

1 Aspetti progettuali

Come in tutti i progetti, i potenziali e i limiti dei processi di giunzione devono essere presi in considerazione insieme ai requisiti di servizio.

Le limitazioni imposte dal processo scelto saranno rilevate dalla comprensione dei processi stessi e la guida generale è fornita nella Tabella.

I giunti meccanici sono già stati commentati e le osservazioni qui sono limitate alle saldature a fusione e ai giunti brasati, saldati e adesivi che, come gruppo, sono soggetti a condizioni simili.

(gas w = GTAW? shielded metal = elettrodo rivestito, flux-cored = fondente intubato)

La tabella confronta le prestazioni di alcune tecniche di saldatura a fusione. Lo zinco di norma non viene saldato perché si ossida e vaporizza facilmente, perciò si preferisce brasarlo. Passando alle distorsioni, sono massime con elettrodo rivestito e arco sommerso, minime con i fasci energetici, per i quali è massimo il costo della macchina perché è sempre a controllo numerico, mentre è minimo nel caso del cannello ossiacetilenico. Fra le tecniche prese in considerazione, l'arco sommerso è sempre eseguita in modo automatico, perciò il costo della manodopera è basso. Forse ai fasci energetici viene attribuito un costo che può essere elevato per programmare la macchina. I fasci energetici eccellono anche per quanto riguarda il costo delle operazioni di finitura, mentre il cannello è la tecnica peggiore. Elettrodo rivestito e cannello sono sempre usati in modalità manuale, perciò è richiesta grande competenza all'operatore.

2 Modalità di carico

In servizio, gli assiemi sono solitamente esposti a schemi di carico complessi ma, dal punto di vista del progetto e del collaudo, si possono distinguere alcune modalità di carico di base: Carico normale. Il giunto è sottoposto a carico di trazione o compressione puro (figura a).

Carico di taglio. Il giunto è sottoposto a taglio puro. Questo è possibile solo in un giunto a doppia sovrapposizione. La forza della sovrapposizione è la forza sostenuta da un giunto di larghezza unitaria (N/mm) (figura b).

Un giunto singolo viene sottoposto a un momento che, se abbastanza grande, causa una deformazione che a sua volta porta a uno stato di tensione più complesso, in particolare, un aumento della tensione alle estremità del giunto (figura c).

La resistenza della sovrapposizione non aumenta oltre una certa lunghezza di sovrapposizione L e la forza del giunto può essere aumentata solo aumentando la larghezza del giunto.

3 Clivaggio. Il giunto è sottoposto a forze di trazione bilanciate che aprono il giunto perpendicolarmente al suo piano. La forza di clivaggio è la forza richiesta per separare un campione di larghezza unitaria (N/mm) (figura d).

Pelatura. Il giunto è separato da una forza di trazione che piega e separa progressivamente uno degli aderenti (l'aderente flessibile) (figura e).

La forza di pelatura è la forza media richiesta per staccare un giunto di larghezza unitaria alla velocità di 2,5 mm/s, con un angolo di pelatura di 180° .

I giunti brasati, saldati e, in particolare, adesivi sono i più vulnerabili alla pelatura. Ad esempio, una resina epossidica rigida può avere una resistenza al taglio in sovrapposizione di 21 MPa, ma una forza di pelatura di soli 3 N per millimetro di larghezza.

4 Le figure confrontano il diverso comportamento di un giunto incollato con colla fragile (figura a) e di una colla duttile (b) quando sottoposto a prova di pelatura

5 Progettazione del giunto

Ci sono poche limitazioni sulla dimensione degli assiemi, ma potrebbero esserci dei limiti su materiale e spessore. Ad esempio, le sezioni trasversali da unire devono essere uguali quando la generazione di calore è una funzione della sezione trasversale, come nella saldatura di testa, mentre possono essere piuttosto dissimili nella saldatura su sporgenza, saldatura ad arco elettrico, brasatura e giunzioni adesive.

