

Aleación INCOLOY® DS

La aleación INCOLOY® DS (W. Nr. 1.4862), desarrollada por primera vez para cintas transportadoras de hornos de alambre tejido, ahora se utiliza ampliamente para una gama de aplicaciones de tratamiento térmico donde su resistencia y resistencia a la corrosión a altas temperaturas permiten su uso en sección ligera.

Las aleaciones para su uso en procesos a altas temperaturas deben ser capaces de soportar la exposición a gases de combustión calientes y atmósferas de funcionamiento durante un período considerable de tiempo sin la pérdida de sección efectiva que puede ser causada por la corrosión.

La aleación INCOLOY DS, en común con otras aleaciones resistentes al calor de Special Metals Corporation, desarrolla una película de óxido muy adherente que protege su superficie contra los procesos de corrosión. También es resistente a la "podredumbre verde" que puede ocurrir en aleaciones de níquel-cromo cuando las atmósferas varían entre reducción y oxidación, y en algunos casos donde la atmósfera reductora es de naturaleza carburante. En estas condiciones, el cromo puede formarse a lo largo de los límites del grano y

La oxidación de la matriz de cromo agotado sigue, una forma distinta de la oxidación ordinaria que produce una película de óxido pasivo.

La aleación INCOLOY DS también es resistente a la fase "sigma", un compuesto intermetálico duro, frágil y complejo, básicamente hierro-cromo, que precipita en el intervalo de 600-900 ° C a partir de estructuras que son ferríticas, ferrita y austenita mixta o marginalmente austenitas. El níquel, un formador de austenita, suprime la tendencia a la formación de fase "sigma" y la aleación INCOLOY DS, con un contenido nominal de níquel del 37%, puede calentarse indefinidamente dentro del intervalo de 600-900 ° C sin temor a la fragilidad de fase "sigma".

Por lo tanto, la resistencia a la corrosión y la resistencia de la aleación INCOLOY DS tienen en cuenta su uso en una amplia variedad de equipos de proceso de alta temperatura que van desde retortas de horno y planchas de tratamiento térmico hasta componentes utilizados en electrodomésticos.

Tabla 1 - Composición, % (máx. a menos que se indique)

Ni + Co	C	Mn	Fe	Si	Cr	Cu	Ti	S
34,5 - 41,0	0.10	0,8 - 1,5	Saldo*	1,9 - 2,6	17,0 - 19,0	0.50	0.20	0.03

A B.S. 3073 : NA17

* La referencia al "equilibrio" de la composición de una aleación no garantiza que se trate exclusivamente del elemento mencionado, sino que predomine y otros están presentes solo en cantidades mínimas.

**Tabla 2 -
Densidad**

g/cm	
	7.86
	0.284

Tabla 3 - Rango de fusión

°	1330 -
---	--------

Los datos contenidos en esta publicación tienen solo fines informativos y pueden ser revisados en cualquier momento sin previo aviso. Se cree que los datos son precisos y fiables, pero Special Metals no hace ninguna representación o garantía de ningún tipo (expresa o implícita) y no asume ninguna responsabilidad con respecto a la exactitud o integridad de la información contenida en este documento. Aunque se cree que los datos son representativos del producto, las características reales o el rendimiento del producto pueden variar de lo que se muestra en esta publicación. Nada contenido en esta publicación debe interpretarse como una garantía del producto para un uso o aplicación particular.

Número de publicación SMC-097

Copyright © Special Metals Corporation, 2004
(Sept 04)

INCOLOY, INCONEL e INCO-WELD son marcas comerciales del grupo de empresas Special Metals Corporation.

