversi composti è stata condotta un'analisi termica differenziale (DTA) da 1000° a 1400 °C, volta a conoscere la quantità di ioni presenti (in percentuale) ed il comportamento dei flussi agglomerati per arco sommerso durante la fusione.

## 21 Acciaio martensitico tipo X10CrWMoVNb9-2 (grado 92): caratterizzazione delle giunzioni saldate tra tubazioni e semilavorati (fittings) per l'idoneità all'impiego nel servizio ad alta temperatura e pressione, *E. Tolle et al.*

Questo articolo nasce nell'ambito della fabbricazione di impianti per la produzione di energia ed arricchisce la letteratura inerente le caratteristiche e la saldabilità degli acciai per servizio in regime di scorrimento viscoso a caldo (creep). Per consentire agli impianti il raggiungimento di performance sempre più spinte, tipiche degli impianti "critici" e "supercritici", è necessario utilizzare acciai in grado di operare in regime di scorrimento viscoso a caldo per sempre crescenti periodi, mantenendo le geometrie delle parti in pressione entro valori industrialmente vantaggiosi. L'impiego di acciai martensitici Grado 92, pur rappresentando ad oggi una valida soluzione, impone l'adozione di un percorso tecnologico tale da non danneggiare l'identità originale del materiale. Come gli autori (Tolle ed altri) hanno modo di illustrare nel dettaglio, il rispetto delle prescrizioni definite dai codici o dalle norme di riferimento non è una condizione sufficiente a garantire l'idoneità all'impiego di questi acciai, per i quali la chiave del successo è rappresentata da analisi e valutazione della microstruttura.

## 33 Acciai inossidabili superaustenitici: saldatura, fabbricazione e proprietà dei giunti saldati, *S. Sorrentino*

Stefano Sorrentino (CSM spa) ha recentemente contribuito, con un documento inedito, ad un Convegno organizzato dal Gruppo IIS e da Centro INOX in materia di acciai inossidabili superaustenitici, ormai diffusamente impiegati in severe condizioni di corrosione acquosa.

In questo articolo sono presentate le caratteristiche di questi acciai ed esaminate in dettaglio le implicazioni derivanti dal loro uso in strutture saldate. Durante la fabbricazione mediante saldatura, la maggiore difficoltà è correlata al mantenimento di una microstruttura completamente austenitica sufficientemente omogenea attraverso tutte le lavorazioni ad alta temperatura ed al contrasto della tendenza a formare cricche di solidificazione. La recente comprensione dei meccanismi responsabili della segregazione del Mo durante la solidificazione e della relativa cinetica è la chiave per ottenere un più efficace controllo dell'evoluzione microstrutturale, anche attraverso l'utilizzo di metodi di saldatura ad energia concentrata e la formulazione di nuovi materiali d'apporto a solidificazione primaria non austenitica.

## 49 Saldatura laser robotizzata dei cover delle bobine toroidali superconduttive del reattore a fusione nucleare ITER, *P. Pesenti et al.*

Il Progetto ITER, che coinvolge numerose aziende nazionali, è una fucina di grande interesse per lo sviluppo di soluzioni tecnologiche avanzate in saldatura. Il reattore a fusione nucleare sperimentale ITER contiene al suo interno 18 bobine toroidali superconduttive per il confinamento del plasma ad alta temperatura. Ciascuna di esse è composta a sua volta da 7 avvolgimenti a doppio strato, inseriti in piastre in acciaio inossidabile AISI 316LN con cave su entrambi i lati dette radial-plate. Il processo di fabbricazione di una bobina toroidale prevede l'inserimento dell'avvolgimento superconduttivo all'interno delle cave della radial plate, la realizzazione del suo isolamento elettrico, la chiusura con cover in acciaio delle cave della radial plate, una prima impregnazione sotto vuoto dell'avvolgimento, il successivo impilaggio e l'impregnazione contemporanea di 7 avvolgimenti. Scopo del presente articolo (presentato alle scorse GNS7) è illustrare l'impianto totalmente automatizzato appositamente concepito e realizzato per la saldatura laser tra i cover e le radial plate, considerando che i giunti saldati devono rispettare requisiti molto stringenti in termini di controllo della penetrazione per via della presenza del superconduttore e dell'isolamento ed in termini geometrici, viste le tolleranze di accoppiamento richieste sugli avvolgimenti che compongono la singola bobina.

