



www.nipponsteel.com

NIPPON STEEL CORPORATION
2-6-1 Маруноучи, Чиёда-ку, Токио 100-8071 Япония
Tel: +81-3-6867-4111

SEAMLESS CASING & TUBING
P003ru_01_201904f
© 2019 NIPPON STEEL CORPORATION



БЕСШОВНЫЕ ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО- КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ

Pipes
& Tubes

NIPPON STEEL CORPORATION

СОДЕРЖАНИЕ

1

ВВЕДЕНИЕ

2

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ И ИХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ

3

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ

4

ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБ И ТРУБОК

6

РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛОВ

8

Ассортимент марок

10

Механические свойства

12

ОПИСАНИЕ МАРОК СЕРИИ SM

12

1. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ для ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ОБЫЧНЫХ И ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

13

2. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ для НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН в СЕРОВОДОРОДОСТОЙКОМ ИСПОЛНЕНИИ

15

3. СТОЙКИЕ к СМЯТИЮ ОБСАДНЫЕ ТРУБЫ для СТРОИТЕЛЬСТВА ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

16

4. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ для ЭКСПЛУАТАЦИИ в АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

17

СЕРИЯ NEW SM

17

1. Марки 13CR, Super 13CR, Super 17CR и нержавеющая сталь Дуплекс

22

2. КОРРОЗИЯ H₂S + CO₂ + Cl⁻ (НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ)

24

3. РУКОВОДСТВО по ПРИЕМЛЕМОСТИ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ для СТАЛИ МАРОК 13CR, 17CRS, 13CRS, 13CRM, ДУПЛЕКСОВ и КСС

25

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

26

5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАЛИ 13CR

27

Особенности резьбовых соединений класса “Премиум”

29

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛА И СОЕДИНЕНИЙ

30

Таблица цветовых кодов марок стали по API и патентованных марок стали NIPPON STEEL

32

ДЕТАЛИ ЗАПРОСА и/или ЗАКАЗА

Уведомление: Несмотря на все усилия, предпринятые для обеспечения точности информации содержащейся в этой публикации, ответственность за использование информации берет на себя читатель, и Ниппон Стил Корпорэйшн (Nippon Steel) не дает гарантий в отношении использования информации содержащейся в этой брошюре. Информация в этой публикации может быть изменена или модифицирована без уведомления. Пожалуйста, обращайтесь в офис Ниппон Стил Корпорэйшн за последней информации. Пожалуйста, воздержитесь от несанкционированной репродукции или копии содержания данной публикации. Названия наших продуктов и услуг упомянутые в этой публикации являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками Ниппон Стил Корпорэйшн, аффилированных компаний, или третьих лиц представивших право Ниппон Стил Корпорэйшн или ее аффилированным компаниям. Названия других указанных продуктов или услуг могут быть торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих владельцев.

ВВЕДЕНИЕ

Вот уже более пяти десятилетий, NIPPON STEEL обслуживает потребности нефтяной и газовой промышленности. Статистические данные поставок в районы с самыми неблагоприятными условиями бурения свидетельствует, что NIPPON STEEL является лидером в технологиях производства труб. Сегодня продукция NIPPON STEEL даёт возможность осваивать нефтяные поля, где бурение было невозможно ещё буквально вчера. Удовлетворенность и доверие клиентов являются ключевыми словами в наших разработках продукции.

Ассортимент нашей продукции включает в себя трубы из материала от углеродистой до никелевой стали, как с традиционными соединениями стандарта API, так и с улучшенными уплотнительными свойствами соединений премиум класса семейства VAM. NIPPON STEEL выпускает широкий диапазон марок материалов для обсадных и насосно-компрессорных труб. В настоящей брошюре вы сможете ознакомиться с образцами «целевой» продукции, являющейся результатом наших научно-исследовательских разработок.

Принципы бесшовных обсадных и насосно-компрессорных труб NIPPON STEEL

Качество

Качество является основополагающим элементом в нашем бизнесе обсадных и насосно-компрессорных труб. Мы верим, что качество ведет к надежности продукции, что в свою очередь, ведет к доверию клиентов и, в конечном итоге, является основой нашей репутации. Мы и в дальнейшем приложим усилия по поддержанию и повышению наших стандартов качества.

Технологии

Чем суровее условия бурения, тем выше потребность наших клиентов в самых современных продуктах. Мы понимаем, что клиенты доверяют качеству наших продуктов при бурении в жестких условиях, и гордимся, что находимся на первой позиции в техническом аспекте. Мы будем продолжать нашу работу в научно-исследовательской деятельности, чтобы разрабатывать высокотехнологические продукты для будущего.

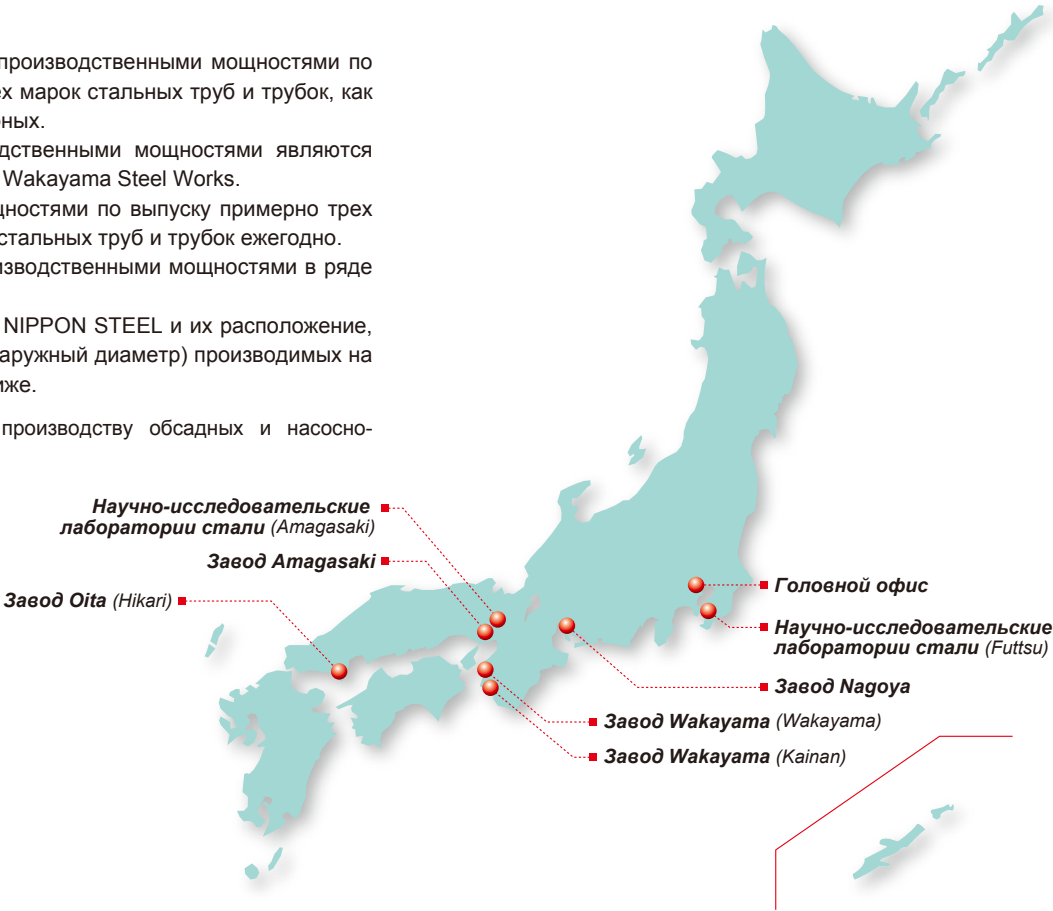
Степень удовлетворенности клиентов

Мы стремимся стать не просто превосходным поставщиком продукции. Мы намерены также стать превосходным «поставщиком» решений для наших потребителей трубной продукции. Мы считаем важным не только саму торговую сделку, но также и «предпродажный» и «послепродажный» сервис. Именно удовлетворение наших клиентов является движущей силой наших высоких устремлений в деле производства продукции для нефтегазовой отрасли.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ И ИХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ

NIPPON STEEL располагает производственными мощностями по производству практически всех марок стальных труб и трубок, как бесшовных, так и электросварных. Нашими основными производственными мощностями являются Amagasaki Steel Tube Works и Wakayama Steel Works. Эти заводы располагают мощностями по выпуску примерно трех миллионов метрических тонн стальных труб и трубок ежегодно. Компания также владеет производственными мощностями в ряде дочерних компаниях. Производственные мощности NIPPON STEEL и их расположение, а также диапазон размеров (наружный диаметр) производимых на них труб указаны в таблице ниже.

- Расположение заводов по производству обсадных и насосно-компрессорных труб



Оборудование по производству труб NIPPON STEEL и диапазон размеров

Трубопрокатный стан		Местонахождение завода	Наружный диаметр (Н.Д.) в дюймах																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60						
Бесшовные (горячего проката)	Прошивка (2 установки)	Kainan			2 ³ / ₈		7																				
	Прошивка	Wakayama						5 ¹ / ₂		16 ³ / ₄																	
	Процесс Юджина-Сежурнета	Amagasaki			2 ³ / ₈					9 ⁵ / ₈																	
	Реечный стан Эрхарда	Amagasaki								8					28												
Холодного проката	Цепной волочильный стан	Amagasaki			2 ³ / ₈												20										
ERW	Электродуговая сварка	Hikari										12		24													
	Электродуговая сварка	Nagoya					4 ¹ / ₂					16															

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ



Завод по производству стальных труб Amagasaki

Завод по производству стальных труб был создан в 1919 году как первый интегрированный завод в Японии по производству высококачественных бесшовных труб и трубок. С тех пор завод специализируется в производстве стальных труб и трубок высокого качества. NIPPON STEEL постоянно проводит исследования по улучшению производственных методик и улучшения качества выпускаемой продукции.

Завод по производству стальных труб Wakayama

Завод по производству стальных труб Wakayama является интегрированным центром поставки бесшовных труб. При производстве стальных заготовок используются доменная печь, конвертер и стан непрерывной разливки. Затем на трёх трубопрокатных станах идёт раскатка заготовок в бесшовные трубы. Более того, стан проката бесшовных труб среднего размера является самым современным в мире и напрямую связан со станом непрерывной разливки круглых заготовок, соединённый со станом по прошивке коническим пробойником и валками под скрещивающимися осями, прокатного стана и встроенной печи для термообработки.

