

# Nicorros<sup>®</sup> - сплав 400

Описание материала № 4010  
Издание декабрь 2002

Коррозионностойкий сплав

Nicorros<sup>®</sup> - сплав 400

Nicorros<sup>®</sup> - сплав

сплав 400

Nicorros<sup>®</sup> - сплав 400

Nicorros<sup>®</sup> - сплав 400

Nico

A company of  
ThyssenKrupp  
Stainless

**ThyssenKrupp VDM**



ThyssenKrupp VDM

Nicorros однофазно-твердеющий сплав на основе никеля и меди с отличной коррозионной стойкостью в широкой области сред.

Nicorros характеризуется:

- коррозионной стойкостью в морской воде и химических установках
- свободой от коррозионного растрескивания
- хорошими механическими свойствами до температур около 550°C (1020°F).

- допуском для автоклавов с температурами стенки между -10 и +425°C (14-800 °F) согласно VdTÜV описание материала 263 и до 900°F (480°C) согласно ASME «Корабельный кодекс бойлеров и давления»

- хорошей обрабатываемостью и свариваемостью

Таблица 1 - Наименования и стандарты.

Страна Станд	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/ Плита	Прутки/ полоса	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
<b>Германия</b> DIN Vd T ÜV	Опис.№ 2.4360 NiCu30Fe	17743 263	17751 263		17750 263	17752 263	17750	17753	17754 263
<b>Франция</b> AFNOR	NU 30								
<b>Великобр.</b> BS	NA 13		3074		3072	3076	3073	3075	
<b>США</b> ASTM ASME SAE AMS QQ - N - 281	UNS N04400	Таблица 1	B 163/165 SB 163/165 4574		B127 SB127 4544 Форма 4,6	B 164 SB164 4675 Форма 1	B 127 SB 127 4544 Форма 5	4730 Форма 7	B 564 SB 564 4674 Форма 2
ISO	NiCu30	9722	6207		6208	9723	6208	9724	9725

Таблица 2 - Химический состав (% по массе).

	Ni	Fe	C	Mn	Si	Cu	Al	S
min	63,0	1,0	0,16	2,0	0,5	28,0	0,5	0,02
max		2,5				34,0		



### Механические свойства

Следующие механические свойства Nicorros действительны для описанных состояний и спецификаций в указанных формах полуфабрикатов и параметрах (см. Форма поставки). Для более больших параметров следует согласовывать свойства отдельно.

**Таблица 4** - Механические свойства при комнатной температуре, минимальные значения.

Состояние	Спецификация	Предел прочности		Предел текучести				Относ. Удлинение $\delta_{50}$ %	Твердость по Бринеллю НВ
		$\sigma_b$ Н/мм <sup>2</sup>	Ksi	$\sigma_{0,2}$ Н/мм <sup>2</sup>	Ksi	$\sigma_{1,0}$ Н/мм <sup>2</sup>	Ksi		
С мягким отжигом	DIN, Vd T ÜV	450	65	180	26	210	30	30	≤ 150
	ASTM, ASME, QQ - N, BS	480	70	195	28	220*		35	
С отжигом снимающим напряжения	DIN	550	80	300	44			25	-170
	VdT Ü V	580	84	400	58			18	
	ASTM, ASME, BS	550 - 600	80-87	275 - 415	40-60			20	
Твердое	DIN	700	102	650	94			3	-210
	ASTM, ASME, QQ - N	690 - 760	100-110	620	98			2	

\* только BS

**Таблица 5** - Механические свойства при повышенных температурах (согласно VdTÜV-Wbl.263), минимальные значения.

Температура (Т)	Предел текучести					Предел прочности $\sigma_b$				
	$\sigma_{0,2}$									
°C	100	200	300	400	425	100	200	300	400	425
Н/мм <sup>2</sup>	150	135	130	130	130	420	390	380	370	360
°F	200	400	600	800		200	400	600	800	
Ksi	21.9	19.6	18.9	18.9		61	56	55	52	