Aleación INCOLOY® DS

Tabla 4 - Coeficiente medio de expansión térmica lineal

° C	10-6/°C
20 - 100	15.0
20 - 200	15.5
20 - 300	15.9
20 - 400	16.2
20 - 500	16.5
20 - 600	17.0
20 - 700	17.5
20 - 800	17.8
20 - 900	18.2
20 - 1000	18.7

Promedio de 5 lanzamientos. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor.
Tratado térmico 11 min/1020°C/AC

Tabla 5 - Calor específico

° C	J/kg °C
20	452
100	473
200	502
300	528
400	557
500	582
600	611
700	636
800	662
900	691
1000	716

Tabla 6 - Resistividad eléctrica

° C	Resistencia relativa
20	1.000
100	1.029
200	1.061
300	1.094
400	1.123
500	1.141
600	1.160
700	1.176
800	1.191
900	1.206
1000	1.220

Resistividad eléctrica a 20°C = 108 microhm cm.
Promedio de 5 lanzamientos. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor.
Tratado térmico 11 min/1020°C/AC

Tabla 7 - Propiedades magnéticas

Fuerza de campo (H, oersted)	Permeabilidad (μ)
200	1.038
300	1.031
500	1.024
1000	1.017
1500	1.014
2000	1.014
3000	1.013

Susceptibilidad en masa a 1000 oersted = $1,72 \times 10^{-4}$ cm³/g.
Susceptibilidad en volumen a 1000 oersted = $1,36 \times 10^{-3}$
Placa laminada en caliente. Tratado térmico 10 min/1020°C/AC

Tabla 8 - Módulo de Dynamic Young

° C	Placa laminada en caliente (GPa)	Hoja (GPa)
20	194	197
100	191	193
200	184	188
300	178	181
400	171	174
500	164	168
600	157	159
700	149	151
800	142	144
900	132	134
1000	118	119

Promedio de 5 lanzamientos. Placa laminada en caliente, de 11 mm de grosor. Tratado térmico 11 min/1020°C/AC

Promedio de 4 lanzamientos. Hoja de 0,7-2,0 mm de grosor. Tratado térmico 6 min/1020°C/AC

Tabla 9 - Módulo de torsión dinámica

° C	GPa
20	51.7
100	51.7
200	49.6
300	47.6
400	45.5
500	43.4
600	40.7
700	37.9
800	35.9
900	33.8
1000	29.6

Promedio de 4 lanzamientos. Hoja de 0,7-2,0 mm de grosor. Tratado térmico 6 min/1020°C/AC

Tabla 10 - Propiedades de tracción (lámina, laminada en frío, tratada térmicamente)

° C	0,1% prueba de tensión (MPa)	0,2% prueba de tensión (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación en 50 mm Porcentaje
20	327	363	687	37.1
100	310	329	629	36.3
200	284	303	616	32.7
300	292	304	607	36.7
400	286	297	602	35.2
500	269	283	578	35.4
600	239	253	482	40.1
700	195	208	335	48.8
800	107	116	181	75.7
900	63	66	105	79.9
1000	31	36	65	74.6

Promedio de 5 lanzamientos. Hoja laminada en frío de 0,7-2,0 mm

de grosor. Tratado térmico 6 min/1020°C/AC

Aleación INCOLOY® DS

Tabla 11 - Propiedades de tracción (placa, laminada en caliente, tratada térmicamente 10 min/1020°C/AC)

° C	0,1% prueba de tensión (MPa)	0,2% prueba de tensión (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación en 5.65 □ So Porcentaje	Reducción de área Porcentaje
-196	473	485	914	54.5	68.1
20	298	301	670	47.6	71.5
100	263	269	618	44.1	69.0
200	242	247	581	41.1	64.0
300	219	222	593	41.5	62.1
400	213	219	593	46.7	60.8
500	196	202	568	43.6	57.3
600	196	201	490	45.3	45.0
700	179	185	351	56.7	44.9
800	136	142	208	74.0	60.7
900	63	71	119	90.9	75.1
1000	37	42	73	111.3	82.2

Promedio de 5 lanzamientos. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor.

