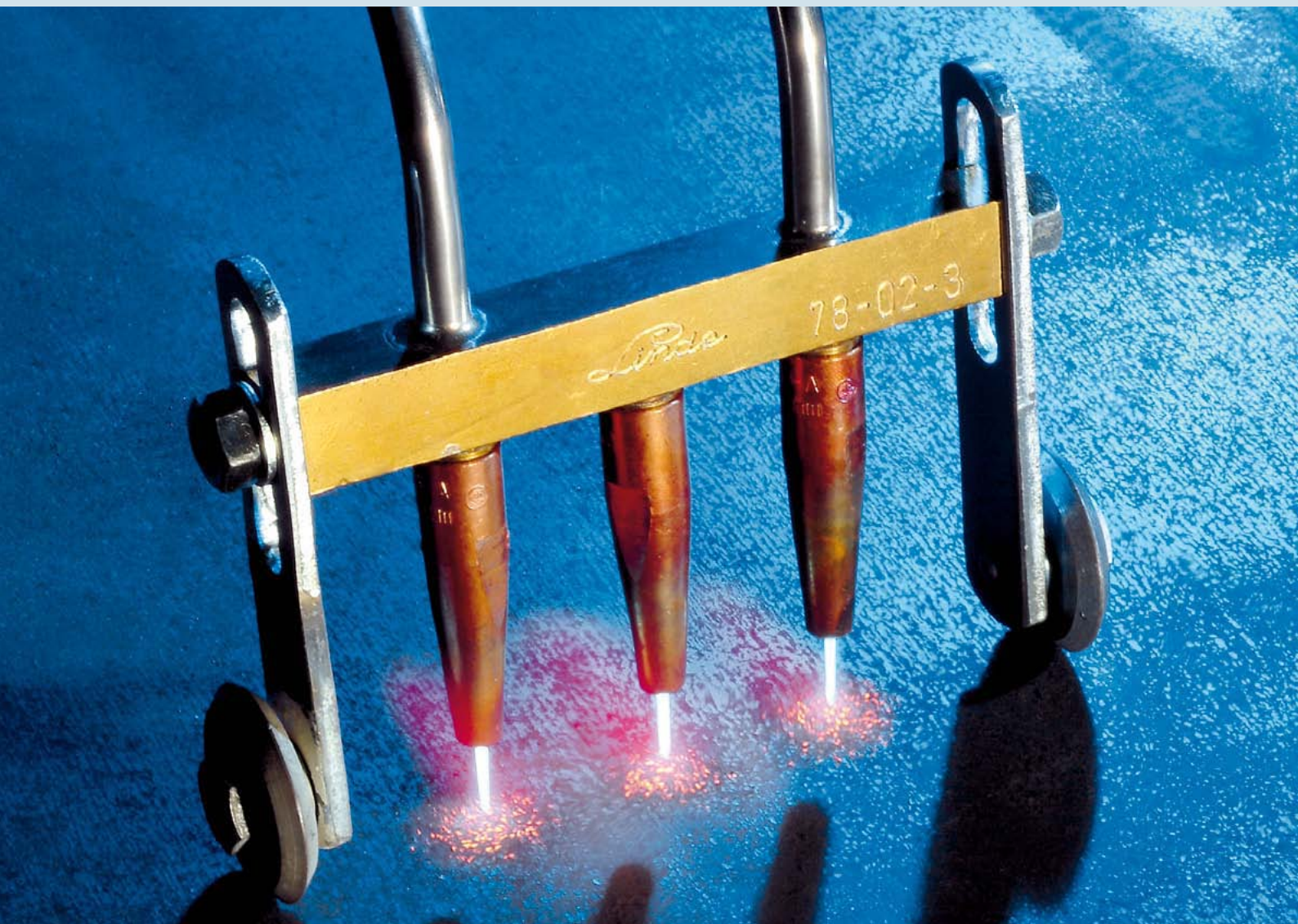


THE LINDE GROUP

PanGas

Raddrizzamento alla fiamma.

Acciai e alluminio.



Indice

Impiego e applicazioni	2
Il principio	2
Uso	2
Procedimento ed effetti	3
Materiali	3
Gas combustibili	4
Brucciato	4
Regolazione e conduzione della fiamma durante il raddrizzamento	6
Sceita dei bruciatori per il raddrizzamento alla fiamma	7
Materiali e bruciatori	7
Tipologie base di riscaldamento per l'accorciamento e la piegatura di componenti	9
Riscaldamento centrato o simmetrico per l'accorciamento	9
Riscaldamento decentrato o asimmetrico per la piegatura	9
Figure termiche nel raddrizzamento alla fiamma	10
Il principio	10
Raddrizzamento di lamiere sottili con punti termici	10
Ovale termico nella costruzione di tubazioni	12
Riga termica per eliminare la distorsione angolare	12
Il cuneo termico	13
Impedimento della dilatazione termica	14
Utensili di serraggio per impedire la dilatazione di lamiere sottili	15
Utensili di serraggio per impedire la dilatazione di lamiere, tubi e profili	16
Raffreddamento dopo il raddrizzamento alla fiamma	17
Il principio	17
Raddrizzamento alla fiamma di diversi materiali	17
Acciai da costruzione, acciai da costruzione a grana fine e acciai laminati termomeccanicamente	17
Acciai austenitici ad alto tenore di lega	17
Componenti zincati	17
Alluminio e leghe di alluminio	18
Regole di lavoro nel raddrizzamento alla fiamma	18
Sequenza operativa raccomandata	18
Elenco di controllo	20

Raddrizzamento alla fiamma

Impiego e applicazioni

Il principio

Questo paragrafo si occupa di un settore speciale nell'ambito delle tecniche autogene. Questo procedimento è caratterizzato dal fatto di richiedere determinate conoscenze base riguardo al comportamento elastico e plastico dei materiali, agli effetti di forze e tensioni e agli effetti termici. Esso richiede inoltre una buona sensibilità e capacità di prevedere gli effetti delle tensioni e delle deformazioni all'interno di componenti. Ogni problema di raddrizzamento è specifico e richiede pertanto un'accurata pianificazione ed eventualmente il ricorso ad esperti che abbiano una certa esperienza nel settore.

Uso

Il raddrizzamento alla fiamma è un riscaldamento alla fiamma mirato di costruzioni metalliche in cui delle aree estremamente circoscritte dei componenti vengono riscaldate, portandole alla temperatura necessaria per il raddrizzamento alla fiamma.

Il raddrizzamento alla fiamma viene utilizzato quasi in tutti i settori della lavorazione dei metalli. In molti casi una produzione a costi competitivi non è possibile senza la lavorazione della costruzione a regola d'arte tramite raddrizzamento alla fiamma. Deformazioni, imbarcature, piegature e torsioni possono essere raddrizzate con la fiamma con rapidità e sicurezza e senza impatto eccessivo sul materiale. Le applicazioni del raddrizzamento alla fiamma vanno dai componenti semplici fino a quelli complessi; nella maggior parte dei casi con questi ultimi è praticamente l'unica tecnica di raddrizzamento possibile per rispettare le tolleranze dimensionali. A ciò si aggiunge il fatto che un gran numero di materiali è adatto per il raddrizzamento alla fiamma. Per questa lavorazione vanno considerate le caratteristiche specifiche dei materiali.

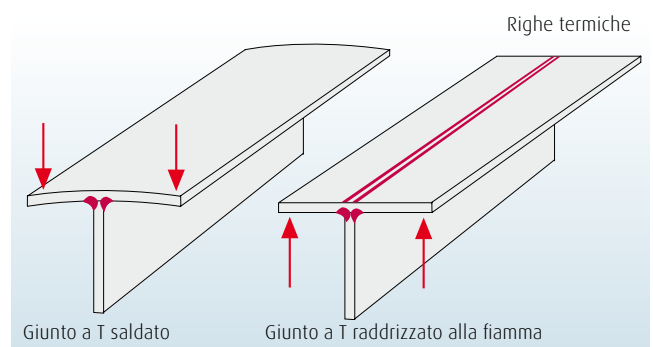


Figura 4.24 Raccordo a T, saldato e raddrizzato

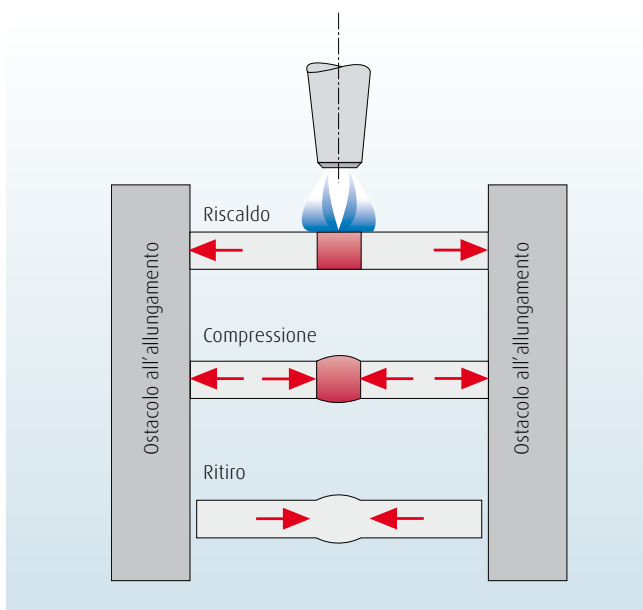


Figura 4.25 Il principio del raddrizzamento alla fiamma

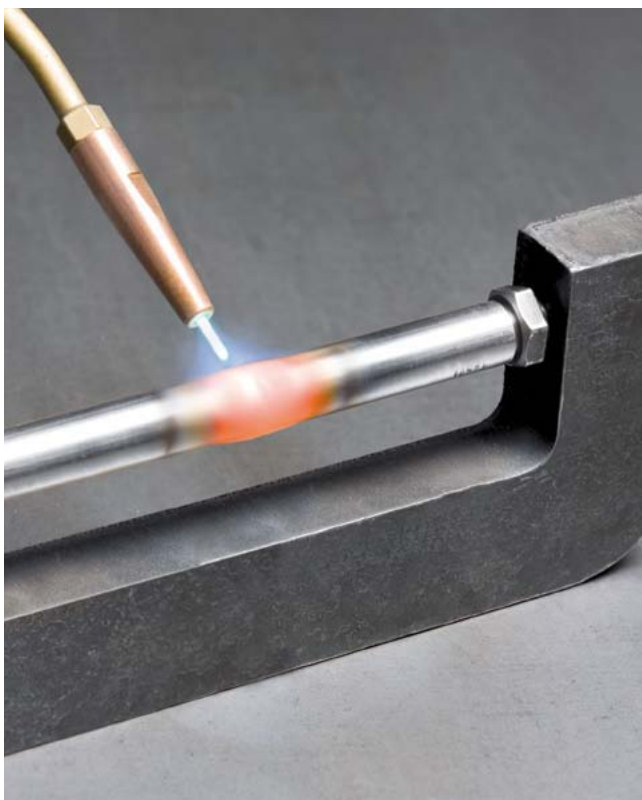


Figura 4.26 Effetto compressione nel raddrizzamento alla fiamma

Procedimento ed effetti

Accoppiando dei componenti tramite saldatura, da un lato il deposito si ritira durante il raffreddamento e dall'altro, a causa del riscaldamento durante la saldatura, la zona termicamente alterata viene prima compressa e poi si ritira. Durante il raffreddamento di

questa zona del componente, la sovrapposizione di entrambi i ritiri produce tensioni che danno luogo alla deformazione del componente. Con un apporto mirato di calore nell'ambito del raddrizzamento alla fiamma, il componente ritorna ad assumere la forma originaria. Anche le aree troppo lunghe del componente vengono riscaldate miratamente. In questo modo si produce una compressione locale che genera una variazione dimensionale durante il processo di raffreddamento.

