

Nicrofer[®] 3718/3718 So - сплав 330/DS

Описание материала № 4002
Издание август 1997

Жаропрочный сплав

Nicrofer[®] 3718 - сплав 330

Nicrofer[®] 3220 S

сплав DS

Nicrofer[®] 3718 - сплав 330

Nicrofer[®] 3718 - сплав 330

Nicro

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nicrofer 3718 и 3718 So* являются сплавами на основе твердого раствора никель-железо-хром с добавлением 2% кремния.

Nicrofer 3718 и 3718 So* характеризуются:

- хорошей коррозионной стойкостью и окалиностойкостью
 - превосходной стойкостью против науглероживания, также в переменчивых восстановительных и окислительных атмосферах
- хорошими механическими свойствами с высокими прочностями при повышенных температурах

Таблица 1 - Наименования и стандарты.

Страна	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/плита	Брусок/пруток	Лента	Кованые изделия	Фитинги
Стандарт			бесшовные	сварные					
Германия	Опис.№1.4862* X8NiCrSi38 - 18*	470	310/470	310/470	310/470	310/470	310/470	310/470	310/470
SEW	Опис.№1.4864 X12NiCrSi35 - 16								
Франция	Z12NCS35.16 Z12NCS37.18*								
Франция	AFNOR								
Великобр.	NA 17*		3074		3072	3076	3073	3075	
BS									
США	(UNS NO 8330)	Материал подобен упомянутым выше SEW, AFNOR, BS и в основном отличается содержанием Si (0.75-1.50%), Pb≤0.005% и Sn≤0.025%							
ISO									

Таблица 2 - Химический состав (% по массе) Nicrofer 3718 относительно DIN EN 10095 и Nicrofer 3718 So* относительно BS 3072 NA 17*.

		Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Ti	P	S
Nicrofer 3718	min	34,0	15,0	основная			1,0				
	max	37,0	17,0		0,15	2,0	2,0		0,20	0,040	0,020
Nicrofer 3718 So*	min	35,0	17,0	основная		0,8	1,9				
	max	39,0	19,0		0,10	1,5	2,5	0,5	0,20	0,030	0,030

Химический состав в других спецификациях может отличаться в некоторых элементах.

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность	8,0 г/см ³	0.29 ф/дм ³
Область плавления	1330-1400 °C	2430-2550 °F
Проницаемость при 20°C/68°F	1,001	

Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Теплопроводность		Электрическое сопротивление		Модуль упругости		Коэффициент расширения от 20°C до Т	
°C	°F	Дж/кгК	Btu/lb*°F	Вт/м К	Btu*in/ft ² *h*F	μΩ м	Ω*circ*mil/ft	кН/мм ²	10 ³ ksi	10 ⁻⁶ /К	10 ⁻⁶ /F
-100	-148	394						201			
-73	-100		0,102						28,8		
0	32	467	0,112					196	28,4		6,4
20	68	472	0,113	11,4	79	104	623	194	28,2		
93	200		0,120		89		640		27,4		
100	212	501		12,8		107		189		15,1	7,0
200	392	525		14,6		111		183		15,7	
204	400		0,126		102		665		26,6		7,4
300	572	532		16,3		114		177		16,2	
316	600		0,128		115		688		25,5		7,7
400	752	555		17,9		117		170		16,6	
427	800		0,134		127		706		24,4		8,1
500	932	582		19,5		119		163		17,0	
538	1000		0,142		140		723		23,2		8,4
600	1112	604		21,0		122		156		17,4	
649	1200		0,145		151		736		22,1		8,7
700	1292	610		22,6		123		149		17,7	
760	1400		0,146		164		748		20,9		9,1
800	1472	609		24,1		125		141		18,0	
871	1600		0,146		174		760		19,8		9,6
900	1652	615		25,6		127		134		18,3	
982	1800		0,152		187		766		18,7		
1000	1832			27,0		129		127		18,6	

Механические свойства

Следующие механические свойства при комнатной и повышенной температурах действительны для сплавов Nicrofer 3718 и 3718 So* в отожженном состоянии и в состоянии диффузионного отжига для проб, взятых вдоль и поперек волокна в данных измерениях. Для более больших параметров свойства следует согласовывать отдельно.