Tabla 12 - Propiedades de tracción (placa, laminada en caliente, tratada térmicamente 1h/1150°C/AC)

° C	0,1% prueba de tensión (MPa)	0,2% prueba de tensión (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación en 5.65 □ So Porcentaje	Reducción de área Porcentaje
-196	391	406	798	61.1	75.5
20	210	219	602	61.1	77.0
100	188	196	551	55.0	70.9
200	164	168	528	55.6	71.4
300	133	136	505	55.6	68.0
400	133	136	511	62.2	64.3
500	119	124	493	64.4	67.8
600	113	116	440	55.5	44.6
700	117	124	334	31.1	37.3
800	137	145	232	35.6	32.0
900	66	74	122	86.7	61.9
1000	37	42	73	97.8	66.3

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor.

Tabla 13 - Propiedades de tracción (placa, laminada en caliente, tratada térmicamente y soldada)

° C	0,1% prueba de tensión (MPa)	0,2% prueba de tensión (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación en 5.65 □ So Porcentaje	Reducción de área Porcentaje
-196	558	579	951	31.1	41.6
20	360	380	672	38.9	71.1
100	290	314	468	13.3	22.3
200	303	317	595	33.3	66.7
300	300	306	588	38.9	58.6
400	280	297	582	37.8	63.9
500	276	300	562	36.7	48.0
600	252	266	513	36.7	56.5
700	221	233	408	32.2	47.8
800	159	171	235	35.6	65.9
900	82	88	124	52.2	81.2
1000	46	48	76	42.2	88.7

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor. Tratado térmico 10 min/1020°C/AC antes de la soldadura. Arco metálico soldado en 4 carreras mediante electrodo INCO-WELD® 'A'.

Tabla 14 - Propiedades de impacto Charpy (placa, laminada en caliente, tratada térmicamente 10 min/1020°C/AC)

° C	J
-196	141
-100	156
20	180
100	199
200	197
300	201
400	178
500	171
600	174
700	156
800	148
900	156
1000	203

Promedio de 5 lanzamientos. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor. El espécimen de ensayo Charpy tiene una sección transversal cuadrada de 10 mm, área de ensayo de 80 mm², ángulo incluido de muesca en V de 45°.

Tabla 15 - Propiedades de impacto Charpy (placa, laminada en caliente, tratada térmicamente 1h/1150°C/AC)

° C	J
-196	217
-100	247
20	270
100	288
200	285
300	290
400	260
500	266
600	260
700	236
800	157
900	184
1000	184

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor. El espécimen de ensayo Charpy tiene una sección transversal cuadrada de 10 mm, área de ensayo de 80 mm², ángulo incluido de muesca en V de 45°.

Aleación INCOLOY® DS

Tabla 16 - Propiedades de impacto Charpy, J, a temperatura ambiente

Tiempo de remojo, h	Temperatura de remojo, °C				
	800	850	900	950	1000
30	137	153	142	171	216
100	142	136	156	151	134
300	136	136	156	170	298
1000	163	142	176	155	292
3000	140	151	176	279	266
10.000	123	174	199	243	89

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor. Tratado térmico 10 min/1020°C/AC

El espécimen de ensayo Charpy tiene una sección transversal cuadrada de 10 mm, área de ensayo de 80 mm², ángulo incluido de muesca en V de 45°.

Tabla 17 - Propiedades de impacto Charpy, J, a altas temperaturas

Tiempo de remojo, h	Temperatura de remojo y ensayo, °C				
	800	850	900	950	1000
30	190	176	180	209	216
100	152	189	231	170	201
300	203	136	155	178	202
1000	144	--	168	168	208
3000	160	155	161	194	208
10.000	153	186	161	217	71

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 11 mm de grosor.

Tratado térmico 10 min/1020°C/AC

El espécimen de ensayo Charpy tiene una sección transversal cuadrada de 10 mm, área de ensayo de 80 mm², ángulo incluido de muesca en V de 45°.

