

Nickel 99.2 – сплав 200

LC-Nickel 99.2 – сплав 201

Описание материала № 1001
Издание октябрь 2002 г.

Коррозионностойкий сплав

Nickel 99.2 – сплав 200

LC-Nickel 99.2

сплав 201

Nickel 99.2 – сплав 200

LC-Nickel 99.2 – сплав 201

Nick

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nickel 99.2 – сплав 200 LC-Nickel 99.2 – сплав 201

Nickel 99.2 стандартный, нелегированный никель с отличной коррозионной стойкостью, хорошими механическими, магнитными и магнитострикционными свойствами, а также электро- и теплопроводностью.

LC-Nickel 99.2 со сниженным содержанием углерода (макс. 0,2%) имеет лучшую коррозионную стойкость также при температурах свыше 300 °C (570°F) благодаря отсутствию графитовых выделений.

Nickel характеризуется:

- отличной стойкостью во многих щелочных средах
- хорошими механическими свойствами в широком диапазоне температур
- уменьшающейся намагниченностью насыщения между -273 и +360°C (-468 - 680°F), а также парамагнетизмом над точкой Кюри

Таблица 1 - наименование и стандарты

Страна Стандарт	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/плита	Брусok/попток	Лента	Проволока	Кованые изделия
			бесшовные	сварные					
Германия	Опис. №2.4066 Ni 99.2 Опис. №2.4068 LC - Ni 99								
DIN VdT ÜV		17740 345 ¹⁾	17751 345 ¹⁾	17751	17750 345 ¹⁾	17752 345 ¹⁾	17750 345 ¹⁾	17753	345 ¹⁾
Франция AFNOR									
Великобр. BS	NA 11 NA 12		3074		3072	3076	3073	3075	
США	UNS N02200 UNS N02201								
ASTM ASME SAE AMS			B 161/163 SB 161/163	B 725/730	B 162 SB 162 5553 ¹⁾	B 160 SB 160	B 16 2 SB 162 5553 ¹⁾		
ISO	Ni 99.0 LC - Ni 99.0								

¹⁾ только LC-Ni 99.2

Таблица 2 - химический состав (% по массе).

		Ni	Fe	C	Mn	Si	Cu	Mg	Ti	S
Nickel 99.2	min	99,0								
	max		0,4	0,15	0,35	0,1	0,25			0,01
LC-Nickel 99.2	min	99,0								
	max		0,4	0,02	0,3	0,2	0,25	0,15	0,10	0,01

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность		8,9 г/см ³		0.32 ф/дм ³									
Область плавления		1435-1445 °C		2615-2635 °F									
Температура Кюри		360 °C		680°F									
Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Теплопроводность				Электрическое сопротивление		Модуль упругости		Коэффициент расширения от 20°C до Т	
				Nickel 99.2		LC -Nickel 99.2							
°C	°F	Дж/кгК	$\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F}$	Вт/м К	$\frac{Btu \cdot in}{ft^2 \cdot h \cdot F}$	Вт/м К	$\frac{Btu \cdot in}{ft^2 \cdot h \cdot F}$	$\mu\Omega \cdot m$	$\frac{\Omega \cdot circ \cdot mil}{ft}$	кН/мм ²	10 ³ ksi	10 ⁻⁶ /К	10 ⁻⁶ /F
-200	-328	150		78,5		93		2				10,1	
-184	-300		0,045		540		640		15				5,8
-129	-200		0,076		530		630		21				6,8
-100	-148	335		75		87		4,5				11,3	
-73	-100		0,091		505		590		33				6,3
0	32	426	0,102	71,5	500	81	560	8,5	51	207	30,0		
20	68	456	0,109	70,5	490	79	550	9	54	205	29,7		
93	200		0,113		465		510		75		29,1		7,4
100	212	475		66,5		73		13		200		13,3	
200	392	500		61,5		67		19				13,9	
204	400		0,132		425		460		114	196	28,4		7,7
300	572	570		57		60		26				14,3	
316	600		0,139		390		410		162	190	27,3		8,0
400	752	530		56		57		33				14,8	
427	800		0,124		390		390		207	182	26,1		8,3
500	932	525		57,5		58,5		37				15,2	
538	1000		0,128		405		410		229	175	24,7		8,5
600	1112	535		60		61		40				15,6	
649	1200		0,130		420		430		250	165	23,2		8,7
700	1292	550		62		63		43				15,8	
760	1400		0,133		435		445		265	153	21,0		8,9
800	1472	565		64		65,5		45				16,2	
871	1600		0,137		455		465		285	140	19,6		9,1
900	1652	580		66,5		68		48				16,5	
982	1800		0,144		470		480		305	134			9,3
1000	1832	590		69		70,5		51				16,7	

