

Nicrofer[®] 4221 - сплав 825

Описание материала № 4001
Издание март 2002

Коррозионностойкий сплав

Nicrofer[®] 4221 - сплав 825

Nicrofer[®] 4221 -

сплав 825

Nicrofer[®] 4221 - сплав 825

Nicrofer[®] 4221 - сплав 825

Nicro

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nicrofer 4221 является титан стабилизированным, полностью аустенитным сплавом никель-железо-хром с добавлением меди и молибдена.

Nicrofer 4221 характеризуется:

- хорошей стойкостью против коррозионного растрескивания
- удовлетворительной стойкостью против точечной и щелевой коррозии
- хорошей стойкостью против окислительных и не окислительных горячих кислот
- хорошими механическими свойствами, как при комнатной так и повышенных температурах до прим. 550°C (1020°F).
- допуск для баллонов со сжатым газом до 425°C (843°F).

Таблица 1 - наименование и стандарты

Страна Станд	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/ плита	Прутки/ полоса	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
Германия DIN VdTUV	Опис.№2.4858. NiCr21Mo	17744 432	17751 432/2		17750 432/1	17752 432/3	17750 432/1		17754 432/3
Франция AFNOR	NC21FeDU								
Великобр. BS	NA 16		3074		3072	3076	3073		
США ASTM ASME	UNS N0 8825		B423 Sb423	B163 B704/705 SB 163	B 424 SB 424	B 425 SB 425	B 424 SB 424		B 564 SB 564
ISO	NiFe30Cr21Mo3	9722	6207		6208	9723	6208	9724	9725

Таблица 2 - Химический состав (% по массе) согласно DIN 17744.

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Mo	Al	Ti	P	S
min	38,0	19,5	основа	0,25	1,0	0,5	1,5	2,5	0,2	0,6	0,020	0,015
max	46,0	23,5					3,0	3,5		1,2		

Химический состав в других спецификациях может в некоторых элементах отличаться

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность		8,1 г/см ³		0.293ф/дм ³							
Область плавления		1370-1400 °C		2500-2550 °F							
Проницаемость при 20°C/68°F		1,004									
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			10,5	73	112	677				
20	68	440	0,105	10,8	75	112	678	195	28,3		
93	200		0,110		85		687		27,4		7,8
100	212	462		12,4		114		190		14,1	
200	392	488		14,1		118		185		14,9	
204	400		0,117		98		710		26,8		8,3
300	572	514		15,6		120		179		15,2	
316	600		0,123		110		728		25,8		8,5
400	752	540		16,9		124		174		15,6	
427	800		0,131		120		751		25,0		8,7
500	932	565		18,3		126		168		15,8	
538	1000		0,137		131		761		23,8		8,8
600	1112	590		19,6		126		161		16,0	
649	1200		0,144		142		762		22,7		9,1
700	1292	615		21,0		127		154		16,7	
760	1400		0,153		155		765		21,2		9,5
800	1472	655		23,2		128		142		17,2	
871	1600		0,160		172		775		19,4		9,7
900	1652	680		25,7		129		130		17,6	
982	1800		0,167		192		782		17,3		9,9
1000	1832	710		28,1		130		119		17,9	

Механические свойства

Следующие свойства при комнатной и повышенной температурах действительны для сплава Niicrofer 4221 в отожженном состоянии и состоянии стабилизирующего отжига для данных измерений. Для более больших параметров свойства следует согласовывать отдельно.

Таблица 4 - Минимальные механические свойства при комнатной температуре

Форма	Параметры		Предел прочности на разрыв σ_B		Предел текучести $\sigma_{0.2}$		Предел текучести $\sigma_{0.1}$		Относ. Удлинение δ_{50} %	Твердость по Бринеллю НВ
	мм	дюймы	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi		
лист, лента х/к	0,5-6,4	0,018-0,25	240	35	265	38	585	85	30	≤ 200 135-165
Плита г/к	5-100	3/16 - 4								
Пруток, брус х/ф г/ф	1,6-64	1/16 - 2 1/2	240	35	265	38	585	85	30	
	25-100	1 - 4								
	>100-240	>4 - 9 1/2								
Труба S г/ф х/ф	64-200	2 1/2 - 9 1/2	180	25			530	75	30	
	5-100	3/16 - 4	240	35	265	38	585	85	30	
Конденсаторные и выхлопные трубы	16-76	5/8 - 3								

Таблица 5 - Механические свойства при повышенных температурах, минимальные значения согласно VdTUV описание материала 432.

