

TOPTIG: la saldatura robotizzata TIG con alimentatore filo integrato

T. Opderbecke *
S. Guiheux *



Sommario / Summary

ALW ha sviluppato un nuovo procedimento di saldatura robotizzata TIG (Tungsten Inert Gas) che combina la qualità propria del procedimento TIG con la produttività del procedimento MIG. La chiave di volta è la particolare configurazione della torcia: il filo d'apporto, viene alimentato direttamente nella zona dell'arco ove le temperature sono più elevate determinando un trasferimento a "flusso liquido continuo". Tale configurazione ha inoltre il vantaggio di avere dimensioni d'ingombro ridotte e maggiore accessibilità della torcia per la saldatura robotizzata di geometrie complesse. Non è più necessario posizionare ed orientare il filo d'apporto rispetto alla torcia ed al giunto di saldatura. Il sesto asse del robot risulta così libero.

Le applicazioni fino ad ora realizzate riguardano la saldatura di contenitori in acciai inossidabili, saldature testa a testa ed a sovrapposizione, particolari di meccanica in acciai al carbonio con cordoni intermittenti nella gamma di spessori sottili o medi. In partnership con l'industria automobilistica nel campo della saldobrasatura, sono state testate con successo applicazioni su lamiere zincate sottili con filo CuSi_3 senza proiezioni. Altri sviluppi si potranno avere nella saldatura di acciai inossidabili e leghe leggere per l'industria alimentare, mobilifici e altro.

A new robotic TIG welding process has been developed which combines the quality of TIG welding with the productivity of MIG welding. The key part of the technology is an original torch design: the wire feed is oriented in an angle close to the tungsten electrode traversing the gas nozzle. This configuration provides the advantage of reduced overall dimensions and enhanced accessibility of the torch for robotic welding of complex geometries. There is no need to direct the torch and wire feed towards the joint helps to liberate the 6th axis of the robot.

Several technical features are associated to the new torch design such as an automatic electrode change, and a push pull wire feeder. Applications have been developed in partnership with the automotive industry for the weld-brazing of galvanised steel with CuSi_3 wire without spatter. Other applications can be found in welding stainless steel: food industry, manufacturing of furniture or cycle production.

Keywords:

GTA welding; metal transfer; process parameters; robots; speed; stainless steels; torches; wire feed.

* Air Liquide/C.T.A.S. - Cergy - Pontoise (Francia).

Saldatura robotizzata, sempre più alla ricerca di eccellente qualità di saldatura

La saldatura robotizzata oggi giorno è principalmente utilizzata con saldatura MIG o saldatura a resistenza per punti. Ciò dipende dalla necessità di produttività, di facilità, di efficacia e di automazione. C'è un crescente bisogno di saldature di ottima qualità per esempio nell'industria automobilistica, dei mobili di metallo e nell'industria chimica.

Migliore qualità significa prima di tutto assenza di proiezioni: la saldatura MAG è limitata perché la corrente di saldatura passa attraverso il filo d'apporto causando instabilità di trasferimento dell'arco. La quantità di filo è legata alla corrente di saldatura e non può essere variata se non variando la corrente di saldatura stessa.

Esistono sul mercato alcuni sistemi robotizzati TIG e plasma, con torce derivate da applicazioni manuali o automatiche. L'alimentazione del filo può essere aggiunta in un secondo momento anche se non è la soluzione ottimale per questo tipo di applicazioni.

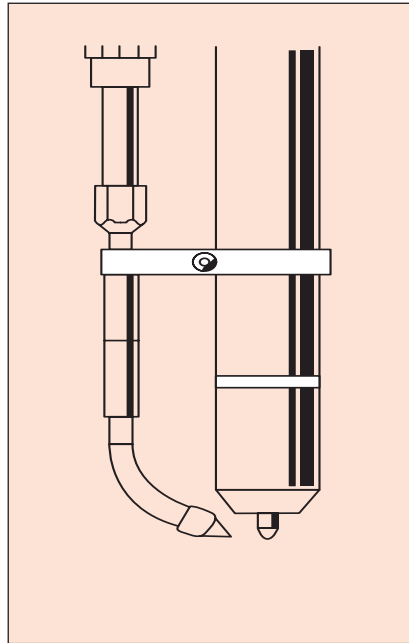


Figura 1 - Torcia TIG standard.

Come mostrato nella Figura 1, il filo è orientato a circa 90° rispetto all'elettrodo ed è parallelo alla saldatura. Questo significa un grande svantaggio in termini di ingombro e di affidabilità. L'orientazione del filo deve essere gestito dal 6° asse del robot. Per parti complesse si rende quindi necessaria l'aggiunta di un 7° asse per una periferica esterna (tavola rotante). Questo spiega come nella robotica la maggior parte delle applicazioni TIG e plasma sono prive di filo d'apporto.

