

Nicrofer[®] 3220 LC/3220 - сплав 800 L/800

Описание материала № 4028
Издание декабрь 1992

Коррозионностойкий сплав

Nicrofer[®] 3220 LC - сплав 800 L

Nicrofer[®] 3220 -

сплав 800

Nicrofer[®] 3220 LC - сплав 800 L

Nicrofer[®] 3220 LC - сплав 800 L

Nicro

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nicrofer 3220 LC/3220 - сплав 800 L/800

Таблица 1 - Сравнение вариантов сплавов

Температура применения °C °F	≤ 550 ≤ 930	≤ 600 ≤ 1110	700-950 1290-1740	700-1000 1290-1830
Достоинства	коррозионностойкий	коррозионно- и жаростойкий	Стойкий против окисления, науглероживания и азотирования. Хорошие показатели прочности	
Термообработка	слабо отожженный при 920-980°C		Диффузионный отжиг при	
			1150°C (2100°F)	1150-1200°C 2100-2190°F
Размер зерна μm ASTM	≤ 64 > No.5		90-180 4-2	
Содержание углерода %	≤ 0,025	0,04-0,08	0,06-0,08	0,06-0,10
Al+Ti ¹⁾ %	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 0,7	0,85-1,2
Пластичность	очень хорошая	хорошая	хорошая	сниженная
Nicrofer®	3220 LC	3220	3220 H	3220 HP
Описание материала №	1.4558	1.4876	1.4876 ²⁾ 1.4958 ³⁾	1.4959 ³⁾
DIN	-	-	17459/17460	17459/17460
SEW	400	470	310	310
VdT ÜV- опис.материала	-	412	434	434
UNS	N08880	N08800	N08810	N08811

¹⁾ VDM-Standard²⁾ VdTÜV-опис.материала 412, издание 01.84 с прежним опис.материала №1.4875³⁾ опис.материала № согласно DIN

Характеристики сплава

Nicrofer 3220LC-сплав 800L

Nicrofer 3220LC является аустенитным сплавом никель-железо-хром, но с меньшим содержанием углерода в сравнении со сплавом Nicrofer 3220.

Nicrofer 3220 LC характеризуется:

- чрезвычайной коррозионной стойкостью в жидких средах при высоких температурах до 500°C
- хорошей стойкостью к коррозионному растрескиванию

Характеристики сплава

Nicrofer 3220-сплав 800

Nicrofer 3220 является аустенитным сплавом на основе твердого раствора никель-железо-хром с контролируемым содержанием углерода, алюминия, титана и марганца.

Nicrofer 3220 характеризуется:

- хорошей коррозионной и жаростойкостью
- хорошими механическими свойствами при низких и повышенных температурах до 600°C
- хорошей стойкостью против окислительных, восстановительных и условий науглероживания
- хорошей пригодностью для обработки

Таблица 2 - Химический состав (% по массе).

		Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Al	Ti	Al+Ti	P	S
Nicrofer 3220 LC	min	32,0	20,0	основа	0,025	0,5	0,2		0,15	0,35			
	max	34,0	22,0			1,0	0,5	0,5	0,40	0,60	1,0	0,015	0,010
Nicrofer 3220	min	30,0	19,0	основа	0,04	0,5	0,2		0,20	0,20			
	max	32,0	21,5		0,08	1,0	0,6	0,5	0,40	0,50	1,0	0,015	0,010

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность		8,0 г/см ³		0.29ф/дм ³							
Область плавления		1350-1400 °C		2460-2550 °F							
Проницаемость при 20°C/68°F		1,01									
Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Теплопроводность		Электрическое сопротивление		Модуль упругости		Коэффициент расширения	
°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 /K	10 ⁻⁶ /F
0	32										
20	68	455	0,108	11,6	80	98	590	198	28,7		
93	200		0,112		89		610		28,1		8,0
100	212	472		13,0		102		193		14,4	
200	392	500		15,0		107		187		15,2	
204	400		0,119		104		644		27,1		8,4
300	572	525		16,2		112		180		15,8	
316	600		0,126		114		677		25,5		8,8
400	752	550		17,8		116		173		16,2	
427	800		0,132		126		704		24,8		9,0
500	932	577		19,2		119		166		16,6	
538	1000		0,140		138		722		23,6		9,3
600	1112	605		21,0		122		158		17,0	

Механические свойства

Следующие механические свойства действительны для отожженного состояния для образцов, взятых вдоль и поперек волокон в указанных формах и размерах заготовок. Для больших размеров свойства следует согласовывать особо.

Значения действительны для образцов, взятых вдоль и поперек волокна.