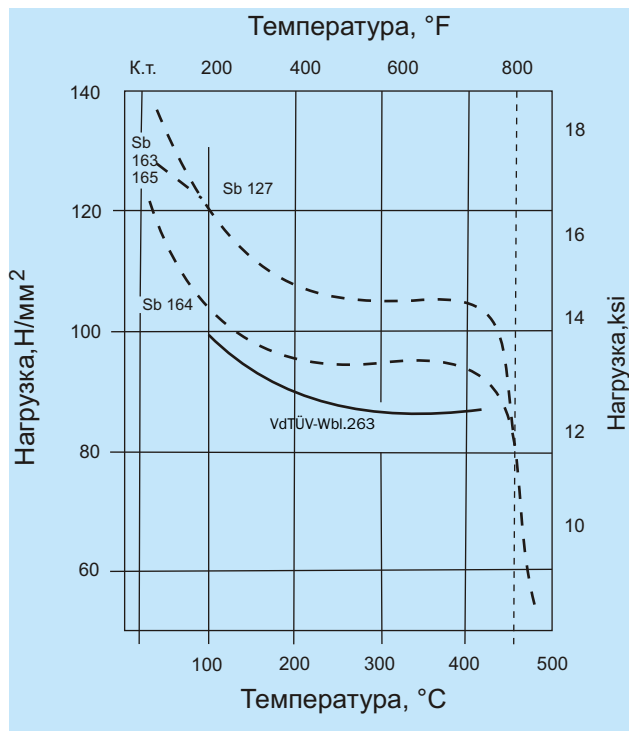
### ISO V ударная вязкость образца с надрезом

Среднее значение при комнатной температуре

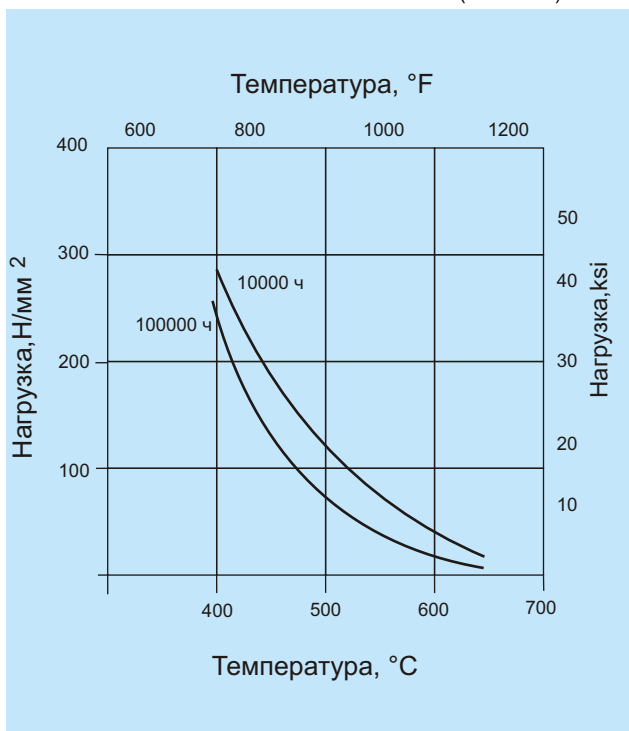
при мягком отжиге > 150 Дж/см<sup>2</sup>