Таблица 4 - Типичные кратковременные свойства Nicrofer 3718 и 3718 So* в отожженном состоянии при 1020 °C (1870°F)

Температура (Т)		Предел текучести		Предел текучести		Предел прочности на разрыв		Относ. Удлинение δ_{50} %	Твердость по Бринеллю НВ
°C	°F	$\sigma_{0.2}$ Н/мм ²	ksi	$\sigma_{0.1}$ Н/мм ²	ksi	σ_B Н/мм ²	ksi		
20	68	285	41.3	310	45.0	650	94.3	30	210
93	200		39.1		42.8		92.1		
100	212	265		290		630		30	
200	392	240		265		615		30	
204	400		34.8		38.4		89.2		
300	572	220		250		605		30	
316	600		31.2		35.5		87.0		
400	752	210		235		590		30	
427	800		29.7		33.4		84.1		
500	932	200		225		555		30	
538	1000		29.0		31.9		76.9		
600	1112	195		215		480		30	
649	1200		27.6		29.7		60.9		
700	1292	175		190		340		30	
760	1400		21.8		23.2		37.0		
800	1472	135		145		210		30	
871	1600		14.5		16.7		20.3		
900	1652	85		100		120			
982	1800		7.3		8.7		13.0		
1000	1832	48		55		80			

Таблица 5 - Механические кратковременные свойства Nicrofer 3718 и 3718 So* в отожженном состоянии 1150°C (2100°F).

Температура (Т)		Предел текучести				Усталостная прочность			
°C		$\sigma_{1,0/10^4h}$		$\sigma_{1,0/10^5h}$		$\sigma_B/10^4h$		$\sigma_B/10^5h$	
		Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi
600	1112	80		40		125		75	
649	1200		7.7		3.6		10.3		6.2
700	1292	35		14		45		25	
760	1400		3.1		1.0		4.1		2.0
800	1472	15		4		20		7	
871	1600		1.1		0.22		1.6		0.52
900	1652	5		1,5		8		3	
982	1800								0.23
1000	1832	(3)				(4)		1,5	

Характер структуры

Nicrofer 3718 и 3718 So* являются сплавами на основе твердых растворов, в которых небольшое количество нитридов титана, карбонитридов расположено в аустенитной матрице.

Коррозионная стойкость

Эти сплав никель-хром-железо с 2% кремния являются жаростойкими универсальными материалами. Они обладают хорошей коррозионной стойкостью до около 1000°C, особенно в переменчивых окислительных и восстановительных условиях подогрева и охлаждения. Они имеют отличную стойкость по отношению к науглероживанию и в этих условиях применяются в промышленности в большом объеме. Хорошая стойкость против азотирования делает их пригодными для применения в атмосферах, обедненных кислородом и содержащих азот, в области средних температур, например, в расщепленном аммиаке.

Благодаря более высокому содержанию хрома и кремния, материал Nicrofer 3718 So* (1.4862) превосходит стандартный материал Nicrofer 3718.

Окисление

Nicrofer 3718 и 3718 So* имеют хорошую коррозионную стойкость и противостоят образованию окалина до прим. 1000°C (1850 °F). Каждая образованная окисная пленка прочно схватывается; особенно в циклических условиях нагревания и охлаждения.

Науглероживание

Сплавы проявляют превосходную стойкость к науглероживанию и широко применяются в промышленности в таких условиях. В переменчивых восстановительных и окислительных условиях они устойчивы против "зеленой гнили".

Азотирование

Nicrofer 3718 и 3718 So* хорошо устойчивы в азотосодержащих атмосферах, в которых содержание кислорода минимально, например, в расщепленном аммиаке.

Сульфурация

Стойкость против сульфурации в окислительных условиях лучше чем в восстановительных. Содержащая серу окалина имеет тенденцию к растрескиванию и отслаиванию и поэтому не образует защиту оксидному слою окалина.