Questo processo può essere spiegato prendendo come esempio un raccordo a T (Figura 4.24). In primo luogo viene effettuata la saldatura d'angolo sui due lati con cui sia nella zona della trave che in quella della traversa i cordoni di saldatura e le zone termicamente alterate si ritirano, dando luogo ad una distorsione angolare all'interno del nastro.

Il raddrizzamento alla fiamma con riga termica viene effettuato sul lato opposto della saldatura d'angolo, nei punti in cui il nastro deve essere accorciato. Il numero di righe termiche e la loro lunghezza dipende dalla distorsione, dalle dimensioni e dalle tensioni interne del pezzo.

Durante il raddrizzamento alla fiamma il componente viene riscaldato localmente in maniera mirata fino a raggiungere l'intervallo plastico. In seguito ad una dilatazione termica limitata si produce una compressione permanente. Durante il raffreddamento viene generato un accorciamento nel pezzo pari alla parte compressa, che conduce alla variazione di lunghezza e di forma desiderata.

**Il raddrizzamento alla fiamma è frutto di tre fattori:
riscaldamento – compressione – ritiro**

Contrariamente alla deformazione con il martello che allunga le aree del pezzo, con l'impiego della fiamma si ottiene sempre un accorciamento della zona riscaldata del pezzo (Figura 4.25).

Materiali

Tutti i materiali saldabili possono essere raddrizzati alla fiamma senza problemi purché le caratteristiche del materiale vengano considerate con la stessa accuratezza solitamente adottata per la saldatura. In ogni materiale metallico il modulo di elasticità e quindi la resistenza diminuiscono con l'aumentare della temperatura. Durante il riscaldamento di aree limitate del pezzo fino a raggiungere la fase plastica, il materiale inizia a scorrere e si comprime in quanto la sua espansione è impedita. I diversi materiali richiedono diverse temperature di raddrizzamento alla fiamma (Tabella 4.15).

Tabella 4.15 Temperature di raddrizzamento alla fiamma di diversi materiali

Materiali		Denominazione	Nome altern.	Temperatura di raddrizzamento alla fiamma °C
Acciaio da costruzione		S235JR S355J0		600 ... 800
Acciaio per caldaie		P265GH 16Mo3 13CrMo4-5		
Acciaio da costruzione a grana fine		S355N S890QL		550 ... 700
Acciaio TM		S355M S460M		
Leghe a base di nichel		2.4360 2.4602 2.4856	NiCu30Fe NiCr21Mo14W NiCr22Mo9Nb	650 ... 800
Acciaio austenitico al CrNi		1.4404 1.4301 1.4541	X2CrNiMo17-12-2 X5CrNi18-10 X6CrNiTi18-10	650 ... 800
Alluminio	Alluminio puro			150 ... 450
	Leghe non temprabili e saldabili	EN AW-3103 EN AW-5754	AlMn1 AlMg3	300 ... 450
	Leghe da lavorazione plastica	EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	150 ... 350
	Leghe temprabili e saldabili	EN AW-6005A EN AW-6082	AlSiMg(A) AlSi1MgMn	150 ... 200
	Leghe da lavorazione plastica	EN AW-7072 EN AW-7020	AlZn1 AlZn4,5Mg1	150 ... 350
Rame				600 ... 800

Gas combustibili

Nel raddrizzamento alla fiamma, alcune aree dei componenti devono essere portate miratamente in un'area limitata e in breve tempo alla temperatura di piegatura. Ciò è possibile solamente offrendo un'elevata densità di flusso termico in uno spazio estremamente ridotto della superficie del pezzo. Soprattutto la fiamma ossiacetilenica presenta questa elevata densità di flusso termico a causa della combustione primaria molto intensa. I gas di combustione il cui effetto termico consiste più nel trasferimento del calore della combustione secondaria estesa, non sono adatti per il raddrizzamento alla fiamma. In questo senso l'acetilene si differenzia notevolmente rispetto al propano e al gas naturale che hanno una combustione molto lenta (Figura 4.27 in alto).

La potenza dell'acetilene può essere sensibilmente accresciuta aumentando il rapporto di miscelazione gas combustibile-ossigeno (Figura 4.27 in basso). Per questa ragione la regolazione ottimale

della fiamma è determinante nel raddrizzamento alla fiamma. Il raddrizzamento alla fiamma effettuato a regola d'arte è possibile solo con l'acetilene!

Bruciatore

Il bruciatore classico per il raddrizzamento alla fiamma è il cannello monofiamma acetilene-ossigeno usato in generale per i lavori con la tecnica autogena (Figura 4.29).

Per applicazioni particolari, ad esempio l'eliminazione di una distorsione angolare di una costruzione metallica saldata oppure per eliminare delle ammaccature su lamiere di grande spessore, si sono rivelati particolarmente idonei i bruciatori multifiamma commutabili. Questi apparecchi sono basati sul bruciatore monofiamma diffuso, in cui 3 o 5 ugelli singoli disposti in fila ad una distanza di 30 mm vengono alimentati attraverso un iniettore.

Per il raddrizzamento alla fiamma di lamiere con spessori maggiori è consigliabile l'uso di bruciatori multifiamma o bruciatori speciali.

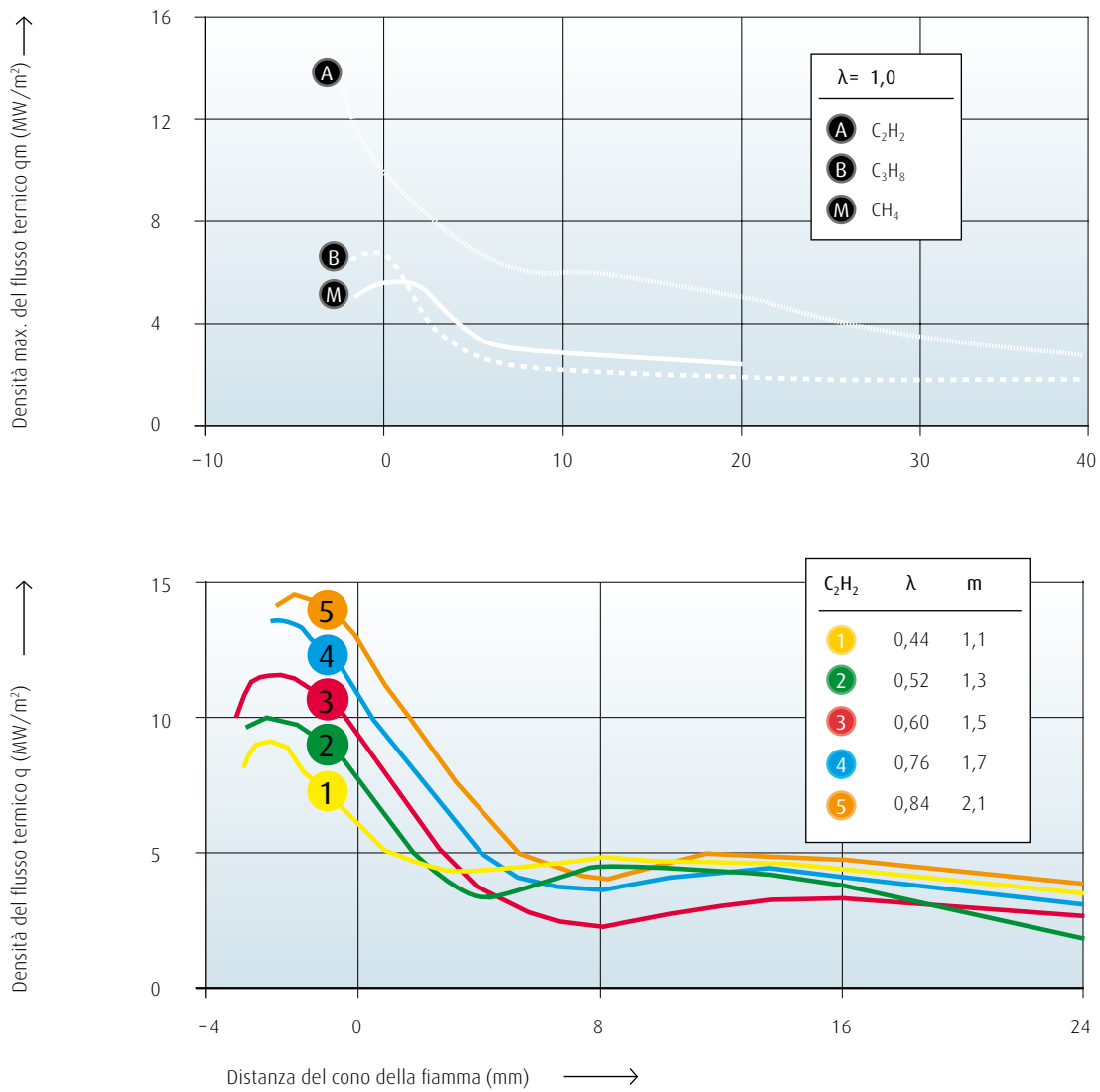


Figura 4.27 Densità del flusso termico dei gas combustibili



Figura 4.28 Raddrizzamento alla fiamma di una trave a doppio T

Regolazione e conduzione della fiamma durante il raddrizzamento

Per tenere conto delle proprietà specifiche del materiale, durante il riscaldamento non va considerato il solo valore della temperatura di raddrizzamento, ma anche la regolazione della fiamma. Durante il raddrizzamento alla fiamma si lavora con diverse regolazioni della fiamma. Si utilizza esclusivamente una fiamma di acetilene-ossigeno che, a seconda del pezzo, subisce tre regolazioni: neutra, con eccesso di ossigeno o con eccesso di acetilene.