Дополнительная информация о физических свойствах

- Удельная теплоемкость достигает максимального значения при 358°C (676°F).

- Теплопроводность меньше в материале, содержащем примеси. Этот эффект предельно четок в диапазоне очень низких температуры. Выше точки Кюри теплопроводность проявляет изменение направления.

Механические свойства

Следующие механические свойства действительны для Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 в указанных измерениях в состоянии после отжига (если нет других указаний). Для более больших параметров следует согласовывать свойства отдельно.

- Тепловое расширение показывает при 360°C промежуточное максимальное значение.

- Модуль упругости может при прим. 200°C доходить до минимального значения, в зависимости от состояния материала, температуры термообработки и

Лист и плита	до 50 мм	до 50 мм
Лента	0,3 до 3 мм	0,3 до 3 мм
Пруты и бруски	до 250 мм	до 250 мм
Кованные изделия	до 150 мм	до 150 мм

Таблица 4 - механические свойства при комнатной температуре.

Материал	Спецификация, стандарт	Термообработка	Предел прочности σ_B		Предел текучести $\sigma_{0.2}$		Предел текучести $\sigma_{1.0}$		Относительное удлинение δ_{50} %
			Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	ksi	
Nickel 99.2 – alloy 200	DIN 17750-17753	отожженный	≥ 380	≥ 55	≥ 100	≥ 14,5	≥ 125	≥ 18,1	≥ 40
	ASTM B 160 - 163, 725, 730	отожженный	≥ 380	≥ 55	≥ 105	≥ 15	-	-	≥ 40
		Смягчающий Отжиг	≥ 450	≥ 65	≥ 275	≥ 40	-	-	≥ 15
	Типичные значения	отожженный	440	63,8	150	21,8	180	26,1	44
LC Nickel 99.2 – alloy 201	DIN 17750-53, VdTUV 345	отожженный	≥ 340	≥ 49,3	≥ 80	≥ 11,6	≥ 105	≥ 15	≥ 40
	ASTM B 160 - 163, 725, 730	отожженный	≥ 345	≥ 50	≥ 80	≥ 12	-	-	≥ 40
		Смягчающий Отжиг	≥ 415	≥ 60	≥ 205	≥ 30	-	-	≥ 15
	Типичные значения	отожженный	415	60	125	18,1	150	21,8	47