Еще раз следует отметить, что, благодаря высокому содержанию хрома и кремния, Nicrofer 3718 So* (оп.№ 1.4862) превосходит стандартный материал Nicrofer 3718 (оп.№ 1.4864).

Области применения

Nicrofer 3718 и 3718 So* находят широкое применение в высокотемпературных процессах, таких как термообработка, эмалирование.

Типичными являются такие области применения:

- вентиляторы в высокотемпературных печах с атмосферой науглероживания, стойкий против науглероживания
- резервуары для отжига в установках науглероживания, противостоят науглероживанию и не проявляют изменение веса в сравнении с другими резервуарами.
- приспособления для подвешивания, крючки и цепные транспортеры для подачи предметов из стеклоэмали через обжиговую печь сопротивляемость отколу оксидов, которые могли бы повредить слой эмали.
- сопла, стойкость против окисления и науглероживания
- зажимные приспособления и скрепления в паяльных печах
- защитные трубы для термоэлементов сопротивляемость против науглероживания и азотирования
- ленточные конвейеры из проволочной сетки для установок термообработки
- компоненты для манипулирования расщепленным аммиаком (печи защитного газа) сопротивляемость против азотирования.

Обработка и термическая обработка

Nicrofer 3718 и 3718 So* легко поддаются горячей и холодной обработке, резанию и сварке: электродуговая сварка и сварка неплавящимся и плавящимся электродами.

Важным является то, чтобы обрабатываемые изделия до и во время термообработки оставались чистыми и свободными от каких-либо примесей.

Сера, фосфор, свинец и другие легкоплавкие металлы могут при термообработке Nicrofer 3718 и 3718 So* привести к повреждению. Такого рода примеси содержатся также в красках маркировки и указания температуры или карандашах а также в смазках, маслах, горючем и т.п.

Горючее должно иметь по возможности низкое содержание серы. Природный газ должен содержать менее 0,1% по массе серы. Также подходит жидкое топливо с максимум 0,5% по массе содержанием серы.

Атмосфера печи должна быть нейтральной до слегка окислительной и не должна меняться между окислительной и восстановительной. Обрабатываемые изделия не должны напрямую подвергаться воздействию огня.

Горячая обработка давлением

Nicrofer 3718 и 3718 So* должны подвергаться горячей обработке давлением в области температур между 1150 и 950°C (2100-1740°F) с последующим ускоренным охлаждением в воде или на воздухе.

Термообработка после горячей обработки давлением рекомендуется для достижения оптимальных свойств.

Для нагрева обрабатываемые изделия следует поместить в уже разогретую до заданной температуры печь.

Холодная обработка давлением

Nicrofer 3718 и 3718 So* имеет такой же наклеп как аустенитные нержавеющие стали. При выборе устройств для деформирования это следует учитывать. При сильных холодных обжатиях давлением необходимы промежуточные отжиги.

При холодной обработке свыше 15% следует проводить повторный отжиг, особенно если это касается свойств стойкости.

Способность к изгибу и деформации имеется также у листов с окалиной, все же радиус изгиба должен быть минимум 3-х кратен толщине листа.

Термообработка

Отжиг должен проводиться при температурах от 1020 до 1120°C (1870-2050°F). Для достижения оптимальных свойств следует ускоренно охлаждать на воздухе или водой.

При каждой термообработке следует соблюдать названные выше требования к чистоте.

Удаление окалины

Низкоплавкие материалы образуют в производстве защитные окисные слои. Поэтому следует проверять необходимость удаления окалины.

Окиси сплава Nicrofer 3718 и 3718 So* и цвета побежалости в области сварных швов проявляются прочнее, чем у нержавеющих сталей. Рекомендуется шлифование очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

Если должно проводиться травление, то периоды травления, как для всех легкоплавких материалов, должны быть короткими.

Перед травлением в смеси азотной и плавиковой кислот слои окиси должны быть уничтожены пескоструйной обработкой или осторожным шлифованием или предварительно обработаны в расплавах солевых электролитов.