Изделие	Предел прочности при растяжении $\sigma_{0.2}$ Н/мм ²					Предел прочности при растяжении $\sigma_{1.0}$ Н/мм ²				
	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
Лист, лента, плита, труба	250	180	170	160	155	235	205	195	185	180
Пруток, полоса	190	165	155	140	140	220	190	180	170	165
	Ksi					Ksi				
Температура °F	200	400	600	800		200	400	600	800	
Лист, лента, плита, труба	30,5	26,1	26,4	22,6		34,8	29,7	28,0	26,3	
Пруток, полоса	28,3	23,9	21,2	20,4		31,2	27,6	25,8	24,1	

ISO-V ударная вязкость образца с надрезом

Среднее значение: 105 Дж/см² при комнатной температуре, проба вдоль волокна

100 Дж/см² при комнатной температуре, поперечная проба

Таблица 6 - Максимально допустимая прочность на разрыв согласно ASME Pressure Vessel Code UNF- 23.3, SB 424

Температура		Максимально допустимая нагрузка			
		Н/мм ²		Ksi	
°C	°F	1)	1) 2)	2)	
38	100			21.2	21.2
93	200			21.2	21.2
100	212	146	146		
149	300			20.4	21.2
200	392	132	146		
204	400			19.2	21.2
260	500			18.3	21.2
300	572	124	146		
316	600			17.8	21.2
371	700			17.3	21.0
400	752	119	146		
427	800			17.1	20.8
482	900			16.8	20.5
500	932	115	138		
538	1000			16.6	19.7

1) метрические значения, определённые интерполяцией
2) допустимые значения деформации

Допустимые значения деформации

Более высокие значения условной нагрузки вплоть до 90 % от прочности на растяжение могут быть использованы в том случае если приемлемы большие деформации. Таки нагрузки могут привести к изменению размеров в следствии остаточной деформации и не рекомендуются для фланцев и уплотнительных соединений.

Характер структуры

Nicrofer 4221 имеет стабильную гранецентрированную кубическую решетку. Обеспечить химический состав и оптимальную термообработку, чтобы не причинить вред коррозионной стойкости, посредством сенсбилизации.

Коррозионная стойкость

Nicrofer 4221 многосторонний конструкционный материал со устойчивостью в кис-лотах и щелочах, а также в окислительных и восстановительных коррозионных условиях.

Высокое содержание никеля придает сплаву практическую нечувствительность к коррозионному растрескиванию.

Коррозионная стойкость в различных средах, таких как серная, фосфорная, азотная и органическая кислоты, хорошая, равным образом в щелочах, а также в аммиаке, морской воде и растворах соли.

Многосторонность Nicrofer 4221 демонстрируется использованием в резервуарах с растворами для ядерных топливных элементов, в которых используется большое количество коррозионных сред, таких как серная и азотная кислота, а также каустическая сода попеременно.

Области применения

Nicrofer 4221 используется в широкой области при температурах до 550°C.

Типичными примерами являются:

- компоненты в сернокислотных травильных установках, таких как нагревательные змеевики, резервуары, котлы, цепи
- топливные элементы растворителя для различных сред, таких как серная и азотная кислота, раствор едкого натра и т.д., которые применяются в процессе переработки
- охлаждаемые морской водой тепло-обменники, трубопроводы прибрежной промышленности, трубы и детали в сфере эксплуатации природного газа
- теплообменники, испарители, промыватели, плунжеры в производстве фосфорной кислоты
- охлаждаемые воздухом теплообменники в процессе сжиженным газом (LPG)
- производство продуктов питания
- химические установки

Обработка и термическая обработка

Nicrofer 4221 хорошо поддается горячей и холодной обработке, резанию и сварке: электродуговая сварка и сварка неплавящимся и плавящимся электродами.

