

Pernifer® 2918

Описание материала № 7002
Издание сентябрь 2004

Сплав с малым коэффициентом термического расширения

Pernifer® 2918

Pernifer® 2918

Pernifer® 2918

Pernifer® 2918

Pernifer® 2918

Pern

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Pernifer 2918 это специальный сплав железа, никеля и кобальта с малым коэффициентом расширения с четко контролируемым химическим составом. Он характеризуется линейной вариацией коэффициента термического расширения между комнатной температурой и температурой Кюри (430-806 °F).

Его характеристики расширения похожи на характеристики многих среднетвердых боросиликатов и стекла.

При этом сплав обеспечивает хорошую изоляцию и вакуумную непроницаемость в стеклянных или керамико-металлических заслонках. Применяется специальная термообработка для получения декарбюрированной поверхности.

Перед уплотнением рекомендуется проводить предварительное окисление контактных поверхностей.

Pernifer 2918 имеет следующие характеристики:

- очень низкий коэффициент термического расширения между -100 и +450°C (-150-840°F)
- хорошая пластичность и пригодность к деформированию

Таблица 1 - Обозначения и стандарты

Страна Стандарт	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист	Пруток/полоса	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
Германия	Описание .1,3981 NiCo2918 DIN EN SEW	17745							
						385		385	385
Франция AFNOR	Fe-Ni29Co17	A 54-301							
Великобр. BS									
США	UNS K94610								
ASTM SAE AMS	I-23011 Класс 1	F-15 I-23011	F-15 I-23011	F-15 I-23011	F-15 7728	F-15 I-23011 7727	F-15 I-23011 7728	F-15 I-23011 7726	7727

*Только для заготовок

Таблица 2 - Химический состав (wt. - %) для Pernifer 2918 согласно стандартам DIN 17745 и для Pernifer 2918 MS согласно AMS I 23011, класс 1.

	Ni	Co	Fe	C	Mn	Si	(Al+Ti+Zr+Mg)
Pernifer 2918 min	28,0	16,0	основа	0,05	0,50	0,30	
max	30,0	18,0					
Pernifer 2918 Ms номинал	29,0		основа	0,50	0,50	0,20	0,20(с максимальным содержанием каждого элемента 0.1)
max		17,0					

Другие вариации Pernifer 2918 с несколько модифицированным химическим составом доступны по требованию для специализированного применения, особенно при эксплуатации при низких температурах.

Таблица 3 - Типичные физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность	8,3 г/см ³	0,3 ф/дм ³
Температура плавления	1450°C	2640°F
Температура Кюри	430°C	810°F
Удельная теплоемкость	500 Дж/кг К	0.12 Btu/ф°F
Термопроводность	17,5 Вт/м К	121 Btu/фh°F
Модуль упругости	160 кН/мм ²	23200 ksi

Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Коэффициент термического расширения			
°C	°F	МкОм*См	$\frac{\Omega \cdot \text{mil}}{\text{Ft}}$	согласно стан SEW 385		согласно ASTM F15	
				Между 20°C и 10 ⁻⁶ /К	Между 68°F и 10 ⁻⁶ /К	Между 30°C и 10 ⁻⁶ /К	Между 86°F и 10 ⁻⁶ /К
20	68	49	295				
93	200		325		3,5		
100	212	55		6,3			
200	392	72		5,8		5,5	
204	400		440		3,2		3,1
300	572	88		5,4		5,1	
316	600		550		3,0		2,8
400	752	100		5,1		4,9	
427	800		620		2,8		2,7
450	842	104				5,3	3,0
500	932	109		6,4		6,2	
538	1000		670		3,9		3,8
600	1112	114		8,0		7,9	
649	1200		700		4,8		4,8
700	1292	118				9,3	

Линейный коэффициент термического расширения определяется после обработки в водородной атмосфере: 1 час при 900°C (1652°F), после этого 15 минут при 1100°C (2012°F), диапазон охлаждения <5°C (10°F) 1 минуту, потом снижение до ≤175°C (347°F).