Механическая обработка

Nicrofer 3718 и 3718 So* предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Так как сплавы склонны к наклепу, следует выбирать низкую скорость резания и режущий инструмент должен постоянно оставаться в действии. Важна достаточная глубина резания, чтобы резать прежде возникшую нагартованную зону.

Технические указания по сварка

При сварке никелевых сплавов и особых высококачественных сталей следует учитывать нижеприведенные указания.

Рабочее место

Предусмотреть отдельно устроенное рабочее место, отчетливо отделенное от зон, где обрабатывается углеродистая сталь. Предусмотреть самую тщательную чистоту и защитные перегородки, избегать сквозняка.

Вспомогательные средства, одежда

Использовать чистые тонкие кожаные перчатки, чистую рабочую одежду.

Инструменты и машины

Использовать инструмент исключительно для никелевых сплавов и специальных высококачественных сталей; щетки, клещи, молотки из нержавеющей стали. Перерабатывающие и обрабатывающие станки, такие как ножницы, тиски или валики следует так оборудовать (войлок, картон, фольга), чтобы с этой стороны исключить частицы железа, которые могут быть вдавлены в поверхность материала и, в конечном счете, привести к коррозии.

Очистка

Очистка основного металла в области шва (с двух сторон) и присадки для сварки (напр., сварочный прут) должна производиться ацетоном. Просьба не использовать трихлорэтилен "TRI", перхлорэтилен "PER" и тетрагидрид "TETRA".

Подготовка сварного шва

Преимущественно механическим путем обточкой, фрезерованием или строганием, возможна также плазменная резка. Однако в этом случае кант среза (кромка разделки шва) должен быть четко доработан. Допускается осторожное шлифование без перегрева!

Угол раскрытия кромок

Отличие физической характеристики никелевых сплавов и особых высококачественных сталей проявляется в общих чертах, в сравнении с углеродистой сталью, в меньшей теплопроводности и более высоком тепловом расширении.

Эти свойства следует учитывать, среди прочего, обеспечивая более большой зазор сварочного корня или отверстия (2 мм 0,5 мм), в то время как, по причине вязкости в расплавленном состоянии, приходится работать с более большим углом раскрытия кромок (> 60°) отдельных стыковых соединений, чтобы противодействовать ярко выраженным усадочным свойствам.

Для сварки Nicrofer 3718 и 3718 So* все же предписывается угол раскрытия кромок 60° по причине жидкого состояния наплав-ленного металла и минимальной усадки.

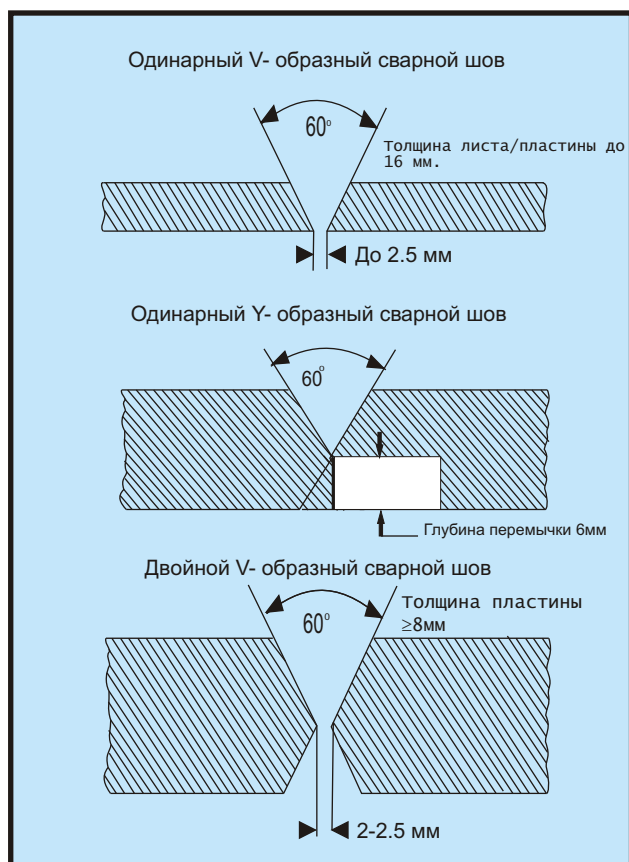


Рис. 1 - Подготовка кромки швов для Nicrofer 3718 / 3718 So* (пример).