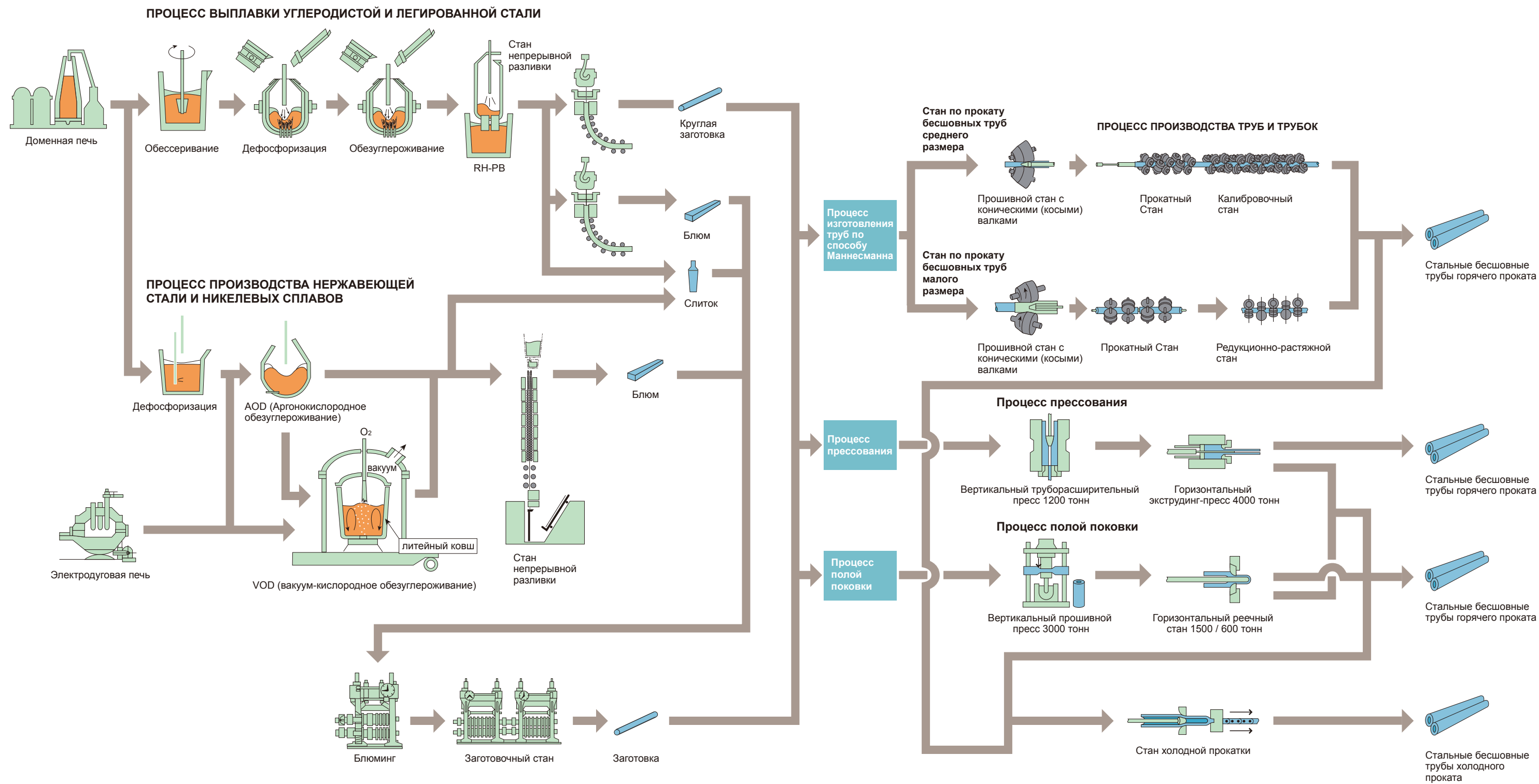


Завод Wakayama



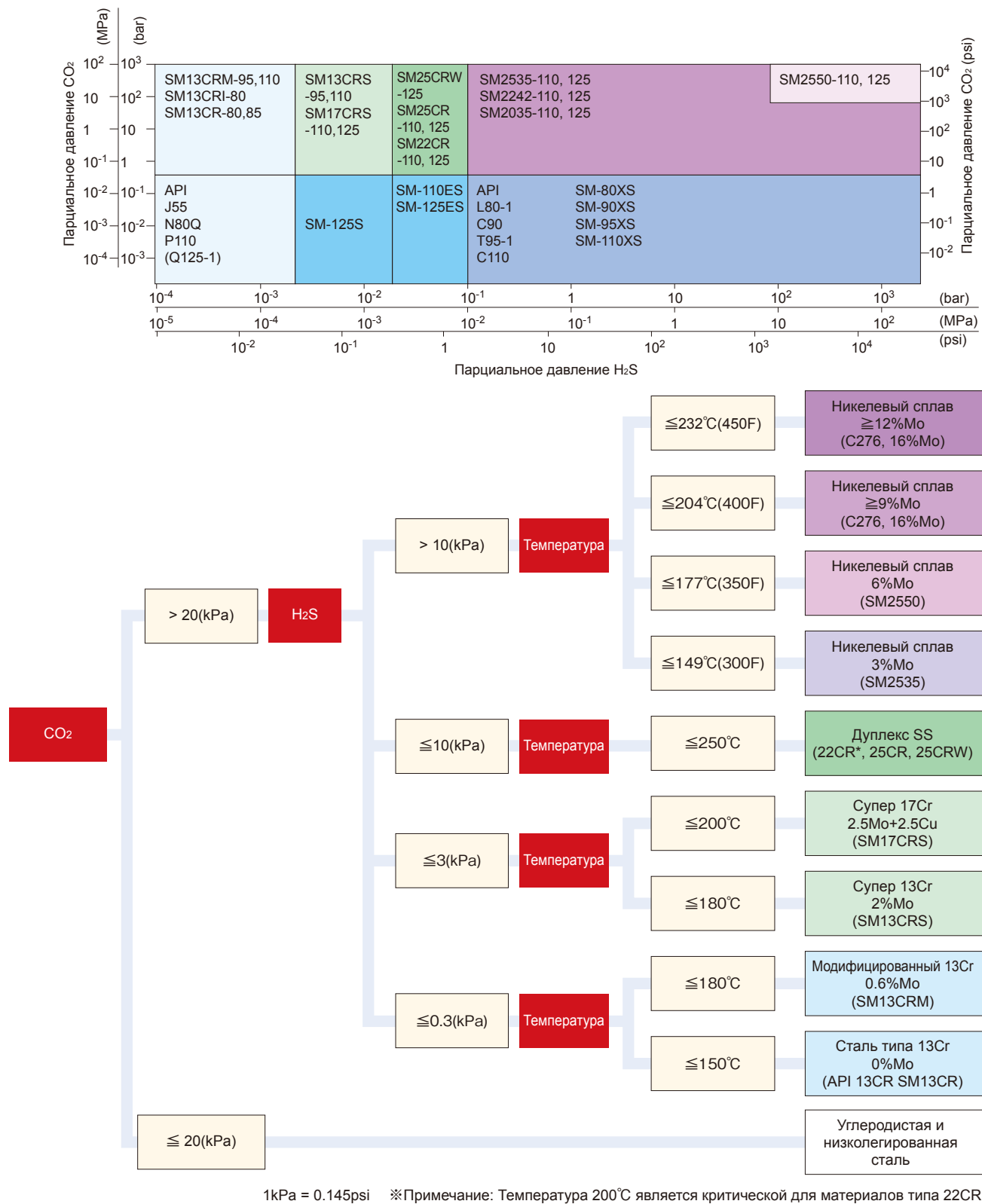
Завод Kainan

ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБ И ТРУБОК

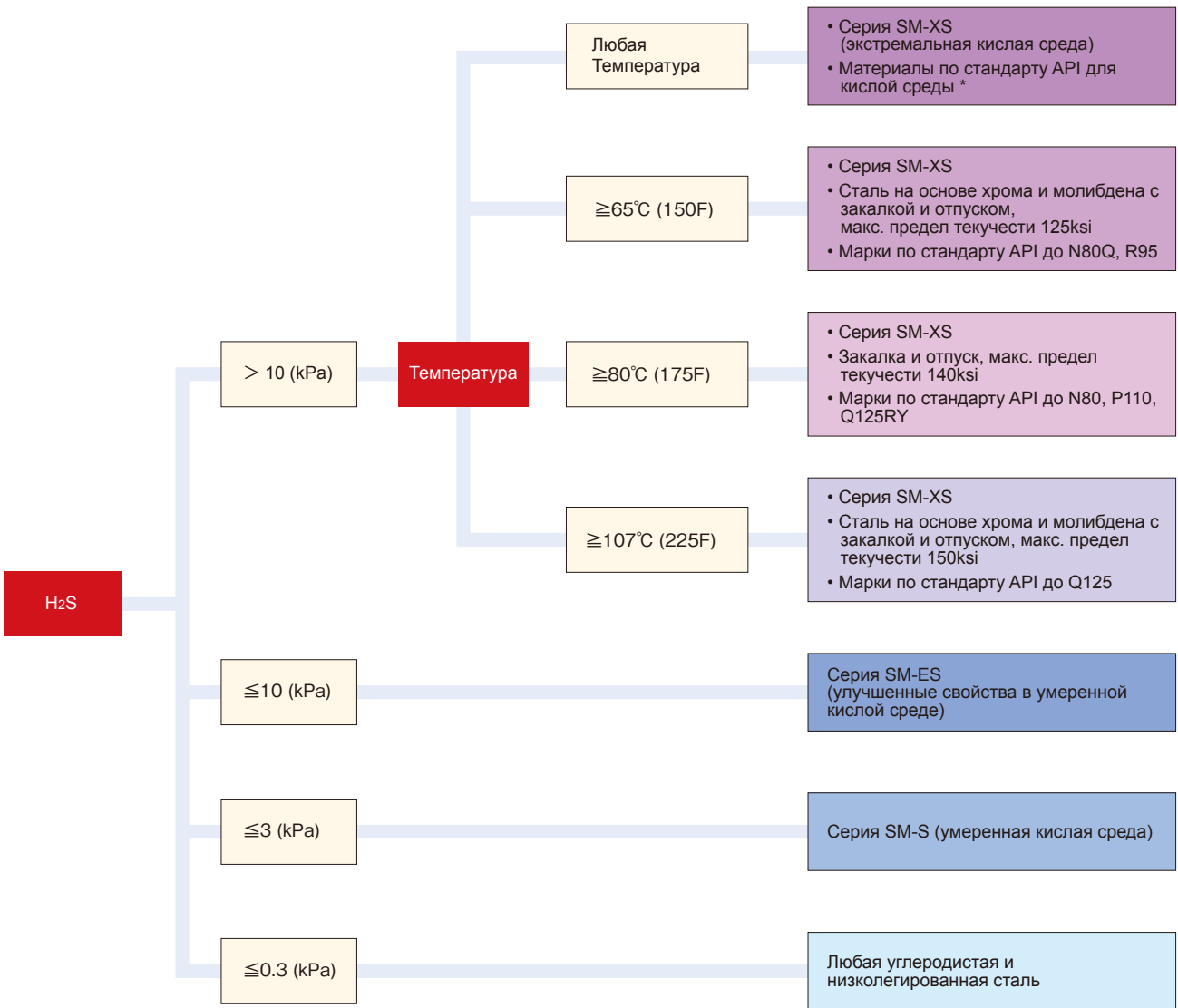


РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛОВ

Выбор материалов для обсадных и насосно-компрессорных труб в основном определяется исходя из PCO_2 , PH_2S и температуры среды эксплуатации



Углеродистая и низколегированная сталь



Ассортимент марок

Мин. Предел текучести (psi)	Стандарт API 5CT				Серии SM и NT (проприетарные марки)										Серия New SM (проприетарные марки)			
	Бесшовные и электросварные				Бесшовные и электросварные										Бесшовные			
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Для обычных и глубоких скважин	С высокой прочностью на смятие		Хладостойкие		Сероводородостойкие			Сероводородостойкие и устойчивые к смятию		Влажная среда CO ₂	Влажная среда, CO ₂ и сероводород	Влажная среда, CO ₂ , сероводород и наличие хлоридов	
						Обычные	Хладостойкие			Умеренно кислая среда	Кислая среда общего типа	Экстремальные условия	Кислая среда общего типа	Экстремальные условия				
40,000	H40																	
55,000	J55 K55					NT-55HE												
65,000		M65																
80,000	N80Q	L80-1 L80-13CR			NT-80DE	SM-80T NT-80HE	NT-80LHE	SM-80L SM-80LL				SM-80XS		SM-80TXS	SM13CR-80 SM13CRI-80			
85,000															SM13CR-85			
90,000		C90-1										SM-90XS		SM-90TXS				
95,000	R95	T95-1				SM-95T SM-95TT NT-95HE		SM-95L SM-95LL				SM-95XS		SM-95TXS	SM13CR-95 SM13CRM-95	SM13CRS-95		
100,000																		
110,000		C110	P110			SM-110T SM-110TT NT-110HE		SM-110L SM-110LL			SM-110ES	SM-110XS	SM-110TES	SM-110TXS	SM13CRM-110	SM13CRS-110 SM17CRS-110 SM22CR-110 SM25CR-110	SM2535-110 SM2242-110 SM2035-110	SM2550-110 SM2050-110 SMC276-110
125,000				Q125-1		SM-125TT				SM-125S	SM-125ES		SM-125TES			SM17CRS-125 SM22CR-125 SM25CR-125 SM25CRW-125	SM2535-125 SM2035-125	SM2550-125 SM2050-125 SMC276-125
130,000					SM-130G SM-130CY													
140,000					SM-140G												SM2535-140	SMC276-140

Цветовое обозначение в таблице: черный.....бесшовные и электросварные синий.....бесшовные
красный.....электросварные (для получения более подробной информации см. каталог электросварных труб нефтегазового сортамента)