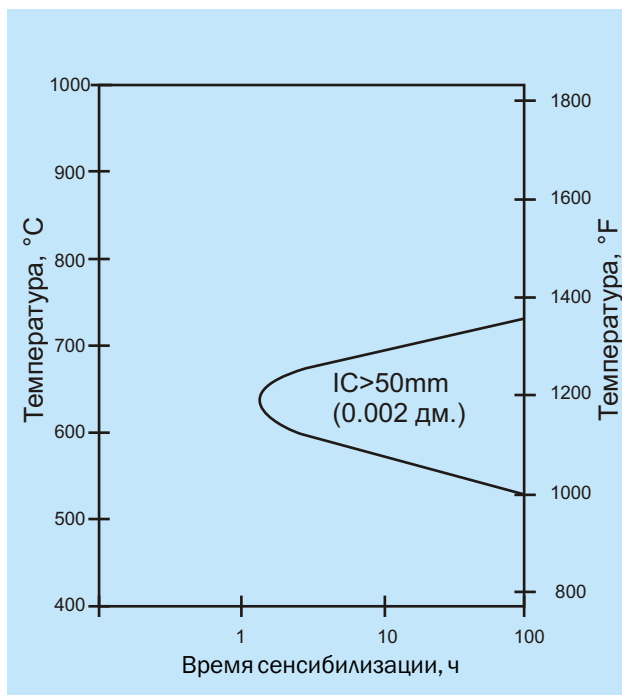


Рис. 1 - Диаграмма время-температура-сенсбилизация (ZTS) для листов из Nicrofer 4221(C=0,010%) согласно тесту Штрейхера (ASTM G-28, Methode A).

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 Nicrofer 4221 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% серы. Также подходит жидкое топливо с максимум 0,5% содержанием серы.

Электропечи рекомендуются ввиду точной подачи тепла и свободы от загрязнений. Подогреваемые газом печи используются, если поддерживается 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 4221 может подвергаться горячей обработке давлением в области температур между 1150 и 900°C с последующим быстрым охлаждением в воде или на воздухе. Конечная температура прокатки не должна превышать 940°C.

Для разогрева обрабатываемые изделия следует поместить в уже разогретую до заданной температуры печь. Если печь затем снова достигает своей температуры, материал должен выдерживаться прим. 60 минут на 100 мм толщины. Деформация должна начинаться сразу, причем при достижении 900°C требуется повторный нагрев.

Термообработка после горячей обработки давления рекомендуется для достижения оптимальных коррозионных свойств и микроструктуры.

Холодная обработка давлением

Nicrofer 4221 имеет такой же наклеп как аустенитные нержавеющие стали. При выборе устройств для деформирования это следует учитывать, и обрабатываемое изделие должно быть представлено в отожженном состоянии. При больших обжатиях необходимы промежуточные отжиги.

При обжатии свыше 15% следует проводить повторный отжиг.

Из-за возможности коррождения нельзя использовать инструменты из углеродистой стали, а только из твердого сплава, инструментальной или литой стали.

Термообработка

Мягкий и стабилизирующий отжиг должны проводиться при температурах от 920 до 980°C, предпочтительно при 940 10°C.

Для достижения оптимальных коррозионных свойств следует ускоренно охлаждать в воде. При толщинах меньше прим. 1,5 мм может производиться также ускоренное охлаждение воздухом.

При каждой термообработке следует соблюдать названные выше требования к чистоте.

Удаление окалины

Окиси сплава Nicrofer 4221 проявляются прочнее чем у нержавеющих сталей. Рекомендуется шлифование очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

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

Режущая обработка

Nicrofer 4221 предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Так как сплавы склонены к наклепу, следует выбирать низкую скорость резания и режущий инструмент должен постоянно оставаться в действии. Важна достаточная глубина резания, чтобы разрезать прежде возникшую нагартованную зону.

Сварочные работы

Для сваривания никелевых сплавов и высоколегированной нержавеющей стали нужно соблюдать следующие инструкции:

Рабочее место

Рабочее место должно находиться отдельно от места, где идет производство углеродистой стали. Важным является соблюдение чистоты и предотвращение появления сквозняков.

Вспомогательные условия, рабочая одежда

Следует использовать чистую рабочую одежду и чистые кожаные перчатки.

Инструменты и оборудование

Инструменты используемые для обработки никелевых сплавов и нержавеющей стали не должны использоваться для других материалов. Щетки должны быть изготовлены из нержавеющей материалов.

