

# Nicrofer<sup>®</sup> 5120 CoTi - сплав C-263

Описание материала № 4120  
Издание июнь 1992

Жаропрочный сплав

Nicrofer<sup>®</sup> 5120 CoTi - сплав C-263

Nicrofer<sup>®</sup> 5120 C

сплав C-263

Nicrofer<sup>®</sup> 5120 CoTi - сплав C-263

Nicrofer<sup>®</sup> 5120 CoTi - сплав C-263

Nicro

A company of  
ThyssenKrupp  
Stainless

**ThyssenKrupp VDM**



ThyssenKrupp VDM

## Nicrofer® 5120 CoTi - сплав C-263

Жаростойкий сплав Nicrofer 5120 CoTi- это поддающийся дисперсионному упрочнению крипоустойчивый сплав на основе никеля-хрома-кобальта-молибдена, который был разработан компанией Ролс-Ройс.

Обычно его поставляют после высокотемпературного отжига для применения при температуре до 850°C (1560 °F).

Nicrofer 5120 CoTi обладает следующими характеристиками:

- превосходная устойчивость к окислению и пропорциональному увеличению до 1000°C (1800 °F)
- хорошие механические свойства и превосходные значения ползучести при повышенных температурах
- хорошая свариваемость без подверженности к образованию трещин при термических обработках после сварки
- улучшенная характеристика износа вследствие содержания кобальта и молибдена

Таблица 1 - Обозначение и стандарты

Страна Станд	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист	Брусok	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
Германия WL	Опис.№2.4650 NiCo20Cr20MoTi	Часть 1+2			Часть 1	Часть 2	Часть 1		Часть 2
Франция AFNOR	NCK 20 D				AIR 9165	AIR 9165			AIR 9165
Великобр. BS			HR 404		HR 206	HR 10			
США ASTM ASME AMS	UNS N0 7263	5872			5872		5872		
ISO	NiCo20Cr20Mo5Ti2Al								

Таблица 2 - Химический состав (% по массе)

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Mo	Co
min	основа	19,0		0,04				5,6	19,0
max		21,0	≥0,7	0,08	≥0,6	≥0,4	≥0,2	6,1	21,0

	Al	Ti	Al+Ti	P	S	B	Pb*	Ag*	Zr*
min	0,30	1,90	2,40						
max	0,60	2,40	2,80	≥0,015	≥0,007	≥0,005	≥0,002	≥0,005	≥0,02

\*определение только по заказу

Таблица 3 - Типичные физические свойства при комнатной и повышенных температурах:

Плотность	8,4 г/см <sup>3</sup>	0.30 lb/in <sup>3</sup>
Область плавления	1300-1360 °C	2370-24800 °F
Проницаемость при 20°C	<1,001	

Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Теплопроводность		Электрическое сопротивление		Модуль упругости		Коэффициент расширения от 20°C до Т	
°C	°F	Дж/кг К	Btu/lb °F	Вт/м К	$\frac{\text{Btu in.}}{\text{Ft h } ^\circ\text{F}}$	$\mu\Omega \text{ m}$	$\frac{\Omega \text{ circ mil}}{\text{ft}}$	$\frac{\text{кН}}{\text{мм}^2}$	10 <sup>3</sup> ksi	10 <sup>-6</sup> /К	10 <sup>-4</sup> /°F
0	32	422	0.100	11,6	81	115	688	223	32.3		
20	68	426	0.102	11,7	81	115	115	222	32.3		
93	200		0.106		89				31.6		6.0
100	212	447		13,0		117	117	218		10,7	
200	392	472		14,7		118	118	212		12,0	
204	400		0.103		102				30.6		6.7
300	572	497		16,3		120	120	206		12,5	
316	600		0.119		115				29.6		7.0
400	752	523		18,0		122	122	198		13,0	
427	800		0.126		128				28.4		7.3
500	932	548		19,7		124	124	192		13,5	
538	1000		0.133		141				27.2		7.6
600	1112	573		21,4		126	126	184		14,1	
649	1200		0.139		154				25.9		8.0
700	1292	598		23,0		126	126	176		14,9	
760	1400		0.146		167				24.3		8.5
800	1472	624		24,7		125	125	165		15,9	
871	1600		0.153		181				22.6		9.2
900	1653	649		26,8		124	124	153		17,2	
982	1800		0.159		196				20.8		9.9
1000	1832	674		28,5		124	124	143		18,2	

### Механические свойства

Представленные механические свойства Nicrofer 5120 CoTi действительны для указанных диапазонов параметров.