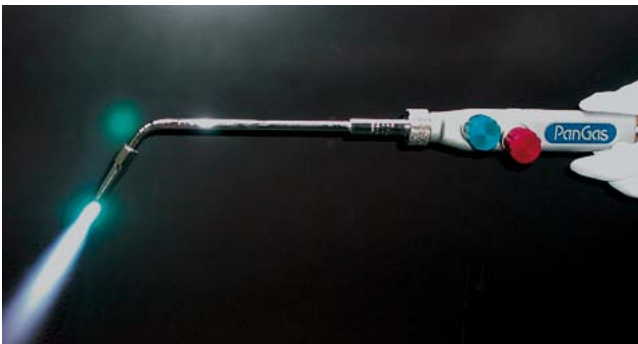


Figura 4.29 Bruciatore speciale per punti di calore



Figura 4.30 Impiego di un bruciatore speciale per righe termiche

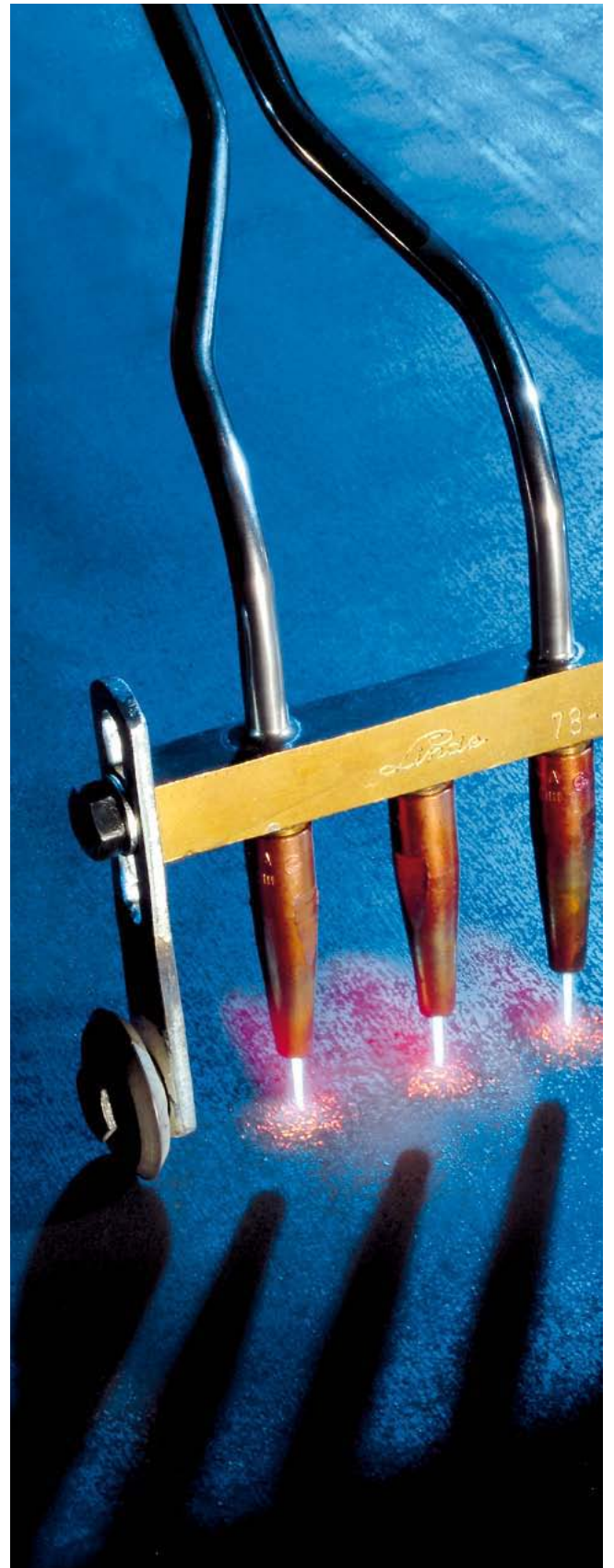


Figura 4.31 Bruciatore per il raddrizzamento alla fiamma con tre fiamme

Acciai inox

(scarsa conduzione del calore)

Si sceglie un inserto di saldatura uguale o di una taglia inferiore a quello del bruciatore che si utilizzerebbe per la saldatura per fusione a gas dei pezzi da raddrizzare a fiamma.

Esempio: Spessore lamiera 12 mm

Dimensione bruciatore: 6

Alluminio e leghe di alluminio

(conduzione del calore molto elevata)

Si sceglie un inserto di saldatura di almeno due taglie superiore a quello del bruciatore che si utilizzerebbe per la saldatura per fusione dei pezzi da raddrizzare a fiamma.

Esempio: Spessore lamiera 15 mm

Dimensione bruciatore: 8 oppure 9

Tabella 4.17 Scelta del bruciatore per il raddrizzamento a fiamma

Dimensione bruciatore		Consumo di acetilene	Spessore dei pezzi	
			Acciaio da costruzione Acciaio per caldaie	Acciaio al CrNi
DIN EN	mm	l/h	mm	
Bruciatore monofiamma				
Dimensione 2	1 – 2	150	1 – 2	2 – 3
Dimensione 3	2 – 4	300	2 – 4	3 – 4
Dimensione 4	2 – 5	500	2 – 5	5 – 8
Dimensione 5	4 – 6	750	4 – 6	7 – 12
Dimensione 6	5 – 7	1150	5 – 7	10 – 18
Dimensione 7	6 – 12	1700	6 – 12	15 – 30
Dimensione 8	10 – 16	2500	10 – 16	25 – 50
Dimensione 9	15 – 25	4000	15 – 25	
Dimensione 10	20 – 40	7500	20 – 40	> 50
Bruciatori commutabili				
Dimensione 3	3/2 2 – 4	900/600	5 – 15	8 – 20
Dimensione 3	5/3 2 – 4	1500/900		
Dimensione 4	3/2 4 – 6	1500/1000	10 – 30	15 – 40
Dimensione 4	5/3 4 – 6	2500/1500		
Bruciatore trifiamma				
Dimensione 5	6 – 9	2250	15 – 40	20 – 50
Bruciatore speciale		100 → 10000	1 – 300	



Tipologie base di riscaldamento per l'accorciamento e la piegatura di componenti

Le aree dei componenti possono essere riscaldate localmente con la fiamma; in questo caso si verificano delle compressioni dovute all'impedimento della dilatazione termica. La posizione del punto di compressione all'interno del pezzo determina la variazione di forma (Figura 4.32).

Riscaldamento centrato o simmetrico per l'accorciamento

Se un componente viene portato a temperatura di raddrizzamento alla fiamma con uniformità e su tutta la lunghezza del pezzo, la zona riscaldata si comprime purché l'espansione sia stata ostacolata adeguatamente durante la fase di riscaldamento. In questo caso l'intero pezzo si accorcia della lunghezza pari alla compressione. Si parla di riscaldamento simmetrico o anche di riscaldamento centrato. Le maggiori tensioni interne di saldatura vengono eliminate a seconda della posizione dei cordoni di saldatura rispetto al punto di raddrizzamento alla fiamma.

Riscaldamento decentrato o asimmetrico per la piegatura

In caso di riscaldamento di un componente che riguarda lo spessore del pezzo solo in prossimità della superficie e su un lato, la compressione si verifica solo nella zona riscaldata. L'ostacolo alla dilatazione termica è di norma offerto dalla parte restante del pezzo rimasta fredda. In questo modo i componenti possono essere piegati in maniera mirata. Si parla di riscaldamento asimmetrico o anche di riscaldamento decentrato (Figura 4.33).

Le autotensioni presenti nel componente si allentano e si sovrappongono le tensioni di ritiro conseguenti all'operazione di piegatura alla fiamma. I picchi di tensione vengono eliminati nel componente. Non è raro osservare che la scelta di bruciatori inadeguati o una conduzione del calore imprecisa provochino l'accorciamento e la piegatura del pezzo, benché una sola dei due tipi di deformazione sia realmente voluta. L'uso di bruciatori sottodimensionati provoca un tempo di riscaldamento eccessivo ed eventualmente un riscaldamento passante non voluto. Non si verifica nessun accumulo di calore e quindi nessuna compressione locale. La deformazione voluta del componente viene meno.