# Articoli e Rubriche

## 5

Editoriale

Schweißen & Schneiden 2013:  
traguardando il futuro

*G. Garbarino*

## 127

Scienza e Tecnica

La saldatura degli acciai per armature:  
aspetti progettuali e di qualità  
secondo i requisiti degli standard  
internazionali applicabili

*F. Baiardo*

## 135

Incontro con

Corrado Lanzone  
Ferrari spa, Gestione Sportiva

## 143

L'esperto risponde

*G. Garbarino*

## 147

Dalle Aziende

Comunicati Stampa

## 153

Notiziario

Letteratura Tecnica  
Codici e Norme  
Mostre e Convegni

## 165

Ricerche Bibliografiche IIS Data

Ispezione di serbatoi di stoccaggio

## 170

Elenco degli Inserzionisti



Incontro con  
**Corrado Lanzone**  
a pagina 135

## Tassi di riparazione in strutture e componenti saldati, *M. Consonni e F.W. Chen*

In questo articolo, Marcello Consonni e Chen Fun Wee (TWI) discutono i risultati di un progetto di ricerca interna eseguito da TWI allo scopo di raccogliere dati aggiornati sui tipici tassi di riparazione riscontrati in strutture saldate, in funzione del tipo di componente o del settore industriale, del procedimento di saldatura utilizzato e del materiale base.

Inoltre, viene analizzata la misura in cui i tassi di riparazione possono essere influenzati da fattori 'esterni' o direttamente correlati alle operazioni di saldatura. Le informazioni utilizzate per tale analisi sono state ottenute mediante una ricerca bibliografica ed un sondaggio industriale: la prima eseguita allo scopo di determinare il tipo e la qualità dei dati disponibili in letteratura e il secondo al fine di ottenere dati aggiornati e valutare eventuali tendenze comuni a varie organizzazioni e/o settori industriali.

## L'IIW torna in Europa: a Essen, il 66° Congresso Annuale dell'Istituto Internazionale della Saldatura, *L. Costa e G. Costa*

Luca e Giulio Costa ci portano nel sessantaseiesimo Congresso Annuale dell'International Institute of Welding, svoltosi nel 2013 ad Essen, dall'11 al 17 Settembre 2013, con la consueta, significativa presenza di partecipanti, provenienti da 46 Paesi. Nel corso di un centinaio di riunioni delle numerose Unità di Lavoro dell'IIW sono stati presentati, studiati e discussi circa cinquecento documenti, raccomandazioni, linee guida e progetti di norma, 132 dei quali sono stati raccomandati per pubblicazione e 6 trasmessi all'ISO e al CEN per pubblicazione come norme o per altre azioni normative. Significative anche le riunioni dello IAB (International Authorization Board), l'organismo creato nell'ambito dell'IIW per gestire l'"International IIW Qualification, Certification and Authorization System".

La tradizionale Conferenza Internazionale è stata dedicata invece al tema "Automation in Welding". Nell'articolo sono infine riportati l'elenco dei documenti approvati per pubblicazione e normazione, quello delle memorie presentate alla Conferenza Internazionale e le valutazioni tecniche finali della delegazione Italiana.

## International Institute of Welding (IIW)

### Welder-optimized CJP-equivalency welds for tubular connections, *P. Marshall et al.*

Peter Marshall et al. (National University of Singapore / NUS) hanno presentato in questo articolo l'analisi sperimentale e numerica delle rotture per fatica alla radice della saldatura di giunti a parziale penetrazione migliorati in componenti a sezione cava circolare a X collegati con bracci, con momenti flettenti nel piano ad ampiezza costante.

L'articolo è classificato in ambito IIW come Doc. IIW-2370 ed è stato raccomandato per pubblicazione dalla Commissione XV dell'IIW "Design, Analysis and Fabrication of Welded Structures". Lo studio svolto confronta l'accrescimento delle cricche per fatica osservate sia alla radice che al piede del cordone in tre saggi con giunti a X di dimensioni reali, aventi diversi trattamenti superficiali dopo saldatura. Dalle indagini sperimentali condotte è stato possibile evidenziare che non si manifesta criccabilità alla radice nei giunti a X tubolari allo stato come saldato, nei quali la vita a fatica è legata alla rottura del piede del cordone. Nei saggi con trattamenti di molatura dopo saldatura, per migliorare la resistenza a fatica del materiale in prossimità del piede del cordone, tuttavia, la lunghezza finita della spalla determina l'innescio e la propagazione di cricche di fatica con un numero di cicli applicati maggiore di quello richiesto per innescare una rottura al piede del cordone, nello stesso giunto tubolare a X. Le prove di resistenza a rottura di saggi con lunghe cricche di fatica ed il loro successivo sezionamento hanno evidenziato che le rotture per fatica dovute a cricche di fatica al piede del cordone restano più critiche rispetto alle cricche alla radice.