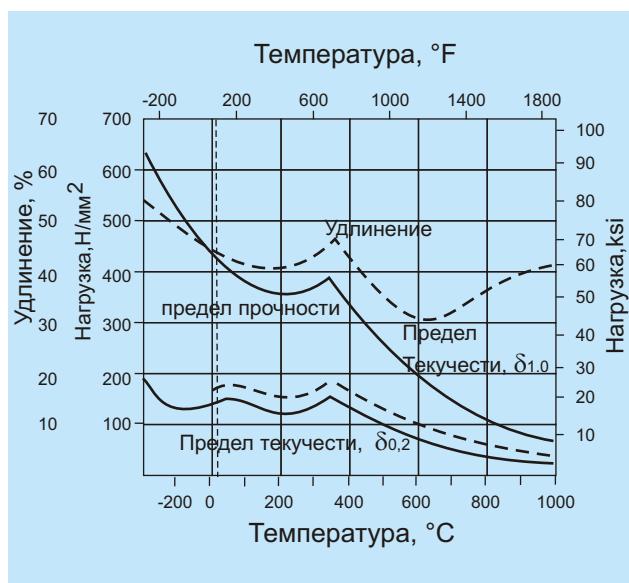


Рис.1 - Кратковременные свойства отожженного Nickel 99.2 при низких и повышенных температурах.

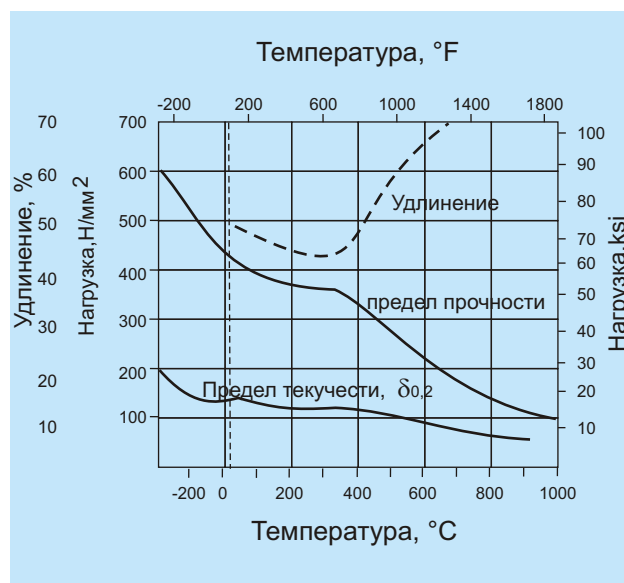


Рис.2 - Кратковременные свойства отожженного LC-Nickel 99.2 при низких и повышенных температурах.

Таблица 5 - Механические кратковременные свойства LC-Nickel 99.2 при комнатной и повышенных температурах согласно VdTÜV-описание материала 345

Температура		Предел прочности		предела текучести		предел текучести		Относ. Удлинение δ_{50} %
°C	°F	σ_B Н/мм ²	ksi	$\sigma_{0.2}$ Н/мм ²	ksi	$\sigma_{0.1}$ Н/мм ²	ksi	
КТ	КТ	≥340	≥49,3	≥80	≥11,6	≥105	≥15,2	≥40
93	200		42,2		≥10,2		≥13,8	
100	212	290		≥70		≥95		
200	392	275		≥65		≥90		
204	400		39,9		≥9,4		≥13,1	
300	572	260		≥65		≥85		
316	600		37,1		≥8,6		≥12,2	
400	752	240		≥55		≥80		
427	800		33,6		≥7,9		≥10,5	
500	932	210		≥50		≥75		
538	1000		27,1		≥6,8		≥10,3	
600	1112	150		≥40		≥65		

Таблица 6 - Расчетные показатели LC-Nickel 99.2 при повышенной температуре согласно VdTÜV-описание материала 345. Коэффициент запаса прочности можно выбрать по AD-инструкции ряд В и S 1.

Температура		Расчетное напряжение			
°C	°F	$\delta_{1,0/10^4h}$	ksi	$\delta_{1,0/10^5h}$	ksi
		Н/мм ²		Н/мм ²	
360	680	-		80	11,6
380	716	85	12,3	70	10,2
400	752	75	10,9	60	8,7
420	788	67	9,7	52	7,5
440	824	59	8,6	44	6,4
460	860	51	7,4	36	5,2
480	896	43	6,2	29	4,2
500	932	35	5,1	23	3,3
520	968	28	4,1	17	2,5
540	1004	22	3,2	13	1,9
560	1040	17	2,5	9	1,3
580	1076	13	1,9	7	1,0
600	1112	10	1,5	6	0,9