при отжиге снимающем

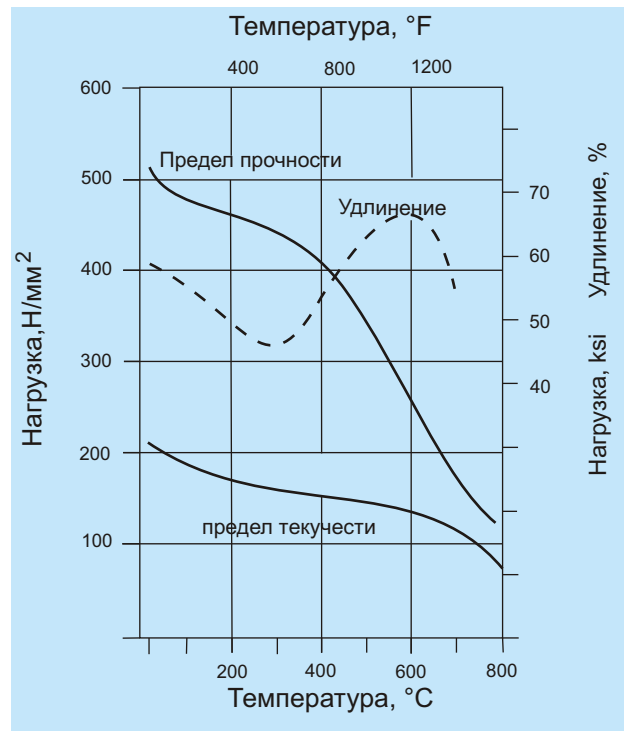
Напряжение > 100 Дж/см<sup>2</sup>



**Рис.1** - Сравнение максимально допустимых расчетных показателей для автоклавов согласно , деленные на коэффициент безопасности 1,5 ( ———)а также ASME SB-127-163-164-165 отожженные ( - - - - - )



**Рис.3** - Типичная усталостная прочность холоднодеформированного и отжженного сплава Nicorros.



**Рис. 2**- Типичные кратковременные свойства сплава при повышенных температурах горячекатаного и отожженного сплава Nicorros.

#### Характер структуры

Nicorros имеет кубическую гранцентрированную решетку.

#### Коррозионная стойкость

Nicorros имеет отличную стойкость против нейтральных и щелочных солей и вот уже много лет является стандартным материалом для установок по производству соли.

Nicorros один из немногих стандартных материалов, который может использоваться в контакте с фтором, плавиковой кислотой и фтористым водородом или их соединениями.

Материал проявляет высокую стойкость против щелочных сред. Так же отличным является и поведение в морской воде, по сравнению со сплавами, имеющими в основе медь, с повышенной стойкостью против кавитации. Nicorros может использоваться в контакте с разбавленными минеральными кислотами, такими как серная и соляная, если они находятся в безвоздушном пространстве. Так как сплав не содержит хрома, при окислительных условиях может повышаться степень коррозии.

В то время как Nicorros считается устойчивым против коррозионного растрескивания, все же могут проявляться трещины растяжения при наличии ртути или во влажных, вентилируемых HF-парах. При таких условиях необходим отжиг снимающий напряжения.

## Области применения

Типичными являются следующие области применения:

- трубы питательной воды и парогенератора на электростанциях
- подогреватель и выпариватель соли в опреснителях морской воды
- серные и плавиковокислотные алькилирующие установки
- теплообменники в химической промышленности
- компоненты платирования для дистилляционных установок нефти
- обшивка зон распылителя на морских платформах
- ходовые колеса и валы насосов в установках в морской воде
- очищающие установки урана и разделения изотопов при производстве ядерного топлива
- насосы и вентили в промышленных установках для производства перхлоратэтилена и хлорированных синтетических материалов
- трубы нагревателей для моноэтаноламина (МЕА)

## Обработка и термическая обработка

Nicorros легко поддается обработке традиционными для промышленности методами.

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 Nicorros 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.

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

## Горячая обработка давлением

Nicorros может подвергаться горячей обработке давлением в области температур между 1200 и 800°C (2200-1470°F), однако при температуре ниже 925°C (1700°F) должны производиться лишь легкие деформации. Сгибание при температуре от 1200 до 1025°C (2200-1830°F).

Для нагрева обрабатываемые изделия помещают в уже разогретую до заданной величины печь. Выдержка температуры примерно 60 минут на 100 мм толщины.

## Холодная обработка давлением

Nicorros имеет немного более высокий наклеп чем углеродистая сталь. При выборе устройств для деформирования это следует учитывать. При сильных степенях обжатия необходимы промежуточные отжиги.

Иногда приемлем наклеп, чтобы улучшить механические свойства. Все же после рекомендуется отжиг, снимающий напряжения, особенно при средах, содержащих ртуть или кремнефтористоводородную кислоту.

## Термообработка

Отжиг должен проводиться при температурах от 700 до 900°C (1300-1650°F), предпочтительно до примерно 825°C (1510°F). Для достижения оптимальных коррозионных свойств следует ускоренно охлаждать на воздухе. Для образования мелкозернистой структуры очень важно соблюдение температуры и времени термообработки. Показатели должны быть установлены точно.

