

1 Materiali saldabili

Le generalizzazioni sono più pericolose per la saldatura rispetto ad altri processi, ma alcune linee guida possono essere formulate. Nelle attuali situazioni di produzione dovrebbero essere consultati volumi di riferimento specializzati, banche dati informatiche e standard di settore.

Materiali ferrosi

Acciai ferritici Questi sono facilmente saldabili, ma la formazione di martensite è un pericolo negli acciai perlitici. In generale, all'aumentare della temprabilità la martensite si forma a velocità di raffreddamento inferiori; quindi, indica un crescente pericolo di formazione di martensite e una saldabilità decrescente.

La martensite non è solo dura e fragile, ma la sua formazione procede con un aumento di volume che impone ulteriori sollecitazioni sulla struttura, riducendo la resistenza della saldatura.

Il preriscaldamento e, se possibile, il post-riscaldamento sono necessari quando la formazione di martensite o bainite è inevitabile. In alternativa si può usare una procedura che prevede più fasi di riscaldamento e raffreddamento.

In alternativa, la struttura può essere riscaldata nell'intervallo austenitico, raffreddata a una temperatura superiore a M_s e saldata prima che inizi la trasformazione.

La struttura completata viene quindi raffreddata.

2 Tale saldatura in più step rende saldabili anche gli acciai per utensili. Va notato che gli acciai legati bonificati possono essere saldati ma la saldatura deve essere rapidamente raffreddata per ottenere una martensite rinvenuta.

Abbiamo già menzionato il pericolo di fragilimento da idrogeno. Lo zolfo crea porosità e fragilità e, anche se è possibile la saldatura di acciai automatici contenenti zolfo, vengono preferibilmente brasati.

Lamiere rivestite L'uso diffuso di lamiere rivestite (principalmente zincate, ma anche prelubrificate) ha posto nuove sfide. Nella saldatura a resistenza, lo zinco evapora, crea un plasma e porta a polverizzazione e porosità, e la vita degli elettrodi di rame viene ridotta dalla lega con lo zinco.

Lo spessore del rivestimento non deve essere eccessivo e la densità del calore deve essere regolata. Alcuni processi sono inapplicabili.

3 Acciai inossidabili Questi acciai contengono sempre cromo, che forma un film Cr_2O_3 estremamente denso. Le condizioni di saldatura devono essere scelte per impedirne la formazione. Oltre a questo, gli acciai austenitici (contenenti sia Cr che Ni) sono saldabili, ma i carburi di cromo formati ad alte temperature riducono il contenuto di cromo disciolto al di sotto del livello richiesto per la protezione dalla corrosione, e la successiva corrosione è pericolosa.

Per evitare ciò, il contenuto di carbonio dovrebbe essere molto basso, o l'acciaio deve essere stabilizzato (Ti, Mo o Nb vengono aggiunti per formare carburi stabili), oppure la struttura deve essere riscaldata sopra i $1000^\circ C$ dopo la saldatura e quindi raffreddata per mantenere in soluzione il carbonio e il cromo ridisciolti.

Gli acciai inossidabili contenenti solo cromo hanno struttura ferritica o martensitica. Gli acciai ferritici (oltre il 16% di Cr) possono essere saldati, ma i grani grossi indeboliscono il giunto. Gli acciai martensitici formano una martensite con una durezza che dipende dal contenuto di carbonio; un preriscaldamento accurato è seguito da post-riscaldamento a oltre 700 °C per trasformare la martensite in ferrite duttile con all'interno precipitati di carburo di cromo.

4 Ghisa. La saldabilità delle ghise varia molto, ma molte ghise sono saldate, soprattutto mediante saldatura ad arco. Un materiale d'apporto ad alto contenuto di nichel viene spesso utilizzato per stabilizzare la forma grafitica. Anche il preriscaldamento e il raffreddamento lento sono utili.