Механические свойства

Спецификация	Применение	Марка	Механические свойства							Примечания		
			Предел текучести		Прочность на разрыв		Удлинение (%)	Твердость	△ HRC			
			мин ksi (МПа)	макс ksi (Мпа)	мин ksi (МПа)							
API 5CT	Группа 1	H40	40 (276)	80 (552)	≧ 60 (414)		Формула API					
		J55	55 (379)	80 (552)	≧ 75 (517)		Формула API					
		K55	55 (379)	80 (552)	≧ 95 (655)		Формула API					
		N80Q	80 (552)	110 (758)	≧ 100 (689)		Формула API					
		R95	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API					
	Группа 2	M65	65 (448)	85 (586)	≧ 85 (586)		Формула API		HRC ≦ 22			
		L80-1	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 23			
		L80-13CR	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 23			
		C90-1	90 (621)	105 (724)	≧ 100 (689)		Формула API		HRC ≦ 25.4	≧ 3 ~ 6		
		T95-1	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 25.4	≧ 3 ~ 6		
		C110	110 (758)	120 (828)	≧ 115 (793)		Формула API		HRC ≦ 30	≧ 3 ~ 6		
	Группа 3	P110	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)		Формула API					
	Группа 4	Q125-1	125 (862)	150 (1034)	≧ 135 (931)		Формула API		≧ 3 ~ 5			
серия SM	G Для обычных и глубоких скважин	SM-130G	130 (896)	160 (1103)	≧ 135 (931)		Формула API					
		SM-140G	140 (965)	170 (1172)	≧ 150 (1034)		Формула API					
		SM-130CY	130 (896)	140 (965)	≧ 135 (931)		Формула API			≧ 3 ~ 5		
	T, TT С высокой прочностью на смятие	SM-80T	80 (552)	110 (758)	≧ 100 (689)		Формула API				<Испытание на разрушение смятием> См. ТУ на материалы на сайте www.tubular.nipponsteel.com	
		SM-95T	95 (655)	125 (862)	≧ 110 (758)		Формула API					
		SM-110T	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)		Формула API					
		SM-95TT	95 (655)	125 (862)	≧ 110 (758)		Формула API					
		SM-110TT	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)		Формула API					
		SM-125TT	125 (862)	155 (1069)	≧ 135 (931)		Формула API					
	S Эксплуатация в умеренно кислой среде	SM-125S	125 (862)	140 (965)	≧ 130 (896)		Формула API		HRC ≦ 36			
	ES Эксплуатация в кислой среде общего типа	SM-110ES	110 (758)	125 (862)	≧ 115 (793)		Формула API		HRC ≦ 30			
		SM-125ES	125 (862)	140 (965)	≧ 130 (896)		Формула API		HRC ≦ 36			
	XS Эксплуатация в экстремально кислой среде	SM-80XS	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 22		<Испытание на коррозию> См. таблицу на стр.13. См. ТУ на материалы на сайте www.tubular.nipponsteel.com	
		SM-90XS	90 (621)	105 (724)	≧ 100 (689)		Формула API		HRC ≦ 25.4			
		SM-95XS	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 25.4			
		SM-110XS	110 (758)	120 (828)	≧ 115 (793)		Формула API		HRC ≦ 29			
	TES Эксплуатация в кислой среде общего типа + устойчивые к смятию	SM-110TES	110 (758)	125 (862)	≧ 115 (793)		Формула API		HRC ≦ 30			
		SM-125TES	125 (862)	140 (965)	≧ 130 (896)		Формула API		HRC ≦ 36			
	TXS Эксплуатация в экстремально кислой среде + устойчивые к смятию	SM-80TXS	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 22		<Испытание на коррозию> См. таблицу на стр. 13. <Испытание на разрушение смятием>	
		SM-90TXS	90 (621)	105 (724)	≧ 100 (689)		Формула API		HRC ≦ 25.4			
		SM-95TXS	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 25.4			
		SM-110TXS	110 (758)	120 (828)	≧ 115 (793)		Формула API		HRC ≦ 29			
	L, LL Эксплуатация при низких температурах	SM-80L	80 (552)	110 (758)	≧ 100 (689)		Формула API					
		SM-95L	95 (655)	125 (862)	≧ 105 (724)		Формула API					
		SM-110L	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)		Формула API					
		SM-80LL	80 (552)	110 (758)	≧ 100 (689)		Формула API					
		SM-95LL	95 (655)	125 (862)	≧ 105 (724)		Формула API					
		SM-110LL	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)		Формула API					
серия NEW SM	Коррозионная среда CO ₂	SM13CR-80	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 23			
		SM13CR-85	85 (586)	100 (689)	≧ 100 (689)		Формула API		HRC ≦ 24			
		SM13CR-95	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 27			
		SM13CRI-80	80 (552)	95 (655)	≧ 95 (655)		Формула API		HRC ≦ 25			
		SM13CRM-95	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 28			
		SM13CRM-110	110 (758)	125 (862)	≧ 110 (758)		Формула API		HRC ≦ 32			
	Коррозионная среда CO ₂ с низким содержанием H ₂ S	SM13CRS-95	95 (655)	110 (758)	≧ 105 (724)		Формула API		HRC ≦ 28			
		SM13CRS-110	110 (758)	125 (862)	≧ 110 (758)		Формула API		HRC ≦ 32			
		SM17CRS-110	110 (758)	135 (931)	≧ 120 (828)		Формула API		HRC ≦ 36			
		SM17CRS-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)		Формула API		HRC ≦ 38			
		SM22CR-110	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)	12			HRC ≦ 36			
		SM22CR-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)	11			HRC ≦ 37			
		SM25CR-110	110 (758)	140 (965)	≧ 125 (862)	12			HRC ≦ 36			
		SM25CR-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)	11			HRC ≦ 37			
		SM25CRW-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)	11			HRC ≦ 37			
	Коррозионная среда CO ₂ -H ₂ S-Cl ⁻	SM2535-110	110 (758)	140 (965)	≧ 115 (793)		12		HRC ≦ 32			
		SM2535-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)		10		HRC ≦ 34			
		SM2535-140	140 (965)	165 (1138)	≧ 145 (1000)		10		HRC ≦ 40			
		SM2242-110	110 (758)	140 (965)	≧ 115 (793)		13		HRC ≦ 32			
		SM2035-110	110 (758)	140 (965)	≧ 115 (793)		11		HRC ≦ 32			
		SM2035-125	125 (862)	140 (965)	≧ 130 (896)		9		HRC ≦ 33			
		SM2550-110	110 (758)	140 (965)	≧ 120 (828)		15		HRC ≦ 33			
		SM2550-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)		13		HRC ≦ 36			
		SM2050-110	110 (758)	140 (965)	≧ 120 (828)		16		HRC ≦ 34			
		SM2050-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)		14		HRC ≦ 36			
		SMC276-110	110 (758)	140 (965)	≧ 115 (793)		20		HRC ≦ 38			
		SMC276-125	125 (862)	145 (1000)	≧ 130 (896)		14		HRC ≦ 38			
		SMC276-140	140 (965)	160 (1103)	≧ 145 (1000)		10		HRC ≦ 40			

ОПИСАНИЕ МАРОК СЕРИИ SM

1. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ для ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ОБЫЧНЫХ И ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

Трубы серии SM-G, предназначенные для эксплуатации в обычных и глубоких скважинах, имеют превосходные характеристики по пределу текучести и прочности, сохраняя при этом хорошую пластичность и вязкость. Марки SM-130G и SM-140G обладают повышенными значениями предела текучести и прочности, необходимые для строительства глубоких скважин.

Марка	Предел текучести		Прочность на разрыв мин psi (МПа)	Относительное удлинение мин %	Ударная вязкость мин. среднее При 32°F (0°C) фут-фунт (Дж)
	мин psi (МПа)	макс psi (МПа)			
SM-130G	130,000 (896)	160,000 (1103)	135,000 (931)	Формула API	20 (27) (Образец: 10 на 10 мм)
SM-140G	140,000 (965)	170,000 (1172)	150,000 (1034)		

ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Прочность на разрыв

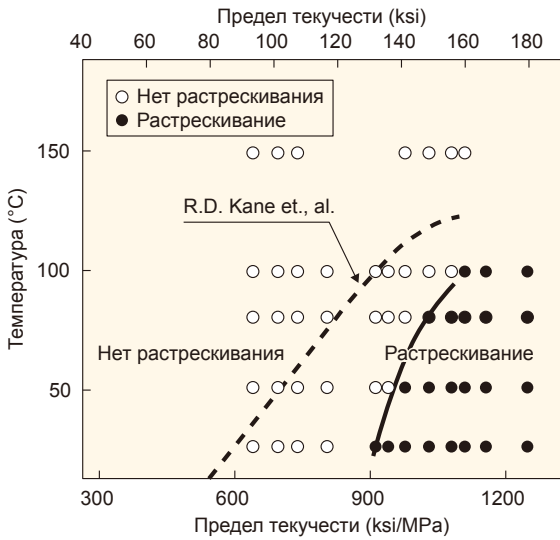
Прочность обсадных труб к смятию и высоким осевым нагрузкам на разрыв приобретают чрезвычайную важность при бурении все более глубоких скважин. Трубы марок SM130G и SM-140G обладают высокими прочностными свойствами.

2. Механические свойства

Механические свойства труб серии SM-G приведены в таблице выше. Трубы марок SM130G и SM140G имеют требуемую повышенную прочность.

Применение высокопрочных марок для глубоких сероводородосодержащих газовых и нефтяных скважин

При подборе высокопрочных материалов необходимо принимать во внимание даже самый минимальный уровень сероводородного загрязнения среды. Пригодность высокопрочных сталей для эксплуатации в сероводородосодержащей среде в зависимости от таких факторов, как концентрация H₂S, уровень прилагаемого нагружения и температура, показана на рисунке. Чувствительность к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением увеличивается вместе с увеличением прочности стали: такие марки как SM140G абсолютно не применимы в присутствии H₂S.



2. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ для НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН в СЕРОВОДОРОДОСТОЙКОМ ИСПОЛНЕНИИ

Для предотвращения возможного сульфидного коррозионного растрескивания под напряжением в нефтяных и газовых скважинах с кислой средой, необходимо использование специальных обсадных и насосно-компрессорных труб. Для этой цели были разработаны и широко используются трубы Группы 2 стандарта API 5CT. Однако, при высокой концентрации H₂S трубы этого стандарта могут не вполне соответствовать ожидаемым требованиям. В результате долговременной научно-исследовательской деятельности NIPPON STEEL успешно разработала материалы для обсадных и насосно-компрессорных труб с повышенной прочностью и коррозионной стойкостью для решения этой проблемы. Эти материалы марки SM-XS для экстремальных сероводородных сред; марки SM-ES для усиленных умеренных сероводородных. Описание приведено ниже. NIPPON STEEL не рекомендует использование материалов групп SM прочности 100ksi и выше в сероводородостойком исполнении для использования в качестве НКТ. Трубы каждой из этих марок производятся с соблюдением жёсткого контроля качества, охватывающего такие параметры как химический состав, термообработку (закалку и отпуск) прочностные характеристики, твердость и микроструктуру.

Тип	Марка	Механические характеристики				Испытания на СКРН			
		Предел текучести		Прочность на разрыв	Твердость HRC	NACE TM0177 метод A			Испытания на СКРН
		мин ksi (МПа)	макс ksi (МПа)	мин psi (МПа)	макс	парциальное давление H ₂ S (бар)	Метод	Прилагаемая нагрузка	
марки API	C90	90 (621)	105 (724)	100 (689)	25.4	1	A	80%SMYS	—
	T95	95 (655)	110 (758)	105 (724)	25.4	1	A	80%SMYS	—
	C110	110 (758)	120 (828)	115 (793)	30.0	1	A	85%SMYS	—
эксплуатация в экстремально кислой среде	SM-80XS	80 (552)	95 (655)	95 (655)	22.0	1	A	90%SMYS	—
	SM-90XS	90 (621)	105 (724)	100 (689)	25.4	1	A	90%SMYS	—
	SM-95XS	95 (655)	110 (758)	105 (724)	25.4	1	A	90%SMYS	—
	SM-110XS	110 (758)	120 (828)	115 (793)	29.0	1	A	85%SMYS	—
эксплуатация в экстремально кислой среде +DCB	SM-80XSD	80 (552)	95 (655)	95 (655)	22.0	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-90XSD	90 (621)	105 (724)	100 (689)	25.4	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-95XSD	95 (655)	110 (758)	105 (724)	25.4	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-110XSD	110 (758)	120 (828)	115 (793)	29.0	1	A	85%SMYS	24ksi/in
для эксплуатации в экстремально кислой среде + устойчивые к смятию	SM-80TXS	80 (552)	95 (655)	95 (655)	22.0	1	A	90%SMYS	—
	SM-90TXS	90 (621)	105 (724)	100 (689)	25.4	1	A	90%SMYS	—
	SM-95TXS	95 (655)	110 (758)	105 (724)	25.4	1	A	90%SMYS	—
	SM-110TXS	110 (758)	120 (828)	115 (793)	29.0	1	A	85%SMYS	—
Для эксплуатации в экстремально кислой среде +DCB +устойчивые к смятию	SM-80TXSD	80 (552)	95 (655)	95 (655)	22.0	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-90TXSD	90 (621)	105 (724)	100 (689)	25.4	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-95TXSD	95 (655)	110 (758)	105 (724)	25.4	1	A	90%SMYS	30ksi/in
	SM-110TXSD	110 (758)	120 (828)	115 (793)	29.0	1	A	85%SMYS	24ksi/in
Умеренно кислая среда	SM-125S	125 (862)	140 (965)	130 (896)	36.0	0.03	B (pH3.5)	85%SMYS	—
Кислая среда общего типа	SM-110ES	110 (758)	125 (862)	115 (793)	30.0	0.1	B (pH3.5)	85%SMYS	—
	SM-125ES	125 (862)	140 (965)	130 (896)	36.0	0.1	B (pH3.5)	85%SMYS	—
Кислая среда общего типа + устойчивые к смятию	SM-110TES	110 (758)	125 (862)	115 (793)	30.0	0.1	B (pH3.5)	85%SMYS	—
	SM-125TES	125 (862)	140 (965)	130 (896)	36.0	0.1	B (pH3.5)	85%SMYS	—

NIPPON STEEL обновил линейку сероводородостойких марок с 1-го октября 2012. Для получения дополнительной информации см. вебсайт www.tubular.nipponsteel.com

ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Материалы

Как для повышения стойкости к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением, так и для обеспечения прокаливаемости материала по всей толщине стенки был тщательно определен химический состав материала.

2. Термическая обработка

В целях обеспечения однородных физических свойств и структуры металла закалка и отпуск стали производятся под жестким температурным контролем. Были разработаны новые высокопрочные сероводородостойкие марки стали SM-110ES, SM-125ES, SM-110XS, SM-110TXS.

3. Микроструктура

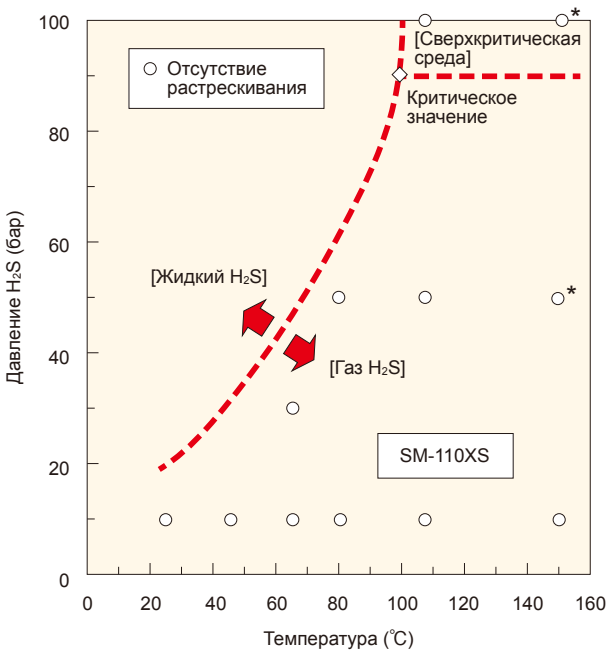
Данные марки имеют полностью отпущенную мартенситную структуру, которая считается самой подходящей для повышения сопротивляемости сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением.