Лист	до 50 мм (1/8 дм.)
Лента	до 3 мм (2 дм.)
Бруски и кованные изделия	до 250 мм (10 дм.)
Трубы диаметр	до 200 мм (8 дм.)
толщина стенки	до 40 мм (1 1/2 дм.)

Таблица 4 - Механические свойства при комнатной и повышенных температурах, минимальные значения.

Nicrofer 3220LC						Nicrofer 3220					
Температура		Предел текучести		Предел прочности	Относит. Удлинен.	Температура		Предел текучести		Предел прочности	Относит. Удлинен.
°C	°F	$\sigma_{0,2}$ Н/мм ²	$\sigma_{1,0}$ Н/мм ²	σ_B Н/мм ²	δ_{50} %	°C	°F	$\sigma_{0,2}$ Н/мм ²	$\sigma_{1,0}$ Н/мм ²	σ_B Н/мм ²	δ_{50} %
К.Т.	К.Т.	180	210	450	35	К.Т.	К.Т.	210	240	500	35
100	212	155	185			100	212	185	205		
200	392	140	170			200	392	160	180		
300	572	130	160			300	572	145	165		
400	752	120	150			400	752	130	150		
500	932	100	130			500	932	125	145		
600	1112					600	1112	115	135		

Температура		Предел текучести		Предел прочности	Относит. Удлинен.	Температура		Предел текучести		Предел прочности	Относит. Удлинен.
°C	°F	$\sigma_{0,2}$ ksi	$\sigma_{1,0}$ ksi	σ_B ksi	δ_{50} %	°C	°F	$\sigma_{0,2}$ ksi	$\sigma_{1,0}$ ksi	σ_B ksi	δ_{50} %
К.Т.	К.Т.	26.1	30.5	65.3	35	К.Т.	К.Т.	30.5	34.8	72.5	35
100	212	22.5	26.8			100	212	27.1	30.2		
200	392	20.3	24.7			200	392	23.2	26.1		
300	572	18.6	22.9			300	572	20.7	23.6		
400	752	16.7	21.0			400	752	18.9	22.0		
500	932	(12.8)	(17.4)			500	932	17.5	20.6		
600	1112					600	1112	16.8	19.7		

ISO Ударная вязкость образца с надрезом

Среднее значение при комнатной температуре:

вдоль 105 Дж/см² (Nicrofer 3220 LC)

Поперек 150 Дж/см² (Nicrofer 3220)

Nicrofer 3220 LC имеет кубическую гранцентрированную решетку. Очень низкое содержание углерода и повышенное соотношение Ti:C повышают стабильность структуры и сопротивление против сенсбилизации и разрушения границы зерна.

Низкая температура термообработки от прим. 950°C способствует мелкозернистой структуре.

Nicrofer 3220 является аустенитным сплавом с кубической гранцентрированной сеткой. При температуре термообработки прим. 950°C карбиды титана снова не распадаются. Лишь минимальное содержание углерода остается для образования карбидов хрома.

Низкая температура термообработки обеспечивает мелкозернистую структуру и дает в результате одновременно высокий предел прочности при разрыве и предел прочности при растяжении.

Коррозионная стойкость

Nicrofer 3220 устойчив против многих корродирующих сред. При влажной коррозии повышенное содержание никеля в сплаве **Nicrofer 3220** дает в результате хорошую сопротивляемость против коррозионного растрескивания. Повышенное содержание хрома повышает стойкость против точечной и щелевой коррозии.

Сплав проявляет в азотной кислоте и органических кислотах хорошую стойкость, но все же лишь ограниченную сопротивляемость против серной и соляной кислоты.

За исключением галогенов, при которых может проявиться точечная коррозия, в окислительных и восстановительных растворах соли проявляется хорошая стойкость. Она имеется также в пресной воде и паре, а также смесях из пара, воздуха и диоксида углерода.

Nicrofer 3220 LC устойчив против многих корродирующих сред. При влажной коррозии его свойства можно сравнить со свойствами аустенитных нержавеющей сталей. Высокое содержание никеля обеспечивает хорошую стойкость к коррозионному растрескиванию. . Повышенное содержание хрома повышает стойкость против точечной и щелевой коррозии.

Сплав проявляет в азотной кислоте и органических кислотах хорошую стойкость, но все же лишь ограниченную сопротивляемость против серной и соляной кислоты.

За исключением галогенов, при которых может проявиться точечная коррозия, в окислительных и восстановительных растворах соли проявляется хорошая стойкость. Она имеется также в пресной воде и паре, а также смесях из пара, воздуха и диоксида углерода.

При повышенных температурах **Nicrofer 3220** проявляет отличную стойкость в окислительных и атмосферах науглероживания, а также в изменчивых окислительных и науглероживающих атмосферах. Стойкость по отношению к водороду, азоту и серосодержащим газам хорошая, при чем она лучше в окислительных условиях, чем в восстановительных.

