

Nicrofer[®] 4626 MoW - сплав 333

Описание материала № 4034
Издание декабрь 1993

Суперсплав

Nicrofer[®] 4626 MoW - сплав 333

Nicrofer[®] 4626 M

сплав 333

Nicrofer[®] 4626 MoW - сплав 333

Nicrofer[®] 4626 MoW - сплав 333

Nicro

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nicrofer 4626 MoW является сплавом на основе твердого раствора никель-хром-железо с равными добавками молибдена, кобальта и вольфрама. Обычные температуры использования находятся выше 800°C (1470°F).

Nicrofer 4626 MoW характеризуется:

- очень хорошими механическими свойствами и усталостной прочностью до 1200°C (2200°F).
- отличной стойкостью против науглероживания, окисления и насыщения серой
- хорошей стойкостью против коррозионного растрескивания
- хорошей способностью к деформации и

Таблица 1 - наименование и стандарты

Страна Станд	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/ плита	Пруток/ полоса	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
Германия DIN VdTV	Опис.№2.4608 NiCr 26MoW								
Франция AFNOR	NC 26 DW								
Великобр. BS									
США ASTM	UNS N 06333		B 722	B 723 B 726	B 718	B 719	B 718		
ASME AMS					5593	5717	5593		5717
ISO	NiCr26Fe20Co3Mo3W3								

Таблица 2 - химический состав (% по массе)

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Mo	Co	W	Ti
min	44,0	24,0	основа	0,03	1,2	0,8		2,5	2,5	2,5	0,1
max	47,0	26,0		0,06	2,0	1,2	0,5	3,5	3,5	3,5	0,2

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность	8,2 г/см ³	0.295 ф/дм ³
Область плавления	1300-1345 °C	2375-2450 °F
Проницаемость при 20°C/68°F	1,004	

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 /K	10 ⁻⁶ /F
0	32										
20	68	441	0,105	11,1	77	114	688	201	29,1		
93	200		0,109		84		699		28,9		7,0
100	212	455		12,2		116		198		12,7	
200	392	469		14,0		119		194		13,9	
204	400		0,112		97		716		28,1		7,8
300	572	480		15,6		121		187		14,7	
316	600		0,115		110		729		27,0		8,2
400	752	487		17,1		123		179		15,0	
427	800		0,117		122		740		25,8		8,4
500	932	494		18,8		124		172		15,4	
538	1000		0,119		135		749		24,6		8,7
600	1112	503		20,6		125		165		16,0	
649	1200		0,122		149		755		23,4		9,1
700	1292	515		22,4		126		157		16,7	
760	1400		0,124		162		760		22,1		9,3
800	1472	524		24,0		126,5		148		16,8	
871	1600		0,127		173		765		20,2		9,5
900	1652	533		25,6		127		135		17,1	
982	1800		0,129		187		769		18,2		9,8
1000	1832	541		27,4		128		123		17,8	
1093	2000		0,131		200		770		16,1		10,3
1100	2012	550		29,0		128,5		110		18,7	

Механические свойства

Следующие механические свойства действительны для Nicrofer 4626 MoW в состоянии диффузионного отжига

и в данных измерениях. Для больших размеров свойства следует согласовывать особо.

Таблица 4 - Механические свойства при комнатной температуре, минимальные значения согл.ASTM (таблица 1).

Форма	Параметры		Предел прочности на разрыв		Предел текучести		Относ. Удлинение δ_{50} %	Твердость по Бринеллю НВ
	мм	дюймы	σ_B Н/мм ²	ksi	$\sigma_{0.2}$ Н/мм ²	ksi		
лист, лента	≤ 4,75	≤ 3/16	550	80	240	35	30	140-210 (только для справки)
лист, плита	>4,75-50	>3/16-2						
Пруток/ брус	До 50	До 2						
Труба	3,2-200	1/8 - 8						

Таблица 5 - Механические кратковременные свойства Nicrofer 4626MoW в отожженном состоянии.

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
538	1000						15,2		
600	1112	150		110		72		60	
649	1200		15,7		11,9		7,5		5,5
700	1292	80		60		38		25	
760	1400		8,0		6,1		3,6		2,5
800	1472	42		32		19		13	
871	1600		3,3		2,4		1,6		1,1
900	1652	17,5		12		9		6,1	
982	1800		1,16		0,87		0,65		0,44
1000	1832	6,9		4		4,2		2,5	

