

Materiali di apporto per saldatura di nichel, leghe di nichel e giunzioni miste con acciai

Il nichel e le leghe di nichel offrono un ampio raggio di applicazione grazie alla loro eccellente resistenza alla corrosione contro numerosi agenti e alla loro resistenza alle alte temperature.

Alcune importanti proprietà fisiche

1. Nessuna variazione fasica da 0°K fino al punto di fusione
2. Reticolo cubico a facce centrate; quindi ben elastico e resistente alle basse temperature
3. Nessun campo di rottura fragile
4. Ferromagnetico a temperatura ambiente
5. Buona solubilità per numerosi elementi di lega.
6. Sensibile alla formazione di cricche a caldo (S, P, Pb, B, Zr)

Nichel puro

Si contraddistingue per una bassa tenacità e un'elevata durezza. Le sue proprietà sono fortemente influenzate dal carbonio e dallo zolfo, evitare quindi la cementazione durante la saldatura. Lo zolfo forma con il nichel un solfuro di nichel a basso punto di fusione (Ni₃S₂), che facilita la formazione di cricche durante la solidificazione. Durante la saldatura bisogna provvedere alla massima pulizia. Un tenore di oltre il 5% di gas come N₂, O₂ e Co provoca la formazione di pori durante la saldatura. I materiali di apporto per la saldatura contengono degli elementi che legano i gas; per questo motivo si consiglia di saldare sempre con materiali di apporto.

Leghe di nichel

A seconda delle proprietà richieste, il nichel può essere legato con diversi elementi. I principali elementi di lega sono Cr, Mo, Co, Fe, W, Nb, Ti. In funzione dell'elemento scelto, le leghe di nichel si contraddistinguono per un'elevata resistenza alla corrosione generale, alla corrosione intercrystallina, al pitting, alle fessure o cricche tensionali.

Leghe nichel-rame

Ni e Cu sono completamente mescolabili allo stato liquido e solido. Leghe importanti dal punto di vista tecnico sono p.e. LC-NiCu30Fe e NiCu30Al, che denotano un'eccellente resistenza alla corrosione e all'erosione di diverse acque.

Leghe nichel-cromo-(ferro)

Sono contraddistinte da un'elevata resistenza alla corrosione, una buona resistenza alla sfogliatura e un'elevata resistenza elettrica. Importanti leghe sono p.e. LC-NiCr15Fe (alloy 600L) con C < 0,025% per applicazioni esposte alla corrosione e NiCr15Fe (alloy 600) per applicazioni esposte a sollecitazioni termiche. Se si aggiungono a queste leghe Al, Ti e Nb si può ottenere resistenza al creep mediante indurimento a caldo. Co, Mo, W e V servono ad aumentare la resistenza al calore. Le leghe indurite sono più difficili da saldare, dovrebbero essere quindi saldate in stato solubilizzato.

Leghe nichel-molibdeno-(cromo)

Le leghe nichel-molibdeno presentano un'eccellente resistenza a numerosi agenti riducenti, incluso l'acido solforico, l'acido fosforico e l'acido cloridrico. Le leghe più importanti sono NiMo28 (alloy B-2), NiMo29Cr (alloy B-4) e NiMo30Cr (alloy B-3). Nella saldatura queste leghe presentano un basso scorrimento dovuto al basso tenore di Si. Se queste leghe vengono legate con maggiori contenuti di Cr, aumenta la loro resistenza agli agenti ossidanti. I maggiori rappresentanti di questa categoria sono oggi NiCr-22Mo9Nb (alloy 625), NiCr21Mo14W (alloy C-22) e NiCr-23Mo16Al (alloy 59). Per l'alloy 625 occorre segnalare che questa lega tende all'infragilimento a temperature di 600-800°C. Durante la saldatura e il servizio bisogna evitare di mantenere questo materiale troppo a lungo a tali temperature.

Leghe nichel-ferro

In realtà si tratta di leghe ferrose con un alto contenuto di nichel. Queste leghe sono apprezzate per le loro proprietà fisiche. La lega più importante di questa categoria è una lega di Fe con un 36% di Ni (Invar 36).

Materiali di apporto e tecnica di saldatura

Tutti i metodi di saldatura per acciai inossidabili possono essere applicati anche alle leghe di nichel. I materiali di apporto per la saldatura contengono sufficienti quantità di Ti, Al e Nb per legare l'azoto, l'ossigeno e il carbonio dal gas protettivo o dall'atmosfera circostante. Scelta dei materiali di apporto: vedi tergo.