Nella saldatura della ghisa grigia la bacchetta di saldatura è ricca di silicio e, per garantire la formazione di grafite sferoidale, Mg è incorporato nella bacchetta per la saldatura della ghisa globulare. La ghisa malleabile ridiventa ghisa bianca fragile, riducendo la tenacità della saldatura.

Quando la tenacità è importante, la saldatura viene trattata termicamente o il giunto viene realizzato mediante brasatura.

5 Materiali non ferrosi

Materiali a basso punto di fusione Lo stagno e il piombo sono facilmente saldabili, a condizione che l'apporto di calore sia mantenuto sufficientemente basso da prevenire il surriscaldamento.

Lo zinco, d'altra parte, è uno dei materiali più difficili da saldare, perché si ossida facilmente e vaporizza anche a basse temperature (a 906 °C). Può essere saldato a resistenza e saldato su rilievo, sebbene la brasatura sia più comune.

6 Alluminio e magnesio.

Questi materiali condividono una serie di caratteristiche. La maggior parte delle leghe è facilmente saldabile, in particolare con una protezione di gas inerte.

In caso contrario, il film di ossido deve essere rimosso con un fondente, che a sua volta potrebbe essere necessario lavare via dopo la saldatura per evitare la corrosione. L'umidità deve essere evitata, perché reagisce per dare un ossido e idrogeno (che infragilisce il giunto causando porosità).

Gli elevati conduttività termica e calore specifico ma il basso punto di fusione di queste leghe richiedono alte velocità di riscaldamento e adeguate precauzioni contro il surriscaldamento. L'alto coefficiente di dilatazione termica richiede il preriscaldamento di materiali fragili a caldo.

A causa delle difficoltà incontrate con i materiali che induriscono per precipitazione, tali leghe vengono spesso trattate termicamente dopo la saldatura o, se ciò non sia possibile, viene utilizzato un materiale d'apporto diverso (molto spesso, Al-Si per le leghe di alluminio).

7 Leghe a base di rame.

Il rame disossidato si salda facilmente, specialmente se il materiale d'apporto contiene fosforo per fornire una disossidazione istantanea.

Il rame elettrolitico non può essere saldato perché il suo contenuto di ossigeno (tipicamente 0,15%) reagisce con idrogeno e CO per formare acqua e CO₂, rispettivamente, che distruggono il giunto generando porosità.

Gli ottoni possono essere saldati, ma la perdita di zinco è inevitabile; quindi, il materiale d'apporto è arricchito in zinco, oppure Al o Si vengono aggiunti per formare un ossido che riduce l'evaporazione.

I bronzi a base di stagno hanno un intervallo di solidificazione molto ampio e sono quindi estremamente fragili a caldo. Il fosforo nella barretta di saldatura impedisce l'ossidazione, mentre il post-riscaldamento è necessario per dissolvere la fase intermetallica fragile metastabile.

I bronzi a base di alluminio non presentano alcun problema, ma l'ossido formatosi deve essere trattato con fondente, proprio come con l'alluminio puro.

8 Nichel.

Questo metallo e le sue leghe in soluzione solida sono facilmente saldabili. Le superleghe induribili per precipitazione contengono Cr, Al e Ti e l'ossido deve essere trattato con fondente o bisogna evitare la sua formazione.

Tutte le leghe di nichel sono molto sensibili anche alla più piccola quantità di zolfo, che forma un eutettico a basso punto di fusione e provoca fratture a caldo.

Alcune leghe che induriscono per precipitazione hanno un intervallo di temperatura in cui sono poco duttili e possono anche formare cricche.

Titanio e zirconio.

Le leghe sono anche saldabili, ma un'atmosfera inerte è essenziale per prevenire l'ossidazione; pertanto, sono spesso racchiusi in ambienti con atmosfera inerte o sono saldati con fascio elettronico.

Leghe refrattarie.

W, Mo e Nb possono essere saldati ma la volatilità degli ossidi rende obbligatorie tecniche speciali (ad esempio saldatura a fascio elettronico).