4. Прочность и твердость

Предел текучести ограничен узким диапазоном; твердость контролируется в максимальных предустановленных пределах.

5. Показатели сульфидного растрескивания под напряжением (CPH)

Сероводородостойкие марки серии SM отвечают требованиям спецификации NACE (Национальной ассоциации инженеров-коррозионистов) по пороговому напряжению 85% или 90% величины гарантированного минимального предела текучести (МПТ). Превосходная сопротивляемость CPH была достигнута благодаря строгому контролю химического состава, термообработки, микроструктуры, прочностных свойств, твердости и пр.



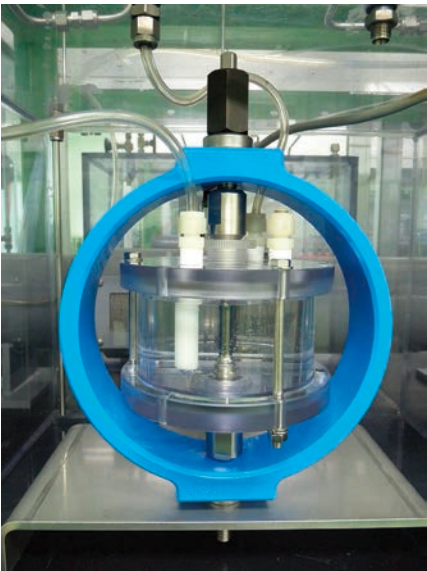
Восприимчивость к растрескиванию как функция температуры и давления H₂S
(Метод: испытание с 4-х точечным изгибом с прилагаемым нагружением: 90% фактического предела текучести, давление H₂S: 10-100 бар, температура испытаний: 24-107°C, испытуемый раствор: 5%NaCl, продолжительность испытаний: 720 ч, 2 160 ч)*: 2 160 ч испытаний

3. СТОЙКИЕ К СМЯТИЮ ОБСАДНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

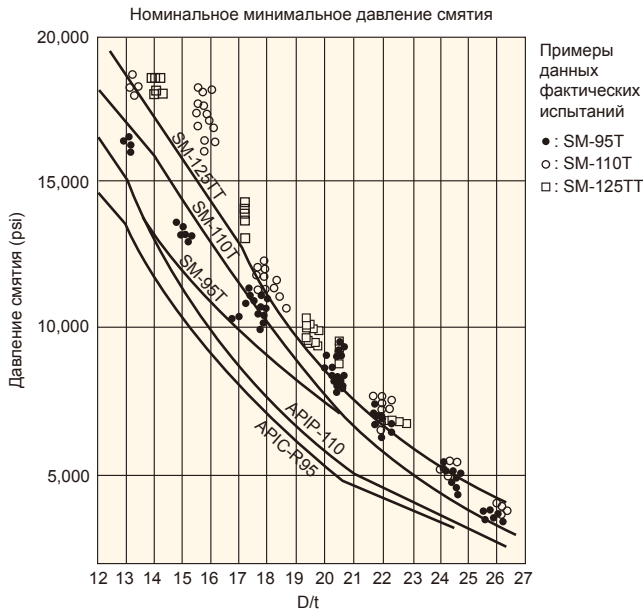
Стойкие к смятию обсадные трубы NIPPON STEEL серии SM-T – это бесшовные трубы, разработанные для применения в глубоких скважинах, где ожидается высокое давление смятия. В целях соответствия условиям строительства глубоких скважин, обсадные трубы марки SM-T имеют улучшенные характеристики сопротивления смятию, намного превышающие нормативы API. Эти свойства были достигнуты благодаря строгому контролю над производственным процессом и уникальным технологиям, в т.ч. закалки и отпуска стали. Трубы марки SM-T демонстрируют чрезвычайно высокое сопротивление растягивающей нагрузке, внутреннему давлению и смятию. Марки SM-TES, TXS, TXSD также высокоустойчивы к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением и могут быть использованы в глубоких нефтяных и газовых скважинах с сероводородосодержащей средой.

Марка	Предел текучести		Прочность на разрыв мин psi (МПа)	Относительное удлинение мин %	Сопротивление смятию
	мин psi (МПа)	макс psi (МПа)			
SM- 80T	80,000 (552)	110,000 (758)	100,000 (689)	Формула API	См. вебсайт www.tubular.nipponsteel.com или обращайтесь к представителю NIPPON STEEL
SM- 95T	95,000 (655)	125,000 (862)	110,000 (758)	Формула API	
SM- 95TT	95,000 (655)	125,000 (862)	110,000 (758)	Формула API	
SM-110T	110,000 (758)	140,000 (965)	125,000 (862)	Формула API	
SM-110TT	110,000 (758)	140,000 (965)	125,000 (862)	Формула API	
SM-125TT	125,000 (862)	155,000 (1069)	135,000 (931)	Формула API	

По мере увеличения глубины бурения все более возрастает наружное давление на обсадную колонну. Именно поэтому обсадная колонна должна обладать адекватным сопротивлением смятию, чтобы выдержать эти горизонтальные давления без деформации. По экономическим причинам такие трубы должны быть по возможности легкими, сохраняя при этом достаточные свойства сопротивления смятию. Принимая во внимание все эти обстоятельства, NIPPON STEEL разработала высокопрочные обсадные трубы марки SM-T. Разработка этих труб – результат экспериментов, в ходе которых изучалось критическое давление смятия на трубу в отношении к продольной прочности на разрыв и геометрических характеристик ее поперечного сечения.



Установка для испытаний на СКРН под постоянной нагрузкой



ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Уникальные технологии производства

Для обеспечения структурной однородности материал для SM-T отбирается очень тщательно. В течение всего производственного процесса осуществляется строгий контроль термообработки и размерных допусков.

2. Строгий контроль геометрии

Мы осуществляем строгий контроль размерных допусков, в частности, овальности, прямолинейности, наружного диаметра и толщины стенки.

3. Номинальные значения смятия

Для каждой партии обсадных труб SM-T проводится испытание на смятие на самом современном оборудовании с той же частотой испытаний, что и для испытаний на прочность.

СЕРИЯ NEW SM

4. ОБСАДНЫЕ И НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Трубы NIPPON STEEL марок серии SM-L разработаны для обеспечения высокой ударной вязкости при отрицательных температурах для эксплуатации в арктических условиях. Подобные свойства были достигнуты благодаря жесткому химическому контролю материала и специальной термической обработке. В таблицах ниже приведены значения механических характеристик и ударной вязкости.

Механические характеристики

Марка	Предел текучести		Прочность на разрыв мин psi (МПа)	Относительное удлинение мин % на 2 дюйма
	мин psi (МПа)	макс psi (МПа)		
SM-80L SM-80LL	80,000 (552)	110,000 (758)	100,000 (689)	Формула API
SM-95L SM-95LL	95,000 (655)	125,000 (862)	105,000 (742)	
SM-110L SM-110LL	110,000 (758)	140,000 (965)	125,000 (862)	

Свойства ударной вязкости (значения ударной вязкости по Шарпи)

Марка	Размер образца, мм	Мин. средн. значения для набора из трех образцов фут-фунт (Дж)	Мин. значение для одного образца из набора фут-фунт (Дж)
SM-80L SM-95L SM-110L	10 на 10 10 на 7.5 10 на 5 10 на 2.5	20 (27) 15 (20) 10 (14) 5 (7)	15 (20) 11 (15) 8 (11) 4 (5)

Температура испытаний : -50 F (-46°C)

Марка	Размер образца, мм	Мин. средн. значения для набора из трех образцов фут-фунт (Дж)	Мин. значение для одного образца из набора фут-фунт (Дж)
SM-80LL SM-95LL SM-110LL	10 на 10 10 на 7.5 10 на 5	23.1 (31) 18.5 (25) 12.7 (17)	15.4 (21) 12.3 (17) 8.5 (12)

Температура испытаний : -67 F (-55°C)

ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Материал

Для повышения устойчивости к воздействию низких температур используется специальная сталь.

2. Термическая обработка

Особое внимание уделяется закалке и отпуску как труб, так и муфт.

3. Ударные свойства

См. Таблицу ниже.

1. Марки 13CR, Super 13CR, Super 17CR и нержавеющая сталь Дуплекс

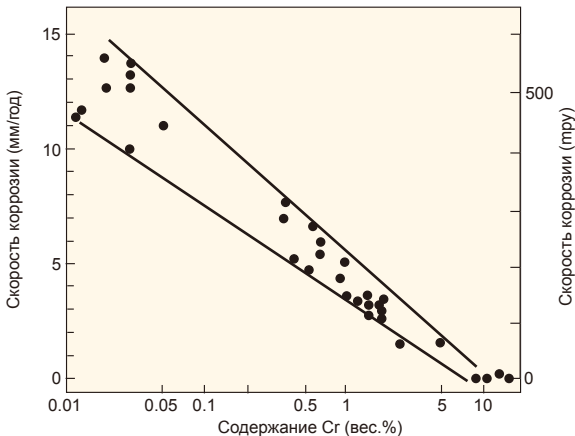
1.1 Химический состав

Марка	Химический состав (вес %)							
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	W
SM13CR	≤ 0.22	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.25	≤ 0.5	12.0 ~14.0	—	—
SM13CRI	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 1.50	—	1.5 ~3.0	10.5 ~12.5	0.2 ~0.4	—
SM13CRM	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 1.00	—	4.0 ~6.0	11.0 ~14.0	0.2 ~1.2	—
SM13CRS	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 0.50	—	5.0 ~6.5	11.5 ~13.5	1.5 ~3.0	—
SM17CRS	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 0.50	2.0 ~3.0	4.5 ~5.5	16.0 ~18.0	2.0 ~3.0	—
SM22CR	≤ 0.03	≤ 1.00	≤ 2.00	—	4.5 ~6.5	21.0 ~23.0	2.5 ~3.5	—
SM25CR	≤ 0.03	≤ 0.75	≤ 1.00	0.2 ~0.8	5.5 ~7.5	24.0 ~26.0	2.5 ~3.5	0.10 ~0.50
SM25CRW	≤ 0.03	≤ 0.80	≤ 1.00	0.2 ~0.8	6.0 ~8.0	24.0 ~26.0	2.5 ~3.5	2.01 ~2.50

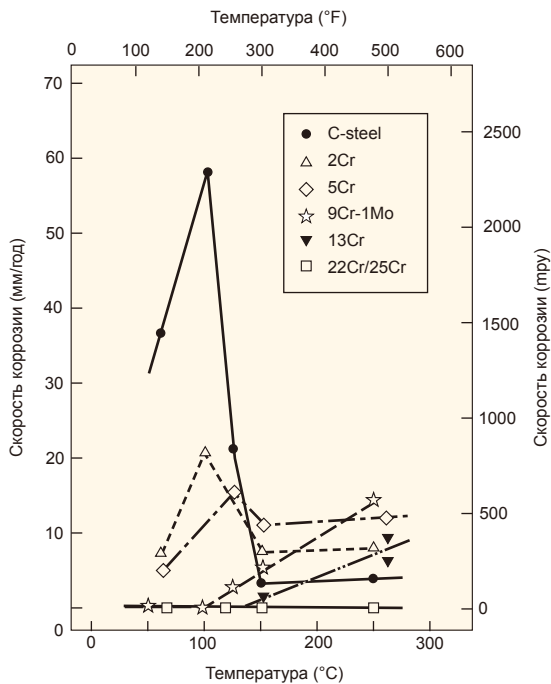
1.2 Сопротивление коррозии CO₂

(1) Высокохромистые стали, такие как нержавеющая сталь 13Cr, являются стойкими к коррозии в среде CO₂, что дает возможность их широкой эксплуатации в скважинах, содержащих CO₂ и CL⁻.

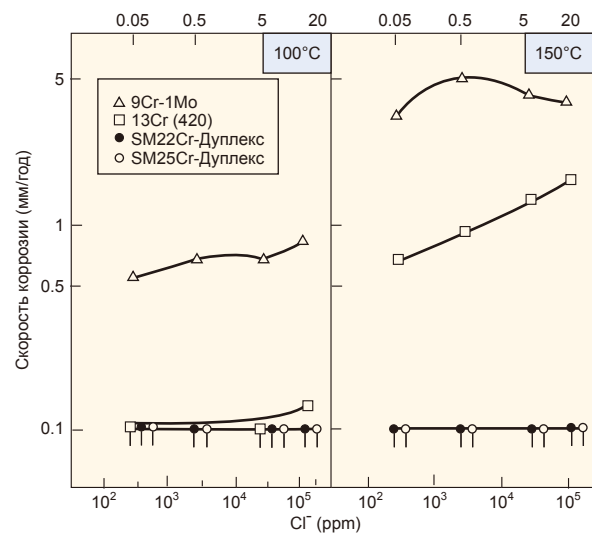
(2) Влияние содержания Cr и температуры на коррозию в CO₂ показано на рисунке ниже. Критической температурой для 13CR и 13CRI является 150°C; для 13CRM и 13CRS - 180°C. Нержавеющая сталь марки Дуплекс (25Cr) демонстрирует высокое сопротивление коррозии при температуре до 250°C.