Сварочная дуга

Сварочную дугу можно направлять только в области шва, например, на кромки разделки шва или на концевую планку, но не на поверхности конструктивного элемента. Места контакта со сварочной дугой ведут к коррозии.

Последующая обработка (травление и очистка щеткой)

Как правило травление, если требуется или предписано, является последней рабочей операцией над конструктивной деталью. Эти работы должны проводиться спецпредприятиями. В любом случае мы рекомендуем проконсультироваться со специалистами нашей фирмы. При оптимальном про-ведении работ во многих случаях чистка щетками сразу после сварки, еще в горячем состоянии, может привести поверхность в желаемое состояние, то есть, цвета побежалости можно полностью удалить.

Сварка

Материал Nicrofer 3718 и 3718 So* можно сваривать методами: дуговая сварка неплавящимся электродом, плазменная и электросварка.

Для сварки материал должен быть предоставлен в отожженном состоянии и свободным от окалины, смазки и марки-ровок. Зона в прим. 25 мм по обе стороны от шва следует шлифовать до металлического блеска. Во многих случаях чистка щетками шва в еще горячем состоянии может удалить цвета побежалости. Во время сварки условием является самая строгая чистота.

Следует следить за минимальной подачей тепла и быстрый отвод тепла. Температура прослоек не должны превышать 150°C (300°F).

Не требуется ни подогрев, ни повторная термообработка.

Рекомендуется следующий материал по сварке:

Сварка плавящимся электродом/ Nicrofer S 7020 оп.№ 2.4806
Плазменная SG-NiCr20Nb
AWSA5.14 ERNiCr-3
Стержневые электроды оп.№ 2.4648
EL-NiCr19Nb
AWSA5.11 ERNiCr-3

Для достижения оптимальной коррозионной характеристики предпочтительна сварка неплавящимся электродом.

Nicrofer 3718 и 3718 So* можно сваривать с большим количеством различных сплавов. Для этого применяются выше указанные электроды.

Таблица 6 - Параметры сварки (контрольные цифры).

Толщ. листа мм	Способ сварки	Присадка Диам. мм	Параметры сварки				Скор. Сварки см/мин.	Защит.газ кол-во л/мин.	Подводимая теплота на единицу длины кДж/см
			Сварочный корень		Наполняющий и покровный слой				
			I,A	U,V	IA	U,V			
2,0	m-WIG (непл. электр.вруч.)	2,0	70	9			Прим.12	Макс. 8	Ar 99,99 8
6,0	m-WIG	2,0-2,4	90	10	110	11	Прим.12	Макс. 10	Ar 99,99 8
12,0	m-WIG	2,4	100	10	110	11	Прим.12	Макс. 10	Ar 99,99 8
4,0	Плазма	1,0-1,2	165	25			Прим.25	Макс. 12	Ar 99,99 3
6,0	Плазма	1,0-1,2	190-200	25			Прим.25	Макс. 12	Ar 99,99 3,5
8,0	E-Hand (элект- росв.вручную)	2,5-3,25 2,4	90	10	60-80	Прим.24	Прим.25	Макс. 6,5	
12,0	E-Hand	2,5-3,25 2,4	90	10	60-80	Прим.24	Прим.25	Макс. 6,5	

При сварке неплавящимся электродом следует следить за достаточной защитой корня аргоном 99,99, чтобы препятствовать загрязнениям кислородом воздуха.

Эти данные являются ориентировочными значениями и должны лишь облегчить настройку сварочных машин.

Готовность к использованию

Nicrofer 3718 (alloy 330) и 3718 So alloy DS подлежат доставке в следующие стандартных полуфабрикатных формах.

