

Welding Supervisor

In questa sezione esamineremo un settore fondamentale che contribuisce in campo operativo al lavoro effettuato tutti i giorni da Saipem: "La saldatura"

Per saldatura si intende un tipo di giunzione che consente di unire, permanentemente, parti solide, realizzando la continuità del materiale e della costruzione.

Inizialmente la saldatura veniva effettuata per battitura: le due estremità da unire venivano scaldate in una fornace, sovrapposte su di un'incudine e, con la sola forza dell'uomo, venivano martellate e sagomate dando al manufatto finale la forma desiderata.

In seguito sono state studiate svariate modalità di saldatura in base alle esigenze, in seguito riporteremo le più usate nel settore on-shore off-shore.

Nella saldatura a elettrodo rivestito **SMAW** viene prodotto un arco elettrico tra un elettrodo consumabile, opportunamente rivestito, ed il pezzo da saldare

Sempre per motivi legati alla produttività del processo, e quindi dei tempi di lavorazione, è nata la **saldatura in arco sommerso** che è un ibrido tra la saldatura a filo e quella ad elettrodo; vale a dire che si sfrutta la bobina come materiale d'apporto ed il rivestimento, sotto forma di granuli, che ricopre il bagno di fusione.

La necessità di migliorare la qualità nei manufatti ha spinto ad un'ennesima innovazione della tecnologia di saldatura creando la **saldatura TIG** (Tungsten Inert Gas).

Per soddisfare le esigenze della produzione è stata inventata la saldatura a filo continuo; la saldatura diventa semiautomatica o completamente automatizzata: nasce quindi la **saldatura MIG** (Metal Inert Gas) e la **saldatura MAG** (Metal Active Gas).

I difetti maggiori di una saldatura sono le **CRICCHE** ossia cretture del metallo che a lunga durata provocano la rottura del pezzo. Ci sono due tipi di cricche.

- **cricche a caldo** (hot cracks) - La cricca a caldo in zona fusa si manifesta nel corso della solidificazione della saldatura a temperature superiori a 900 °C.
- **cricche a freddo**.....

Saldatura SMAW

Le gocce di metallo fuso provenienti dall'elettrodo vengono trasferite, mediante l'arco, nel bagno di fusione mentre i gas prodotti dal rivestimento le proteggono dall'atmosfera. La scoria fusa che galleggia sopra il bagno di fusione lo protegge dall'atmosfera durante la solidificazione.

Il procedimento di saldatura con elettrodo ben si presta alla saldatura in tutte le posizioni e, grazie alla semplicità dell'apparecchiatura, all'impiego in molte situazioni, anche in cantiere o in spazi limitati.

Possiamo avere vari tipi di rivestimenti dell'elettrodo

- Rivestimenti cellulosici.: sono soggetti anche essi a cricche
- Rivestimenti basici: dopo questa saldature il materiale deve essere trattato in forni per evitarne la criccabilità
- Rivestimento Acido:ha buone caratteristiche dato che il bagno è disossidato
- Rivestimenti al rutilo:sviluppano idrogeno e quindi sono soggetti a cricche

Difetti nella saldatura SMAW

Inclusioni di scoria

Maneggio errato dell'elettrodo

Porosità

Eccessiva lunghezza d'arco

Corrente elevata

Cricche a caldo

Cricche a freddo

Mancanza di penetrazione e di fusione

Saldatura TIG

Il processo di saldatura TIG, è un processo di saldatura per fusione, autogeno. L'arco elettrico scocca tra l'elettrodo infusibile, che si trova sotto protezione gassosa, ed il materiale da saldare.

L'elettrodo del TIG è in Tungsteno, materiale ad alta temperatura di fusione e con ottime proprietà di emissione termoionica.

Il processo di saldatura TIG può essere:

- **manuale**: con lunghezza d'arco ed elettrodo controllati dal saldatore;
- **semiautomatico**: lunghezza d'arco ed elettrodo controllati dalla macchina, mentre il saldatore sposta l'elettrodo lungo la saldatura;

- **automatico:** tutte le operazioni sono effettuate dal Robot.

La saldatura al TIG è un processo poco produttivo, utilizzato per piccoli spessori. In relazione al tipo di materiale da saldare, il TIG può essere utilizzato sia in corrente continua che in corrente alternata, si possono saldare tutte le tipologie di metalli e non metalli utilizzando come materiale d'apporto una bacchetta o addirittura, grazie all'arco ad energia molto concentrata, solo affiancando le due estremità da saldare, senza utilizzare materiale d'apporto. Nei procedimenti di saldatura del Titanio, bisognerebbe prendere delle precauzioni aggiuntive che consentano di proteggere il cordone da eventuali ossidazioni superficiali. La "scarpetta" è un sistema aggiuntivo di protezione gassosa che copre un certo tratto del cordone in fase di raffreddamento.