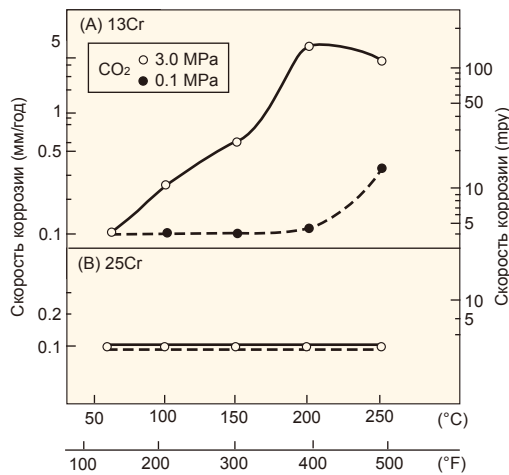
Влияние содержания Cr в коммерческой трубной продукции на скорость коррозии (кольцевая испытательная установка)
(Синтетическая морская вода, парциальное давление CO₂ равно 0,1 МПа (60°C), температура испытаний 60°C, продолжительность теста 150 ч, скорость потока 2,5 м/сек, удельный объем: 800 куб.см/см²)



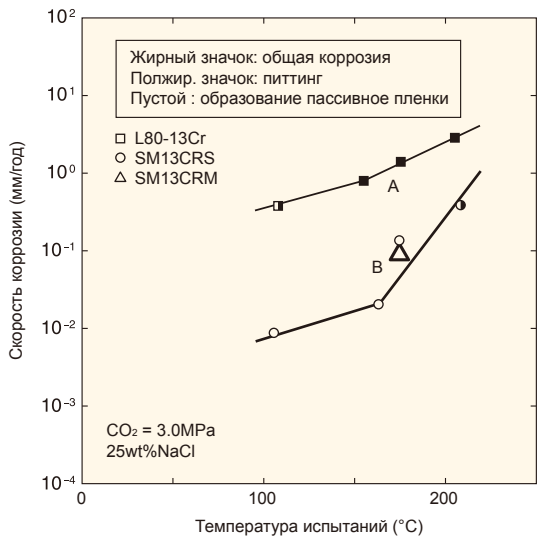
Влияние температуры на скорость коррозии (автоклав)
(Синтетическая морская вода, парциальное давление CO₂ равно 3,0 МПа (комн. темп.), продолжительность 72 ч, Скорость потока 2,5 м/с, удельный объем: 42 куб.см/см²)



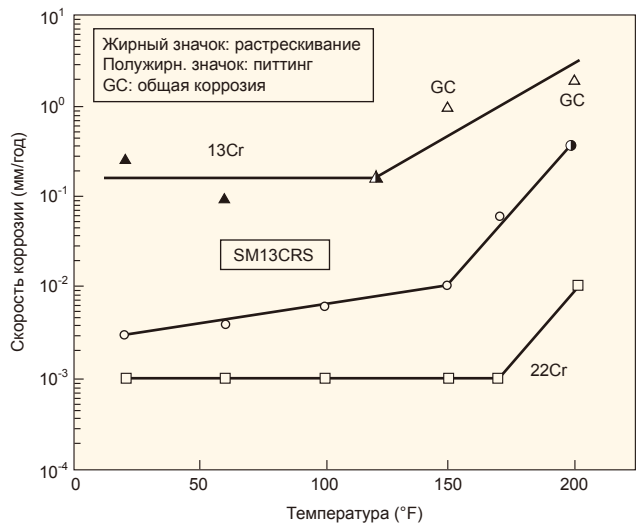
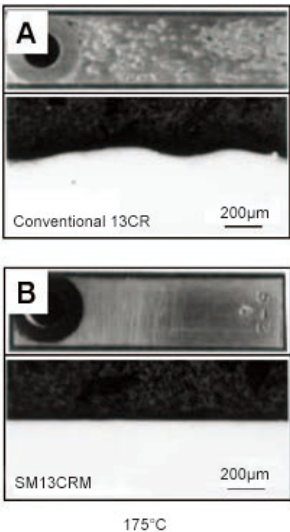
Влияние Cl^- низкой концентрации на скорость коррозии хромистых сталей при 150°C в автоклаве.
(3,0 МПа CO_2 при 25°C, продолжительность испытаний 96 ч, скорость потока 2,5 м/сек)



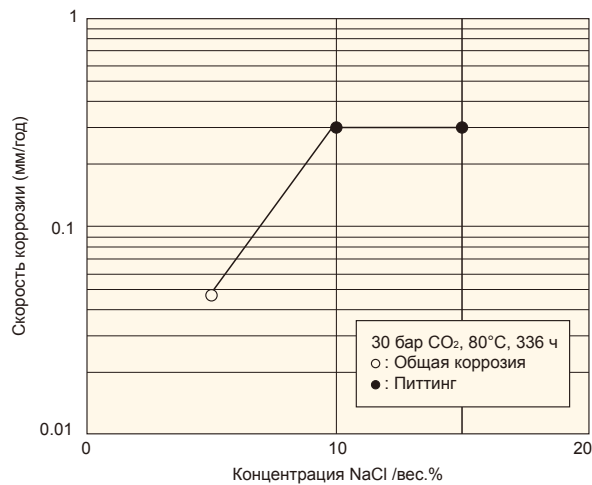
Влияние парциального давления CO_2 и температуры на скорость коррозии хромистых сталей
(5% NaCl, CO_2 3,0 и 0,1 МПа при 25°C, продолжительность испытаний 96 ч, скорость потока 2,5 м/сек)



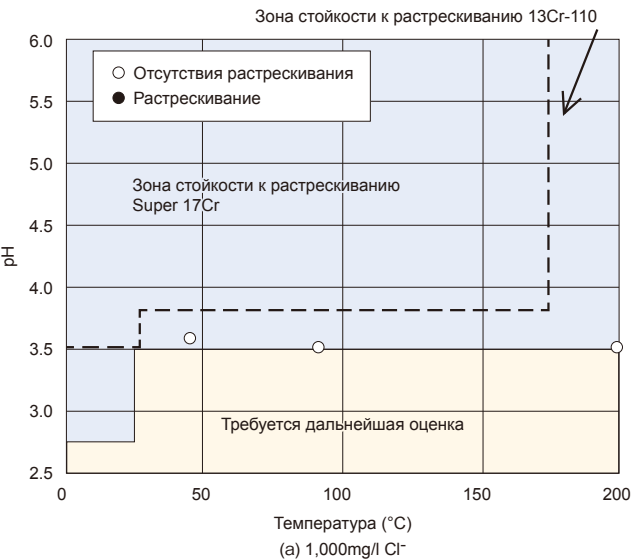
Влияние температуры на скорость коррозии обычной стали 13CR, SM13CRS и SM13CRM в среде CO_2 (3,0 МПа (450psi) CO_2 , 150 000 ppm Cl^-)



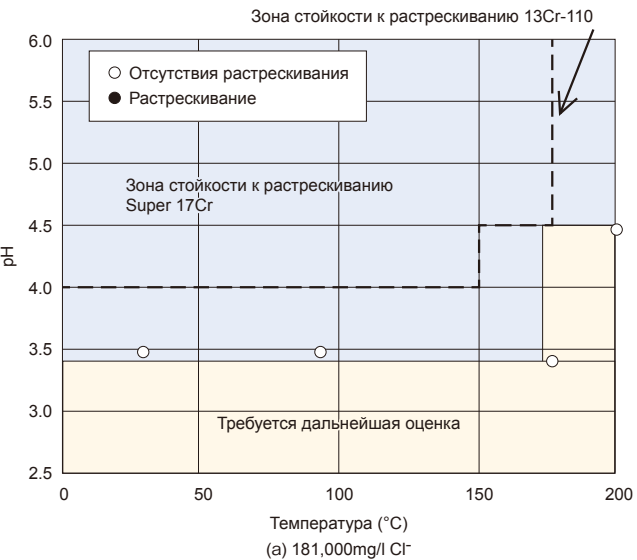
Влияние температуры на сопротивление коррозии SM13CRS
(5%NaCl + 3,0 МПа (450psi) CO_2 + 0,001 МПа (0,15psi) H_2S)



Наличие питтинга и концентрация NaCl
(обычная сталь типа 13Cr)



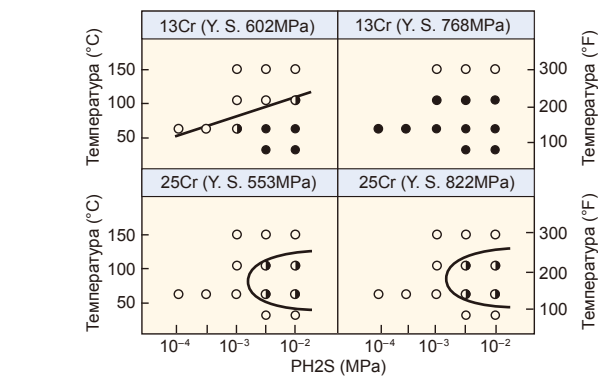
Влияние pH и температуры на восприимчивость марки типа Super 17Cr-125 к растрескиванию под воздействием внешней среды (EAC) при 0,001 МПа $\text{H}_2\text{S}+\text{CO}_2$
(Метод испытаний: Метод А спецификации NACE при 0,001 МПа $\text{H}_2\text{S}+0,099$ МПа в среде CO_2 (комн.темп.), 4РВ при 0,001 МПа $\text{H}_2\text{S}+3$ МПа CO_2 при температуре $\geq 90^\circ\text{C}$)



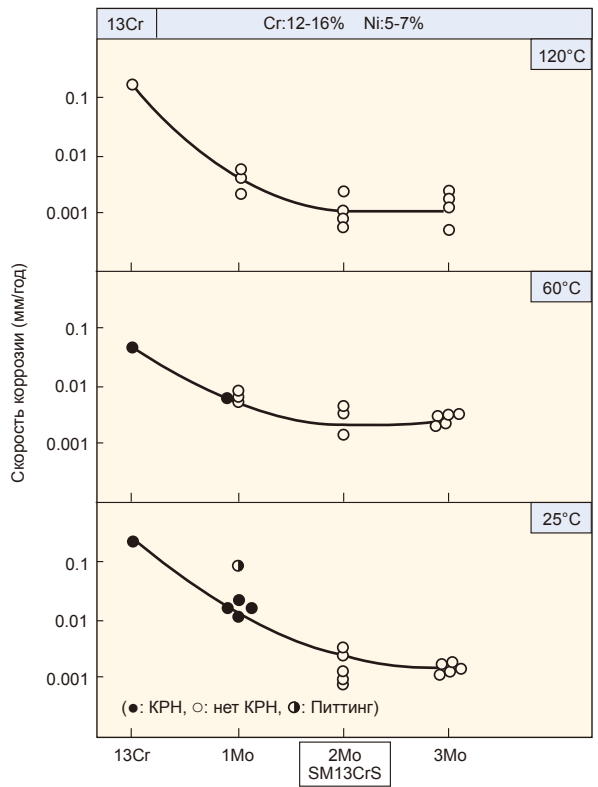
1.3 Стойкость к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением (СКРН)

- (1) Марка 13CR имеет высокую восприимчивость к СКРН, как показано на рисунке ниже; не рекомендуется ее использование в среде, содержащей даже небольшое количество H₂S (≤ 0,003бар).

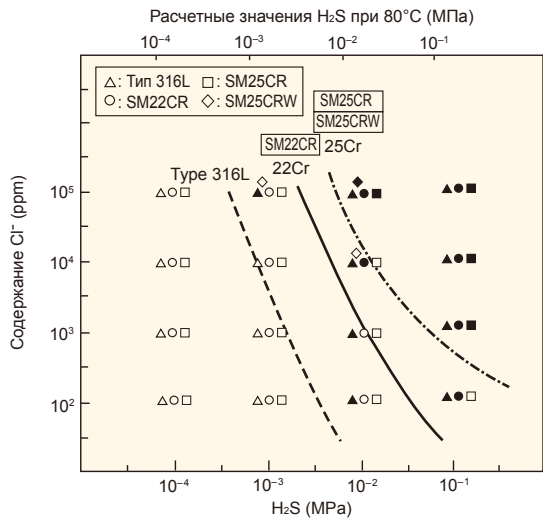
(2) У 13CRS хорошая сопротивляемость СКРН в среде с содержанием H₂S до 0,03бар.
- (3) В среде с малым содержанием H₂S использование марок из нержавеющей стали Дуплекс (SM22CR, SM25CR, SM25CRW) предпочтительнее мартенситной нержавеющей стали (SM13CRS).