При определенных обстоятельствах выгодным становится повышение прочности путем холодной обработки давлением. После должен проводиться отжиг, снимающий напряжения, при температуре около 550°C до 650°C (1020-1200°F) для предотвращения коррозионного растрескивания. Это особенно важно для труб. При каждой термообработке следует соблюдать выше названные требования к чистоте.

### Удаление окалины

Окиси сплава Nicorros 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 слои окиси должны быть разрушены пескоструйной обработкой или осторожным шлифованием или предварительно обработаны в расплавленных солевых электролитах.

### Режущая обработка

Nicorros предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Нагартованный материал, отожженный способом для снятия напряжений, более благоприятно ведет себя при обработке. 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

При сварке никелевых сплавов 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 рукавицы, чистую рабочую одежду.

### Инструменты и машины

Использовать инструмент исключительно для никелевых сплавов; щетки, клещи, молотки из нержавеющей стали. Пере-работывающие 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

Чистка основного материала в области шва (с двух сторон) и присадки для сварки (напр., сварочный пруток) должна производиться растворителями, не содержащими хлор, напр. ацетон.

Не использовать трихлорэтилен "TRI", перхлорэтилен "PER" и тетрахлорид "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 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 (1-3 мм), в то время как, по причине вязкости в расплавленном состоянии, приходится работать с более большим углом раскрытия кромок (> 60 -70°) отдельных стыковых соединений, чтобы противодействовать ярко выраженным усадочным свойствам.

### 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 спец-предприятиями. В любом случае мы рекомендуем проконсультироваться со специалистами нашей фирмы. При оптимальном проведении работ во многих случаях чистка щетками сразу после сварки, в еще теплом состоянии, может привести поверхность в желаемое состояние, то есть, цвета побежалости можно полностью удалить.

### Способ сварки

Материал Nicorros поддается сварке всеми традиционными методами: дуговая сварка неплавящимся электродом, сварка неплавящимся разогретым электродом, плазма, дуговая ручная сварка, сварка плавящимся электродом и плавящимся электродом в активном газе и сварка под флюсом. Для сварки материал должен быть предоставлен в состоянии легкого отжига и свободным от окалины, смазки и маркировок. Во время сварки следует соблюдать самую строгую чистоту.

**Сварочный материал**

Рекомендуется следующий сварочный материал:

**Сварка соединения:**

Nicorros S 6530 FM 60  
W.-Nr. 2.4377  
SG-NiCu30MnTi  
AWSA5.14: ERNiCu-7  
BS 2901 NA 35

При очень высоком коррозионном воздействии можно при необходимости выбрать материал для сварки из группы сплавов NiCrMo, проконсультировавшись с производителем.

**Nicrofer S 6020 - FM 625**  
W.-Nr. 2.4831  
SG-NiCr21Mo9Nb

**Стержневые электроды с покрытием:**

W.-Nr. 2.4366  
EL-NiCu30Mn  
AWSA5.15: ENiCu-7

**Наплавка**

Nicorros S 6530 WS60  
W.-Nr. 2.4377  
UP- NiCu30MnTi

**Параметры сварки и влияния на сварку (отвод тепла)**

Следует заботиться о том, чтобы работа протекала при целенаправленном отводе тепла. Температура прослоек не должна превышать 150°C (1300°F). Из вышеназванных указаний получают также соответствующие показатели подводимой теплоты на единицу длины, представленные в виде примера в таблице 7. Принципиально требуется контроль за параметрами сварки. Следует применять технику сварного шва «валик».

В связи с этим следует также указать на правильный выбор диаметра проволочного и стержневого электродов (имеет смысл проконсультироваться с лабораторией по сварке). 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.