Il cambio elettrodo è difficile da eseguire e normalmente ha come risultato un'operazione manuale con conseguente perdita di tempo.

Il procedimento TOPTIG

Lo studio si è prefissato quattro obiettivi principali:

- elevata velocità di saldatura
- compattezza della torcia per applicazioni robotizzate
- nessuna limitazione alle caratteristiche del robot
- cambio elettrodo in automatico.

Il punto chiave del processo, per questo coperto da brevetto, è il sistema integrato di alimentazione del filo come illustrato nella Figura 2.

Come indicato nella Figura 3 l'alimentazione del filo (2) passa attraverso la punta esterna (5) formando un angolo fisso con l'elettrodo (1), parallelamente al cono all'estremità dell'elettrodo. In questo modo il filo risulta in contatto con la regione più calda dell'arco ottenendo un elevato tasso di deposito.

Questa configurazione rende possibile l'utilizzo di una torcia TIG alla stregua di una torcia MIG: l'orientazione della torcia è meno importante.

La distanza dell'elettrodo dal pezzo è meno rilevante in quanto il filo viene spinto sul bagno di fusione.

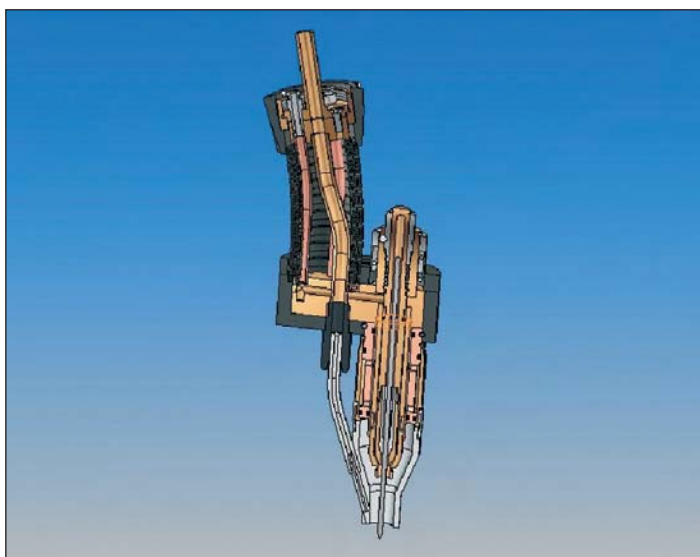


Figura 2 - Vista in sezione della torcia di saldatura TOPTIG.

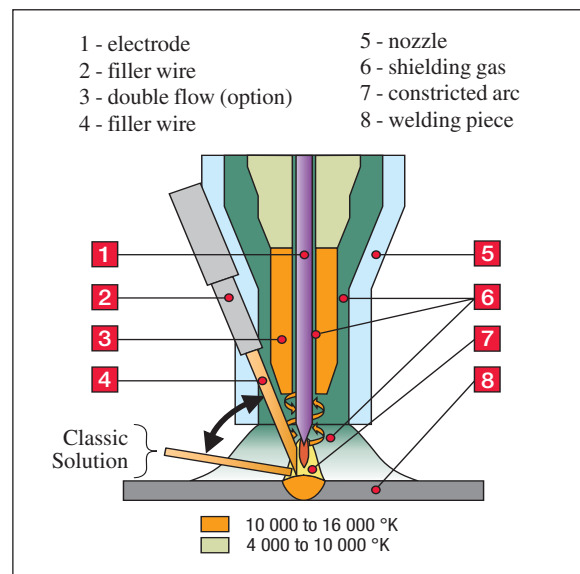


Figura 3 - Schema della torcia.

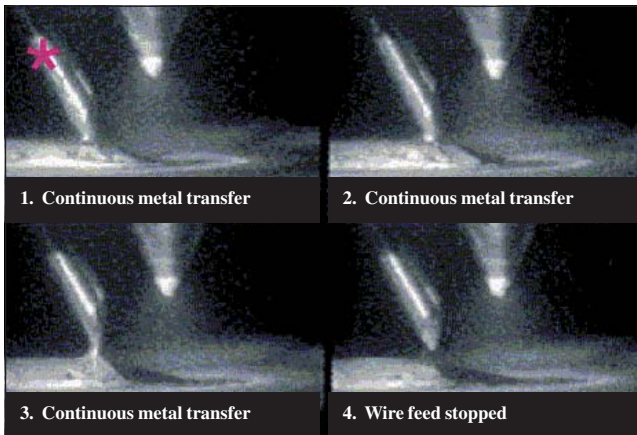


Figura 4 - In senso orario: 1. il filo avanza; 2. primo contatto dell'estremità del filo con il pezzo; 3. contatto continuo del filo con il bagno di fusione tramite un flusso liquido; 4. interruzione del contatto ed estremità del filo appuntita quando la velocità decresce a zero.