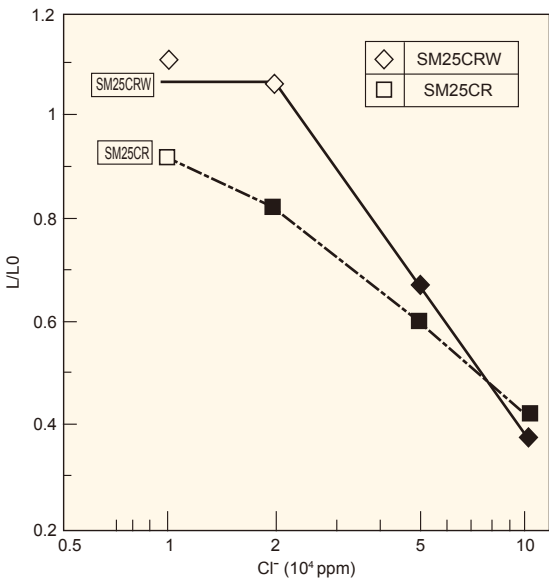
Влияние парциального давления H₂S и температуры на восприимчивость к СКРН.
5% NaCl, 3,0 МПа CO₂ + H₂S при 25°C (77°F), продолжительность испытаний 336 ч, скорость потока 2,5 м/сек, 1σ с надрезом



Влияние содержания Мо на скорость коррозии и СКРН <SM13CRS>
(5% NaCl + 3,0 МПа (450psi) CO₂ + 0,001 МПа (0,15psi) H₂S)
Балка с 4-точечным изгибом с надрезом, 1σ, 336 ч



Восприимчивость к КРН нержавеющей стали Дуплекс в среде Cl⁻-H₂S.
○: нет КРН, ●: КРН
(SSRT метод; 80°C, скорость нагружения 4,2 x 10⁻⁶/сек) (ср. в год)



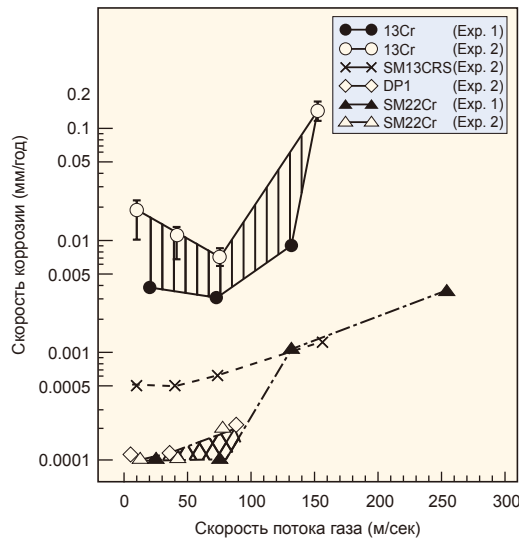
Восприимчивость к КРН стали Дуплекс в среде Cl⁻-H₂S.
○: нет КРН, ●: КРН
(Метод SSRT; 80°C, расчетное значение H₂S 0,015 МПа, скорость нагружения 4,2 x 10⁻⁶/сек)

1.4 Стойкость к эрозии

- (1) Марки 13CR, Super 13CR и нержавеющие стали Дуплекс обладают превосходной стойкостью к эрозии.

Влияние скорости потока (результаты полевых испытаний)
Усредненные условия испытаний 1 (продолжительность теста: 3 672 ч) и 2 (продолжительность теста: 4 493 ч) на ДПТ (динамическом полевом тестере)

Испытание	Внутренний диаметр (мм)	Расход газа (м³/ч)	Давление		Температура		Скорость потока газа (м/сек)	Структура потока
			(psi)	(МПа)	(F)	(K)		
1	52	9000	1960	13.8	190	361	17.6	Переходный дисперсно-кольцевой поток
	27	9000	1917	13.5	190	361	66.6	дисперсно-кольцевой поток
	20	9000	1775	12.5	188	360	131.4	дисперсно-кольцевой поток
	15	9000	1661	11.7	188	360	250.5	дисперсно-кольцевой поток
2	52	7860	1755	12.1	181	355	10.6	переходный
	27	7860	1726	11.9	175	352	39.7	дисперсно-кольцевой поток
	20	7860	1598	11.1	175	352	78.2	дисперсно-кольцевой поток
	15	7860	1406	9.9	171	350	157.1	дисперсно-кольцевой поток



Влияние скорости потока на скорость коррозии труб из нержавеющей стали 13Cr, SM13CRS, DP1 и SM22Cr испытания 1 и 2 на ДПТ.

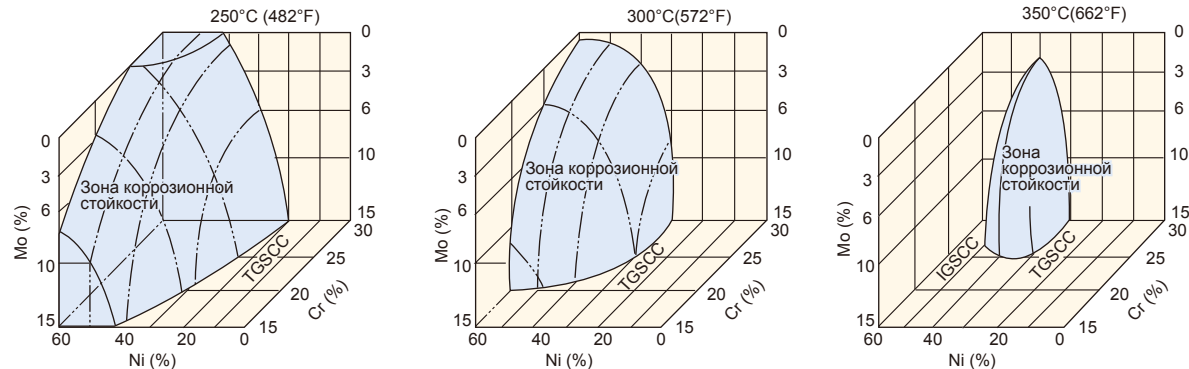
2. КОРРОЗИЯ H₂S+CO₂+Cl⁻ (НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ)

Высоколегированные материалы остро необходимы при эксплуатации в агрессивной среде с высокой концентрацией H₂S, CO₂ и хлористых солей.

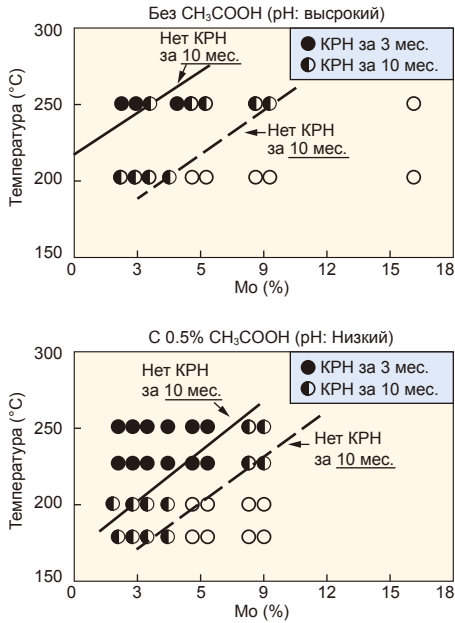
- (1) Коррозионно-стойкие сплавы для труб нефтяного сортамента характеризуются одной аустенитной фазой. Прочность придается путем холодной обработки. Добавление таких необходимых элементов как Cr, Ni, Mo определяет свойства коррозионной стойкости.
- (2) Стойкость к общей (потеря массы) и местной (питтинг и каверны) коррозии достигается путем формирования стабильной пленки пассивации на поверхности материала.

- (3) Влияние основных элементов на процесс коррозии показано на следующих рисунках. Краткая трактовка такова.
 - Температурные пределы эксплуатации сильно зависят от содержания Mo в никелевых сплавах.
 - В комбинированной среде H₂S, CO₂, Cl⁻ требуется минимальное химическое содержание Cr ≥ 18%, Ni ≥ 28%, Mo ≥ 3%.
 - Склонность к водородному охрупчиванию увеличивается, если в химическом составе материала больше 60% Ni.
- (4) Наличие элементарной серы весьма агрессивно влияет на процесс коррозионного растрескивания под напряжением. Сплавы SM2050 и SMC276 являются подходящими материалами, в зависимости от температуры среды.

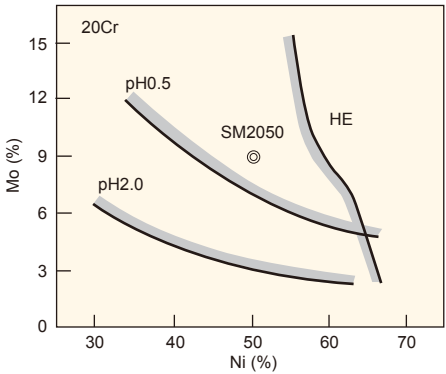
Марка	Химический состав (вес %)									
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Ti	W	Fe
SM2535	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.5	29.5 ~36.5	24.0 ~27.0	2.50 ~4.00	—	—	Bal
SM2242	≤ 0.05	≤ 0.50	≤ 1.00	1.50 ~3.00	38.0 ~46.0	19.5 ~24.0	2.50 ~4.00	≤ 1.20	—	Bal
SM2035	≤ 0.03	≤ 0.75	≤ 1.00	≤ 0.07	33.0 ~38.0	20.5 ~23.5	4.00 ~5.00	—	0.20 ~0.80	Bal
SM2550	≤ 0.03	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 1.20	47.0 ~54.0	23.0 ~26.0	6.00 ~9.00	≤ 0.69	≤ 3.0	Bal
SM2050	≤ 0.03	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 2.00	49.0 ~53.0	19.0 ~23.0	10.1 ~12.0	—	≤ 1.50	Bal
SMC276	≤ 0.01	≤ 0.08	≤ 1.00	Co ≤ 2.5	Bal	14.5 ~16.5	15.0 ~17.0	V ≤ 0.35	3.0 ~4.5	4.0 ~7.0



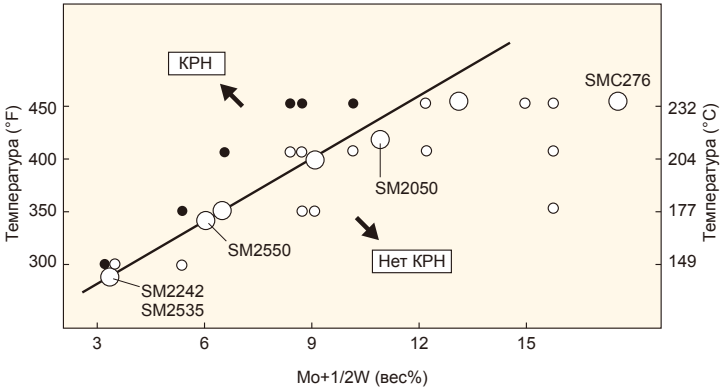
Зоны коррозионной стойкости сплава Fe-Cr-Ni-Mo (20% NaCl+0.5% CH₃COOH, 1,0 МПа H₂S-1.0 МПа CO₂-pH 2)



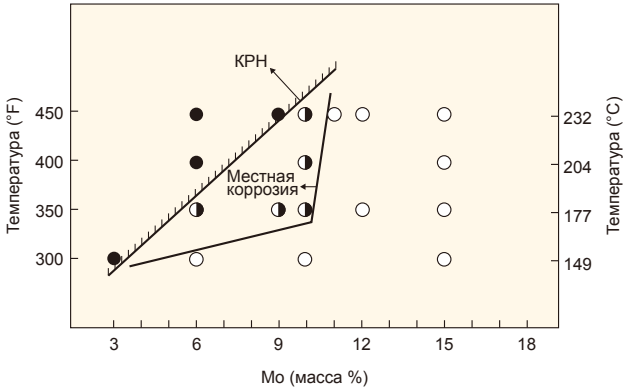
Влияние Mo и температуры на устойчивость к KPH (Испытание C-кольца, 20% NaCl, 1 МПа H₂S +1 МПа CO₂, 100% предела текучести)



Зона коррозионной стойкости-pH-легирующий элемент (1) Коррозионная стойкость pH 2 ; нет KPH и скорость коррозии ≤0.05 мм/год. (2) Среда, KPH : 20% NaCl +0.5% CH₃COOH-1.0 МПа H₂S -1.0 МПа CO₂ -250°C, водородн. охрупчивание (HE) : раствор NACE TM01-77, чугунная муфта/400°C x1,000 ч



Зависимость температуры испытания от содержания Mo+1/2W в никелевом сплаве при испытании SSRT в среде H₂S-CL⁻. (Условия испытания SSRT: 25% NaCl-0.5% CH₃COOH, 0.7 МПа H₂S, E=4.0x10⁻⁶S⁻¹)



Зависимость температуры испытания от содержания Mo в никелевом сплаве при испытании SSRT в среде H₂S-CL⁻. (Условия испытаний SSRT: 25% NaCl+1г/л, 1.0МПа H₂S+1.0МПаCO₂, 4-х точный изгиб балки с надрезом; 100% мин.предела текучести (110ksi), 336ч.)

3. РУКОВОДСТВО ПО ПРИЕМЛЕМОСТИ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ СТАЛИ
МАРОК 13CR, 17CRS, 13CRS, 13CRM, ДУПЛЕКСОВ И КСС

Приведённые ниже данные основаны на лабораторных испытаниях, не включающих загрязнение O₂ и использование типичных солевых добавок, таких как ингибиторы коррозии, биоциды, поглотители кислорода

и пр. Следовательно, перед эксплуатацией необходима всесторонняя оценка пригодности и долгосрочной стабильности комбинации солей.

	pH*1	Сталь C	13CR	13CRS 13CRM	22Cr (Дуплексы.)	
		Коррозия*2	Коррозия*3	КРН*5	Питтинг*4	КРН*5
NaCl	△	△	○	○	△	○
CaCl ₂	○	△	△	×	×	×
MgCl ₂	×	○	△	×	×	○
ZnCl ₂	×	×	×	×	○	○
NaBr	○	○	○	○	△	-
CaBr ₂	○	△	△	○	△	○
MgBr ₂	△	△	△	-	△	-
ZnBr ₂	×	×	×	-	○	○

1 g/m²/ч=1.1 мм/год

*1) При 60°C, 0.1МПа CO₂
○ : pH ≧ 4
△ : 3 < pH < 4
× : pH ≦ 3

*2.3) тестирование в автоклаве 150°C, 0.4МПаCO₂
*2)
○ : C.R. ≦ 1g/m²/h
△ : 1 < C.R. ≦ 10
× : C.R. > 10

*3)
○ : C.R. ≦ 0.1
△ : 0.1 < C.R. ≦ 1.0
× : C.R. > 1.0

*4) Потенциал питтинга
○ : Vp ≧ 0.3V
△ : 0 < Vp < 0.3
× : Vp ≦ 0

*5)
○ : Нет растрескивания
× : Растрескивание

Соли, помеченные X, применять НЕЛЬЗЯ.
Соли, помеченные ○, применимы в жидкостях для заканчивания скважин и пакерных жидкостях.
Соли, помеченные △, могут применяться в течение короткого периода в жидкости для заканчивания скважин.
Рекомендуется применение ингибиторов коррозии, биоцидов, поглотителей кислорода, однако перед использованием должна быть оценена долгосрочная стабильность этих присадок.