Изделия нагреваются в дилатометре при 630 °C (1166 °F), величины определяются на стадии охлаждения

Рис. 1 - Типичные - - - • - - - и критические ——— величины коэффициента термического расширения Pernifer 2918 компании ThyssenKrupp VDM между комнатной температурой и T

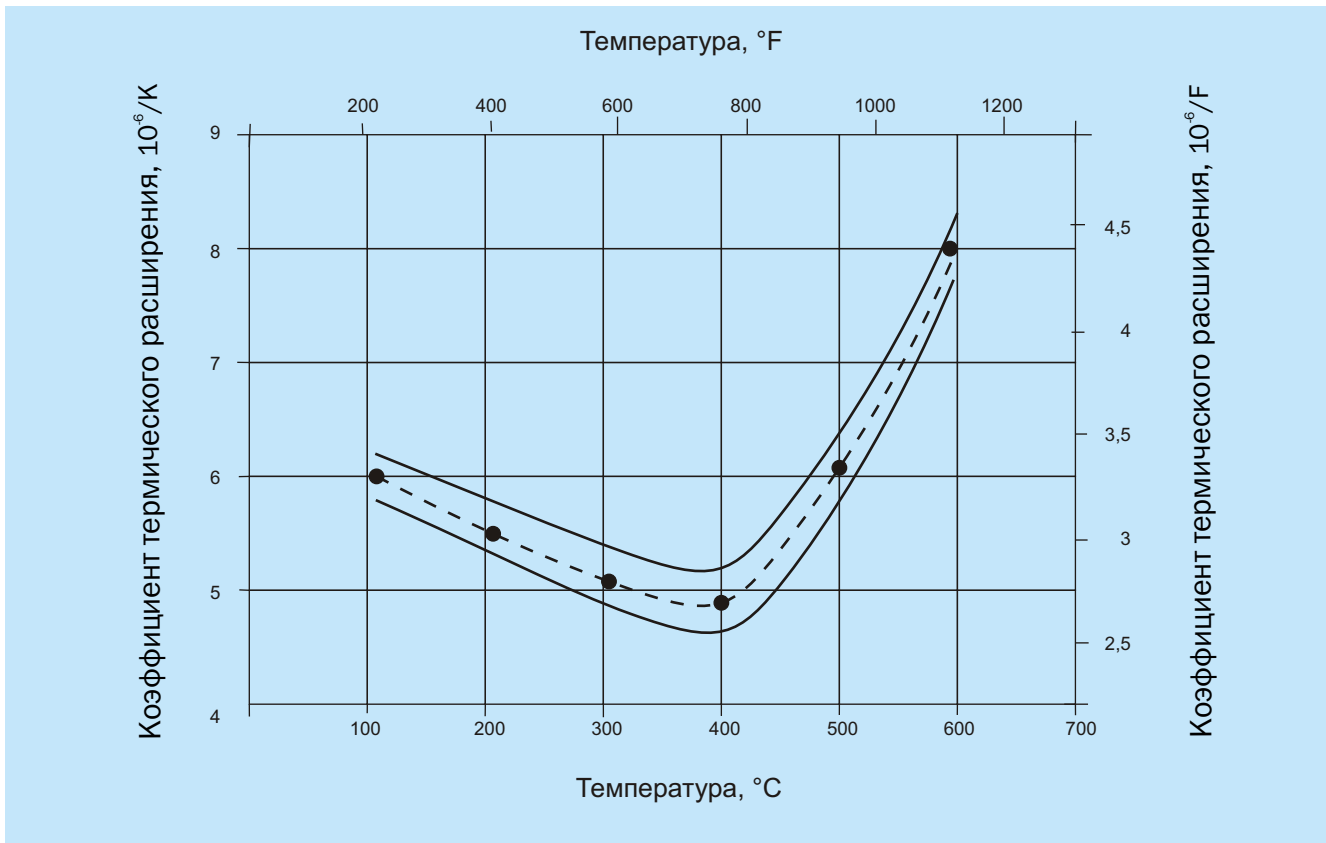


Таблица 4 - Типичные механические свойства Pernifer 2918 при высоких температурах в состоянии смягчающего отжига.

Температура (T)		Предел прочности		Предел текучести		Относительное Удлинение
°C	F	σ_B Н/мм ²	ksi	$\sigma_{0.2}$ Н/мм ²	ksi	
93	200		63		38	
100	212	430		260		
200	392	405		200		42
204	400		59		29	
300	572	395		140		45
316	600		57		20	
400	752	350		110		59
427	800		47		16	
500	932	280		100		55
538	1000		35		14	57
600	1112	200		90		60

Таблица 5 - Типичные механические свойства Pernifer 2918 и 2918 MS при комнатной температуре в различных условиях

Сплав и условия обработки	Предел прочности, σ_b		Предела текучести, $\sigma_{0.2}$		Относительное удлинение %	Твердость Бринелла HB
	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi		
Pernifer 2918 Мягкого отжига	530	77	370	54	30	160
¼ жесткости	640	93	590	86	10	200
жесткий	850	123	840	122	2	60
Penifer 2918 MS Мягкого отжига	520	75	350	51	30	150
¼ жесткости	620	90	540	78	10	200

Металлургическая структура

Pernifer 2918 имеет гранецентрированную кубическую структуру. Баланс между процентом содержания никеля и кобальта предотвращает трансформацию гамма фазы в альфа фазу во время холодной обработки или при эксплуатации в условиях низких температур ниже -80°C (-110°F).