Указанные параметры материала, выходящие за пределы этих диапазонов, являются объектом специального исследования.

### А. С горячей или холодной обработкой давлением, после диффузионного отжига и с удаленной окалиной

Твердость макс 250 НВ  
 Изгиб на 180° (параллельно к направлению прокатки) 180°C  
 $\leq 1,27$  мм  $\leq 0.050$  дм. фактор 1  
 $> 1,27$  до 4,75 мм  $\square 0.050$  до 0.1768 дм. фактор 2  
 Размер зерна  
 горячекатаный лист  $\leq 127$   $\mu\text{m}$  ASTM No.3  
 холоднокатаный лист  $\geq 90$   $\mu\text{m}$  ASTM No.4

### В. С горячей или холодной обработкой давлением, после диффузионного отжига, упрочненные, а также с удаленной окалиной

После дисперсионного упрочнения при  $780 \pm 2$  °C (1435  $\pm$  3 °F) в течении 20 мин. материал должен обладать следующими свойствами:

Прочность при растяжении  $R_m$   $\square 540$  Н/мм<sup>2</sup>  $\square 78.5$  ksi  
 Прочность на разрыв  $R_{p0.2}$   $\square 400$  Н/мм<sup>2</sup>  $\square 58.5$  ksi  
 Предельное удлинение  $A_5$   $\square 15\%$

Проба на ползучесть при постоянной нагрузке 120Н/мм/17ksi<sup>2</sup> через 50 часов не должна превышать общее растяжение 0,1%.

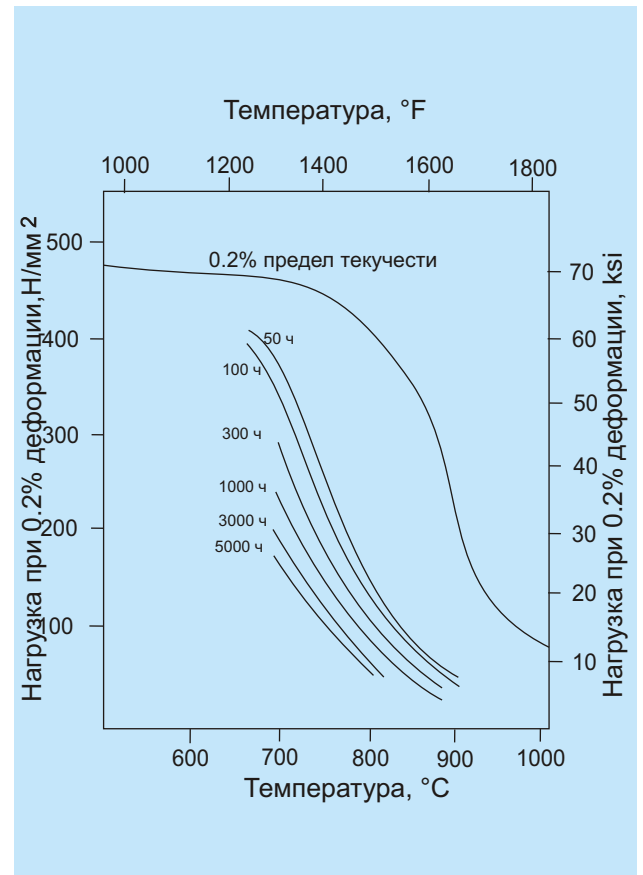


Рис.2 - 0,2% предел текучести после диффузионного отжига, упрочненных, прокатанных в холодном состоянии листов в зависимости от времени и температуры.