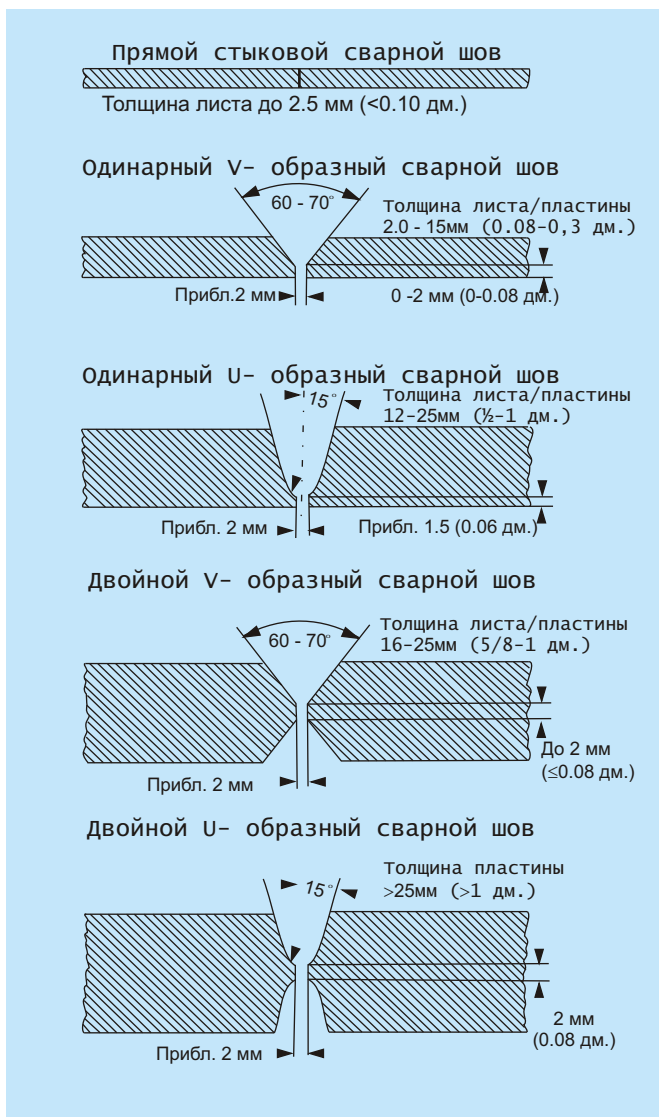


Рис.4 - Подготовка кромок для никелевых сплавов.



Таблица 6 - параметры сварки (контрольные цифры).

Толщ. Листа/пластины мм	Способ сварки	Присадка		Параметры сварки				Скор. Сварки см/мин.	Порошок/защит.газ кол-во л/мин.	Плазм. газ кол-во л/мин.	Сопло плазм. горелки диаметр мм
		Диам. мм	Скор. м/мин	Сварочный корень		Наполняющий и покровный слой					
				I, A	U, V	I, A	U, V				
3,0	ДСВЭ- Ручн. Непл.электр.-руч.	2,0		90	10	110-120	11	10-15	ArW 3 <sup>1)</sup> 8-10		
6,0	ДСВЭ Ручн. Непл.электр.-руч.	2,0 - 2,4		100-110	10	120-130	12	10-15	ArW 3 <sup>1)</sup> 8-10		
8,0	ДСВЭ- Ручн. Непл.электр.-руч.	2,4		110-120	11	130-140	12	10-15	ArW3 <sup>1)</sup> 8-10		
10,0	ДСВЭ- Ручн. Непл.электр.-руч.	2,4		110-120	11	130-140	12	10-15	ArW3 <sup>1)</sup> 8-10		
3,0	ДСВЭ auto Непл.электр.-Авт. Непл.разогр. электр.	1,2	0,5	Вручную		150	10	25	ArW 3 <sup>1)</sup> 15-20		
5,0	ДСВЭ Auto Непл.электр.-Авт. WIG Непл.электр	1,2	0,5	Вручную		150	10	25	ArW 3 <sup>1)</sup> 15-20		
2,0	ДСВЭ гор. Электр.	1,2	03			180	10	80	ArW3 <sup>1)</sup> 15-20		
10,0	ДСВЭ гор. Электр	1,2	0,45	Вручную		250	12	40	ArW3 <sup>1)</sup> 15-20		
4,0	Плазма.	1,0	0.5	165	25			25	ArW 3 <sup>1)</sup> 30	ArW3 <sup>1)</sup> 30	3,2
6,0	Плазма.	1,2	0.5	130-200	25			25	ArW3 <sup>1)</sup> 30	ArW3 <sup>1)</sup> 4,0	3,5
8,0	ДСПЭ/ДСНПЭ Плав.элект./плав элект.в углек.газе	1,6	Приб. 8	ДСВЭ		130-140	23-27	24-30	Аргон 18-20		
10,0	ДСПЭ/ДСНПЭ Плав.элект./плав элект.в углек.газе	1,6	Приб. 5	ДСВЭ		130-150	23-27	20-26	Аргон 18-20		
6,0	- Электросв. руч.	2,5		40-70	Приб. 21	40-70	Приб. 21				
8,0	- Электросв. руч.	2,5 3,25		40-70	Приб. 21	70-100	Приб. 22				
16,0	- Электросв. руч.	4,0				90-130	Прим. 22				