Коррозионная стойкость

Pernifer 2918 имеет коррозионную стойкость в сухой атмосфере и при комнатных температурах. В неблагоприятных условиях, то есть во влажной атмосфере, может возникать коррозия в виде ржавчины.

Применение

Pernifer 2918 был разработан для производства изделий, которые требуют низкого коэффициента термического расширения и хороших изоляционных характеристики при температуре до 450°C (840°F).

Типичными применениями являются

- электронные элементы и компоненты, которые используются для изоляции стекла и керамики, силовые приводы
 - свинцовая проволока, свинцовые рамы и транзисторных покрытий
 - трубок для рентгеновских лучей и другие герметические изоляционные изделия.

Производство и обработка

Pernifer 2918 может поддаваться горячей и холодной обработки без предварительной подготовки, может обрабатываться и проходить механическую обработку. Его рабочие характеристики похожи на характеристики аустенитной нержавеющей стали.

Нагрев

Рабочее место должно быть чистым от каких либо загрязнений перед и во время термообработки.

Pernifer 2918 может стать хрупким если его нагревать в присутствии таких загрязнений, как сера, фосфор, свинец и другие металлы,

которые имеют низкую температуру плавления. Источниками этих загрязнений могут быть маркировочная краска, температурные индикаторы, карандаши, смазки и топливо. Топливо должно содержать как можно меньше серы. Природный газ должен содержать не больше 0,1% по массе серы, а коммунальный газ не больше 0,25 г/м³. Содержание серы в горючем должно быть не выше 0,5% по массе.

Благодаря тщательному контролю за температурой и наличием загрязнений, предпочтительно проводить термическую обработку в электропечах в условиях вакуума или же в атмосфере инертного газа.

Приемлема также обработка в воздушной атмосфере и, как альтернатива, в печи работающей на газу, если же уровень загрязнения низкий прибегают также к использованию нейтральной и окислительной атмосфере в печи. Следует избегать атмосферы в печи, если она колеблется между окисляющей и восстанавливающей, точно также, как и прямого контакта с огнем.

Горячая обработка

Pernifer 2918 может поддаваться горячей обработке в температурном диапазоне от 1050 до 750°C (1920-1380°F), после этого охлаждение водой и ускоренное охлаждение воздухом.

Для разогрева, изделие следует загружать в печь при максимальной рабочей температуре. Когда печь начнет остывать, изделие следует выдерживать 60 минут на каждые 100 мм (4 дюйма) толщины. К концу процесса изделия следует сразу же вынуть и обработать в указанном выше температурном диапазоне.

Мягкий отжиг рекомендуется проводить после термической обработки для того, чтобы получить оптимальные механические свойства.

Холодная обработка

Холодная обработка материала должна проводиться в условиях мягкого отжига. Pernifer 2918 имеет уровень упрочнения такой же, как и у аустеничной нержавеющей стали. Это следует принимать во внимание при выборе деформирующего оборудования.

Может быть необходим промежуточный отжиг с высоким уровнем холодного обжигания.

Термообработка

Мягкий отжиг проводится в температурном интервале от 800 до 900°C (1470-1650°F), после этого следует охлаждение воздухом. Отжиг для снятия термических напряжений проводится при температуре 360°C (680°F)

Перед упрочнением части поддаются отжигу в диапазоне от 900 до 1000°C (1650-1830°F) 10 минут во влажной водородной атмосфере.

При какой либо термообработке, материал должен загружаться в печь, при максимальной рабочей температуре соблюдая предосторожности касающиеся чистоты материала, которые изложены в параграфе «Нагрев».

Снятие окалины и травление

Образование оксидов и цветов побежалости во время сварки более характерно для Pernifer 2918 чем для нержавеющей стали. Рекомендуется проводить шлифовку с помощью лент и кругов с мелким абразивом. Следует следить за тем, чтобы металл не потускнел.