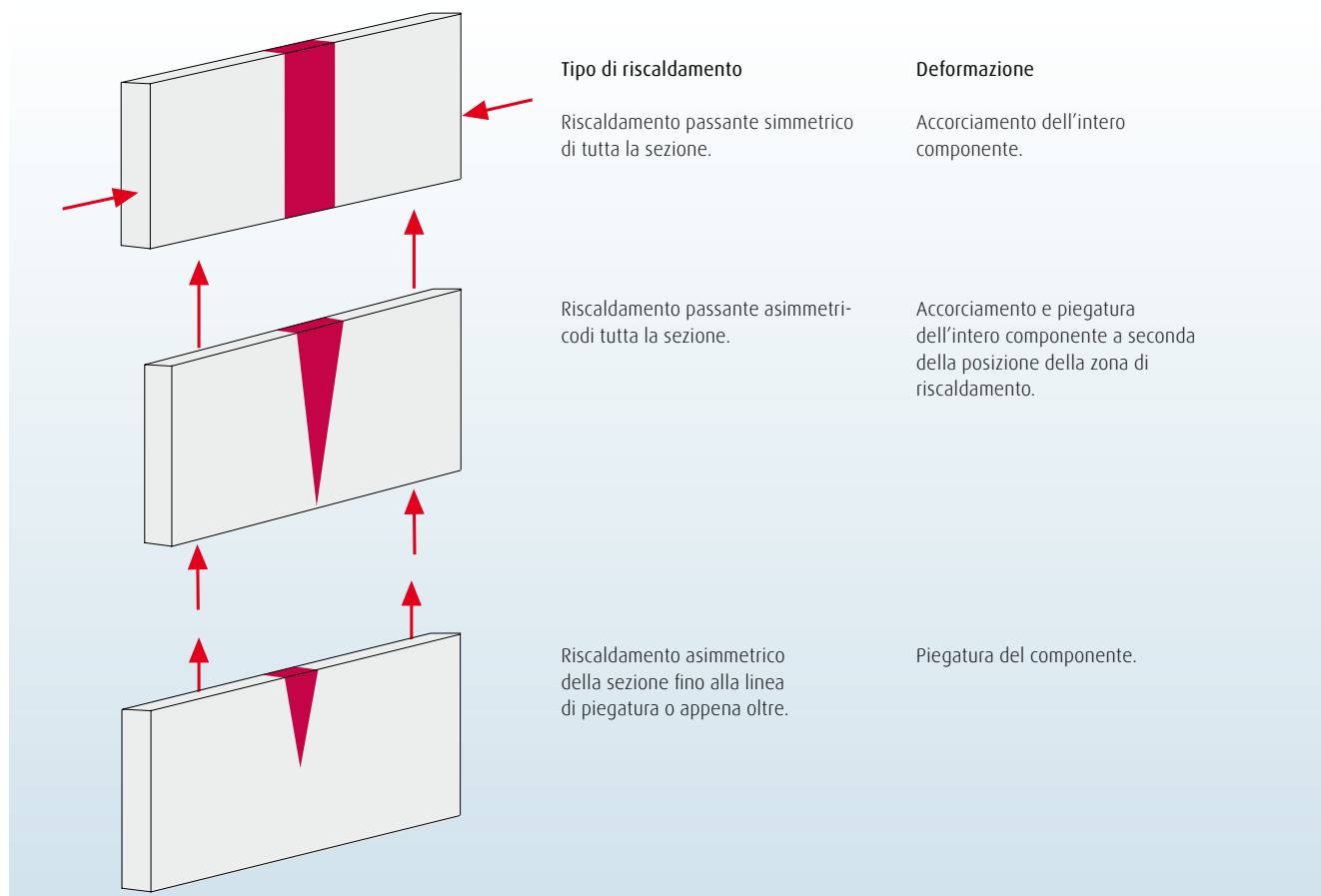


Figura 4.32 Tipi di riscaldamento e deformazione

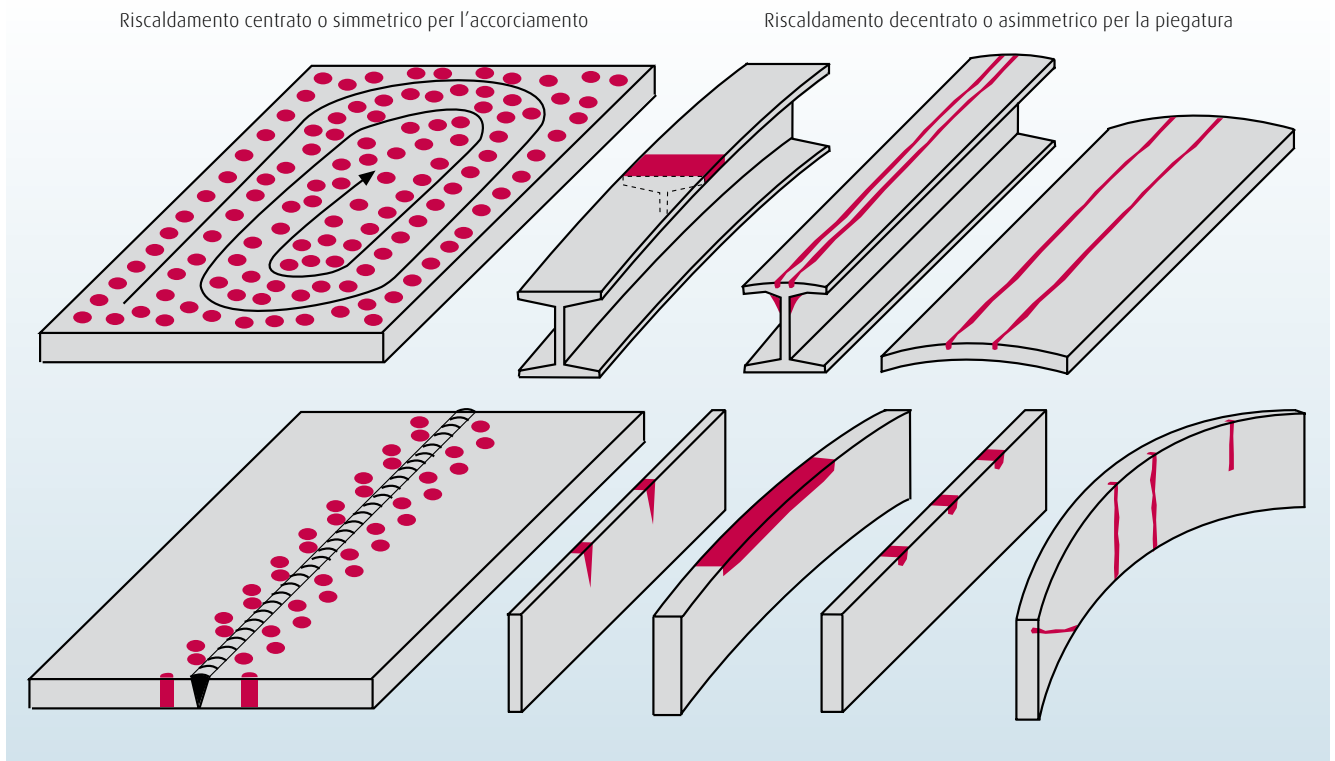


Figura 4.33 Posizione del riscaldamento per l'accorciamento o la piegatura

Figure termiche nel raddrizzamento alla fiamma

Il principio

A seconda del componente e del grado di deformazione si applicano diverse figure termiche (Figura 4.35) per ottenere un risultato ottimale del raddrizzamento. Ad eccezione del punto termico, le figure termiche devono essere marcate sul componente per avere ben chiaro il riscaldamento da raggiungere. La marcatura dei punti termici sulle superfici di lamiera non è necessario né consigliabile. Una disposizione dei punti troppo regolare dal punto di vista geometrico potrebbe dare luogo ad aree di ritiro preferenziali che non portano al risultato ottimale del raddrizzamento. Pertanto è consigliabile scegliere una disposizione irregolare dei punti.

Raddrizzamento di lamiere sottili con punti termici

Il punto termico viene utilizzato in prevalenza per il raddrizzamento alla fiamma di lamiere sottili con lo scopo di eliminare le ammaccature della lamiera. La disposizione dei punti termici sulla superficie della lamiera è irregolare. Le serie di punti lineari conducono a pronunciate zone di accorciamento che possono dare luogo alla formazione di piegature.

Un punto termico deve essere piccolo. Il pezzo viene riscaldato in profondità per ottenere un accorciamento di un'area del componente. Molti piccoli punti termici sono più efficaci di pochi punti grandi, infatti questi ultimi aumentano il numero di ammaccature della superficie di lamiera.



Figura 4.34 Raddrizzamento alla fiamma di una superficie di lamiera

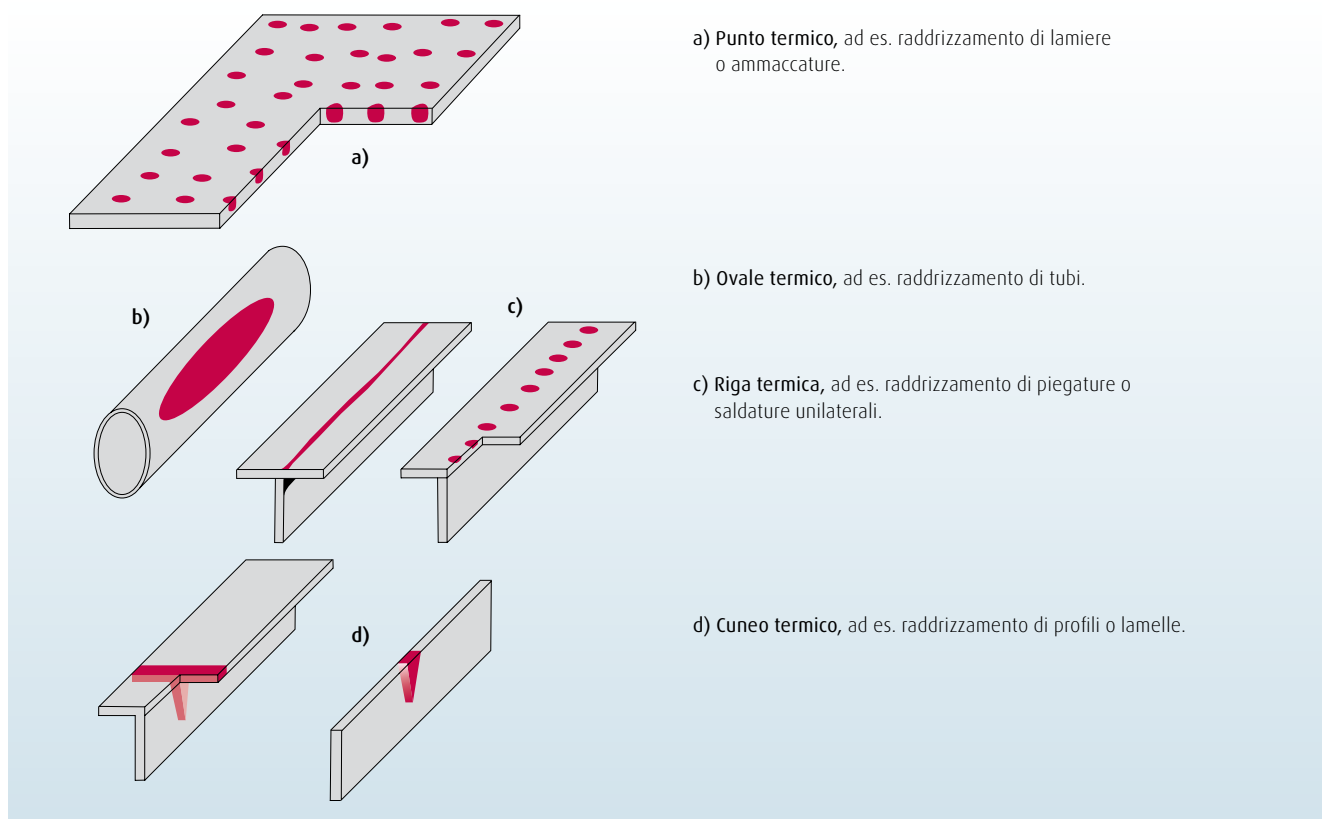


Figura 4.35 Figure termiche nel raddrizzamento alla fiamma

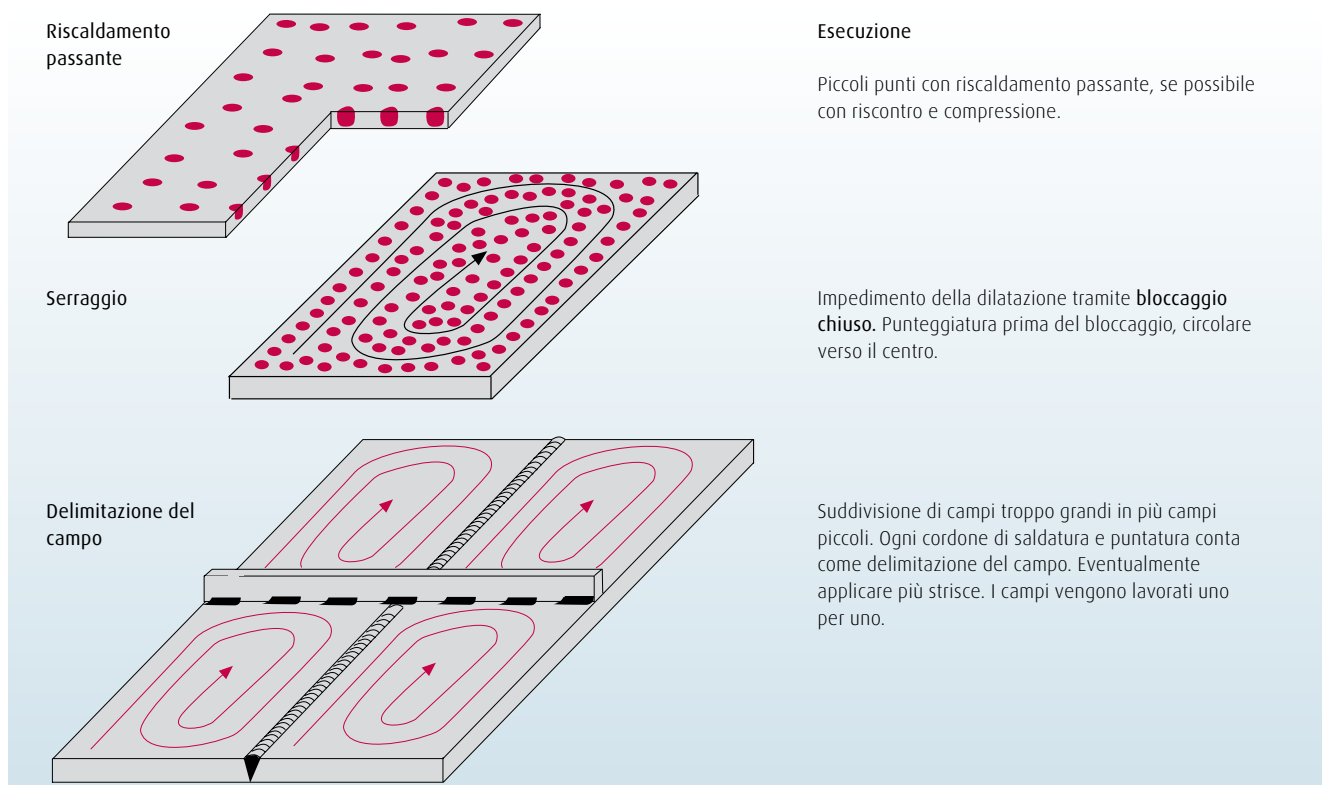


Figura 4.36 Figure termiche nei campi della lamiera

In deroga alla raccomandazione per la scelta dei bruciatori per acciai da costruzione, per lamiere di spessore fino a 3 mm si utilizzano bruciatori identici allo spessore delle lamiere per ottenere punti termici più piccoli possibile. Le superfici di lamiera aperte su uno o più lati non possono essere raddrizzate alla fiamma senza un adeguato serraggio chiuso. È sempre necessario avere un'area completamente chiusa. Ogni rinforzo ed ogni cordone di saldatura corrisponde a una delimitazione dell'area. Le aree di lamiera troppo grandi devono eventualmente essere suddivise ulteriormente, ad esempio puntandovi delle strisce.

Le aree delle lamiere vengono puntate una ad una dall'esterno verso l'interno, partendo dal serraggio e procedendo a spirale in direzione del centro dell'area. Per ottenere delle superfici lisce, i punti termici vengono realizzati con un martello adatto. Durante questa operazione è necessario contrastare il colpo applicando sul dorso del pezzo un utensile piano. Per il raddrizzamento alla fiamma di acciai al cromo-nichel vanno utilizzati utensili dello stesso tipo di materiale.