Металлообрабатывающее и производственное оборудование, такое, к примеру, как ножницы, прессы, валы должно соответствовать средствам (войлок, картон, пластиковые листы) для удаления с поверхности металла металлических частиц, которые могут привести к коррозионному разрушению

Очистка

Чистка базы металла в зоне сваривания (с обеих сторон) и присадочного металла (к примеру, сварочный круг) должна проводиться с помощью ацетона.

Трихлорэтилен, перхлорэтилен и тетрахлорид углерода не следует использовать, так как они вредны для здоровья.

Обработка кромок

Эту обработку следует проводить с помощью механических средств, к примеру, обтачивание, дробление, обработка на строгальном станке, можно использовать также абразивный гидромонитор или плазменную резку. Однако, что касается последнего, разрезающее ребро (сторона, которая разрезается) должна быть чистой после обработки. Разрешена аккуратная шлифовка без перенагрева.

Обработка кромок

Эту обработку следует проводить с помощью механических средств, к примеру, обтачивание, дробление, обработка на строгальном станке, можно использовать также абразивный гидромонитор или плазменную резку. Однако, что касается последнего, разрезающее ребро (сторона, которая разрезается) должна быть чистой после обработки. Разрешена аккуратная шлифовка без перенагрева.

Угол открытия

Различные физические характеристики никелевых сплавов и специфическая нержавеющая сталь проявляют демонстрируют низкую теплопроводность и высокий уровень термического расширения в отличие от углеродистой стали. Это следует учитывать с помощью средств таких, как больший зазор между свариваемыми кромками (1-3 мм), В то время как прилегающие углы (60-70), как показано на графике 6, могут использоваться для индивидуального стыкового соединения, благодаря текучести расплавленного свариваемого металла и препятствуют усадке.

Место соприкосновения с электрической дугой

Дуга должна быть направлена на зону сваривания, то есть на стороны, которые свариваются или на прогонный участок. Следы, которые остаются после сварки могут привести к коррозии

Сварка

Материал Nicrofer 4221 можно сваривать всеми традиционными способами.

Проверенные способы:

(1 - очень хорошо, 2 - хорошо, 3 - возможно)

Сварка неплавящимся электродом 2

Сварка плавящимся электродом 3

Электросварка 3

Плазменная 3

При сварке плавящимся электродом следует применять импульсную технику.

Для сварки материал должен быть предоставлен в отожженном состоянии и свободным от окалины, смазки и маркировок. Зона в прим. 25 мм по обе стороны от шва следует шлифовать до металлического блеска. Во время сварки условием является самая строгая чистота.

Следует следить за минимальной подачей тепла и быстрым отводом тепла. Температура прослоек не должна превышать 120°C.

Не требуется ни подогрев, ни повторная термообработка.

После сварки чистка щеткой в еще теплом состоянии может удалить цвета побежалости.

Рекомендуется следующий материал по сварке:

Сварка неплавящимся электродом/

Nicrofer S 6020 оп.№ 2.4831

плавящимся электродом SG-NiCr21Mo9Nb

Стержневые электроды

оп.№ 2.4621

EL-NiCr20Mo9Nb

Параметры и влияние сварочных работ (подводимая теплота)

Нужно следить за тем, чтобы при сварочных работах тщательно контролировалось вводимое количество

теплоты, которое должно быть низким, как это показано в таблице 8 в качестве примера. Использование валика, наплавленного без поперечных колебаний электрода или горелки целенаправленным. Использование валика, наплавленного без поперечных колебаний электрода или горелки целенаправленным. Вводимая температура должна быть не выше 150 °C (300°F). Контроль за параметрами сварочного процесса является основополагающим принципом.

Количество вводимого тепла Q вычисляется по следующей формуле:

$$Q = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ (кДж/см)}$$

U=электрическое напряжение дуги, в вольтах

I=электрический ток сваривания, в амперах

V= скорость сваривания, измеряется в см/мин.

При проведении сварочных работ рекомендуется проконсультироваться с Лабораторией сваривания компании ThyssenKrupp VDM.