Particolarità per la tecnica di saldatura

1. L'area della saldatura deve essere assolutamente pulita fino al metallo puro.
2. Per le parti con una deformazione a freddo del 10-15% effettuare una ricottura di lavorabilità prima della saldatura.
3. Bagno di fusione viscoso; aumentare pertanto l'angolo di apertura del cordone (70-80°) e durante la saldatura pendolare leggermente con il materiale di apporto.
4. Per la molatura, tornitura e fresatura impiegare sempre agenti raffreddanti e utensili privi di zolfo.
5. Saldare con un limitato apporto termico per unità di lunghezza..
6. Temperatura di interpass max. 120°C (alloy tipi C: max. 80°C)
7. Evitare di saldare senza apposito apporto.
8. Riempire il cratere finale in misura sufficiente, in modo da evitare cricche nel cratere.
9. Spazzolare a fondo ogni cordone di saldatura prima di procedere alla saldatura.
10. Per saldare con metodo GTAW usare preferibilmente AR o miscele di gas protettivo ArHe.
11. Per saldature MIG usare preferibilmente Ar o gas protettivi ArHeH₂.
12. Per la protezione della radice utilizzare preferibilmente argon oppure Ar con max. 5% H₂.

Assegnazione di materiali d'apporto di varie leghe alto-nichel					
alloy	ASTM/UNS	W.-Nr.	Nome breve	Materiali d'apporto simili	Materiali d'apporto su-leghati
Leghe di nichel				UTP	UTP
200	N 02200	2.4466	Ni99,2	80 Ni / A 80 Ni	
201	N 02201	2.4068	LC-Ni99	80 Ni / A 80 Ni	
205	N 02205	2.4061	LC-Ni99,6	80 Ni / A 80 Ni	
Leghe nichel-rame				UTP	UTP
400	N 04400	2.4360	NiCu30Fe	80 M / A 80 M	
K-500	N 05500	2.4375	NiCu30Al	80 M / A 80 M	
Leghe nichel-molibdeno				UTP	UTP
B-2	N 10665	2.4617	NiMo28	703 Kb / A 703	6202 Mo / A 6202 Mo
B-3	N 10675	2.4600	NiMo29Cr	6202 Mo / A 6202 Mo	
B-4	N 10629	2.4600	NiMo29Cr	6202 Mo / A 6202 Mo	
B-10	N 10624	2.4604	NiMo24Cr	6208 Mo / A 6208 Mo	
Leghe nichel-molibdeno-cromo				UTP	UTP
G-3	N 06985	2.4619	NiCr22Mo7Cu	6222 Mo / A 6222 Mo	
625	N 06625	2.4856	NiCr22Mo9Nb	6222 Mo / A 6222 Mo	
C-4	N 06455	2.4610	NiMo16Cr16Ti	704 Kb / A 704	759 Kb / A 759
C-276	N 10276	2.4819	NiMo16Cr15W	776 Kb / A 776	759 Kb / A 759
C-22	N 06022	2.4602	NiCr21Mo14W	722 Kb / A 722	759 Kb / A 759
686	N 06686	2.4606	-	759 Kb / A 759	
2000	N 06200	2.4675	NiCr23Mo16Cu	759 Kb / A 759	
59	N 06059	2.4605	NiCr23Mo16Al	759 Kb / A 759	
Leghe nichel-cromo-cobalto-molibdeno				UTP	UTP
617	N 06617	2.4663	NiCr23Co12Mo	6170 Co / A 6170 Co	
Leghe nichel-cromo-ferro				UTP	UTP
600	N 06600	2.4816	NiCr15Fe	7015 Mo / A 068 HH	068 HH / A 068 HH
600 L	N 06600	2.4817	LC-NiCr15Fe	068 HH / A 068 HH	
75	-	2.4951	NiCr20Ti	068 HH / A 068 HH	
80 A	-	2.4952	NiCr20TiAl	068 HH / A 068 HH	
825	N 08825	2.4858	NiCr21Mo	4225 / A 4225	6222 Mo / A 6222 Mo
20	N 08020	2.4660	NiCr20CuMo	4225 / A 4225	6220 Mo / A 6220 Mo
601	N 06601	2.4851	NiCr23Fe	6225 Al / A 6225 Al	6170 Co / A 6170 Co
601 H	N 06601	2.4851	NiCr23Fe	6225 Al / A 6225 Al	6170 Co / A 6170 Co
602 CA	-	2.4633	NiCr25FeAlY	6225 Al / A 6225 Al	
602 GT	-	2.4647	NiCr25FeAl3YC	6226 Al / A 6226 Al	
690	N 06690	2.4642	NiCr29Fe	6230 Mn / A 6230 Mn	
718	N 07718	2.4668	NiCr18NbMo	5521 Nb / A 5521 Nb	
45 TM	-	2.4889	NiCr28FeSiCe	3127 LC / A 3127 LC	
Leghe ferro-nichel-cromo				UTP	UTP
800	N 08800	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	2133 Mn / A 2133 Mn	068 HH / A 068 HH
800 L	N 08800	1.4558	X2NiCrAlTi32-0	2133 Mn / A 2133 Mn	068 HH / A 068 HH
800 H	N 08810	1.4958	X5NiCrAlTi31-20	2133 Mn / A 2133 Mn	068 HH / A 068 HH
800 HP	N 08811	1.4959	X8NiCrAlTi32-21	2133 Mn / A 2133 Mn	068 HH / A 068 HH
AC 66	-	1.4877	X6NiCrNbCe32-27	068 HH / A 068 HH	6222 Mo / A 6222 Mo
DS	-	1.4862	X8NiCrSi38-18	19 37 Mn / A 068 HH	068 HH / A 068 HH
Leghe ferro-nichel-cromo-molibdeno				UTP	UTP
33	R 20033	1.4591	X1CrNiMoCuN33-32-1	A 3133 LC	
28	N 08028	1.4563	X1NiCrMoCu31-27-4	3127 LC / A 3127 LC	759 Kb / A 759
31	N 08031	1.4562	X1NiCrMoCu32-28-7	759 Kb / A 759	
Leghe-ferro-cromo-nichel de différence				UTP	UTP
-	N 08926	1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	4225 / A 4225	6222 Mo / A 6222 Mo
904 L	N 08904	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	Böhler CN 20/25 M-IG	6222 Mo / A 6222 Mo
(254 SMO)	-	1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-7	6222 Mo / A 6222 Mo	759 Kb / A 759 Kb
24	-	1.4565	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	759 Kb / A 759 Kb	
-	-	1.4566	X3CrNiMnMoCuNbN23-17-5-3	759 Kb / A 759 Kb	