Ovale termico nella costruzione di tubazioni

I tubi ed altri pezzi cavi con simmetria di rotazione possono essere piegati con la fiamma in modo semplice ed efficace. La principale applicazione della piegatura alla fiamma è quella dell'eliminazione di deformazioni causate dal collegamento unilaterale di diramazioni. La causa della deformazione prodotta dalla saldatura è dovuta alla compressione e al successivo ritiro del cordone di saldatura e della zona termicamente alterata. La deformazione viene eliminata utilizzando un bruciatore adatto per lo spessore della tubazione per applicare sul lato opposto dell'attacco della diramazione una zona termica in forma di ovale.

La regola fondamentale a riguardo è la seguente: il lato lungo dell'ovale deve sempre essere allineato secondo la lunghezza del tubo.

A seconda della deformazione, l'ovale termico viene portato fino all'altezza dell'asse di simmetria del tubo, riscaldando la parete del tubo per tutto lo spessore. La zona riscaldata verrà compressa e dopo il raffreddamento la forma subirà il cambiamento desiderato. Un ovale termico ruotato di 90° agisce analogamente ad un cuneo termico e può provocare la rottura del tubo. In presenza di lievi differenze di forma, il successo può essere garantito da singoli punti termici o da una fila di punti termici riscaldati in tutto lo spessore.

Riga termica per eliminare la distorsione angolare

La distorsione angolare è il tipo di deformazione più frequente ma anche meglio visibile. In molti casi può essere eliminata tracciando una o più righe termiche parallele sul lato opposto alla saldatura d'angolo.

Una riga termica è particolarmente efficace quando un solo terzo dello spessore del pezzo viene portato alla temperatura di raddrizzamento alla fiamma. A questo scopo è indispensabile utilizzare bruciatori potenti e scelti appositamente in funzione dello spessore della lamiera. Il controllo della profondità di penetrazione della temperatura nella superficie del pezzo avviene attraverso il colore della superficie direttamente dietro il cono fiamma del bruciatore. Per avere un'idea della velocità di avanzamento, l'operatore esperto solleva il bruciatore brevemente dalla superficie del pezzo.

Con la regolazione ottimale della fiamma, la corretta distanza del cono fiamma dalla superficie del pezzo e la corretta velocità di avanzamento, il colore rosso scuro dell'incandescenza svanirà immediatamente. Se il rosso incandescenza permane, la penetrazione del calore nel pezzo è eccessiva. In questo caso il risultato del raddrizzamento non è più ottimale. I bruciatori commutabili per il raddrizzamento alla fiamma, noti anche con il nome di «bruciatori multifiamma commutabili 3/2 e 5/3», vengono impiegati in prevalenza per eliminare le distorsioni angolari delle costruzioni saldate e per ripristinare le ammaccature su pannelli di lamiere con spessori maggiori.

La regolazione della fiamma, la distanza del cono fiamma dalla superficie del pezzo e la velocità di avanzamento devono essere accuratamente scelti l'una in funzione dell'altra. Le ruote di supporto e le guide vengono regolate in modo tale che il cono fiamma possa toccare la superficie del pezzo.

Con una regolazione ottimale della fiamma e una velocità di avanzamento adattata si formano tre zone termiche che devono evidenziare nettamente tre zone fredde fra le singole righe termiche. La convergenza delle righe termiche va evitata in quanto ne risulterebbe un riscaldamento passante del pezzo. Il riscaldamento non sarebbe decentrato e la distorsione angolare non verrebbe ripristinata come previsto.

I bruciatori multifiamma commutabili sono disponibili in due taglie. Con i bruciatori formato 3 e 4 la distanza dei singoli ugelli è di 30 mm. Il bruciatore formato 2 - 4 viene usato per lamiere con spessori fino a 15 mm. Il bruciatore formato 4 - 6 è adatto per lamiere con spessore > 15 mm.

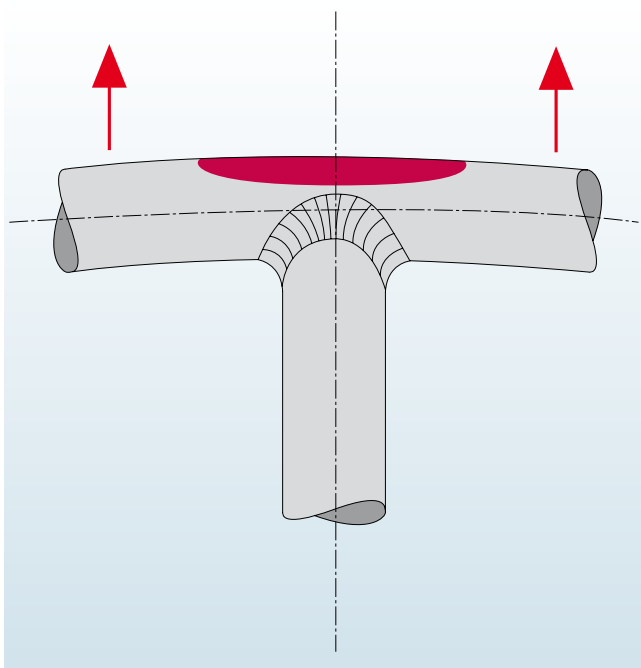


Figura 4.37 Ovale termico

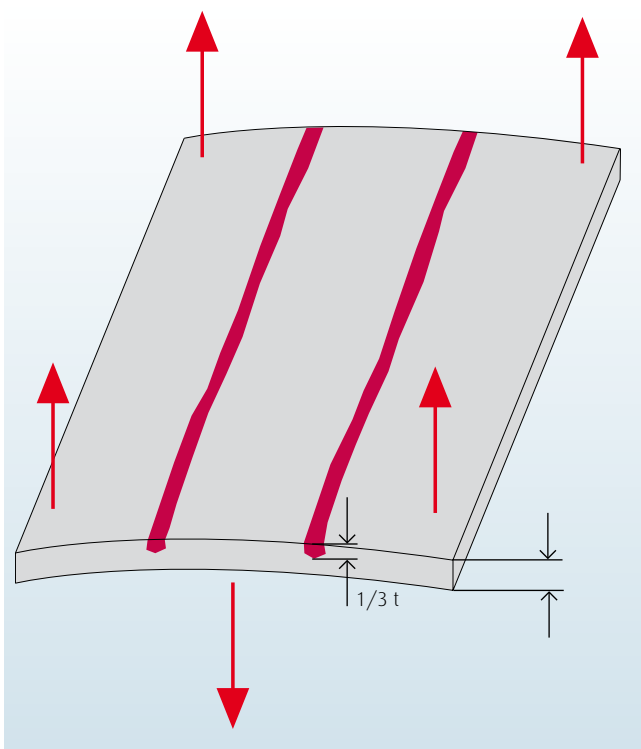


Figura 4.38 Riga termica

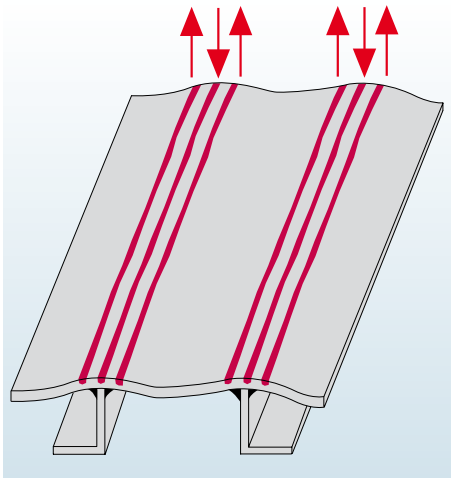


Figura 4.39 Righe termiche con bruciatore multifiamma

Il cuneo termico

Il cuneo termico (Figura 4.41) viene usato prevalentemente su profili e lamelle verticali in posizione di costa quando con il raddrizzamento si devono raggiungere deformazioni notevoli. Il componente viene sempre riscaldato uniformemente partendo dalla punta del cuneo fino alla sua base. La forma e le dimensioni del cuneo devono essere proporzionate alle dimensioni del componente. Il cuneo termico deve essere nettamente delimitato, a punta e lungo. Il rapporto fra base ed altezza del cuneo non deve superare 1:3. L'altezza del cuneo va scelta in modo tale che la punta superi appena la linea di curvatura del profilo. Con questo modo di procedere si sfrutta la rigidità delle zone non riscaldate del pezzo per impedire la dilatazione termica.

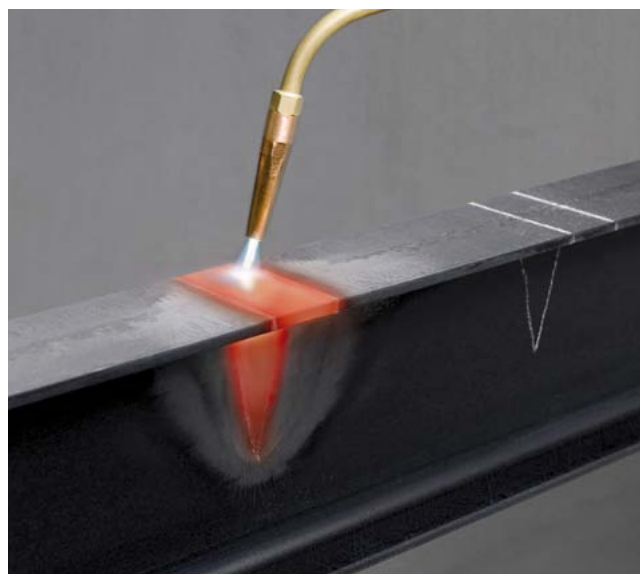


Figura 4.40 Cuneo termico in corrispondenza di una trave a doppio T di acciaio da costruzione

È consigliabile marcare la forma del cuneo termico sui due lati del componente per garantire il riscaldamento più simmetrico possibile del volume del cuneo. Se il riscaldamento è scenterato la zona termicamente interessata non sarà cuneiforme ma riguarderà una zona indefinita del pezzo. Ciò non permette di giungere al risultato auspicato del raddrizzamento.

Sui profili la procedura è identica. Il cuneo termico viene marcato. Anche qui il riscaldamento parte dalla punta del cuneo (traversa) e va verso il nastro. La linea base del cuneo determina la larghezza del riscaldamento del nastro. Per scaldare bene la zona della scanalatura in corrispondenza della zona di transizione traversa-nastro – e cioè la zona del massimo accumulo di materiale – è bene riscaldare alternativamente la parte superiore della traversa e quella del nastro (Figura 4.42). Per evitare dei gradini fra la zona del nastro riscaldata e le aree non riscaldate, è consigliabile tenere più bassa di circa 50 °C la temperatura di raddrizzamento alla fiamma in corrispondenza dei bordi del nastro riscaldata.

Impedimento della dilatazione termica

La compressione del punto di piegatura causata dall'apporto termico è il presupposto per il successo del raddrizzamento. Se il componente non è abbastanza rigido per ostacolare la dilatazione termica durante il processo di riscaldamento, occorre intervenire direttamente sul punto di raddrizzamento, perché la compressione possa partire fin dall'inizio del riscaldamento.

Sui componenti meno rigidi, un ulteriore impedimento della dilatazione termica dall'esterno è decisivo per il successo del raddrizzamento. Anche quando si tratta di sezioni più spesse, un impedimento aggiuntivo della dilatazione rende più rapido ed efficace il raddrizzamento alla fiamma.

