

## 1 Saldatura con elettrodo consumabile

In questo gruppo di processi l'elettrodo consumabile è un metallo che fonde per diventare parte del cordone di saldatura. La sua composizione è spesso diversa da quella dei metalli di base. La zona di saldatura è protetta da un gas o un fondente.

## 2 Saldatura ad arco metallico a gas (MIG o GMAW)

L'elettrodo consumabile in metallo, alimentato attraverso la pistola di saldatura, è schermato da un gas inerte, di qui la vecchia dizione MIG. È adatto alla maggior parte dei metalli.

Come in GTAW, non si formano scorie e si possono costruire diversi strati con poca o nessuna pulizia intermedia.

3 L'argon è un gas adatto per tutti i materiali; a volte si preferisce l'elio, per il suo maggiore potenziale di ionizzazione e, quindi, la maggiore velocità di generazione di calore, per la saldatura di alluminio e rame; Ar con una percentuale tra il 2 e il 30% di CO<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub> pura sono generalmente utilizzati per gli acciai al carbonio; vengono inoltre usati gas speciali, adattati a compiti specifici.

L'elettrodo è solitamente collegato al terminale positivo (DCEP o polarità inversa).

4 La densità di corrente è il principale fattore che determina la modalità di trasferimento del metallo.

A bassa corrente di saldatura, avviene il trasferimento per cortocircuito: l'elettrodo tocca il pezzo, la corrente aumenta, la punta del filo si scioglie e una goccia viene trasferita.

Il gas di protezione viene scelto in modo da minimizzare gli spruzzi (CO<sub>2</sub> per acciaio, una miscela Ar-He per metalli non ferrosi).

5 A intensità di corrente più elevate (e quasi sempre con CO<sub>2</sub>) prevale il trasferimento globulare: particelle dell'elettrodo gocciolano per gravità.

La goccia si deve staccare prima di raggiungere la pozza di saldatura, ed è possibile saldare solo in posizione orizzontale.

Al di sopra di una densità di corrente critica, il metallo viene trasferito a spruzzo fine (trasferimento spray) per mezzo della forza dell'arco, quindi è possibile utilizzare tutte le posizioni di saldatura.

6 Saldature di qualità superiore si ottengono con l'uso di corrente di saldatura a impulsi: una bassa corrente di fondo mantiene l'arco e il trasferimento del metallo si verifica quando gli impulsi di corrente superano il livello richiesto per il trasferimento a spruzzo

Il gas di protezione è una miscela contenente Ar o Ar puro

7 In una variante, il filo viene alimentato all'interno di una torcia al plasma

L'elettrodo a filo può essere molto lungo avvolto a spirale, il che consente saldature ininterrotte in qualsiasi posizione di saldatura

Nella saldatura semiautomatica il saldatore guida la pistola e regola i parametri di processo; nella saldatura automatica tutte le funzioni vengono rilevate dalla saldatrice o dal robot

La saldatura sul campo può essere difficile perché le correnti d'aria soffiano via il gas di protezione dalla zona di saldatura

## 8 Saldatura ad arco con materiale d'apporto rivestito (SMAW)

Anche in questo caso, l'arco viene attivato tra il filo o la barretta di apporto e i pezzi da lavorare, ma ora la protezione viene fornita da un rivestimento applicato all'esterno del filo di apporto (elettrodo rivestito)

9 Il rivestimento svolge diverse funzioni: la combustione e la decomposizione dovute al calore dell'arco creano un'atmosfera protettiva; la fusione del rivestimento fornisce una copertura di scoria fusa sulla saldatura; il contenuto di Na o K del rivestimento si ionizza facilmente per stabilizzare l'arco.

Inoltre, il rivestimento può fornire elementi in lega.

La scelta dell'elettrodo (che determina anche la polarità) è fondamentale per il successo.

10 Durante la saldatura, l'elettrodo fonde a una velocità di circa 250 mm/min mentre il rivestimento si scioglie in una scoria che deve essere rimossa se è richiesto più di un passaggio per costruire lo spessore completo della saldatura.

Poiché il rivestimento è fragile, vengono generalmente usati bastoncini dritti di lunghezza tipica di 450 mm, rendendo questo processo adatto solo per esecuzione manuale, a velocità relativamente basse, ma comunque a un costo ridotto.

Il processo è versatile e adatto all'applicazione sul campo, ma richiede una notevole abilità. La saldatura in tutte le posizioni, inclusa la saldatura sopratesta, è possibile se il metallo e le scorie solidificano abbastanza velocemente

11 La figura superiore è un'illustrazione schematica del processo di saldatura ad arco nella versione SMAW. Circa il 50% di tutte le operazioni di saldatura industriale su larga scala utilizza questo processo. La figura inferiore è uno schema di impianto semplificato per la stessa operazione.

## 12 Saldatura ad arco con fondente intubato (FCAW)

Fondamentalmente lo stesso risultato ottenibile con la SMAW, ma una penetrazione più profonda si ottiene con il fondente all'interno di un tubo nella tecnica FCAW.

## 13

Il filo di saldatura può essere arrotolato e diventa possibile la saldatura automatica continua. A volte viene fornita una schermatura aggiuntiva con un gas, e quindi il processo assomiglia alla saldatura GMAW. Nella figura si vede l'elettrodo tubolare marrone nel quale passa il

fondente, a sua volta contenuto nel tubo azzurro che perciò può essere maneggiato dall'operatore.

#### 14 Saldatura ad arco sommerso (SAW)

L'elettrodo consumabile è ora il filo di apporto nudo e la zona di saldatura è protetta da un fondente granulare fornito in modo indipendente da una tramoggia in uno spesso strato che copre l'arco.

15 Il fondente scherma l'arco, consente correnti elevate e una grande profondità di penetrazione, assicura alta efficienza, funge da disossidante e può contenere elementi in lega metallica in polvere.

La SAW è principalmente un processo di saldatura automatica con alte velocità di deposizione.

Gli elettrodi in tandem possono essere utilizzati per depositare grandi quantità di materiale di riempimento.

16 La posizione di saldatura deve essere orizzontale; quindi, è adatto per tubi in acciaio, cilindri e anche per saldature circolari se il pezzo viene ruotato.

La saldatura a doppio arco sommerso (con una saldatura dall'interno, l'altra dall'esterno) viene utilizzata per realizzare tubazioni saldate a spirale.

Può anche essere utilizzato con robot di saldatura.

Nella figura a sinistra lo schema di impianto nell'esecuzione di saldature ad arco sommerso. Partendo da sinistra, in rosso la tramoggia da cui scende il fondente, in grigio il rocchetto da cui viene prelevato il materiale d'apporto e in verde chiaro il motore che alimenta il filo, in marrone il tubo per il recupero del fondente ancora nello stato granulare e infine in giallo il sistema di controllo del circuito elettrico. Nella figura a destra la sezione della saldatura mentre viene realizzata. Il materiale d'apporto, bianco, passa attraverso il fondente granulare e forma l'arco col materiale base. In azzurro l'atmosfera protettiva costituita dal fondente fuso che, solidificando costituisce la crosta che copre il cordone, marrone nel disegno. Il fondente in forma granulare, giallo a puntini, viene poi recuperato.