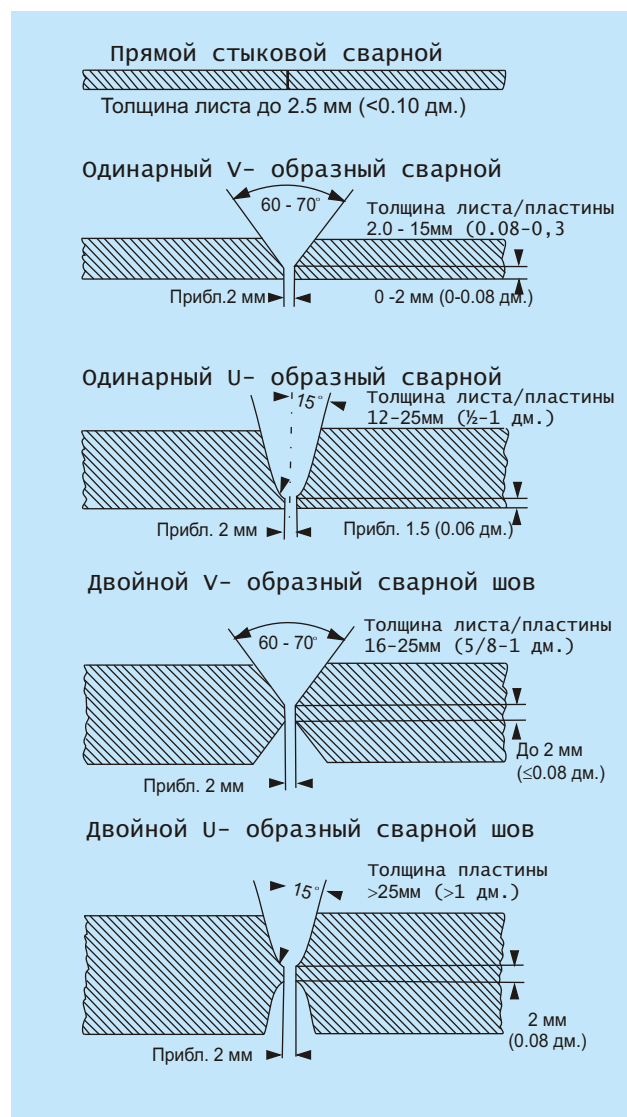


Рис. 2 - Подготовка кромок для сваривания никелевых сплавов и специальной нержавеющей стал

Таблица 7 - Параметры сварочных работ (данные пособия)

Толщ. листа мм	Способ сварки	Присадка		Параметры сварки				Скор. Сварки см/мин.	Газо- защитное сварива- ние тип/уровень V/мин	Плазменное сваривание тип/уровень V/мин
		Диам. мм	Скор. м/мин	Проход		Промеж. и конечный проход				
				A	V	A	V			
3,0	Ручная сварка ДСВЭ	2,0		90	10	110-120	11	Приб.15	ArW3 ¹⁾ 8-10	
6,0	Ручная сварка ДСВЭ	2,0-2,4		100-110	10	120-140	12	10-16	ArW3 ¹⁾ 8-10	
8,0	Ручная сварка ДСВЭ	2,4		110-120	11	130-140	12	10-16	ArW3 ¹⁾ 8-10	
10,0	Ручная сварка ДСВЭ	2,4		110-120	11	130-140	12	10-16	ArW3 ¹⁾ 15-20	
3,0	Автомат. сварка ДСВЭ	1,2	Приб.1,2	Ручная сварка GTAW		150	11	25	ArW 3 ¹⁾ 15-20	
5,0	Автомат. сварка ДСВЭ	1,2	Приб.1,4	Ручная сварка GTAW		180	12	25	ArW 3 ¹⁾ 15-20	
2,0	Горячая проволока ДСВЭ	1,0				180	11	80	ArW 3 ¹⁾ 15-20	
10,0	Горячая проволока ДСВЭ	1,2		Ручная сварка GTAW		220	12	40	ArW 3 ¹⁾ 15-20	
4,0	Плазменная сварка	1,2	Приб.1,0	Приб. 180	25			30	ArW3 ¹⁾ 30	Ar 4,6 3,0
6,0	Плазменная сварка	1,2	Приб.1,0	200-220	25			26	ArW3 ¹⁾ 30	Ar 4,6 3,0
6,0	Электронная сварка	2,5		40-70	Приб.21	40-70	Приб.21			
8,0	Электронная сварка	2,5-3,25		40-70	Приб.21	70-100	Приб.22			
16,0	Электронная сварка	4,0				90-130	Приб.22			

¹⁾) Аргон или аргон + 3% водорода (макс.)