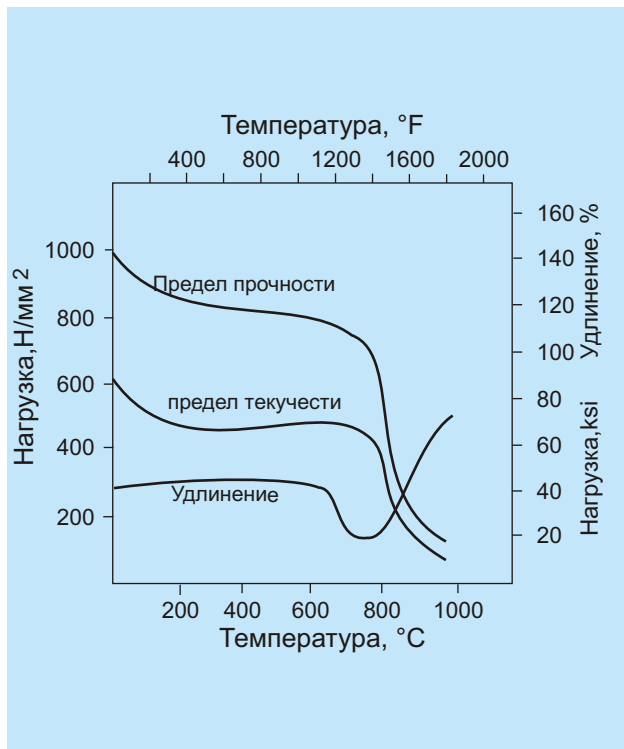


Рис.1 - Типичные кратковременные свойства листов из Nicrofer 5120 CoTi - после диффузионного отжига и упрочнения - при повышенных температурах

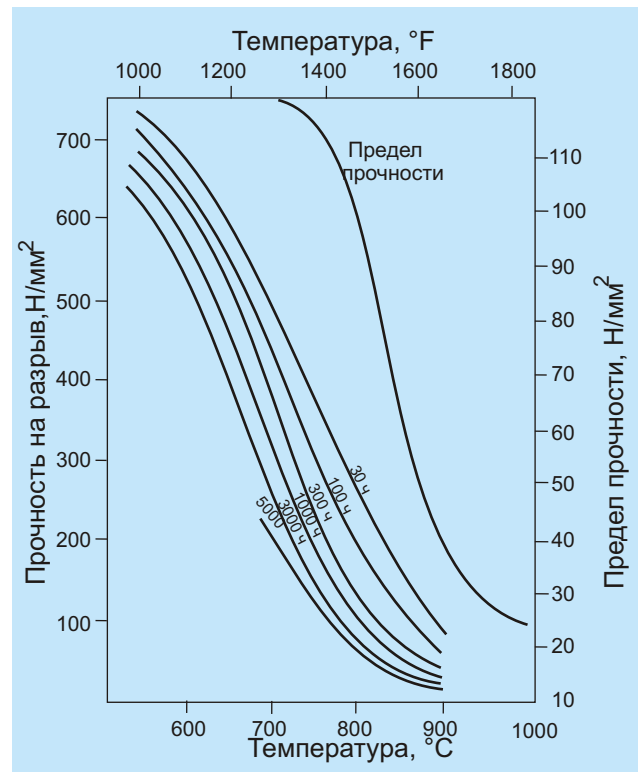


Рис.3 - Длительная прочность листов после диффузионного отжига, упрочненных, холоднокатаных в холодном состоянии, в зависимости от времени и температуры.

### Характеристика структуры

Nicrofer 5120 CoTi материал, поддающийся дисперсионному твердению, высокая теплостойкость которого является результатом равномерного распределения выделений интерметаллической  $\gamma$ -фазы  $Ni_3(Al, Ti)$ . Дополнительные эффекты закалки смешанного кристалла достигаются легированием элементов кобальта и молибдена. Добавки бора и циркона повышают прочность границы зерен и оказывают положительное влияние на предел ползучести и свойства длительной стойкости.

Добавка кобальта также повышает растворимость  $\gamma$ -фазы при температурах выше  $1100^{\circ}C$  ( $2010^{\circ}F$ ) таким образом облегчая проведение горячей обработки, не смотря на содержание алюминия и титана.

После термической обработки в сплаве Nicrofer 5120 CoTi содержатся слабые не связанные выделения карбида ( $M_{23}C_6$ ) на границах зерна. Следует избегать связанные слои зернограничного карбида  $M_{23}C_6$  путем целенаправленной температурной обработки, так как в противном случае могут проявиться уменьшение вязкости и появление трещин при сварке.