Листы

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горячая или холодная прокатка (х/к,г/к), термообработка, с удаленной окалиной и травление

Толщина мм		Ширина* мм	Длина* мм
1,10 < 1,50	Х/к	2000	6000
≥ 1,50 < 6,0	Х/к	2500	8000
≥ 6,0 < 10,0	Х/к	2500	8000
≥ 6,0 < 10,0	Г/к	2500	8000
≥ 10,0 < 20,0	Г/к	3000	8000**
≥ 20*	Г/к	-	-

Толщина дюймы		Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	Х/к	80	240
≥ 0,060 < 1/4	Х/к	100	320
≥ 1/4 < 3/8	Х/к	100	320
≥ 1/4 < 3/8	Г/к	100	320
≥ 3/8 < 3/4	Г/к	120	320**
≥ 3/4*	Г/к	-	-

* другие размеры по запросу

** зависит от штучного веса

Кованые изделия

Другие формы, в отличие от круглых заготовок, бухт и прутков - по запросу. Фланцы и полые валы до прим. 10 т штучного веса.

Рулоны и бухты

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованые, с термообработкой, с удаленной окалиной и травленные или обточенные

Наименование	Вес кг	Толщина мм	Внеш-Ø* мм	Внут-Ø* мм
Рулон	≤ 4000	≤ 300	≤ 3000	-
Бухта	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	по запросу
	Фунты	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Рулон	≤ 8800	≤ 12	≤ 120	-
Бухта	≤ 6600	≤ 8	≤ 100	по запросу

* другие размеры по запросу

Прутки, полоса, круги

Состояние поставки:

Кованые, вальцованные, волооченные, с термообработкой, с удаленной окалиной и протравленные, повторно обточенные, зачищенные или шлифованные

Продукт	Кованые* мм	Вальцованные* мм	Волооченные* мм
Круглый Ø	≤ 300	8-75	12-65
Квадратный a	40-300	15-100	12-65
Плоский a x b	40-80	5-20	10-20
	x 200-600	x 120-600	x 30-80
Гексагональный S	25-60	13-50	12-60
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Круглый Ø	≤ 12	0.32 - 3	½ - 2 ½
Квадратный a	1 5/8 - 12	0.60 - 4	½ - 2 ½
Плоский a x b	1 5/8 - 3 1/8	3/16 - 3/4	3/8 - 3/4
	x 8 - 24	x 5 - 24	x 1 ½ - 3 1/8
Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	½ - 2	½ - 2 3/8

* другие размеры по запросу

Лента*

Состояние поставки:

Холоднокатаные, после диффузионного отжига и протравленные или со светлым отжигом²

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0,04 ≤ 0,10	4-200	300	400		
> 0,10 ≤ 0,20	4-350	300	400	500	
> 0,20 ≤ 0,25	4-750		400	500	600
> 0,25 ≤ 0,60	5-750		400	500	600
> 0,60 ≤ 1,0	8-750		400	500	600
> 1,0 ≤ 2,0	15-750		400	500	600
> 2,0 - 3,0	25-750		400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0.0016 ≤ 0,004	0.16 - 14	12	16		
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 14	12	16	20	
> 0,008 ≤ 0,010	0.16 - 30		16	20	24
> 0,010 ≤ 0,024	0.20 - 30		16	20	24
> 0,024 ≤ 0,04	0.32 - 30		16	20	24
> 0,04 ≤ 0,08	0.60 - 30		16	20	24
> 0,08 - 0,12	1.0 - 30		16	20	24

* листы длиной от 500 до 3000 мм, отделенные от рулонов

** максимальная толщина 3,0 мм

Проволока

Состояние поставки:

Светлотяннутая, ¼ жесткости до жесткой, со светлым отжигом

Размеры:

0,01 - 12,7 мм диаметр,

в бухтах, в бочках, на катушках и таганах

Материалы сварки

Сварочные прутки, электроды, проволочные и полосовые электроды поставляются во всех стандартных измерениях.

Бесшовные трубы

Для информации обращайтесь в представительство компании ThyssenKrupp VDM.

Сварные по продольным швам трубы

Сварные по продольным швам трубы изготавливаются и продаются известным производителем, причем используются полуфабрикаты компании ThyssenKrupp VDM GmbH.