Перед травлением, которое может проводиться в 20% растворе азотной кислоты при правильном подборе времени и температуры, снимается окисный слой с помощью обработки пескоструйным аппаратом или предварительным обработкой в концентрированной соляной ванне.

Для того, чтобы избежать чрезмерного травления материала рекомендуется сначала провести травление, используя образцы.

Механическая обработка

Pernifer 2918 обрабатывается в условиях мягкого отжига.. Так как сплав демонстрирует высокий уровень упрочнения, следует использовать низкую скорость резания в отличие от стандартной низколегированной стали. Инструменты должны постоянно находиться в процессе работы. Важно соблюдать правильную глубину резания, чтобы врезаться ниже предварительно сформированной наклепанной зоны.

Сваривание

При проведении сварочных работ с Pernifer 2918, рекомендуется проконсультироваться с Лабораторией Сваривания компании Thyssen Krupp VDM.

Форма поставки

Изделия из Pernifer 2918 может поставляться в следующих формах

Лист и плита

(резка, относится к листам)

Условия:

Горячая или холодная прокатка, термическая обработка, травление

Толщина мм	Г/Х	Ширина* мм	Длина* мм
1,10 < 1,50	Х/к	2000	8000
1,50 < 3,0	Х/к	2500	8000
3,0 < 7,50	Х/к,Г/к	2500	8000
7,50 < 25,0	Г/к	2500	8000**
≥ 25*	Г/к	2500**	8000**

Толщина дюймы	Г/Х	Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	Х/к	80	240
0,060 < 0.120	Х/к	100	320
0.120 < 0.300	Х/к	100	320
0.300 < 1.000	Г/к	100	320
≥ 1.000*	Г/к	100** 320**	200* *

* другие размеры по запросу

** зависит от штучного веса

Рулоны и бухта

Условия:

Холодный прокат или ковка,

Термообработка,

Снятие окалины или механическая обработка.

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

Поковка

Поставляется в других формах по требованию.

Может поставляться в форме фланцев и валов при весе одного изделия до 10 тонн.

Круг и заготовка

Условия:

Ковка, прокат, волочение

Термообработка, снятие окалины или травление, механическая обработка, чистка или грунтовка

Продукт	Кованые* мм	Вальцованные* мм	Волоченные* мм
Круглый Ø	≤ 200	8-100	12-65
Квадратный a	40-200	15-280	Не стандарт.
Плоский a x b	по запросу	по запросу	по запросу
Гексагональный S	40-80	13-41	≤ 50
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Круглый Ø	≤ 8	5/8 - 4	1/2 - 2 1/2
Квадратный a	1 5/8 - 9	5/8 - 11	Не стандарт.
Плоский a x b	по запросу	по запросу	по запросу
Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	1/2 - 2	≤ 2

* другие размеры по запросу

Проволока

Условия: сухое или влажное волочение, в зависимости от обозначений, 1/4 жесткости до жесткой, светлый отжиг

Обозначения: 0,01 - 12,0 мм (0,0004-0,47 дюйма) в диаметре. В бухтах, в катушках, пачках и таганах

Сваренная труба

Сваренные трубы можно приобрести у производителей использующих полуфабрикаты компании ThyssenKrupp

Лента¹

Условия: Холодный прокат, термообработка
и травление или светлый отжиг²

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0,02 ≤ 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 ²⁾ ≤ 3,5 ²⁾	25-750		400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0.008 ≤ 0,004	0.16 - 8 ³⁾	12	16		
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 14 ³⁾	12	16	20	
> 0,008 ≤ 0,010	0.16 - 30 ⁴⁾		16	20	24
> 0,010 ≤ 0,024	0.20 - 30 ⁴⁾		16	20	24
> 0,024 ≤ 0.04	0.32 - 30 ⁴⁾		16	20	24
> 0,04 ≤ 0,08	0.60 - 30 ⁴⁾		16	20	24
> 0,08 ≤ 0,12 ²⁾ ≤ 0.14 ²⁾	1.0 - 30 ⁴⁾		16	20	24

1) длина резания допустима в диапазоне от 250 до 4000 мм (10-158 дюймов)

2) максимальная толщина:

светлый отжиг 3,0 мм (0,120 дюймов)

только для холодного проката 3,5 мм (0,140 дюйма)

3) большая ширина до 730 мм (29 дюймов) допускается по требованию
большая ширина допускается по требованию