По возможности предпочтение должно отдаваться пакерной жидкости на углеводородной основе, не содержащей твёрдой фазы.

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Механические свойства

		Удельный вес (x10 ³ кг/м ³)	Модуль Юнга (ГПа)					Коэффициент Пуассона			
No	Марка	25°C	25°C	100°C	200°C	250°C	25°C	100°C	200°C	250°C	
1	SM-95XS	7.80	213	209	203	200	0.30	0.29	0.29	0.28	
2	SM-110XS	7.75	212	209	203	200	0.30	0.30	0.29	0.29	
3	SM-125S	7.80	212	209	203	200	0.30	0.30	0.29	0.29	
4	SM13CR-80	7.71	221	217	211	208	0.30	0.29	0.29	0.29	
5	SM13CRM-110	7.68	204	202	196	192	0.29	0.30	0.30	0.29	
6	SM13CRS-95	7.73	203	200	194	190	0.30	0.30	0.30	0.29	
7	SM13CRS-110	7.72	202	198	193	189	0.30	0.29	0.30	0.29	
8	SM17CRS-110/125	7.80	194	190	184	181	0.32	0.31	0.29	0.31	
9	SM22CR-110	7.85	198	194	184	189	0.25	0.24	0.23	0.24	
10	SM25CR-110	7.85	191	184	177	193	0.26	0.25	0.24	0.27	
11	SM25CRW-125	7.85	200	198	191	188	0.27	0.27	0.27	0.27	
12	SM2535-110	8.07	205	194	189	187	0.31	0.29	0.30	0.30	
13	SM2242-110	8.14	210	197	184	187	0.31	0.29	0.28	0.29	
14	SM2035-110	8.10	203	194	181	177	0.32	0.30	0.31	0.30	
15	SM2550-110	8.29	211	195	186	185	0.31	0.29	0.29	0.28	
16	SM2050-110	8.58	216	201	192	196	0.33	0.31	0.31	0.31	
17	SMC276-110	8.87	220	207	197	196	0.33	0.31	0.31	0.31	

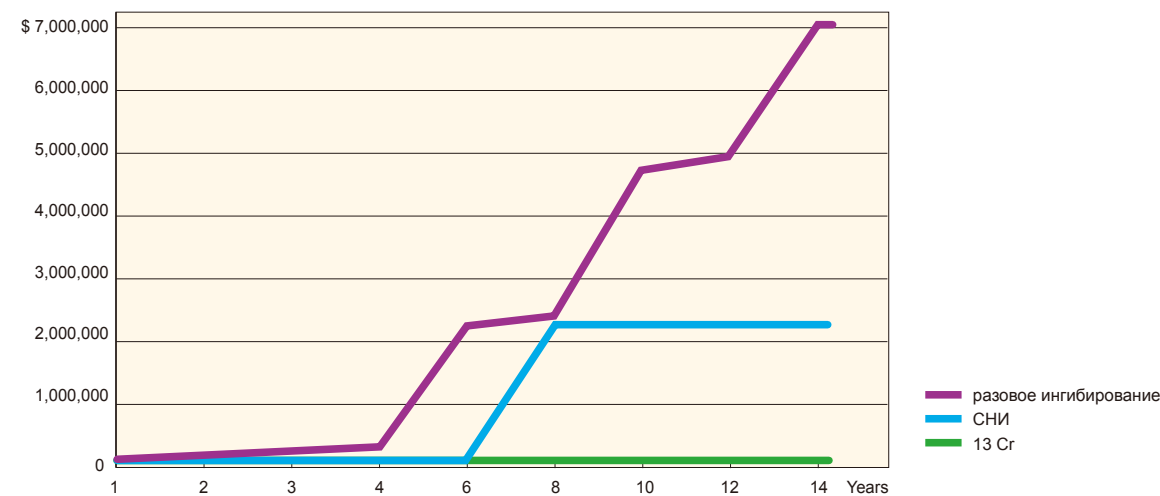
Термические свойства

No	Марка	Коэффициент теплового расширения (x10 ⁻⁶ /°C)			Коэффициент теплопроводности (x10 ⁻⁶ м ² /сек)				Теплоёмкость (x10 ⁻⁶ Дж/м ³ /°C)				Теплопроводность (Вт/м/°C)				Удельная теплоёмкость (Дж/кг/°C)			
		25- 100°C	25- 200°C	25- 250°C	25°C	100°C	200°C	250°C	25°C	100°C	200°C	250°C	25°C	100°C	200°C	250°C	25°C	100°C	200°C	250°C
1	SM-95XS	12.4	12.8	13.0	12.30	11.90	10.60	9.96	3.61	3.83	4.15	4.34	44.4	45.6	44.0	43.3	463	492	535	562
2	SM-110XS	12.3	12.6	12.8	11.90	11.50	10.30	9.74	3.49	3.72	3.97	4.17	41.5	42.8	40.9	40.6	450	481	516	543
3	SM-125S	12.3	12.8	13.0	12.60	12.00	10.80	10.20	3.50	3.66	3.89	4.08	44.1	43.9	42.0	41.6	449	470	502	528
4	SM13CR-80	10.9	10.9	11.0	7.74	7.70	7.02	6.75	3.48	3.64	3.93	4.11	27.0	28.0	27.6	27.7	452	473	512	537
5	SM13CRM-110	10.7	10.8	11.0	4.78	4.99	5.06	5.07	3.38	3.62	3.96	4.13	16.2	18.0	20.0	20.9	440	472	518	542
6	SM13CRS-95	10.9	11.0	11.1	4.67	4.85	4.97	5.00	3.39	3.67	3.98	4.12	15.8	17.8	19.8	20.6	438	476	517	537
7	SM13CRS-110	10.7	10.8	10.9	4.67	4.87	4.99	5.00	3.37	3.46	3.72	3.87	15.7	16.8	18.5	19.3	436	449	484	504
8	SM17CRS-110/125	11.0	11.2	11.4	4.41	4.67	4.80	4.80	3.44	3.67	4.03	4.23	15.2	17.1	19.3	20.3	441	472	519	546
9	SM22CR-110	12.5	12.8	13.3	3.59	4.16	4.39	4.38	3.77	4.12	4.52	4.73	13.7	16.2	18.1	19.3	468	496	526	562
10	SM25CR-110	12.5	12.7	13.0	3.59	4.14	4.45	4.65	3.86	4.61	4.98	5.36	13.1	16.0	18.3	20.5	465	492	524	562
11	SM25CRW-125	13.0	13.2	13.5	3.33	3.64	3.93	3.99	3.93	4.25	4.55	5.08	13.0	15.3	17.7	19.9	498	536	574	636
12	SM2535-110	14.5	14.9	14.9	2.96	3.26	3.71	4.04	3.75	3.99	4.23	4.39	10.8	12.4	14.7	16.6	453	471	491	509
13	SM2242-110	14.6	14.7	14.9	2.83	3.15	3.71	4.16	3.68	3.96	4.31	4.52	10.4	12.0	14.7	17.1	452	467	487	505
14	SM2035-110	14.8	14.8	14.8	2.91	3.16	3.54	3.96	3.82	3.93	4.17	4.39	10.7	12.0	14.0	16.3	454	469	488	509
15	SM2550-110	14.0	14.1	14.2	2.81	3.07	3.50	4.19	3.75	4.18	4.23	4.52	10.3	11.7	13.9	16.3	442	460	480	469
16	SM2050-110	13.2	13.5	13.6	2.79	3.03	3.58	3.90	3.74	4.00	4.21	4.41	10.1	11.5	13.9	15.6	421	442	452	466
17	SMC276-110	12.2	12.4	12.5	2.69	2.90	3.46	3.74	3.67	4.09	4.14	4.27	9.5	10.6	13.2	14.9	399	413	430	449

Примечание : 1кал/см·сек·°C=360ккал/м·ч·°C=419Вт·м⁻¹·°C⁻¹

5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАЛИ 13CR

Пример



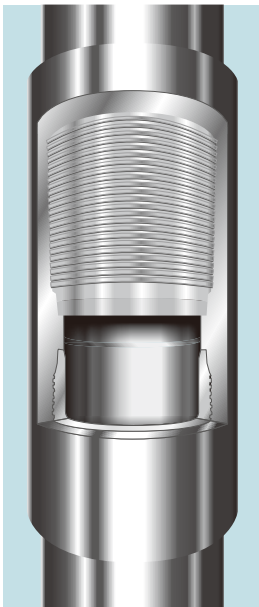
Разовое ингибирование:	\$7,016,485.00 (единовременное химическое ингибирование)
СНИ:	\$2,779,000.00 (система непрерывного ингибирования)
13 Chrome:	\$289,000.00

(Экономические данные фиксированы, необходимо сравнение с текущими ценами)

Источник:
Debbie A. Baudoin, David K. Barbin and Jim Skogsberg,
“Experiences with 13Cr for mitigating CO₂ corrosion in the oilfield
Case histories: The Gulf of Mexico and inland gas wells”,
Corrosion 95, paper No.639 (1995)

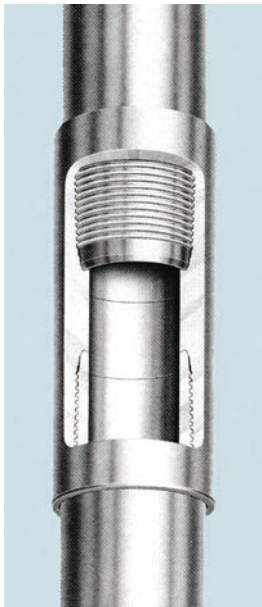
Особенности резьбовых соединений класса “Премиум”

VAM[®]21



- Новая запатентованная уплотнительная система с 14° конусным уплотнением «металл-металл» и стабилизатором VAM[™], а также превосходное сопротивление истиранию гарантируют газогерметичность соединения, прочностные характеристики которого соответствуют прочностным характеристикам тела трубы даже в таких критических условиях как высокие давление и температура, а также в условиях применения труб обсадных размеров (9 5/8" – 13 3/8") в качестве наносно-компрессорных труб.
- Стабилизатор VAM[™], представляющий собой направляющую с двойным конусом для лучшей посадки, а также отрицательный угол посадки и увеличенный упорный выступ противостоят сложным условиям смятия и сжатия. В результате обеспечиваются превосходная герметичность и конструктивная стойкость соединения в условиях сложных комбинированных нагрузок.
- Инновационный профиль резьбы, характеризующийся цилиндрическим гребнем и основой, способствует самоцентрированию при посадке и последующему свинчиванию без заедания. Резьба с зацеплением повышает устойчивость к страгиванию и уменьшает кольцевые напряжения в муфте при изгибе и растяжении/сжатии, давая возможность использовать такое соединение в наклонных и горизонтальных скважинах с длинным стволом.
- Обтекаемый внутренний профиль с жестким допуском уменьшает турбулентность потока газа, не препятствует проведению скважинных работ и, таким образом, снижает чувствительность к износу.
- Доступны муфты уменьшенного диаметра с 80% и 90% эффективностью на разрыв.

VAM[®]TOP



- Новая запатентованная уплотнительная система с 20° или 14° конусным уплотнением «металл-металл» гарантирует герметичность и газонепроницаемость даже в самых жестких условиях эксплуатации для обсадных труб (2 3/8" -14 дюймов).
- Резьба с зацеплением повышает устойчивость к страгиванию и уменьшает кольцевые напряжения в муфте при изгибе и растяжении/сжатии, давая возможность использовать такое соединение в наклонных и горизонтальных скважинах с длинным стволом.
- Запечник с отрицательным углом обеспечивает превосходную герметичность и структурную стойкость в условиях сложной комбинированной нагрузки.
- Обтекаемый внутренний профиль с жестким допуском уменьшает турбулентность потока газа.
- Имеется исполнение с повышенной стойкостью к осевому сжатию (VAM TOP HC).
- Исполнение с повышенной стойкостью к кручению (VAM TOP HT) обеспечивает увеличенный крутящий момент, что подходит для использования в хвостовике, где вероятен высокий крутящий момент.
- Доступны муфты уменьшенного диаметра с 80% и 90% эффективностью на разрыв.

DINO VAM[®]



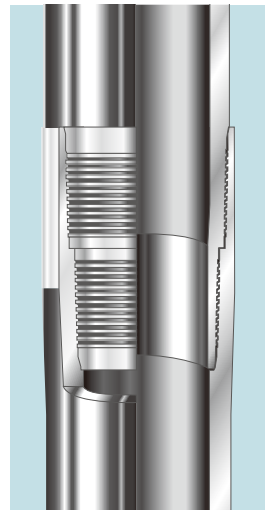
- Блокатор свинчивания помещает муфту точно на заводской конец.
- Упор ниппель-в-ниппель обеспечивает сопротивление к чрезмерному крутящему моменту и осевому сжатию.
- Модифицированный профиль резьбы с зацеплением, характеризующийся отрицательным упорным углом -9° и углом сбега +20°, обеспечивает превосходные свойства на растяжение.
- Увеличенный резьбовой конус в сочетании с широким профилем резьбы обеспечивает более глубокую посадку без заедания резьбы.
- Увеличенный шаг резьбы сокращает время свинчивания.
- Стойкое к разрыву.
- Специальная конструкция резьбы обеспечивает превосходную герметичность резьбовой части.
- Сходящая резьба по всей длине резьбовой части.
- 100% эффективность на разрыв для всех наружных диаметров резьбы Батресс стандарта API.
- Ниппельные упорные запечники обеспечивают гладкий внутренний диаметр колонны, уменьшая тем самым турбулентность и потери энергии.
- Ниппельные упорные запечники обеспечивают высокое сопротивление осевому сжатию и предотвращают развальцовку.