Область применения

- охладители в азотной кислоте
 - устойчивость в азотнокислых условиях
- трубы пароперегревателя
 - хорошие механические свойства, а также стойкость против пара и т.д.

- покровные трубы нагревательного элемента
 - хорошие механические свойства

Для применения до прим. 500°C **Nicrofer 3220 LC** поставляется в состоянии мягкого отжига.

- покровные трубы нагревательного элемента
 - хорошие механические свойства
- трубы для уксусного ангидрида
 - стойкость в условиях процесса

Для применения до прим. 600°C **Nicrofer 3220** поставляется в состоянии мягкого отжига. При высоких температурах использования рекомендуется вариант **Nicrofer 32220 H** в состоянии диффузионного отжига детали согласно отдельного паспорта материала.

Обработка и термическая обработка

Nicrofer 3220 LC и 3220 хорошо поддаются горячей и холодной обработке давлением и обработке резанием. Обрабатывающие инструменты должны все же быть приспособлены к высокой прочности. Оба сплава можно сваривать электродуговой сваркой и сваркой с неплавящимся и плавящимся электродами.

Нагрев

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

Сера, фосфор, свинец и другие низкоплавкие металлы могут при термообработке Nickel 3220 LC и 3220 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. Подойдет также жидкое топливо с максимум 0,5% по массе содержанием серы.

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

Горячая обработка давлением

Nicrofer 3220 LC и 3220 могут обрабатываться в диапазоне температур между 1200 и 900°C (2190 и 1650°F) с последующим быстрым охлаждением водой или воздухом, при чем особенно область температур от 760 до 540°C (1400 и 1000°F) должна быть пройдена быстро. Термическое сгибание производится при 1150 до 1000°C (2100 - 1830°F).

Для нагрева обрабатываемые изделия помещают в печь, уже разогретую до максимальной рабочей температуры 1200°C (2190°F). Время выдержки около 60 мин на 100 мм толщины.

После горячей обработки давлением рекомендуется термообработка для достижения оптимальных коррозионных свойств.

Холодная обработка давлением

Nicrofer 3220 LC и 3220 проявляют более высокий наклеп чем аустенитные нержавеющие стали. При выборе оборудования для деформации это следует учитывать.

При сильных обжатиях нужны промежуточные отжиги.

После обжатия свыше 10% следует провести повторный мягкий отжиг.

Термообработка

Мягкий отжиг должен проводиться при температурах от 920 до 980°C (1690 и 1800 °F), предпочтительно при 950°C (1740°F).

Для достижения оптимальных коррозионных свойств, следует быстро охлаждать в воде. При толщинах ниже прим. 1,5 мм можно производить ускоренное воздушное охлаждение.

При каждой термообработке следует соблюдать выше названные требования к чистоте.

Удаление окалины

Окиси Nicrofer 3220 LC и 3220 и цвета побежалости в области сварных швов проявляются прочнее чем у нержавеющей сталей. Рекомендуется шлифование очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

Перед травлением в смеси азотной и плавиковой кислот окисные слои должны быть удалены пескоструйной обработкой или предварительно обработаны в расплавленных солевых электролитах.

Режущая обработка

Nicrofer 3220 LC и 3220 предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Так как сплав склонен 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.

Сварка

Nicrofer 3220 LC и 3220 могут подвергаться сварке всеми традиционными способами, такими как дуговая сварка неплавящимся электродом, плавящимся электродом и дуговая сварка стержневыми электродами с покрытием.

Для достижения оптимальных коррозионных свойств предпочтительна дуговая сварка неплавящимся электродом.

Для сварки следует предоставить материал в отожженном состоянии и свободным от окалины, смазки и маркировок. Зону в 25 мм с двух сторон от шва следует отшлифовать до металлического блеска. Во время сварки условием является педантичная аккуратность.

Следует обращать внимание на мини-мальную подачу и быстрый отвод тепла. Температура прослоек не должна превышать 150°C (300 °F).

Не требуется ни предварительный подогрев, ни дополнительная термообработка.

Рекомендуются следующие материалы для сварки:

Газоэлектрическая сварка:

Nicrofer S 7020 опис. № 2.4806

SG-NiCr20Nb

AWSA 5.14 ERNiCr-3

SG-NiCr21Mo9Nb

Сварка стержневым электродом:

оп. №2.4648, EL-NiCr19Nb или

Оп. №2.4621, AWSA 5.11 ERNiCrFe-3

При выборе стержневых электродов с покрытием для Nicrofer 3220 LC следует применять те, что имеют низкое содержание углерода и кремния.