Таблица 7 - Максимально возможные значения нагрузки при растяжении в соответствии с ASME

Изделие	Nickel 99. 2- сплав 200 Состояние					Nickel 99. 2- сплав 200 Состояние					
	Мягкий отжиг		Горячекатанный			Со снятыми деформациями	Мягкий отжиг		Со снятыми деформациями		
Прут, брус, поковка	SB 160				SB 160				SB 160		
Плита, лист, полоса	SB 162		SB 162				SB 162				
Плита	SB 163					SB 163	SB 163				SB 163
Температура °C °F	Ksi*						Ksi*				
38 100							8,0	6,7			16,5
93 200							7,7	6,4	15,0		15,6
149 300			13,3	10,0		16,3		6,3			15,0
204 400	10,0	8,0					≥85	6,2	14,8		14,8
260 500			12,5	9,5		16,0			14,7		14,7
316 600			11,5	8,3		15,4			14,2		14,2
371 700	-	-	-	-	-	-	7,4	6,2			13,4
427 800	-	-	-	-	-	-	7,2	5,9			12,1
482 900	-	-	-	-	-	-	4,5	4,5			11,1
538 1000	-	-	-	-	-	-	3,0	3,0			
593 1100	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0			
649 1200	-	-	-	-	-	-	1,3	1,2			

*Для перевода в Н/мм² необходимо умножить на 6,9

Характер структуры

Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 имеют кубически-гранецентрированную кубическую решетку от абсолютного нуля до температуры плавления.

Коррозионная стойкость

Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 имеют отличную устойчивость против многих коррозионных сред от кислот до щелочей. Коррозионная стойкость особенно хорошая в восстановительных условиях; если даже образуется пассивирующий оксидный слой, также в окислительных средах.

Чрезвычайным свойством является устойчивость в каустических растворах вплоть до солевого расплава. Особо пониженное содержание углерода в LC-Nickel 99.2 дает практически свободу для разрушения границы зерна также при 315°C (600°F). Все же хлоратную концентрацию следует поддерживать минимальной, так как она вызывает коррозию.

Устойчивость Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 против минеральных кислот варьирует в зависимости от температуры и концентрации и от того, находится ли раствор под воздействием воздуха или нет. Коррозионная устойчивость лучше в кислотах без воздействия воздуха.

В кислотах, щелочах и растворах нейтральных солей Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 проявляют хорошую устойчивость, но в окислительных солевых растворах может возникать сильная коррозия.

Оба материала устойчивы против сухих газов при комнатной температуре. Версия LC может использоваться в сухом хлорном газе и хлористом водороде при температурах до 550°C (1020°F).

Области применения

Нелегированный никель сочетает отличные механические свойства с хорошей коррозионной стойкостью. При рабочей температуре свыше 300°C (570°F) предпочтительней применять малоуглеродистую версию LC-Nickel. Однако пониженное содержание углерода одновременно уменьшает механические показатели и упрочнение, но повышает ковкость.

Типичными областями применения являются:

- Производство пищевых продуктов таких как охлаждающий рассол, жирные кислоты и фруктово-ягодные соки
 - стойкость против кислот, щелочей и нейтральных солевых растворов, а также
 - против органических кислот
- Резервуары, в которых производится фтор и реагирует с углеводородом (ФСМ)
 - стойкость против фтора
- Хранение и транспортировка фенола
 - нечувствительность к каждому виду коррозии гарантирует абсолютную чистоту продуктов
- Производство и обработка едкого натра, особенно при температурах выше 300°C (570°F).
- Производство искусственного шелка, а также мыла
 - общая коррозионная стойкость и полная свобода от разрушения границ зерна также при температуре свыше 315°C (600°F).
- Производство хлористоводородного газа и хлорирование углеводородов, таких как бензол, метан и этан
- Производство винилхлоридмономера
 - устойчивость против сухого хлорного газа и хлористоводородного газа при повышенных температурах.