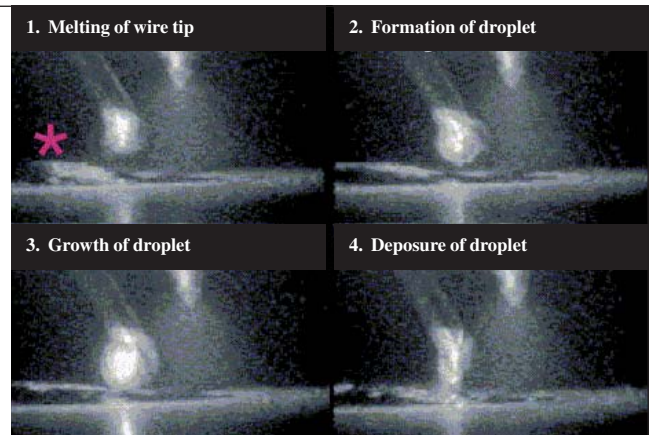


Figura 5 - In senso orario: 1. il filo avanza e inizia a fondere; 2. rottura del ponte liquido e formazione della goccia; 3. massima dimensione della goccia; 4. deposito del metallo sul bagno liquido.

Tipologie di trasferimento del metallo

La torcia TOPTIG rende possibile due modi di trasferimento del metallo complementari. A flusso liquido continuo e a goccia.

A liquido continuo

Questa configurazione comporta un particolare trasferimento del metallo d'apporto simile ad una colata di metallo liquido (Fig. 4) differente dal normale trasferimento "a goccia".

Vi è un contatto continuo tra il metallo d'apporto e il pezzo da saldare all'estremità del cono dell'arco. Il modo di trasferimento con ponte liquido è da preferire, in quanto genera un elevato tasso di deposito alla massima velocità, una saldatura continua e regolare e un rischio molto ridotto che il filo d'apporto entri in contatto con l'elettrodo di tungsteno. Al termine della saldatura si ottiene un filo più appuntito rendendo la successiva partenza più affidabile.

Il fotogramma della Figura 4 è ottenuto grazie ad un sistema di visione laser che permette di nascondere completamente la radiazione dell'arco.

Questo modo di trasferimento si ottiene con i più comuni fili d'apporto nei procedimenti di saldobrasatura di acciai inossidabili con gli opportuni parametri di velocità filo, corrente e distanza dell'elettrodo grazie alla geometria del TOPTIG.

A goccia

Il modo di trasferimento a goccia è caratterizzato da un contatto ripetuto delle gocce con il bagno fuso, rottura della strizione metallica, crescita della goccia e distacco per gravità o contatto con la superficie (Fig. 5).

Questo schema è simile al trasferimento in "short arc" della saldatura MAG.

Lo si può scegliere per i seguenti motivi: per mescolare il bagno fuso grazie ai continui contatti delle gocce con la superficie liquida. Questo riduce le porosità o in altri casi determina una struttura regolare ed eccellente.

Per coprire un ampio range di parametri: saldatura a correnti più basse o con ridotto tasso di apporto filo.

Per ottenere un cordone di saldatura più largo.

Il criterio fondamentale è la dimensione e la frequenza delle gocce: una velocità di avanzamento filo elevata garantisce una maggior frequenza di gocciolamento e una dimensione delle gocce ridotta.

La Figura 6 mostra schematicamente l'influenza della velocità del filo sulla

frequenza del gocciolamento mantenendo una corrente di saldatura costante.

Performance e applicazioni

Il procedimento TOPTIG è indicato per la saldatura di spessori sottili (fino a 3 mm di spessore), quando è richiesta elevata qualità, produttività e costi ragionevoli.

Aspetto della saldatura

Un altro vantaggio del procedimento TOPTIG è l'eccellente aspetto del cordone di saldatura. Infatti, l'utilizzo di un gas inerte garantisce un'ossidazione ridotta sia in saldobrasatura che con acciai inossidabili.