Готовность к использованию

Nicrofer 3220 LC и 3220 подлежат доставке в следующих стандартных формах полуфабрикатов.

Листы

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горяче- и холоднокатаные (х/к, г/к), отожженные, травленные

Толщина мм	Г/Х	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
10,0 ≤ 20,0	Г/к	2500	8000
≥ 20 ¹⁾	Г/к	3000	8000

Толщина дюймы	Г/Х	Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	х/к	80	320
0,060 < 1/4	х/к	100	320
1/4 < 3/8	х/к	100	320
3/8 ≤ 3/4	Г/к	100	320
≥ 1.0 ¹⁾	Г/к	100	320

1) другие размеры по запросу

Рулоны и бухты

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованые, Отожженные, протравленные или обточенные

Наименование	Вес кг	Толщина мм	Внеш-Ø* мм	Внут-Ø* мм
Рулон	≤ 10000	≤ 300	≤ 3000	-
Бухта	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	по запросу
	Фунты	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Рулон	≤ 22000	≤ 12	≤ 120	-
Бухта	≤ 6600	≤ 8	≤ 100	по запросу

* другие размеры по запросу

Прутки, круги

Состояние поставки:

Кованые, вальцованные, волооченные, отожженные, протравленные, повторно

Продукт	Кованые* мм	Вальцованные* мм	Волооченные* мм
Прут круглый Ø	≤ 350	8-75	12-65
Брус квадратный а	40-300	15-100	12-65
Брус плоский а x b	40-80 x 200-600	5-20 x 120-600	10-20 x 30-80
Брус Гексагональный S	25-80	13-50	12-60
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Прут круглый Ø	≤ 14	5/16 - 3	½ - 2 ½
Брус квадратный а	1 5/8 - 12	5/8 - 4	½ - 2 ½
Брус плоский а x b	1 5/8 - 3 1/8 x 8 - 24	3/18 - 3/4 5 - 24	3/8 - 3/4 1 1/4 - 3 1/8
Брус Гексагональный S	1 - 3 1/8	½ - 2	≤ 1-2 3/8

* другие размеры по запросу

Поковка

Другие формы, как диски, бухты и круги поставляются под заказ.

Кованые изделия

Другие формы, в отличие от круглых заготовок, бухт и брусков, по запросу.

Лента*

Состояние поставки:

Холоднокатаные, отожженные и протравленные или со светлым отжигом**

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм				
		100	300	400	500	600
0,04 ≤ 0,10	30-120	100	300			
> 0,10 ≤ 0,20	4-200		300	400		
> 0,20 ≤ 0,25	4-400		300	400		
> 0,25 ≤ 0,60	5-635		300	400		
> 0,60 ≤ 1,0	8-635			400	500	
> 1,0 ≤ 2,0	15-635			400	500	600
> 2,0 -3,0	25-635			400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм				
		4	12	16	20	24
0.0016 ≤ 0,004	1.2 - 5	4	12			
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 8		12	16		
> 0,008 ≤ 0,010	0.16 - 16		12	16		
> 0,010 ≤ 0,024	0.20 - 25		12	16		
> 0,024 ≤ 0,04	0.32 - 25			16	20	
> 0,04 ≤ 0,08	0.60 - 25			16	20	24
> 0,08 -0,12	1.0 - 25			16	20	24

* ленточные 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 пачках, на катушках и тяганах

Бесшовные трубы

Состояние поставки:

Холоднокатаные, холоднотянутые, со светлым отжигом и травленные

Внешний диаметр	12 - 219 мм	½ - 8 5/8 дм.
Толщина стенки	0,5 - 20 мм	0.02-0.80 дм.
Длина максим.	26 м*	85 футов

* зависит от отжига, размера трубы и соотношения AD к s

Состояние поставки:

Горячекатаные, отожженные и травленные

Внешний диаметр	70 219 мм	2 1/4 - 8 5/8 дм
Толщина стенки	5 40 мм	0.02- 1 5/8 дм.
Длина максим.	17,5 м*	57 футов

* зависит от отжига, размера трубы и соотношения AD к s

Сварные по продольным швам трубы (от ленты)

Состояние поставки:

Сварные или отожженные и травленные или со светлым отжигом

Внешний диаметр	12 - 114 мм	c
Толщина стенки	0,5 - 4,0 мм	0.02- 0.16 дм.
Длина максим.	26 м*	85 футов

* зависит от состояния поставки

Сварные по продольным швам трубы (от листа)

Состояние поставки:

Сварные или отожженные или травленные

Внешний диаметр	114 - 1500 мм	4½ - 4 1/2 дм
Толщина стенки	3-15 мм	1/8-5/8 дм.
Длина максим.	6 м	20 футов