Se si usano mezzi meccanici per impedire la dilatazione occorre accertarsi che i pezzi non subiscano contrazioni. Gli ausili meccanici applicati per impedire le dilatazioni non devono esercitare un'azione di compressione ma solamente trattenere. Se le forze di compressione sono eccessive esiste il rischio che il componente si spezzi in corrispondenza della zona di raddrizzamento alla fiamma.

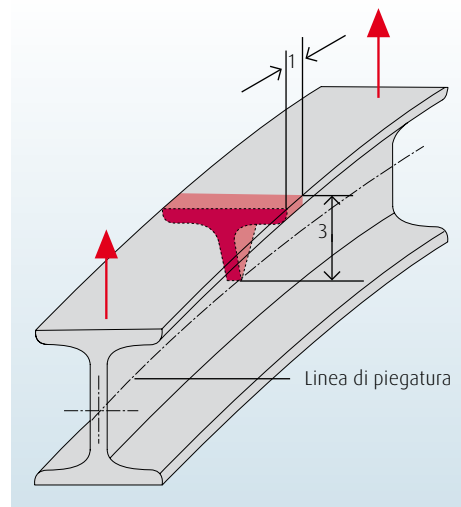


Figura 4.41 Cuneo termico in corrispondenza di una trave a doppio T (schematico)

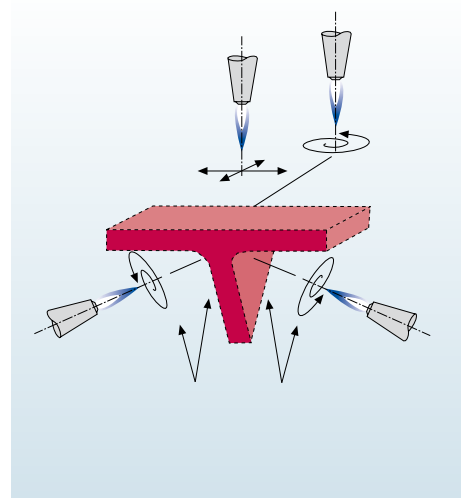


Figura 4.42 Conduzione del calore in corrispondenza della trave a T

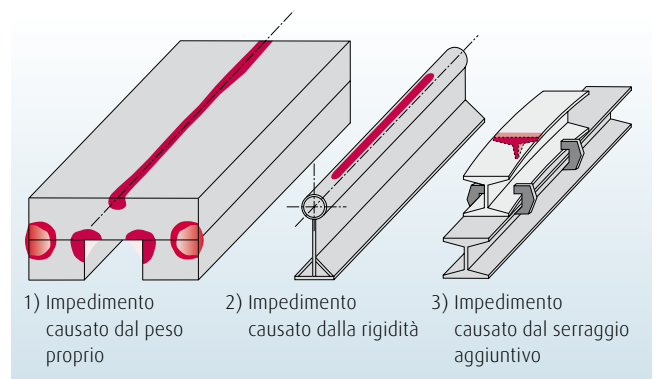


Figura 4.43 Impedimenti possibili

Utensili di serraggio per impedire la dilatazione di lamiere sottili

Le lamiere sottili e i componenti labili non possono essere raddrizzati alla fiamma senza un serraggio particolare. I singoli pezzi vengono raddrizzati alla fiamma con il metodo classico: cornice chiusa e riscaldamento passante con punti termici più piccoli possibile dal bordo della cornice verso il centro della lamiera. La lamiera viene «serrata» in maniera analoga a come si tende la membrana di un tamburo. Nella produzione in serie, per esempio la costruzione di vagoni, si sono rivelate idonee le piastre forate con dimensione corrispondente ad un'area singola. Esse bloccano la lamiera nel piano desiderato e la trattengono durante il processo di riscaldamento. La dimensione della piastra forata, il suo spessore e le distanze dei fori dipendono dai componenti e dallo spessore del pezzo. Le dimensioni sono spesso basate su decine di anni di esperienza.

Il raddrizzamento alla fiamma con piastre forate funziona solo se l'area della lamiera da raddrizzare è supportata sul dorso da una lastra stabile. Nella costruzione di vagoni ferroviari in cui le lamiere delle celle dell'abitacolo o del rivestimento esterno del vagone sono in prevalenza composte da alluminio, i riscontri sono costituiti da lastre magnetiche che, attraverso la lamiera di alluminio, attirano saldamente le piastre forate costringendo il componente nel piano desiderato. La punteggiatura viene effettuata attraverso i fori della lastra forata.

L'operatore non deve seguire un ordine particolare nell'applicazione dei punti. La compressione degli ispessimenti a forma di porro del punto termico non è necessario. Con l'uso delle piastre forate il controllo della temperatura di raddrizzamento alla fiamma è problematico o impossibile. Per questa ragione, prima dell'inizio dei lavori è necessario provare l'uso della fiamma su una lamiera campione. Durante la fase operativa, inizialmente il tempo di azione della fiamma sul pezzo viene determinato tramite conteggio, ma successivamente ci si basa sull'esperienza. Invece della combinazione piastra forata e lastra di riscontro, nelle lamiere relativamente sottili si sono rivelate idonee anche le lastre a depressione. Queste lastre sono composte da una lamiera stabile sulla cui parte periferica è applicata una guarnizione a labbro di gomma. La lastra a depressione viene applicata alla lamiera. Evacuando l'intercapedine, la parte della lamiera da raddrizzare viene attirata verso il piano desiderato. Il raddrizzamento alla fiamma viene effettuato sul lato contrario. Il numero e la distanza dei punti termici dipendono dall'esperienza dell'operatore.

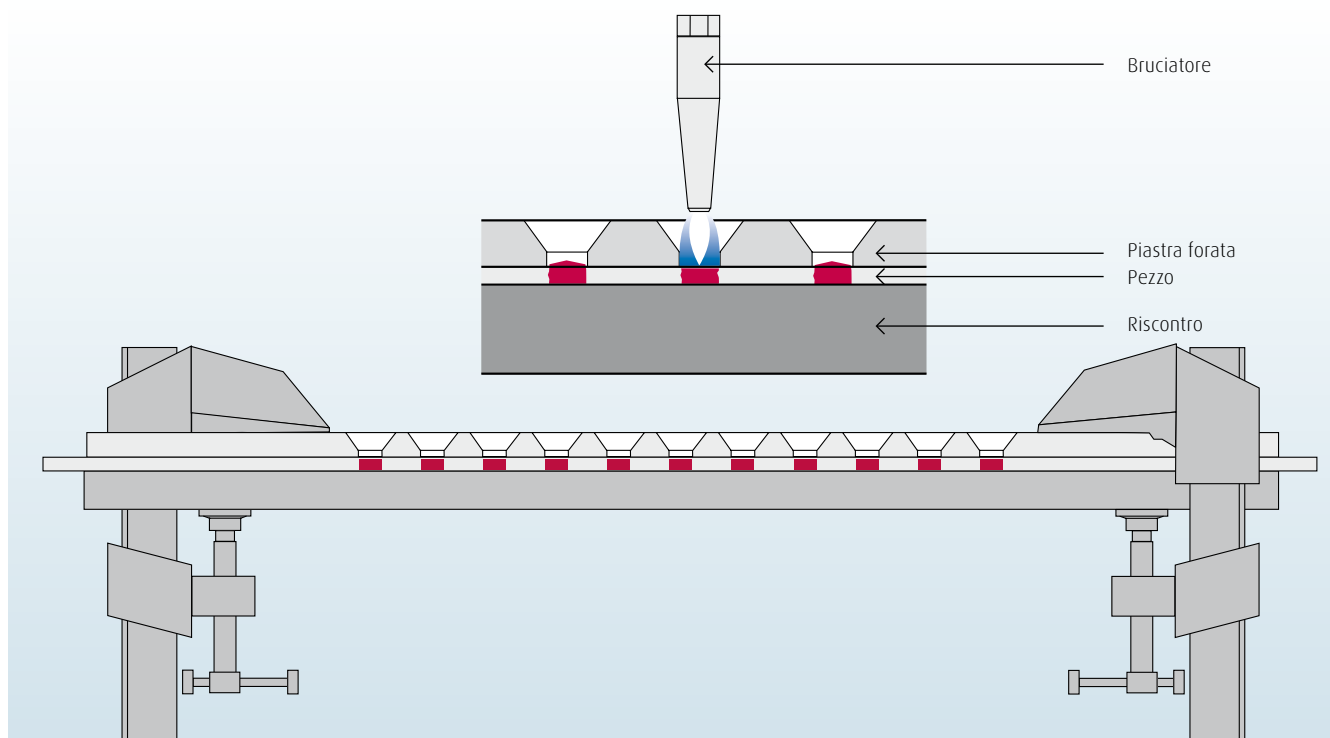


Figura 4.44 Raddrizzamento alla fiamma con piastra forata

Utensili di serraggio per impedire la dilatazione di lamiere, tubi e profili

Il raddrizzamento alla fiamma avrà successo quando già all'inizio del riscaldamento la tendenza alla dilatazione del pezzo viene impedita. La quota di deformazione del pezzo a causa del suo libero movimento riduce la variazione dimensionale dovuta all'azione della fiamma. Semplificando si può affermare: se il pezzo può muoversi liberamente, l'effetto del raddrizzamento e quindi il successo dell'operazione di raddrizzamento diminuisce. L'entità dell'impedimento della dilatazione dipende dal tipo di pezzo. Se la costruzione stessa è abbastanza rigida si può eventualmente rinunciare a ulteriori misure di impedimento. Se il pezzo ha la possibilità di muoversi liberamente occorre adottare le misure necessarie per impedire la dilatazione termica.

I mezzi idonei a questo scopo sono:

- Morse da fabbro → Cunei
- Catene → Martinetti di livellamento e cric, ecc.

Non sono idonei invece:

- Normali morse → Sollevatori idraulici
- Funi → Pesi
- tutto quello che può cedere