Nel caso di saldature di tubi in acciaio inossidabile, bisognerebbe proteggere la prima passata creando un'atmosfera inerte all'interno del tubo stesso.

Tali protezioni gassose aggiuntive, come detto, vengono tutte utilizzate allo scopo di proteggere il cordone di saldatura dai possibili attacchi di agenti atmosferici.

Elettrodi

Gli elettrodi impiegati per il processo di saldatura TIG sono di quattro tipi:

Elettrodi di tungsteno puro

Elettrodi di tungsteno addizionato di ossido di thorio

Elettrodi di tungsteno addizionato di zirconio

Elettrodi di tungsteno con strisce di tungsteno thoriato

Vantaggi

- E' possibile saldare quasi tutti i tipi di materiali ferrosi ed anche materiali non ferrosi
- Elevata qualità delle saldature
- Utilizzabile in tutte le posizioni di saldatura
- Non produce scoria

Svantaggi

- Ridotta protezione del bagno rispetto ai procedimenti ad elettrodo o sotto protezione di flusso

Difetti tipici del processo TIG

I tipi di difetti tipici che andremo a riscontrare con il processo TIG sono:

- Inclusioni di tungsteno

- Ossidazione del cordone al rovescio (nel caso in cui non siano state adottate le precauzioni di protezione gassosa).
- Inclusioni di gas, dovute alla scarsa pulizia dei lembi e a tecnica operativa scadente nel movimento della torcia e della bacchetta.
- Contaminazione del gas di protezione.

Saldatura MAG ,MIG e MIG-MAG

- **MAG:** ad arco elettrico sotto protezione gassosa attiva e con filo elettrodo fusibile su: acciai al carbonio, acciai inossidabili, alluminio e sue leghe. **MIG:** ad arco elettrico sotto protezione gassosa inerte e con filo elettrodo fusibile su: acciai inossidabili. .

MIG- MAG

Il processo di saldatura a filo continuo viene ampiamente utilizzato per l'elevata produttività e per la sua applicabilità ai sistemi di automazione.

E' un processo di saldatura autogena in cui l'arco scocca tra il pezzo ed il filo fusibile.

Il dispositivo di avanzamento del filo provvede ad alimentare il bagno con continuità .La protezione gassosa viene fornita, direttamente sul bagno fuso, da un gas di supporto.

Modalità di trasferimento del materiale d'apporto.

In base all'impostazione dell'apparecchiatura di saldatura, e di conseguenza dell'impostazione dei parametri di tensione (V) e di corrente (A), si possono ottenere differenti condizioni di trasferimento del materiale.

Spray Arc (Arco Spray): flusso continuo di piccole gocce libere. Utilizzato con valori di corrente alta, buona qualità e buon aspetto, condizione di arco stabile.

Globular Arc (Arco Globulare): grosse gocce libere con frequenza più bassa, ottenuto con correnti medie e distaccamento della goccia , saldatura non bella d'aspetto.

Short Arc (Arco Corto): grosse gocce che si distaccano per corto circuito; ottenuta con correnti basse, utilizzata per saldature in posizione e per riempimento.

- **Vantaggi della saldatura MIG - MAG**
- Si saldano quasi tutti i tipi di materiali ferrosi ed anche materiali non ferrosi.
- Si ha un'elevata qualità delle saldature.
- Utilizzabile in tutte le posizioni di saldatura.

- Non produce scoria.
- Elevata produttività.
- Tecnica di facile apprendimento

Svantaggi della saldatura MIG - MAG

- Apparecchiature ingombranti
- Ridotta protezione del bagno rispetto ai procedimenti ad elettrodo o sotto protezione di flusso
- Sensibile alle correnti d'aria.
- Elevati costi dei gas protettivi.

Controlli non distruttivi (NDT)

Lo scopo dei NDT è quello di controllarne l'integrità senza alterare il materiale.

I controlli non distruttivi trovano quindi applicazione non solo come controllo del prodotto finito ma anche come supporto alla produzione, come test preliminari pre-lavorazione o come controlli in linea ad esempio prima di varare il tubo.

Questi test sono diventati quindi importanti strumenti per garantire la sicurezza e l'affidabilità, contribuendo in modo determinante alla riduzione delle non conformità di prodotto.