Обработка и термическая обработка

Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 хорошо поддаются горячей и холодной обработке давлением, резке и дуговой сварке неплавящимся (WIG) и плавящимся электродами (MIG).

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 и LC-Nickel 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.

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

Горячая обработка давлением

Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 могут подвергаться горячей обработкой давлением в диапазоне температур между 1200 и 800°C (2200-1470 °F). Достаточно охлаждения на воздухе.

Термообработка после горячей обработки рекомендуется для достижения оптимальных коррозионных свойств и контролируемых механических показателей.

Для нагрева обрабатываемые изделия помещают в уже разогретую до заданной величины печь. Когда в печи после этого снова будет достигнута нужная температура, материал следует держать прим. 60 минут на 100 мм толщины. Обработку следует начинать немедленно в вышеуказанном температурном интервале, при этом, если температура упадет до минимальной температуры обработки, то требуется повторное нагревание.

Холодная обработка давлением

Холодную обработку давлением следует проводить на отожженном состоянии. Свойства деформации никеля соответствуют таковым у углеродистой стали, включая упрочнение. При сильных обжатиях необходимы промежуточные отжиги. Технологические добавки не должны содержать серу.

Термообработка

Отжиг должен проводиться при температурах от 700 до 850°C (1290-1560°F), при скорости прим. 3 мин/мм.

Температура отжига и время выдержки важны для достижения мелкозернистой структуры. Поэтому рекомендуется предварительно тщательно определить параметры.

При определенных обстоятельствах выгодными являются повышения твердости от холодной обработки давлением. Температура термообработки должна быть ниже температуры рекристаллизации и только устранять напряжение деформации. Такой релаксационный отжиг должен происходить при 550 650°C (1020-1200 °F).

После каждой термообработки достаточно охлаждения на воздухе.

При каждой термообработке следует соблюдать выше названные требования к чистоте.

Удаление окалины

Окиси Nickel 99.2 и LC-Nickel 99.2 и цветов 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 удалены пескоструйной обработкой или предварительно обработаны в расплавленных солевых электролитах.

Механическая обработка

Nickel 99.2 и LC-Nickell 99.2 предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Так как материал склонен к наклепу, следует выбирать низкую скорость резания и режущий инструмент должен постоянно оставаться в действии при достаточном количестве (свободного от серы) смазочного масла.

Важна достаточная глубина резания, чтобы резать прежде возникшую нагартованную зону.

Сварка

Nickel 99.2 и LC-Nickell 99.2 могут подвергаться сварке всеми традиционными способами, такими как дуговая сварка неплавящимся электродом (WIG), сварка плавящимся электродом (MIG) (импульсная техника) и дуговая сварка стержневыми электродами с покрытием.

Для сварки следует предоставлять материал в состоянии со снятыми напряжениями или в отожженном состоянии и свободным от окалины, смазки и маркировок. Зону в прим. 25 мм 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 150°C (300°F).

Не требуется ни предварительный подогрев ни дополнительная термообработка.

Рекомендуются следующие сварочные материалы:

Электроды без покрытия Nickel S904 - FM 61
Оп.-№2.4155
SG-NiTi4
AWSA5.14: ERNi-1

Электроды с покрытием Оп.-№ 2.4156
EL-NiTi3
AWSA5.11: ENi-1

При выборе стержневых электродов с покрытием следует использовать те, которые имеют низкое содержание углерода и кремния.

Готовность к использованию

Nickel 99.2 и LC-Nickell 99.2 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), диффузионный отжиг и 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, после диффузионного отжига, 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

Бруски и прутки

Состояние поставки:

Кованые, вальцованные, волоченные, после диффузионного отжига, протравленные, повторно обточенные, зачищенные или шлифованные

Продукт	Кованые* мм	Вальцованные* мм	Волоченные* 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	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	25-750		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 - 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	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)

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 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

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