Для всех газозащитных сварочных работ следует обеспечить точное сваривание опоры

Эти данные только для пособия и предназначены для облегчения установки сварочного оборудования

Таблица 8 - Вводимое тепло на единицу длины (данные пособия)

Способ сварки	Подводимая теплота на единицу длины kJ/cm	Способ сварки	Подводимая теплота на единицу длины kJ/cm
ДСВЭ, ручная сварка, полный автомат	Макс. 10	Плазменная дуга	Макс. 11
Горячая проволока ДСВЭ	Макс. 6	Электронная сварка, ручная металлическая дуга	Макс. 7

Послесварочная обработка

(чистка, травление и термальная обработка)

Чистка с помощью проволочной щетки из нержавеющей стали сразу после сваривания, то есть пока металл горячий, проводится с целью удаления цветов побежалости и приводит поверхность в нужное состояние без дополнительного травления.

В общей сложности, травление - это последняя операция, проводимая на сварочном изделии. Обращайтесь к информации изложенной в параграфе «Снятие окалины и травление».

Не требуются ни до- ни послесварочная термическая обработка.

Готовность к использованию

Nicrofer 4221 - alloy 825 подлежат доставке в следующих стандартных полуфабрикатных формах.

Листы/плиты

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горячая или холодная прокатка (г/к,х/к), термообработка, 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 < 7,5	Х/к	2500	8000
7,5 ≤ 25,0	Г/к	2500	8000 ²⁾
≥ 25 ¹⁾	Г/к	2500 ²⁾	8000 ²⁾

Толщина дюймы	Г/Х	Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	Х/к	80	320
0,060 < 0.12	Х/к	100	320
0.12 < 0.30	Х/к	100	320
0.30 ≤ 1.0	Г/к	100	320 ²⁾
≥ 1.0 ¹⁾	Г/к	100 ²⁾	320 ²⁾

1) другие размеры по запросу

2) зависит от штучного веса

Рулоны и бухты

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованные, с термообработкой, травленные 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

Бруски, прутки

Состояние поставки:

Кованные, вальцованные, волооченные, с термообработкой, протравленные, повторно обточенные, зачищенные или шлифованные

Продукт	Кованные* мм	Вальцованные* мм	Волооченные* мм
Прут круглый Ø	≤ 600	8-100	12-65
Брус квадратный a	40-600	15-280	Не стандарт.
Брус плоский a x b	40-80 x 200-600	5-20 x 120-600	10-20 x 30-80
Брус Гексагональный S	40-80	13-41	≤50
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Прут круглый Ø	≤24	5/16 - 4	½ - 2 ½
Брус квадратный a	1 5/8 - 24	10/16 - 11	Не стандарт.
Брус плоский a x b	1 5/8 - 3 1/8 x 8 - 20	3/16 - 3/4 4 3/4 - 24	3/8 - 3/4 1 1/4 - 3 1/8
Брус Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	½ - 1 5/8	≤2

* другие размеры по запросу

Кованые изделия

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

Лента¹⁾

Состояние поставки:

Холоднокатаные, с термообработкой и протравленные или со светлым отжигом²⁾

Толщина мм	Ширина ³⁾ мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0,02 ≤ 0,10	4-200(700)	300	400		
> 0,10 ≤ 0,20	4-350(700)	300	400	500	
> 0,20 ≤ 0,25	4-700		400	500	600
> 0,25 ≤ 0,60	5-700		400	500	600
> 0,60 ≤ 1,0	8-700		400	500	600
> 1,0 ≤ 2,0	15-700		400	500	600
> 2,0 ≤ 3,0 ²⁾	25-700		400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0.008 ≤ 0,004	0.16 - 8	12	16		
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 14	12	16	20	
> 0,008 ≤ 0,010	0.16 - 28		16	20	24
> 0,010 ≤ 0,024	0.20 - 28		16	20	24
> 0,024 ≤ 0.04	0.32 - 28		16	20	24
> 0,04 ≤ 0,08	0.60 - 28		16	20	24
> 0,08 ≤ 0,12	1.0 - 28		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)

3) большая ширина является объектом специального согласования

Проволока

Состояние поставки:

Светлотяннутая, ¼ жесткости до жесткой, со светлым отжигом

Размеры:

0,01 - 12,0 мм диаметр,

в бухтах, в бочках, на катушках и тяганах

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, при чем используются полуфабрикаты компании ThyssenKrupp VDM GmbH.