Con questi controlli possiamo controllare tubi o altri manufatti di materiali metallici e non metallici, con spessori molto diversi.

Ogni metodo però è in grado di vedere solo una parte di difetti, quindi se vogliamo avere una visione completa dello stato del tubo o manufatto ,dobbiamo usare vari tipi di NDT per compensare le carenze del singolo metodo.

Riportiamo vari esempi di NDT usati in SAIPEM

- controlli non distruttivi metodo Liquidi Penetranti
- controlli non distruttivi metodo Ultrasuoni
- controlli non distruttivi metodo Radiografico

controlli non distruttivi metodo Visivo

DOCUMENTAZIONE: WPS

La **WPS** (Welding Procedure Specification)

Tutti i parametri di saldatura previsti per il giunto saldato di qualifica, sono riportati in un documento chiamato WPS (Welding Procedure Specification) che viene emesso seguendo le prescrizioni della norma. La WPS fornisce evidenza di tutti i parametri che intervengono nel processo di saldatura e costituisce lo strumento essenziale per la registrazione dei dati usati per la qualifica di procedura e/o del saldatore. Tali parametri sono poi quelli usati per la produzione vera e propria dei giunti saldati.

parametri di saldatura

materiali base

materiali d'apporto

gas di protezione

tecnica di saldatura

CAMPO DI VALIDITÀ DELLE QUALIFICHE DI PROCEDURA DI SALDATURA.

La qualifica della procedura di saldatura, con riferimento ai parametri indicati nella WPS, ha un ben definito campo di validità.

In ragione della normativa applicata sono individuate le variabili essenziali della qualifica, alle quali sarà associato il campo di validità. Queste variabili sono:

- il tipo di procedimento di saldatura (MAG, MIG, TIG, Elettrodo rivestito, Arco sommerso, ecc.);
- il metallo base da saldare (acciaio al carbonio, acciaio inossidabile, ecc.);
- il tipo di componenti da saldare (tubi, lamiere, ecc.);
- il tipo di giunto e la sua preparazione (testa a testa, con cianfrino a V, a X, ecc.);
- la saldatura da un solo lato, con o senza sostegno, e da entrambi i lati;
- il diametro e lo spessore dei tubi e delle lamiere;
- la classificazione dei materiali d'apporto (fili pieni, animati, elettrodi rivestiti, gas di protezione, ecc.);
- i parametri elettrici, quali la velocità di saldatura, l'apporto termico, la tensione, l'intensità di corrente, ecc.

Un'attenta applicazione delle norme consente la qualifica dell'intera attività di saldatura con il minimo numero di qualifiche di procedura e dei saldatori, ottenendo in tal modo LA PIANIFICAZIONE TOTALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO DELLA SALDATURA

Altra operazione fondamentale è la qualifica dei saldatori che serve essenzialmente a dare evidenza della loro competenza ed abilità nell'esecuzione delle giunzioni permanenti.

Questa certificazione è un riconoscimento della professionalità del saldatore, sentendosi giustamente responsabilizzati e motivati per l'esecuzione di un processo speciale che influisce fortemente sulla qualità e sulla sicurezza del prodotto finale. Ci sono quindi vari tipi di qualifica: **Saldatore manuale:** saldatore che tiene e guida manualmente la pinza porta elettrodo, la pistola di saldatura, la torcia o il cannello.

Operatore di saldatura: persona che esegue la saldatura automatica o completamente meccanizzata. Per dimostrare la loro idoneità dovranno sostenere varie prove di seguito elencate

esecuzione tallone di saldatura e stesura pWPS

prove di laboratorio con valutazione dell'esito delle prove

stesura di eventuale WPS d'appoggio.

stesura WQ (patentino di saldatura).

Quindi riassumendo tutti i parametri di saldatura, necessari per preparare il giunto di qualifica, sono riassunti in una WPS, da redigere secondo le prescrizioni della norma.

Il giunto saldato e le provette ricavate sono sottoposti alle prove di laboratorio previste dalla norma che stabilisce anche i metodi di valutazione dei risultati.

Se i risultati soddisfano le prescrizioni d'accettabilità della norma, il saldatore è qualificato per l'esecuzione dei giunti di produzione.

Se i risultati non soddisfano le prescrizioni d'accettabilità, si procede:

- all'esame critico dei risultati;
- alla proposta di un corso d'addestramento che colmi le lacune evidenziate dall'esame critico dei risultati;
- alla ripetizione dell'iter di qualificazione.