Верный режим травления предотвращает этот эффект.

### Коррозионная стойкость

Nicrofer 5120 CoTi проявляет отличную стойкость к окислению при температуре примерно до  $1000^{\circ}C$ .

### Области применения

Ввиду коррозионной стойкости при высоких температурах и отличной устойчивости к высоким температурам до  $815^{\circ}$ , в сочетании с простотой в обработке и хорошей свариваемостью, Nicrofer 5120 CoTi применяется специально для летательных и стационарных газовых турбин, например, в камерах сгорания, конусах и кольцах выхлопного сопла.

### Производство и термическая обработка

Nicrofer 5120 CoTi хорошо поддается деформации в теплом и холодном состоянии, хорошо поддается сварке и механической обработке.

Важным является то, чтобы обрабатываемые детали до и во время термической обработки были чистыми и свободными от всякой примеси.

Сера, фосфор, свинец и другие металлы, плавящиеся при низких температурах, могут привести к повреждению при термической обработке Nicrofer 5120 CoTi. Такого рода примеси содержатся также в краске для маркировки и термочувствительной краске и карандашах, а также в густых смазках, маслах, горючем и т.п.

Нагреваемые электричеством печи особенно подходят вследствие точного температурного режима и свободы от примесей.

Нагреваемые газом печи приемлемы, если поддерживать низкое содержание примесей.

Горючее должно иметь по возможности низкое содержание серы. Природный газ должен содержать менее 0,1% по массе серы. Жидкое топливо с содержанием макс. 0,5% по массе также подходит.

изделия нельзя подвергать напрямую воздействию огня.

Газовую среду печи следует установить нейтральной до слегка окислительной и она не должна меняться между окислительной и восстановительной.

### Горячая обработка давлением

Nicrofer 5120 CoTi следует подвергнуть горячей обработке давлением в диапазоне температур  $1170$  и  $950^{\circ}C$  ( $2140 - 1740^{\circ}F$ ) с заключительным быстрым охлаждением в воде или на воздухе.

Во время окончательного горячего формообразования температура не должна превышать  $1120^{\circ}C$  ( $2050^{\circ}F$ ).

Термическая обработка после горячей обработки давлением рекомендуется для достижения оптимальных свойств.

Для нагревания следует поместить обрабатываемые изделия в уже разогретую до заданной величины печь.

### Холодная обработка давлением

Nicrofer 5120 CoTi проявляет более высокую область деформационного уплотнения чем аустенитные нержавеющие стали. При выборе направлений формоизменения следует это учитывать и обрабатываемое изделие должно быть в состоянии после диффузионного отжига. При сильных холодных обработках давлением необходимы промежуточные отжиги.

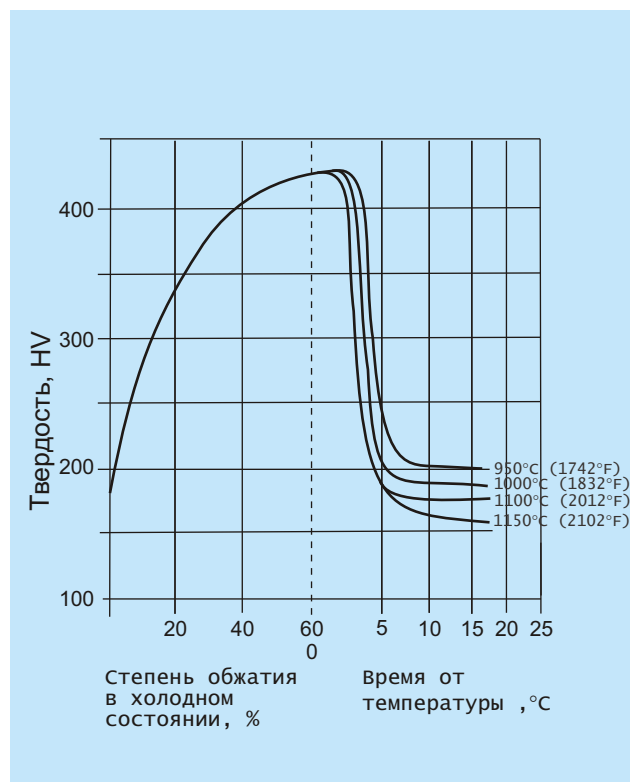


Рис.4 - Влияние холодной обработки давлением и снятия напряжения путем накаливания (диапазон толщины от 1,0-1,5 мм).