La configurazione del giunto è regolata da diverse considerazioni:

Le giunzioni di testa sono caratterizzate dalla minima area di giunzione tra le due parti e sono quindi le giunzioni più deboli in trazione.

6 Tuttavia, sono assolutamente adeguate quando la giunzione stessa è forte, come nella saldatura allo stato solido e con fusione.

Nella saldatura a fusione la resistenza della saldatura è assicurata da una preparazione appropriata che influisce in modo vitale sulla prestazione a fatica della giunzione.

a. Le scanalature a pareti parallele (figura a) sono adeguate per piccoli spessori ma le scanalature che favoriscono una maggiore penetrazione e la formazione controllata del cordone sono essenziali per la saldatura a gas e ad arco di spessori maggiori (figura b, c). Non è necessaria alcuna scanalatura nella saldatura a fascio di elettroni.

7 b Giunti angolari con scanalature a pareti parallele (essenzialmente giunti di testa, figura d superiore) sono adatti solo per piccoli spessori; nel caso di grandi spessori, la preparazione della scanalatura è essenziale (figura d inferiore).

La frattura dovuta a clivaggio può verificarsi nei giunti saldobrasati, saldati e adesivi e quindi è necessario un rinforzo.

2. La saldatura di testa potrebbe non dare una resistenza sufficiente con lamiere sottili. Sono disponibili diverse soluzioni:

a. Le giunzioni con piega (traduzione non sicura, figura e) danno una maggiore area superficiale. Nella saldatura a fusione il cordone di saldatura fornisce la resistenza; in altri processi, inclusa la brasatura e l'unione adesiva, l'area del giunto viene aumentata piegando le lamiere.

Tuttavia, tali giunture sono suscettibili di rottura nel caso di separazione per pelatura.

8 Un giunto migliore si ottiene in genere in processi senza fusione creando un'ampia area di contatto caricata a taglio (giunto per sovrapposizione)

Una migliore distribuzione delle sollecitazioni nell'area del giunto si ottiene sfalsando la sovrapposizione (figura b) o rastremando le lamiere (figura c).

I giunti a sovrapposizione sono rinforzati con elementi aggiuntivi (figura d).

Se è richiesta una superficie liscia, i bordi devono essere preparati o si fa un giunto inclinato (figure e ed f).

Una configurazione scanalata converte le giunzioni di testa in giunzioni per sovrapposizione di maggiore resistenza (figura g).

9 Nei giunti angolari o a T, la superficie di contatto può essere aumentata da riempitivi e coperture (figura h).

c. Per aumentare la resistenza, un giunto meccanico (rivettato o aggraffato) è saldobrasato, saldato o incollato.

Nel processo di saldatura, lamiere rivestite con un adesivo vengono saldate per punti attraverso l'adesivo (Fig. 18-29i), e quindi l'adesivo viene polimerizzato.

In alternativa, un giunto saldato per punti viene infiltrato con l'adesivo liquido che viene quindi indurito.

La saldatura per punti aumenta la resistenza a taglio e l'adesivo aumenta la resistenza a fatica.

10 Un aspetto critico dei processi di giunzione è la garanzia della qualità. Le condizioni di processo devono essere rigorosamente monitorate e documentate. I test distruttivi periodici garantiscono che il processo sia sotto controllo. La resistenza delle giunzioni viene testata in trazione e quella dei giunti a sovrapposizione anche con prove di pelatura.

Inoltre, vengono utilizzate tecniche NDT per verificare l'assenza di difetti. Le tecniche a ultrasuoni, correnti parassite e raggi x trovano applicazione generale.

Nei processi in cui si possono formare cricche, le superfici vengono ispezionate mediante liquidi penetranti e particelle magnetiche.

Nel caso di prodotti per applicazioni critiche (ad es. recipienti per centrali nucleari, navi, caldaie, ecc.) si applicano procedure e tecniche di ispezione speciali.