VAM[®]HW ST



- Идеально подходит к материалам с жестко-контролируемыми механическими свойствами.
- Муфтовая конструкция соединения без применения холодной обработки или высадки повышает экономичность изготовления из материалов с жестко-контролируемыми механическими свойствами.
- Самоуплотняющееся уплотнение «металл-металл» с 50° конусом обеспечивает герметичность под давлением, эквивалентным минимальному гарантированному пределу текучести материала по API.
- 100% эффективность на разрыв.
- Резьба с обратным углом 3° соответствующей длины повышает устойчивость к разрыву при растяжении или изгибе, и уменьшает кольцевые напряжения при растяжении.
- Гладкий внутренний диаметр ствола уменьшает турбулентность потока. VAM HW ST является идеальным соединением для сверхтяжелых обсадных труб.

VAM® SLJ-10



- Оптимизированный зазор обеспечивает 70% - 80% эффективности тела трубы на разрыв.
- Сочетание внутреннего и внешнего уплотнений обеспечивает стойкость при воздействии давлением, аналогичную или превосходящую свойства тела трубы.
- Отличная прочность на сжатие 70% обеспечивается наличием среднего упорного запячка с углом 90° и формой резьбы.
- Простое в использовании, с глубокой посадкой, способно выдержать серьезный избыток резьбовой смазки.
- Резьба с отрицательным упорным углом -10° фиксирует замок соединения и, тем самым, предохраняет колонну от «падения».

VAM® HTE



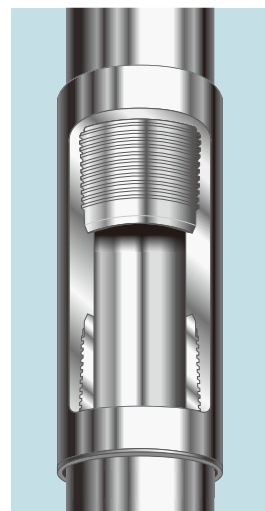
- Стойкость соединения к экстремально-высоким величинам крутящего момента позволяет производить вращение трубы в направленной скважине, не опасаясь разрушения конструкции.
- Полностью гладкое соединение по наружному и внутреннему диаметрам обеспечивает максимальный зазор.
- Сочетание внутреннего и внешнего уплотнений обеспечивает стойкость при воздействии давлением, аналогичную или превосходящую свойства тела трубы.

VAM® FJL



- Резьба с углом зацепления 15° обеспечивает оптимальную передачу нагрузки и устойчивость к «падению» колонны.
- Независимое многоуровневое уплотнение «металл-металл» гарантирует отличную газогерметичность, демонстрируя стойкость к разрушению внутренним давлением и к смятию, эквивалентные телу трубы.
- Наружный упорный запячок облегчает свинчивание.

VAM® TOP HC



- Сочетая в себе концепцию уплотнительной системы, профиль резьбы и форму упорного запячка VAM TOP, исполнение VAM TOP HC отвечает требованиям ISO13679 Класс 4.
- Размер упорного запячка VAM TOP HC, существенно превышающий размер упорного запячка VAM TOP, в сочетании с уменьшенной прочностью на кручение, придает соединению стойкость к экстремально высоким сжимающим нагрузкам. VAM TOP HC обладает 100% эффективностью на сжатие по эллипсу Вон Мизеса.
- Доступны исполнения с уменьшенным диаметром муфты (увеличенный зазор) / специальной фаской. Мы готовы дать консультацию касательно применимости данных опций для каждого конкретного случая.
- Доступные размеры: от 4-1/2" до 7-3/4"
- Примечание: для размера 4-1/2" VAM TOP HC не взаимозаменяемо с VAM TOP.

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛА И СОЕДИНЕНИЙ

ПОТРЕБИТЕЛЬ

Информация о скважине

- Условия в скважине
- Условия эксплуатации скважины
- Условия спуска

NIPPON STEEL

Выбор материала

ИЗУЧЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

- Статистика применения
- Статистика аварий
- Экспертная система

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

- Анализ выгодности выбранного материала

Конструкция колонны

Анализ напряжений

- При прогнозируемых условиях нагружения

Разработка соединений

СИСТЕМА САД

АНАЛИЗ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФИЗИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

- Испытание на свинчивание и развинчивание
- Оценка герметичности
- Термоцикл
- Регистрация напряжений
- Испытание до разрушения
- Испытание на износ

Разработка и оценка материала

ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА

- Оценка путём симуляции условий скважины
 - Эксплуатация
 - Кислотная обработка
 - Заканчивание, пакерные жидкости

- Сочетание материала с подземным оборудованием

РАЗРАБОТКА НОВОГО МАТЕРИАЛА

CLEANWELL®

CLEANWELL® - полусухое исполнение, представляющее из себя коррозионно-стойкое смазывающее покрытие, наносимое на резьбы VAM® во время производственного процесса. Доступное к заказу для труб из углеродистых и коррозионно-стойких материалов, исполнение CLEANWELL® разработано с целью исключения необходимости использования резьбовой смазки, которая наносит вред окружающей среде, загрязняет пол буровой и, тем самым, приводит к повышению риска возникновения несчастного случая, а также загрязнению внутрискважинного оборудования и пласта. Применение CLEANWELL® снижает уровень выбросов и количество дополнительных операций с трубами на всем протяжении их пути с завода до буровой. Просто отверните протектор и спускайте !

Преимущества

- Отсутствие выбросов в окружающую среду : уменьшение следов загрязнения в зонах с хрупким экологическим балансом
- Отсутствие выбросов на всем протяжении пути труб с завода до буровой: улучшение условий работы и повышение производственной безопасности
- Отсутствие загрязнения ствола скважины: улучшение условий проведения внутрискважинных операций и добычи
- Сокращение числа операций на складе и буровой
- Упрощение и ускорение процедуры инспекции резьбы
- Пригодность к применению со смазкой

CLEANWELL® DRY

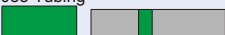
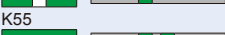
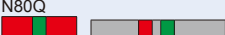
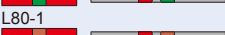
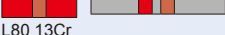
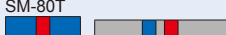
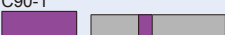
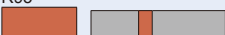
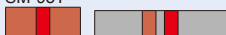
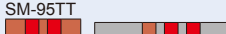
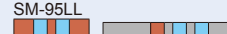
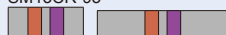
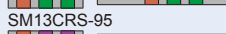
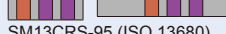
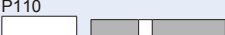
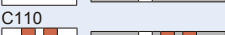
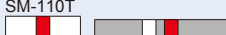
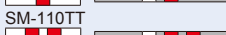
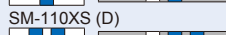
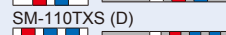
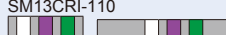
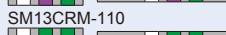
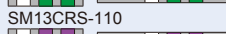
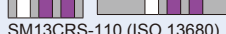
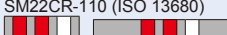
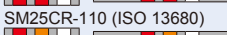
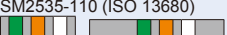
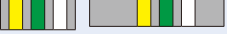
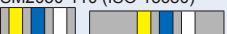
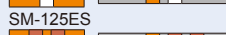
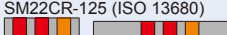
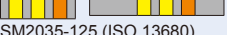
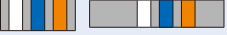
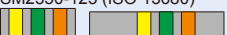
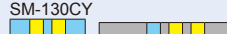
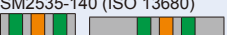
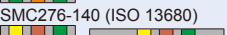
CLEANWELL® DRY – полностью сухое исполнение, представляющее из себя коррозионно-стойкое смазывающее покрытие, наносимое на резьбы VAM® во время производственного процесса. Доступное к заказу для труб из углеродистых материалов и материалов типа 13CR, исполнение CLEANWELL® разработано с целью исключения необходимости использования резьбовой смазки, которая наносит вред окружающей среде, загрязняет пол буровой и, тем самым, приводит к повышению риска возникновения несчастного случая, а также загрязнению внутрискважинного оборудования и пласта. Применение CLEANWELL® снижает уровень выбросов и количество дополнительных операций с трубами на всем протяжении их пути с завода до буровой. Просто отверните протектор и спускайте !

Преимущества

- Покрытие полностью сухое
- Отсутствие выбросов в окружающую среду : уменьшение следов загрязнения в зонах с хрупким экологическим балансом
- Отсутствие выбросов на всем протяжении пути труб с завода до буровой: улучшение условий работы и повышение производственной безопасности
- Отсутствие загрязнения ствола скважины: улучшение условий проведения внутрискважинных операций и добычи
- Сокращение числа операций на складе и буровой
- Упрощение и ускорение процедуры инспекции резьбы
- Пригодность к применению со смазкой
- Отличное решение для применения в условиях низких температур

Таблица цветовых кодов марок стали по API

и патентованных марок стали NIPPON STEEL

Применение Группа прочности	API	С высокой прочностью на смятие	Сероводородостойкие	Сероводородостойкие с высокой прочностью на смятие		Хладостойкие	Для глубоких скважин	Мартенситные нержавеющие стали	Дуплексные нержавеющие стали	Аустенитные нержавеющие стали
55 ksi	J55 Tubing  J55 Casing  K55 									
80 ksi	N80Q  L80-1  L80 13Cr 	SM-80T 	SM-80XS (D) 	SM-80TXS (D) 		SM-80L  SM-80LL 		SM13CR-80  SM13CRI-80 		
85 ksi								SM13CR-85 		
90 ksi	C90-1 		SM-90XS (D) 	SM-90TXS (D) 						
95 ksi	R95  T95-1 	SM-95T  SM-95TT 	SM-95XS (D) 	SM-95TXS (D) 		SM-95L  SM-95LL 		SM13CR-95  SM13CRM-95  SM13CRS-95  SM13CRS-95 (ISO 13680) 		
110 ksi	P110  C110 	SM-110T  SM-110TT 	SM-110ES  SM-110XS (D) 	SM-110TES  SM-110TXS (D) 		SM-110L  SM-110LL 		SM13CRI-110  SM13CRM-110  SM13CRS-110  SM13CRS-110 (ISO 13680) 	SM22CR-110 (ISO 13680)  SM25CR-110 (ISO 13680) 	SM2535-110 (ISO 13680)  SM2242-110 (ISO 13680)  SM2035-110 (ISO 13680)  SM2550-110 (ISO 13680)  SM2050-110 (ISO 13680)  SMC276-110 (ISO 13680) 
125 ksi	Q125-1 	SM-125TT 	SM-125S  SM-125ES 	SM-125TES 					SM22CR-125 (ISO 13680)  SM25CR-125 (ISO 13680)  SM25CRW-125 (ISO 13680) 	SM2535-125 (ISO 13680)  SM2242-125 (ISO 13680)  SM2035-125 (ISO 13680)  SM2550-125 (ISO 13680)  SM2050-125 (ISO 13680)  SMC276-125 (ISO 13680) 
130 ksi							SM-130G  SM-130CY 			
140 ksi							SM-140G 			SM2535-140 (ISO 13680)  SMC276-140 (ISO 13680) 

Цветовой код может быть нанесен на поверхность трубы либо муфты на усмотрение производителя, в соответствии с приведенной выше таблицей.

Примечание : данные материалы могут поставляться без цветовых кодов во избежание загрязнения хлоридами.

ДЕТАЛИ ЗАПРОСА И/ИЛИ ЗАКАЗА

На бланке заказа вы должны указать конкретные детали в соответствии с нижеследующим:

Применяемые ТУ, марка и тип:
(Например) Nippon Steel SM-95XS
Nippon Steel SM-95T
Nippon Steel SM2535-110

Тип труб : обсадные или насосно-компрессорные

Тип оконцовки: резьбовая или гладкая
Круглая (короткая, длинная), Батресс (обсадные трубы)
или соединение «Премиум»; VAM TOP, VAM TOP HC, VAM
TOP HT или DINO VAM (обсадные и НКТ)

Размер (наружный диаметр)
Вес на фут или толщина стенки
Диапазон длины (Range -1, 2, 3)

Количество
Дата поставки и инструкции по доставке
Инспекция завода покупателем.
Просьба указать особые требования, если таковые имеются.

Давление гидростатического испытания
Неразрушающий контроль
Тип соединения (отличный от стандартной муфты)
Муфты с особым зазором (такой же или более высокой марки)
Муфты со специальной фаской
Соединения особой конструкции
(VAM TOP, VAM TOP HC, VAM TOP HT, VAM FJL, VAM HWST,
DINO VAM)

Свинчивание муфты (отличное от стандартного машинного затягивания):
Оборудование для силового вращения или ручное затягивание
Специальный или альтернативный шаблон (API 5CT)

(ПРИМЕР)

ABC CO 1234-90

Технические условия : Nippon Steel SM2535-110

Тип труб : насосно-компрессорные

Тип оконцовки : VAM TOP

Размер, вес : 3-1/2' *9.2 # Range 2

Количество : 12000 ft

Доставка : xxx.xxx.xxx на месте, грузовая
маркировка как указано в приложении

Заводская инспекция : Окончательная заводская инспекция
(без инспекции третьей стороной)