**Термическая обработка****Диффузионный отжиг**

должен происходить при температуре  $1150 \pm 10^\circ\text{C}$  ( $2100 \pm 15^\circ\text{F}$ ) и достигать твердости по Бринеллю 250 НВ.

Листы 5-15 минут, закалка в воде или воздушное охлаждение

Бруски 0,5-2,5 часа, водяное охлаждение.

**Промежуточный отжиг**

после холодной обработки давлением при  $1080 \pm 10^\circ\text{C}$  ( $1980 \pm 15^\circ\text{F}$ ) на 4-6 минут, воздушное охлаждение.

**Диффузионный отжиг**

сварных швов при  $1150^\circ\text{C}$

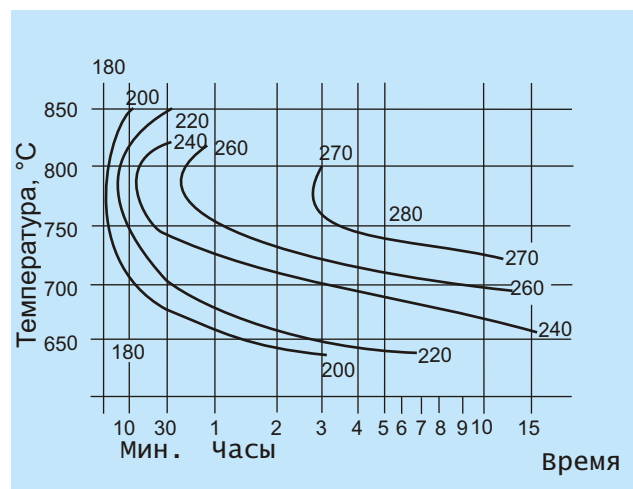
на 1 час, воздушное охлаждение.

**Дисперсионное тупрочнение**

При  $800 \pm 15^\circ\text{C}$  ( $2010^\circ\text{F}$ )

свыше  $8 \pm 0,5$  часов, на твердости по Виккерсу минимум 275 НВ.

При каждой термической обработке следует соблюдать выше указанные требования к чистоте.



**Рис.5** - Эффект упрочнения (в HV) по времени и температуре листов, с диффузионным отжигом с выходной твердостью в 30 - 180 НВ.

**Удаление окалины**

Окиси сплава Nicrofer 5120 CoTi и выцветание в области сварных швов схватываются прочнее, чем у нержавеющей сталей. Рекомендуется зачистка очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

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

**Режущая обработка**

Nicrofer 5120 CoTi предпочтительно обрабатывать после диффузионного отжига. Так как сплав склонен к наклепу, следует применять низкую скорость резания и режущий инструмент должен оставаться постоянно в действии.

Важна достаточная глубина резания, чтобы резать ранее образовавшуюся нагартованную зону.

**Сваривание**

Поддающийся дисперсионному упрочнению сплав Nicrofer 5120 CoTi хорошо подходит для изготовления и ремонта изделий со сварными швами. Пластичность швов и технологические свойства в сочетании с высокой прочностью являются значительными преимуществами этой четырехкомпонентной системы.

Для сваривания могут использоваться традиционные методы сварки: дуговая сварка неплавящимся электродом, плазменная, лазерная, электронным лучом; при большой толщине стенок также сварка в среде инертного газа (импульсная техника). Для этого следует получить информацию у производителя о технических деталях.

Для сварки материал должен быть представлен в состоянии после диффузионного отжига и свободным от окалины, смазки и маркировок. Зону в прим. 25 мм (1 дм.) по обе стороны от шва следует затачивать до металлического блеска. Во время сварки условием является самая педантичная чистота. Следует соблюдать незначительную подачу и быстрый отвод тепла. Температура прослойки не должна превышать  $100^\circ\text{C}$  ( $210^\circ\text{F}$ ).