1) аргон или аргон + макс. 3% водород

2) при сварке плавящимся электродом в углекислом газе применяется защитный газ кронигон He30S  
Рекомендуется консультация с лабораторий по сварке.

При всех сварках с защитным газом следует также соблюдать достаточную корневую защиту!

Таблица 7 - подводимая теплота на единицу длины (контрольные цифры)

Способ сварки	Подводимая теплота на единицу длины КДж/см	Способ сварки	Подводимая теплота на единицу длины КДж/см
Неплавящ.электр.вручную, полностью механизиров.	Макс. 8	Плав.электр./плав. электр. Ручн.,полностью механизиров.	Макс. 11
неплав.разогр.электр.	Макс. 6	Дуговая ручная сварка	Макс. 7
Плазма	Макс. 10		

**Готовность к использованию**

NiCoCrMo alloy 400 подлежит доставке в следующих стандартных полуфабрикатных формах.

**Листы**

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горячая или холодная прокатка (х/к, г/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 <sup>2)</sup>
≥ 25 <sup>1)</sup>	Г/к	2500 <sup>2)</sup>	8000 <sup>2)</sup>

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 <sup>2)</sup>
≥ 1.0 <sup>1)</sup>	Г/к	100 <sup>2)</sup>	320 <sup>2)</sup>

1) другие размеры по запросу

2) зависит от штучного веса

**Рулоны и бухты**

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованные, с термообработкой, 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

**Круги и заготовка**

Состояние поставки:

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

Продукт	Кованные* мм	Вальцованные* мм	Волоченные* мм
Прут круглый Ø	≤ 600	8-100	12-65
Брус квадратный а	40-600	15-280	Не стандарт.
Брус плоский а x b	40-80 x 200-400	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 а	1 5/8 - 24	10/16 - 11	Не стандарт.
Брус плоский а x b	1 5/8 - 3 1/8 x 8 - 16	3/16 - 3/4 4 3/4 - 24	3/8 - 3/4 x 1 1/4 - 3 1/8
Брус Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	½ - 1 5/8	≤ 2

\* другие размеры по запросу

**Кованные изделия**

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

**Лента<sup>1)</sup>**

Состояние поставки:

Холоднокатаные, с термообработкой и протравленные или со светлым отжигом<sup>2)</sup>

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0,02 ≤ 0,10	4-200 <sup>4)</sup>	300	400		
> 0,10 ≤ 0,20	4-350 <sup>4)</sup>	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 <sup>2)</sup> ≤ 3,5 <sup>2)</sup>	25-750		400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0.008 ≤ 0,004	0.16 - 8 <sup>4)</sup>	12	16		
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 14 <sup>4)</sup>	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 <sup>2)</sup> ≤ 0.14 <sup>2)</sup>	1.0 - 30		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

4) большая ширина допускается по требованию

Все данные в этом описании материала основываются на практическом опыте и результатах нашего исследования и разработки соответствуют точно состоянию техники во время печати. Данные подаются без гарантии и могут подлежать изменениям без уведомления с целью дальнейшего развития или улучшения качества материала. Поставки и услуги подчинены исключительно общим правилам ведения дела компании ThyssenKrupp VDM.

**Проволока**

Состояние поставки:

Светлотяннутая, ¼ жесткости до жесткой, со светлым отжигом

Размеры:

0,01 - 12,7 мм (0.0004 - 0.47 дм.) 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 (от ленты)**

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