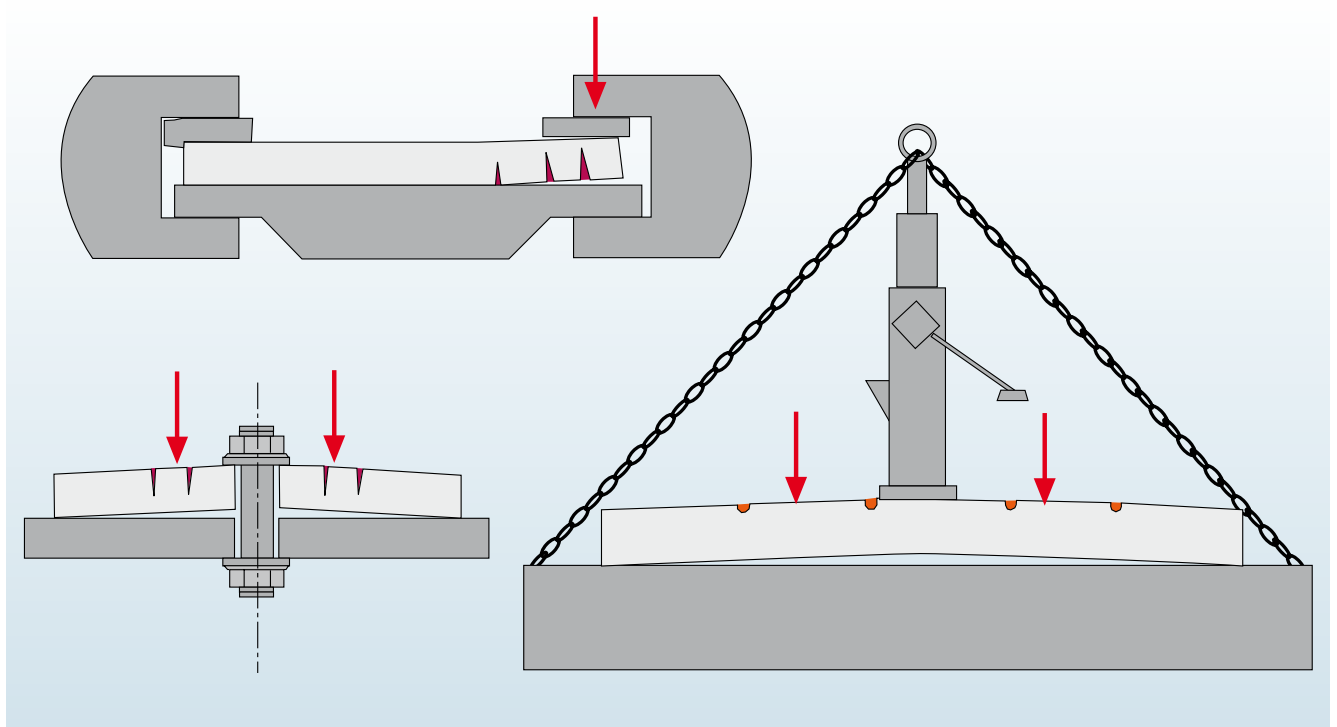
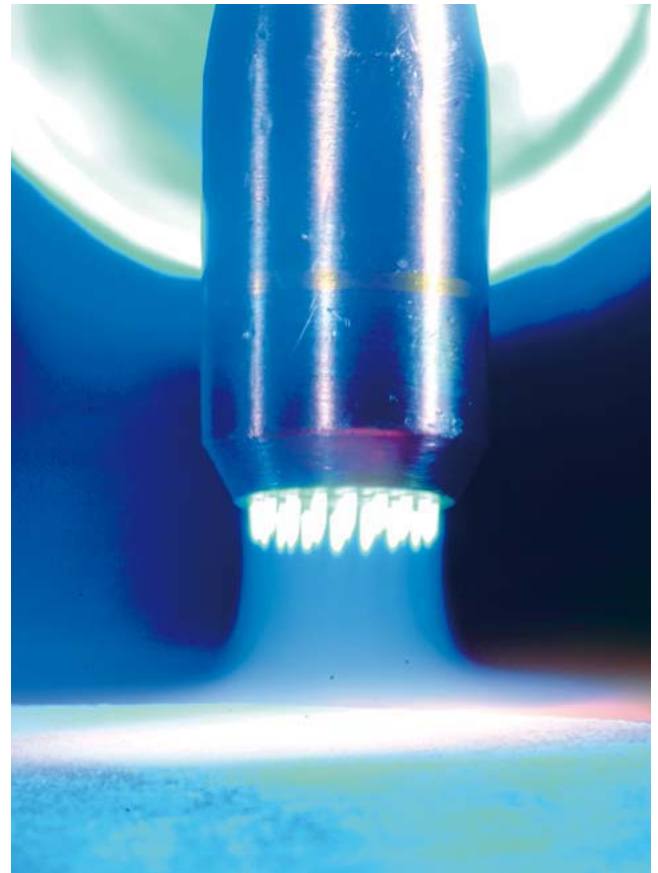


Figura 4.45 Strumenti per impedire la dilatazione

Raffreddamento dopo il raddrizzamento alla fiamma

Il principio

Un raffreddamento ad acqua o aria compressa dopo il riscaldamento per la piegatura alla fiamma non aumenta il successo del raddrizzamento. L'unico risultato è quello di velocizzare le operazioni di raddrizzamento alla fiamma. Un raffreddamento aggiuntivo di zone vicine al punto di raddrizzamento alla fiamma durante lo stesso processo di riscaldamento si riflette positivamente sulla compressione e migliora di conseguenza l'efficacia del raddrizzamento. Se possibile si consiglia di rinunciare ad un raffreddamento forzato dopo il riscaldamento per il raddrizzamento alla fiamma. Un'eccezione è costituita dagli acciai inox austenitici. In questi acciai il calore deve essere rapidamente evacuato dal pezzo per evitare precipitazioni di cromocarburi e impedire la corrosione. Per questa ragione, durante il raddrizzamento alla fiamma, gli acciai al cromo-nichel vengono sempre raffreddati con abbondante acqua. Anche il raffreddamento con neve di CO₂ porta a buoni risultati ed evita l'umidità e pozzanghere di acqua sul posto di lavoro. Anche negli acciai da costruzione non legati, il corretto raffreddamento non comporta alcun problema; negli acciai da costruzione microlegati a grana fine (a partire da S355), invece, il raffreddamento brusco va evitato. Qui valgono le stesse raccomandazioni fatte per la saldatura. I componenti in lega di alluminio possono essere efficacemente raffreddati con acqua o con aria compressa.

Nel raddrizzamento alla fiamma, quando si parla di corretto raffreddamento si intende la cauta evacuazione del calore dal bordo della zona riscaldata verso il centro. Il processo di raffreddamento non deve in alcun caso coprire immediatamente tutta l'area riscaldata (Figura 4.46). Sul cuneo termico sarebbe sbagliato partire con il raffreddamento in corrispondenza della linea di fondo del cuneo. In questo modo si provocherebbe un blocco superficiale del processo di ritiro, seguito dall'insorgere di elevate tensioni al centro del cuneo che non danno luogo ad alcuna deformazione.

Raddrizzamento alla fiamma di diversi materiali

I materiali saldabili possono essere raddrizzati alla fiamma senza alcun pericolo. A causa del migliore trasferimento termico nel pezzo, la fiamma ossiacetilenica deve essere neutra e «dura», o meglio ancora, «dura» e con eccesso di ossigeno.

Acciai da costruzione, acciai da costruzione a grana fine e acciai laminati termomeccanicamente

La temperatura di raddrizzamento alla fiamma è di 600 – 650 °C ed è indicata dall'incandescenza rosso scuro. A questa temperatura un cambiamento della struttura non è possibile. Il raffreddamento avviene in genere all'aria a riposo. Sui pezzi sottili e insensibili, un raffreddamento brusco può accorciare i tempi di raddrizzamento.

Acciai austenitici ad alto tenore di lega

Nel raddrizzamento alla fiamma di questi acciai, la struttura del materiale non subisce cambiamenti se si rispetta la temperatura di raddrizzamento alla fiamma con «incandescenza rosso scuro». A causa della minore conducibilità termica e della maggiore dilatazione termica, si ottiene una compressione rapida e un buon effetto di raddrizzamento. Il raffreddamento brusco, ad esempio con acqua o neve di CO₂, influisce positivamente sul comportamento del materiale e sulla resistenza alla corrosione di questi acciai. La fiamma ossiacetilenica viene in ogni caso regolata con eccesso di ossigeno per evitare un'atmosfera del gas di fiamma con eccesso di carbonio sulla superficie del pezzo. Se il raddrizzamento alla fiamma non è correttamente eseguito a temperature superiori a 1000 °C e se la temperatura è mantenuta per un periodo prolungato, con una regolazione della fiamma con eccesso di acetilene è possibile che si verifichi una carburazione della superficie del pezzo.

Dopo il raddrizzamento alla fiamma la colorazione di rinvenimento deve essere rimossa dalla superficie tramite levigatura o decapaggio per evitare la corrosione. La copertura con gas inerte dell'interno del tubo è un metodo efficace anche durante il raddrizzamento alla fiamma per evitare la colorazione di rinvenimento.

Componenti zincati

I componenti zincati a caldo possono essere raddrizzati a caldo attraverso lo strato di zinco senza compromettere la protezione anticorrosione. Anche in questo caso la temperatura ideale per il raddrizzamento alla fiamma è la «incandescenza rosso scuro». Ma sui componenti zincati a caldo, essa è difficile da verificare. Per facilitare il lavoro è consigliabile usare il flussante per saldatura tipo F-SH 1. A causa della sua temperatura di fusione è un buon indicatore di temperatura e al contempo protegge la superficie contro l'ossidazione.

Le analisi hanno dimostrato che lo strato di zinco riscaldato e protetto con il flussante diventa più denso, caratterizzandosi per un buon accoppiamento con il metallo base. La fiamma ossiacetilenica utilizzata deve colpire la superficie del pezzo con una velocità di deflusso ridotta.

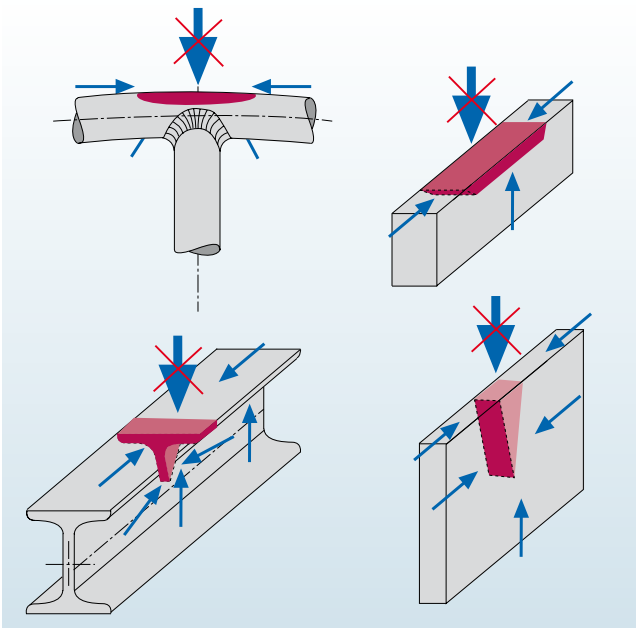


Figura 4.46 Raffreddamento dopo il raddrizzamento alla fiamma

Alluminio e leghe di alluminio

Si lavora con una fiamma neutra o con un leggero eccesso di acetilene. A causa dell'elevata conducibilità termica, per le leghe di alluminio si utilizzano inserti del bruciatore più grandi rispetto agli acciai da costruzione. Poiché la dilatazione termica è doppia rispetto all'acciaio da costruzione, durante il riscaldamento in molti casi la dilatazione deve essere impedita con ausili meccanici. La temperatura di raddrizzamento è compresa tra 150 e 450 °C. Essa può essere controllata con rapidità e semplicità con un truciolo di legno o con una penna termocolor adattata alla temperatura.

Regole di lavoro nel raddrizzamento alla fiamma

Sequenza operativa raccomandata

1. Misurazione
2. Determinazione del lato lungo
3. Impedimento della dilatazione termica
4. Gas combustibile (acetilene)
5. Scelta del bruciatore
6. Accumulo termico localizzato
7. Compressione tramite deformazione plastica
8. Lasciare ritirare fino a temperatura ambiente
9. Nuova misurazione

1. Misurazione

In primo luogo occorre stabilire la causa delle distorsioni. Solo dopo si può procedere al corretto raddrizzamento alla fiamma. In presenza di deformazioni si determina la forma e l'entità della variazione dimensionale misurando il componente.

2. Determinazione del lato lungo

La fiamma permette solo di accorciare un pezzo. I cordoni di saldatura sono già troppo corti. Per questa ragione occorre evitare di riscaldare il pezzo in corrispondenza dei cordoni di saldatura.

3. Impedimento della dilatazione termica

Durante il processo di riscaldamento, il pezzo si dilata in corrispondenza dell'area riscaldata. Per avere successo con l'operazione di raddrizzamento, questa dilatazione deve essere impedita già durante il processo di riscaldamento, proprio per ottenere la compressione necessaria della zona riscaldata.