Giunzioni dissimili Leghe-Nichel	con acciai non/basso legati		con acciaio alto legato		
	Elettrodo UTP	Filo/Bacchetta UTP	Elettrodo UTP	Filo/Bacchetta UTP	
Ni-puro	alloy 205 / LC-Ni99,6 alloy 200 / LC-Ni99,2	80 Ni o 068 HH	A 80 Ni o A 068 HH	80 Ni o 068 HH A 80 Ni o A 068 HH	
Leg.-NiCu	alloy 400 / NiCu30Fe alloy K-500 / NiCu30Al	80 M o 80 Ni	A 80 M o A 80 Ni	068 HH o 80 Ni A 068 HH o A 80 Ni	
Leg.-NiMo	alloy B-2 / NiMo 28 alloy B-4 / NiMo 29 Cr	80 Ni o 068 HH	A 80 Ni o A 068 HH	A 6202 Mo o A 759	
Leg.-NiCrMo	alloy 625 / NiCr22Mo9Nb alloy C-22 / NiCr21Mo14W alloy 59 / NiCr23Mo16Al	ciascuno in corrispondenza al materiale di base nichel o ...			
		068 HH od. 6222 Mo	A 068 HH od. A 6222 Mo	068 HH od. 6222 Mo A 068 HH od. A 6222 Mo	
Leg.-NiCrFe	alloy 600 L / LC-NiCr15Fe alloy 601 / NiCr23Fe	068 HH	A 068 HH	068 HH A 068 HH	
Leg.-FeNiCr	alloy 800 L / X2NiCrAlTi32-20	068 HH	A 068 HH	068 HH A 068 HH	

05.01 Materiali di apporto per saldatura di nichel, | Pagina 2 di 2 | Situazione: 2016-04-12

Queste informazioni sono indicative per l'artigiano. Essi descrivono delle circostanze tecniche fondamentali semplificate e non sono esaustive.
La garanzia delle qualifiche per ogni utilizzo/messa in opera richiede un accordo scritto anticipatamente.