Tabla 18 - Propiedades de ruptura por deslizamiento, MPa, (placa, laminada en caliente)

° C	Tratado térmico 15 min/1020°C/AC			Tratado térmico 1 h/1150°C/AC		
	100 h	1000 h	10 000 h	100 h	1000 h	10 000 h
750	67.3	44.5	29.5	72.3	48.8	32.9
850	34.9	20.4	11.9	45.6	26.3	15.2
950	18.1	9.4	4.9	29.2	15.4	8.1
1050	--	--	--	11.4	6.7	3.9

Datos de un cast. Placa laminada en caliente de 3,2 mm de grosor.

Tabla 19 - Resistencia a la oxidación cíclica

° C	Tiempo de escapar h)	Velocidad de esparcimiento (mg/cm²/h)	Cambio de peso en 1000 h (mg/cm²)
890	> 1000	--	2.08
910	> 1000	--	3.19
990	400	0.112	-50.4
1010	375	0.174	-87.8
1090	50	0.5	-541
1110	50	0.5	-487

Instrucciones de trabajo

La aleación INCOLOY DS se fabrica fácilmente en frío y caliente y se puede unir mediante procesos de soldadura estándar.

Trabajo caliente y frío

El intervalo habitual de trabajo en caliente es de 900-1200° C con trabajo pesado que se lleva a cabo entre 1000 y 1200°C. Las operaciones de forja normales generalmente se inician a partir de 1200°C y la forja ligera es posible hasta 900°C.

La velocidad de enfriamiento no afecta a la dureza de la aleación y el enfriamiento por aire o la extinción son satisfactorios. Debe evitarse el apagado de las forjas cuando la variación en el área de sección transversal de la forja sea alta.

Los procedimientos de trabajo en frío son similares a los de los aceros al carbono y inoxidable. La tasa de endurecimiento de trabajo de la aleación es mayor que la del acero bajo carbono pero menor que la del acero inoxidable 18/8.

Mecanizado

La aleación INCOLOY DS se mecaniza mejor en la condición recocida, con material laminado en caliente, como laminado y forjado en caliente que muestra los siguientes mejores resultados.

Es mejor mecanizado en equipos pesados utilizando herramientas lo suficientemente grandes y pesadas para soportar las cargas y disipar el calor rápidamente.

Recocido

La aleación debe recocerse dentro del intervalo de 1000-1150 ° C, la temperatura y el tiempo de retención dependiendo del grosor del material y la aplicación propuesta. La velocidad de enfriamiento no afecta a la dureza.

El combustible del horno debe estar preferiblemente libre de azufre. El gas de la ciudad, el gas natural, los combustibles destilados y la electricidad son adecuados. Para la mayoría de los tratamientos térmicos y procesos de calentamiento, la atmósfera debe ajustarse para mantener condiciones oxidantes ligeras.

El recocido brillante se puede llevar a cabo en hidrógeno seco o amoníaco craqueado.

Pickling

Una mezcla de soda cáustica fundida es un pretratamiento adecuado seguido de un enjuague en agua fría antes del decapado ácido (HNO₃/FeCl₃) a 65 ° C durante 5-20 minutos, y un enjuague final en agua fría.

Unirse

La aleación INCOLOY DS se une fácilmente a sí misma o a otros metales mediante procesos estándar. Es importante que el material a soldar esté en la condición recocida. La eliminación de residuos de escoria de soldadura es esencial para evitar la corrosión posterior en servicio.

Los materiales de soldadura a utilizar son:

Para blindados

arco metálico ... Electrodo "A" INCO-WELD®

Para gas inerte

arco blindado ... NC 80/20 metal de carga

Productos y especificaciones disponibles

La aleación INCOLOY DS está disponible en tubo, tubo, lámina, tira, placa, barra redonda, material forjado, hexágono y alambre.
La aleación se denomina Werkstoff Number 1.4862.

Hoja y placa:	BS 3072
Tira:	BS 3073
Tubo sin costura:	BS 3074
Alambre:	BS 3075
Bar:	BS 3076