4. Gas combustibile (acetilene)

La fiamma ossiacetilenica è indispensabile per il raddrizzamento alla fiamma! La miscela di gas combustibile e ossigeno deve colpire la superficie del pezzo con un'elevata velocità di afflusso e densità del flusso termico. A causa della loro caratteristica di combustione, i gas a combustione lenta, quali il propano o il gas naturale, richiedono molto più tempo dell'acetilene per il riscaldamento locale e, a causa del maggiore rapporto di miscelazione gas combustibile-ossigeno, sviluppano un volume di fiamma maggiore. In questo modo vengono riscaldate anche le zone vicine all'area di raddrizzamento alla fiamma. La conseguenza è un'ammaccatura della zona riscaldata. Il risultato del raddrizzamento è insufficiente.

5. Scelta del bruciatore

La dimensione del bruciatore dipende dallo spessore del pezzo e dal materiale da raddrizzare.

6. Accumulo termico localizzato

Il corretto raddrizzamento alla fiamma funziona solo se si riesce a produrre un accumulo termico localizzato. Le aree riscaldate devono rimanere circoscritte. Un maggior numero di figure termiche piccole è preferibile e più efficace di una figura grande. I cunei termici devono essere realizzati nel pezzo in modo sottile e nettamente delimitati in rapporto 1:3.

7. Compressione tramite deformazione plastica

L'apporto termico deve essere dimensionato in modo che il punto di raddrizzamento alla fiamma raggiunga il limite di elasticità. Nella fase plastica il materiale inizia a scorrere a causa dell'impedimento della dilatazione termica. La zona riscaldata si comprime. Durante il raffreddamento la zona riscaldata si ritira di un'entità pari a quella della precedente compressione. Durante il processo di raffreddamento l'impedimento alla dilatazione non ha più alcuno scopo. Ciò è visibile per il fatto che, con il proseguire del raffreddamento, i cric o i cunei utilizzati per impedire la dilatazione si allentano. Il pezzo si deforma.

8. Lasciare ritirare fino a temperatura ambiente

Spesso l'effetto del raddrizzamento è considerato insufficiente quando il pezzo non è ancora raffreddato. Poiché i pezzi si ritirano fino al raggiungimento della temperatura ambiente, il successo del raddrizzamento va valutato solo a completamento della fase di raffreddamento.

9. Nuova misurazione

Il risultato del raddrizzamento va rilevato tramite una misurazione. Solo dopo viene definito un nuovo punto di raddrizzamento.



Elenco di controllo

1.

Effettuare i lavori di saldatura e di taglio all'interno e all'esterno di recipienti che contenevano combustibili liquidi, oli, colori, vernici, acidi e simili solamente previa accurata pulizia e rispettando le misure di protezione indicate nelle «Schede svizzere per la sicurezza sul lavoro».

2.

Effettuare i lavori di saldatura, di taglio, ecc., nelle vicinanze di materiali combustibili solamente dopo aver preso tutti gli accorgimenti indicati dall'opuscolo RS 350 «Protezione antincendio durante la saldatura, il taglio e altri procedimenti analoghi».

3.

Non usare mai l'ossigeno per migliorare le condizioni dell'aria, per la pressurizzazione, per la verniciatura, ecc. Pericolo di incendio e di esplosione. L'abbigliamento imbevuto di ossigeno è ad alto rischio di incendio.

Saldatura e taglio al gas

4.

Prima di collegare le bombole del gas, verificare le condizioni delle guarnizioni. Le prove di tenuta non vanno effettuate con la fiamma, ma tramite appositi spray o acqua e sapone.

5.

Regolare correttamente le pressioni di lavoro. Per la torcia con iniettore di saldatura o taglio sono sufficienti pressioni dell'acetilene fino a 0,8 bar (kg/cm²). Regolare la pressione dell'ossigeno secondo le indicazioni riportate sull'inserito della torcia o sull'ugello di taglio, ad es. 1 – 2,5 bar (kg/cm²) per torcia con iniettore.

6.

Prima dell'applicazione degli inserti della torcia verificare che l'inserito sia correttamente posizionato nell'impugnatura e la tenuta sia perfetta, e che le guarnizioni siano in buone condizioni. Stringere bene il dado a risvolto; usare una chiave se il dado ne prevede l'uso.

7.

Durante la messa in funzione della torcia, aprire prima il rubinetto dell'ossigeno. Quando si ferma il lavoro, chiudere prima il rubinetto del gas combustibile. Alla fine dei lavori, depressurizzare separatamente il tubo del gas combustibile e quello dell'ossigeno, mantenendo chiuso il rubinetto dell'altro gas.

8.

Fissare correttamente le estremità dei tubi, ad es. con staffe.

9.

Fare revisionare periodicamente le valvole antiritorno e antiriflusso, le valvole riduttrici di pressione e le torce; mantenere sempre pulite le valvole della torcia.

Bombole del gas pressurizzate

10.

Fissare le bombole del gas, ad es. con una fascetta o una catena per impedirne la caduta; in cantiere è sufficiente una corda o un filo di ferro. Se la bombola di acetilene viene usata in posizione orizzontale, mantenere sollevata la testa della bombola.

11.

Le bombole del gas vanno protette contro il surriscaldamento.

12.

Aprire con due mani le valvole sulla bombola.

13.

Evitare di oliare o ingrassare le valvole della bombola o le valvole riduttrici di pressione.

14.

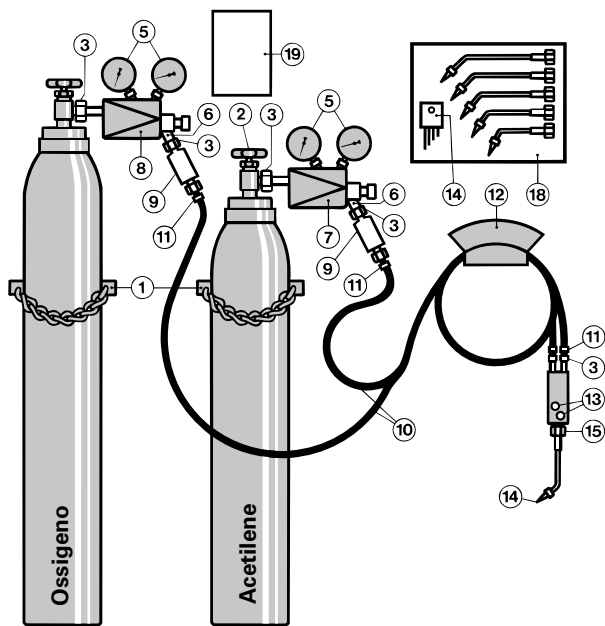
Sulle bombole di acetilene in uso la cui valvola è sprovvista di volantino, lasciare inserita la chiave sulla valvola della bombola.

15.

Al termine dei lavori e durante le interruzioni prolungate, chiudere le valvole e allentare le vite di regolazione della pressione. Chiudere anche le valvole delle bombole vuote.

16.

In caso di perdite e di incendio: chiudere immediatamente le valvole delle bombole. Raffreddare continuamente con acqua le bombole surriscaldate. Far raffreddare le bombole di acetilene per più ore a valvola chiusa.



Il vostro impianto di saldatura a gas è a posto?

Bombole del gas pressurizzate

- | | Sì | No |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Le bombole di gas pressurizzate sono correttamente fissate per impedirne la caduta? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Le valvole delle bombole di acetilene sprovviste di volantino sono equipaggiate con la relativa chiave? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Raccorderie

- | | Sì | No |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 3. Tutte le valvole e gli attacchi sono perfettamente stagni? Verifica con spray o acqua e sapone. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Tutte le raccorderie sono prive di olio e di grasso, in condizioni perfette e funzionanti? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. I manometri di entrambe le valvole riduttrici di pressione ritornano a zero? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. I raccordi di uscita delle valvole riduttrici di pressione sono disposti in modo da non essere diretti verso altre bombole del gas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. La valvola riduttrice di pressione dell'acetilene è costruita in modo tale che la pressione di lavoro impostata non possa superare 1,5 bar? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Il coperchio della membrana della valvola riduttrice di pressione dell'ossigeno è rivolto verticalmente verso il basso? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Sono state installate le raccorderie di sicurezza omologate dall'ispettorato ASS? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| → Acetilene: Valvola antiritorno del gas
Parafiamma
Blocco del riflusso | | |
| → Ossigeno: Valvola antiritorno del gas | | |

Tubi

- | | Sì | No |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 10. I tubi sono in buone condizioni?
Sono contrassegnati con due asterischi (**)?
(* = pressione minima di scoppio 60 bar)
I colori di identificazione sono corretti?
(Acetilene: rosso; ossigeno: blu) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Tutte le estremità dei tubi sono correttamente fissate, ad es. con staffe? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. È stato previsto un appoggio idoneo per i tubi? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Buciatore

- | | Sì | No |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 13. I rubinetti delle torce sono facili da manovrare e perfettamente stagni? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Gli imbocchi degli inserti delle torce sono in buone condizioni?
I relativi utensili per la pulizia sono disponibili in loco? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Tutti i componenti delle torce sono perfettamente serrati? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. L'effetto vuoto delle torce con iniettori (torce con effetto vuoto) è garantito?
→ Chiudere la valvola della bombola di acetilene.
→ Staccare il tubo dell'acetilene dall'impugnatura della torcia.
→ Regolare la pressione dell'ossigeno sulla valvola riduttrice di pressione.
→ Aprire entrambi i rubinetti della torcia.
→ Controllare il vuoto mettendo il dito sull'attacco dell'acetilene della torcia. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. La fiamma brucia correttamente alle pressioni di lavoro indicate dal produttore? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. Gli inserti delle torce sono protetti durante lo stoccaggio? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Istruzioni

- | | Sì | No |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 19. Il cartello SVS 10d, «SICUREZZA DURANTE LA SALDATURA E IL TAGLIO» è applicato nelle vicinanze del posto di lavoro del saldatore?
Le presenti istruzioni sono rispettate ed eseguite? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Vantaggio a livello mondiale grazie all'innovazione.

PanGas, affiliata del Linde Group, leader mondiale nel settore, gioca un ruolo di precursore sul mercato grazie ai suoi prodotti e sistemi di distribuzione del gas orientati al futuro. In quanto leader tecnologico abbiamo il compito di imporre continuamente nuovi standard. Spinti dallo spirito imprenditoriale operiamo costantemente per lo sviluppo di nuovi prodotti di alta qualità e di procedimenti innovativi.

PanGas offre di più: valore aggiunto, vantaggi competitivi percepibili e maggiori guadagni. Ogni progetto viene tagliato su misura in funzione delle esigenze specifiche del cliente. Ciò vale per tutti i settori e per ogni dimensione d'impresa.

Chi oggi vuole competere con la concorrenza del domani ha bisogno di un partner a fianco che ogni giorno sia in grado di utilizzare strumenti quali la massima qualità, le ottimizzazioni dei processi e gli aumenti della produttività per trovare soluzioni ottimali per il cliente. Per noi, essere partner significa non solo «noi per voi», ma soprattutto «noi con voi». Perché la collaborazione reca in sé la forza del successo economico.

PanGas – ideas become solutions.

Centri di competenza

Industriepark 10
CH-6252 Dagmersellen

Rte du Bois 14
CH-1024 Ecublens

Via Centro Sportivo 4
CH-6573 Magadino

Rheinfelderstrasse 971
CH-4132 Muttenz

Industriestrasse 40
CH-8404 Winterthur

Contact Center

Informazioni telefoniche:
Telefono 0844 800 300, Fax 0844 800 301
contact@pangas.ch

Negozi e depositi

Tutti gli indirizzi e le mappe sono disponibili
sul sito www.pangas.ch

PanGas AG

Sede principale, Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Telefono 0844 800 300, Fax 0844 800 301, www.pangas.ch