Nicrofer 5120 CoTi не склонен к образованию трещин при повторном отжиге сварных швов ввиду минимального процента дисперсионного упрочнения и потому что давление снимается до того, как выделяется  $\gamma'$ -фаза. В зоне, подвергаемой влиянию тепла, нет трещин.

Для сварки следует применять подобный материал. Рекомендуется следующие материалы для сварки:

Дуговая сварка неплавящимся/плавящимся электродом  
Nicrofer S 5120W.-Nr.2.4650  
NiCo20Cr20MoTi

**Готовность к использованию**

Nicrofer 5120 CoTi подлежит доставке в следующих стандартных полуфабрикатных формах.

**Листы**

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горячая или холодная прокатка (Г/К,Х/К), после диффузионного отжига и травления

Толщина мм		Ширина* мм	Длина* мм
1,10 < 1,50	Х/К	2000	6000
≥ 1,50 < 6,0	Х/К	2000	6000
≥ 6,0 < 10,0	Х/К	2000	4000**
≥ 6,0 < 10,0	Г/К	2000	4000**
≥ 10,0 < 20,0	Г/К	2000	2500**
≥ 20*	Г/К	-	-

Толщина дюймы		Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	Х/К	80	240
≥ 0,060 < 1/4	Х/К	80	240
≥ 1/4 < 3/8	Х/К	80	160**
≥ 1/4 < 3/8	Г/К	80	160**
≥ 3/8 < 3/4	Г/К	80	120**
≥ 20*	Г/К	-	-

\* другие размеры по запросу

\*\* зависит от штучного веса

**Рулоны и бухты**

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованные, после диффузионного отжига, протравленные или обточенные

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

\* другие размеры по запросу

**Бруски, круги**

Состояние поставки:

Кованные, вальцованные, волооченные, после диффузионного отжига, протравленные, зачищенные или шлифованные

Продукт	Кованные* мм	Вальцованные* мм	Волооченные* мм
Круглый Ø	≤ 200	15-75	12-65
Квадратный a	40-300	15-100	12-65
Плоский a x b	40-80 x 200-600	5-20 x 120-600	10-20 x 30-80
Гексагональный S	40-80	13-50	12-60
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Круглый Ø	≤ 8	5/8 - 3	½ - 2 ½
Квадратный a	1 5/8 - 12	5/8 - 4	½ - 2 ½
Плоский a x b	1 5/8 - 3 1/8 x 8 - 24	3/16 - 3/4 x 5 - 24	3/8 - 3/4 x 1 ½ - 3 1/8
Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	½ - 2	½ - 2 3/8

\* другие размеры по запросу

**Кованные изделия**

Другие формы, кроме круглых заготовок, бухт и брусков - По запросу.

**Лента\***

Состояние поставки:

Холоднокатаные, после диффузионного отжига и травленные или со светлым отжигом\*\*

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм				
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				
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

\* 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 бочках, на катушках и таганах

**Сварочная присадка**

Сварочные прутки, электроды и проволочные электроды могут поставляться по всем стандартным измерениям.

*Информация, содержащаяся в данном буклете, основана на результатах исследования и разработок, которые были в наличии во время публикации и не дает гарантий точности специфических характеристик. ThyssenKrupp VDM сохраняет за собой право на внесение изменений не фиксируя их. В буклете собрана информация доступная ThyssenKrupp VDM и компания не несет ответственность за ее достоверность. Компания несет ответственность только за условия предусмотренные в договоре о купле-продаже и особенно за выполнение Общих условий продаж в том случае если компания выступает поставщиком.*

*В случае если вы автоматически не получили обновленный буклет после его выпуска, ThyssenKrupp VDM рекомендует запросить последнее издание либо по телефону +49(0) 23 92 55 2493, факс +49 (0) 23 92 55 2111 либо по электронной почте по адресу [info@tk-vdm.thyssenkrupp.com](mailto:info@tk-vdm.thyssenkrupp.com)*

*Издание - февраль 1993 г.*

*Этот буклет и данные, которые он содержит можно найти на Интернет сайте [www.thyssenkruppvdm.com](http://www.thyssenkruppvdm.com)*

*Данное издание заменяет описание №4020 от Июня 1988 г.*