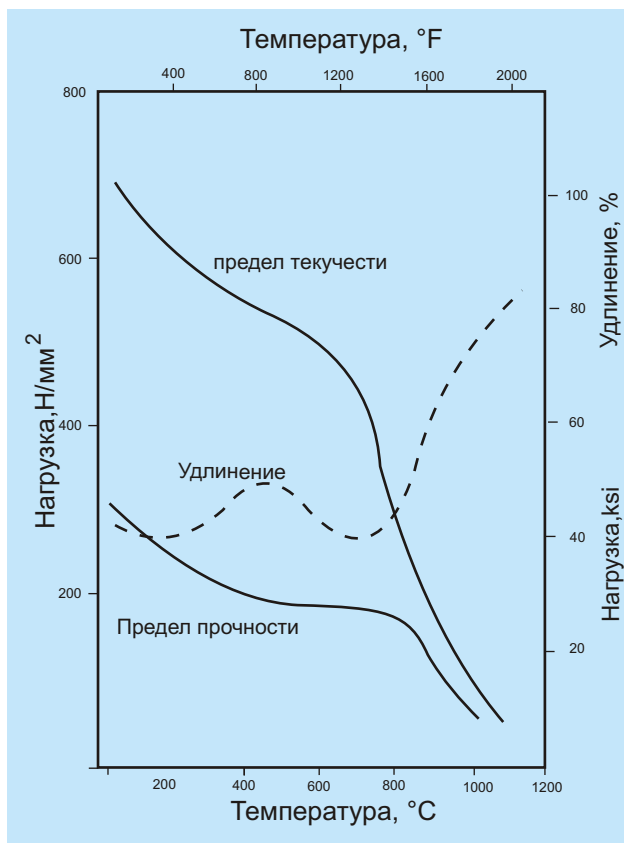


Рис.1 - Типичные кратковременные свойства при комнатной и повышенной температурах.

Характер структуры

Nicrofer 4626 MoW имеет кубически - гранецентрированную решетку.

Коррозионная стойкость

Комбинация содержания хрома и кремния дает в итоге отличную стойкость против окисления и науглероживания. Содержание молибдена, кобальта и вольфрама обеспечивают упрочнение твердого раствора, что приводит к отличной прочности при повышенных температурах и хорошему сопротивлению ползучести.

Области применения

В связи с тенденцией к высоким рабочим температурам в химических процессах и более агрессивным средам сплав Nicrofer 4626 MoW находит широкое применение.

Типичными сферами использования являются:

- детали печи, например, муфели, вентиляторы в области горячего газа, печные вальцы и сопла
- оборудование в химической и нефте-химической промышленности.
- термостойкие компоненты в газовых турбинах

Обработка и термическая обработка

Nicrofer 4626 MoW хорошо поддается горячей и холодной обработке давлением, обработке резанием и сварке: электродуговой, неплавящимся или плавящимся электродом.

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 легкоплавкие металлы могут при термообработке Nickel 4626 MoW 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.

Электropечи желательны ввиду точного введения температуры и свободы от загрязнений.

Отапливаемые газом печи можно применять, если будет поддерживаться низкий уровень загрязнений.

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 4626 MoW может обрабатываться в диапазоне температур между 1180 и 950°C (2160-1740°F) с последующим ускоренным охлаждением в воде или на воздухе.

Термообработка после горячей обработки давлением рекомендуется для достижения оптимальных свойств.

Для разогрева обрабатываемые изделия помещают в печь, уже разогретую до заданной температуры. Время выдержки около 60 мин на 100 мм (4 дм.) толщины.

После выдержки на протяжении нужного времени, металл следует вынимать немедленно и обрабатывать в определенном диапазоне. Если температура падает ниже минимальной рабочей температуры, его необходимо еще раз нагреть.

Для достижения оптимальных свойств рекомендуется проводить травление после горячей обработки.

Холодная обработка давлением

Nicrofer 4626 MoW проявляет более высокий наклеп чем аустенитные нержавеющие стали. При выборе оборудования для деформации это следует учитывать и обрабатываемое изделие следует предоставлять в состоянии после диффузионного отжига. При сильных холодных обработках нужны промежуточные отжиги.

Термообработка

Диффузионный отжиг должен проводиться при температурах от 1150 до 1180°C (2100-2160°F) , предпочтительно при 1165°C (2130°F).

Для достижения оптимальных свойств стойкости следует быстро охлаждать в воде. При толщинах ниже прим. 1,5 мм (0,06 дм.) можно производить ускоренное воздушное охлаждение.

Для высокой стойкости против влажной коррозии следует проводить стабилизирующий отжиг при 950°C (1740°F).

При каждой термообработке следует соблюдать выше названные требования к чистоте.

Удаление окалины

Оксиды Nicrofer 4626 MoW и цвета побежалости в области сварных швов проявляются в большей степени чем у нержавеющих сталей. Рекомендуется шлифование очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

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

Механическая обработка

Nicrofer 4626 MoW 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 4626 MoW может подвергаться сварке всеми традиционными способами, такими как дуговая сварка неплавящимся электродом, плавящимся электродом и дуговая сварка стержневыми электродами с покрытием.

При газозлектрической сварке рекомендуется применение импульсной техники.