## Didattica

### Introduzione alle leghe di nichel e alla loro saldabilità

La sezione "IIS Didattica" ci porta, in questo primo numero, nel campo della metallurgia e della saldabilità delle leghe di nichel, le quali rappresentano una soluzione progettualmente importante ed impegnativa per il fabbricante, presentando una varietà notevole di applicazioni e stati di fornitura caratteristici. Poiché sono impiegate in settori ben definiti e note talvolta per le sole denominazioni commerciali, le leghe di nichel sembrano rappresentare per molti una nicchia di mercato, sebbene siano presenti anche in produzioni di grandissima serie, come ad esempio nel caso delle giranti delle turbine di motori a combustione interna con ciclo Diesel. Un particolare approfondimento è dedicato alle leghe di nichel indurenti per precipitazione, la cui saldabilità appare più complessa rispetto alle classiche leghe indurenti per soluzione, a causa degli effetti del trattamento termico di invecchiamento e delle tensioni residue indotte dallo stesso. Considerando che a livello scolastico, per quanto avanzato esso sia (in ambito universitario), difficilmente queste leghe sono trattate, se non in indirizzi estremamente specialistici, ci auguriamo che questo contributo possa avvicinare, almeno in parte, a queste interessanti leghe, che vantano per alcune applicazioni performance pressoché insostituibili.

61

# 1 2014

ANNO LXVI Gennaio - Febbraio 2014  
Periodico Bimestrale

## DIRETTORE RESPONSABILE

Dott. Ing. Sergio Scanavino

## REDATTORE CAPO

Dott. Ing. Michele Murgia; michele.murgia@iis.it

## REDAZIONE

Isabella Gallo; isabella.gallo@iis.it

Maura Rodella; maura.rodella@iis.it

## PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

Isabella Gallo; isabella.gallo@iis.it

## PUBBLICITÀ

Franco Ricciardi; franco.ricciardi@iis.it

Cinzia Presti; cinzia.presti@iis.it

## ABBONAMENTI

Francesca Repetto; francesca.repetto@iis.it

Stefano Bianchi; stefano.bianchi@iis.it

71



Organo Ufficiale

dell'Istituto Italiano della Saldatura

Direzione · Redazione · Pubblicità:  
Lungobisagno Istria, 15 · 16141 Genova  
Tel.: (+39) 010 8341475 · Fax: (+39) 010 8367780  
redazione.rivista@iis.it · www.iis.it



Associato all'Unione Stampa Periodica Italiana

Rivista Italiana della Saldatura:

Abbonamento annuale 2014

Italia: € 100.00

Estero: € 170.00

Un numero separato: € 26.00

La Rivista viene inviata gratuitamente ai Soci dell'Istituto Italiano della Saldatura.

Registrazione al ROC n. 5042 - Tariffa regime libero: "Poste Italiane SpA - Spedizione in Abbonamento Postale 70%, DCB Genova"  
Fine Stampa Gennaio 2014  
Aut. Trib. Genova 341 - 20.04.1955

Stampa: ALGRAPHY srl - Genova  
www.algraphy.it

111



L'Istituto Italiano della Saldatura aderisce per i contenuti della propria Rivista alle Linee Guida emanate da COPE - Committee on Publication Ethics (<http://publicationethics.org>), con particolare riferimento ai contenuti degli articoli, alla pubblicazione di informazioni riservate o sensibili ed alla citazione delle fonti. La riproduzione degli articoli pubblicati è permessa purché ne sia citata la fonte, ne sia stata concessa l'autorizzazione da parte della Direzione della Rivista e sia trascorso un periodo non inferiore a tre mesi dalla data della pubblicazione. La collaborazione è aperta a tutti, Soci e non Soci, in Italia e all'Estero. La Direzione della Rivista si riserva di accettare o meno, a suo insindacabile e privato giudizio, le inserzioni pubblicitarie. Ai sensi del D. Lgs. 196/2003, i dati personali dei destinatari della Rivista saranno oggetto di trattamento nel rispetto della riservatezza, dei diritti della persona e per finalità strettamente connesse e strumentali all'invio della pubblicazione e ad eventuali comunicazioni ad esse correlate.