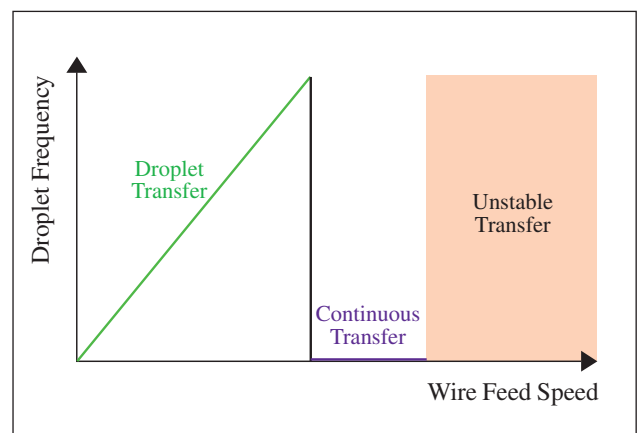


Figura 6 - Influenza della velocità sul filo di gocciolamento.

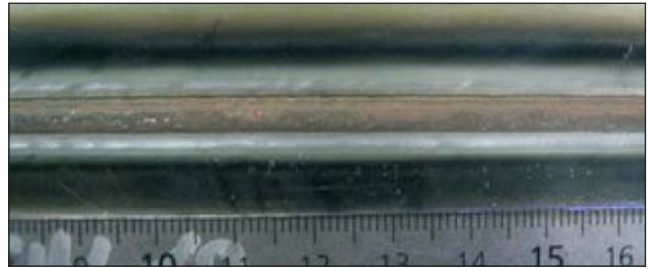


Figura 9 - Saldobrasatura su acciaio zincato di spessore 0,8 mm.

Inoltre il trasferimento in modo liquido garantisce un cordone liscio, privo di onde di solidificazione (Fig. 7).

Velocità di saldatura

In tutti i test eseguiti, il dato più interessante è stato quello relativo alla velocità: diversamente dal procedimento classico TIG, le velocità di saldatura sono paragonabili a quelle ottenute con il procedimento MIG (Fig. 8).

Assenza di proiezioni

L'assenza di proiezioni è garantita dal fatto che la corrente di saldatura non attraversa il filo d'apporto. Solitamente per prevenire proiezioni su spessori sottili, si riduce l'apporto di calore alla partenza della saldatura e si protegge l'elettrodo. Sincronizzando la salita della corrente, la partenza del filo e il movimento del robot, si può ridurre l'apporto di calore: l'arrivo del filo d'apporto direttamente nella regione dell'arco aiuta ad assorbire l'energia e a prevenire un eccessivo riscaldamento e le proiezioni di materiale (Fig. 9).

Controllo e flessibilità del processo

Con un sistema di apporto filo completamente integrato nella torcia e il fatto che il filo fonde in prossimità del punto più caldo dell'arco, la posizione del filo rispetto alla direzione di saldatura è meno sensibile, garantendo maggiore libertà per saldare strutture più complesse su robot a 6 assi (Fig. 11).

Ad ogni modo questo processo ammette errori di disallineamento e distacco tra i due lembi pari a una volta il diametro del filo. Se è necessaria una tolleranza maggiore, si può utilizzare la funzione "weaving" del robot.

Saldobrasatura per il settore automobilistico

All'inizio la torcia TOPTIG è stata sviluppata per applicazioni nell'industria automobilistica per la saldatura di lamiere sottili di acciaio pre-rivestite.

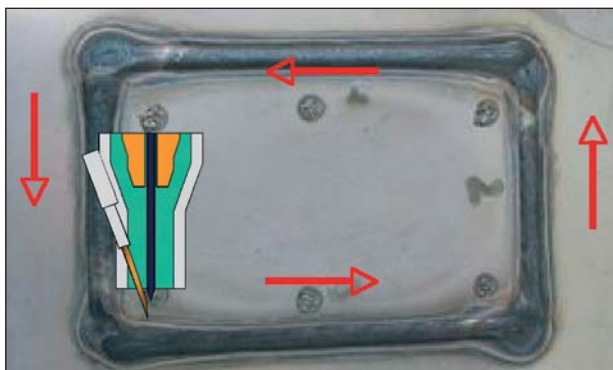


Figura 11 - Gunto di sovrapposizione 1mm lamiera acciaio inossidabile, 140°, 1.1 m/min, Arcal 10.

Bassa distorsione

L'autonomia della regolazione della corrente di saldatura, rispetto alla velocità di avanzamento del filo, permette di controllare l'apporto termico al giunto, e quindi risulta più facile ridurre le distorsioni. Tale vantaggio favorisce la realizzazione di saldature di spessori sottili in acciaio inossidabile (Fig. 10).