Для сварки следует предоставить материал в состоянии диффузионного отжига и свободным от окалины, смазки и маркировок. Зону в 25 мм (1 дм.) с двух сторон от шва следует отшлифовать до металлического блеска. Во время сварки условием является педантичная аккуратность.

Следует обращать внимание на минимальную подачу и быстрый отвод тепла. Температура прослоек не должна превышать 120°C (250°F).

Термообработка не требуется ни до, ни после процесса сварки.

Рекомендуется использовать следующие сварочные материалы:

GTAW/GMAW	Nicrofer S 4626	W.-Nr. 2.4608
		NiCr26MoW

Готовность к использованию

Nicrofer 4626 MoW подлежат доставке в следующих стандартных полуфабрикатных формах.

Листы/плита

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горяче- и холоднокатаные (г/к,х/к), в состоянии диффузионного отжига и травленные

Толщина мм		Ширина*	Длина*
1,10 < 1,50	Х/к	2000	6000
≥ 1,50 < 6,0	Х/к	2400	8000
≥ 6,0 < 10,0	Х/к	2400	8000
≥ 6,0 < 10,0	Г/к	2400	8000
≥ 10,0 < 20,0	Г/к	2400	8000**
≥ 20*	Г/к	-	-

Толщина дюймы		Ширина*	Длина*
0.043 < 0,060	Х/к	80	240
≥ 0,060 < 1/4	Х/к	96	320
≥ 1/4 < 3/8	Х/к	96	320
≥ 1/4 < 3/8	Г/к	96	320
≥ 3/8 < 3/4	Г/к	96	200**
≥ 3/4*	Г/к	-	-

* другие размеры по запросу

**зависит от штучного веса

Круглые заготовки и бухты

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованные, после диффузионного отжига, протравленные или обточенные

Наименование	Вес кг	Толщина мм	Внеш-Ø*	Внут-Ø*
Круглая заготовка	≤ 4000	≤ 200	≤ 2000	-
Бухта	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	по запросу
	Фунты	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Круглая заготовка	≤ 8800	≤ 8	≤ 80	-
Бухта	≤ 6600	≤ 8	≤ 100	по запросу

* другие размеры по запросу

Прутки,полоса

Состояние поставки:

Кованные, вальцованные, волоченные, после диффузионного отжига, протравленные, зачищенные

Продукт	Кованные*	Вальцованные*	Волоченные*
Круглый Ø	≤ 300	15-75	12-65
Квадратный a	40-250	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	40-80	13-50	12-60

	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Круглый Ø	≤ 12	5/8 - 3	1/2 - 2 1/2
Квадратный a	1 5/8 - 12	5/8 - 4	1/2 - 2 1/2
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 1/4 - 3 1/8
Гексагональный S	1 - 3 1/8	1/2 - 2	1/2 - 2 3/8

* другие размеры по запросу

Поковки

Такие формы, как диски, рулоны или круги под заказ.

Лента¹

Состояние поставки:

Холодно катанная, отоженная и протравленная или со светлым отжигом².

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм				
		100	300	400	500	600
0,04 ≤ 0,10	30-120		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		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

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

** максимальная толщина 3,0 мм

Проволока

Состояние поставки:

Чистотянутая, с ¼ жесткости до жесткой, со светлым отжигом

Размеры:

0,01 - 12,7 мм диаметр, в бухтах, в пачках, на катушках и таганах

Сварочный материал

Сварочные прутки, электроды и проволочные электроды могут поставляться по всех стандартных измерениях.

Бесшовные трубы

Состояние поставки:

Холоднокатаные, холоднотянутые, со светлым отжигом или в состоянии диффузионного отжига или травленные

Внешний диаметр	12 - 133 мм	½ - 5 1/4 дм.
Толщина стенки	0,5 - 20 мм	0,02-0,80 дм.
Длина максим.	26 м*	85 фт.*

* зависит от размера трубы

Состояние поставки:

Горячекатаные, в состоянии диффузионного отжига и травленные

Внешний диаметр	114 - 219 мм	4 ½ - 8 5/8 дм.
Толщина стенки	5 - 40 мм	0,02-1 5/8 дм.
Длина максим.	17,5 м*	57 фт.*

* зависит размера трубы

Сварные по продольным швам трубы (из ленты)

Состояние поставки:

Сварные или в состоянии диффузионного отжига и травленные или со светлым отжигом

Внешний диаметр	12 - 114 мм	½ - 4 1/2 дм.
Толщина стенки	0,5 - 4,0 мм	0,02-0,16 дм.
Длина максим.	26 м*	85 фт.*

* зависит от состояния поставки

Сварные по продольным швам трубы (из листа)

Состояние поставки:

Сварные или в состоянии диффузионного отжига или травленные

Внешний диаметр	114 - 1500 мм	4 ½ - 60 дм.
Толщина стенки	3 - 15 мм	1/8 - 5/8 дм.
Длина максим.	6 м	20 фт.