Сварочные решения для

судостроения и морских нефтегазопромысловых сооружений



KISWEL

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Подтвержденное качество в условиях ультранизких температур и морской среды — от газовозов СПГ и LCO_2-танкеров до ледоколов

По мере ускорения процессов изменения климата и стремления к снижению углеродного следа во всем мире, важность экологичной инфраструктуры транспортировки энергии достигла беспрецедентно высокого уровня.
На фоне коммерческого освоения низкоуглеродных источников энергии, включая СПГ и LCO_2, и внедрения технологий улавливания и захоронения углерода (CCS), увеличивается потребность в судах, способных работать при сверхнизких температурах, и в специализированных сварочных решениях.
Из-за глобального потепления арктические льды тают быстрее, что делает Северный морской путь экономически целесообразным и жизнеспособным новым маршрутом для судоходства. В сравнении с традиционными маршрутами такой путь сокращает дальность транспортировки более чем на 40 %. Это обуславливает растущую потребность в строительстве крупнотоннажных ледоколов для проводки судов через мощный морской лед.

Разработанные KISWEL высокотехнологичные сварочные материалы обладают уникальной трещиностойкостью и высокой вязкостью при сверхнизких температурах. Они уже завоевали признание и активно используются в производстве инновационных экологически безопасных судов: газовозов СПГ, LCO_2-танкеров и ледокольного флота.
Благодаря внедрению разработок на основе редкоземельных металлов, стабильно высокому качеству, сертификации сварочных процедур (WPS/PQR), а также подтвержденным характеристикам шва в условиях ультра низких температур и агрессивной морской среды, компания KISWEL признана поставщиком комплексных решений, гарантирующим надежность и производительность для судостроительных предприятий и морских нефтегазовых сооружений.



Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Основные виды продукции

K-71TLSR

AWS A5.29 E71T1-GC
EN17632 T49 6 T12-1 C AP-G-U H5

- Порошковая проволока рутилового типа для сварки хладостойких сталей класса прочности 490 МПа, например LT-FH36
- Разработана специально для резервуаров хранения сжиженного диоксида углерода (LCO_2)
- Обеспечивает превосходные механические свойства, легкое удаление шлака и низкое разбрызгивание
- Подтвержденная ударная вязкость при температурах до −60 °C после термической обработки сварного соединения
- Используется для производства железнодорожных вагонов, автомобильной техники, в судостроении, мостостроении, тяжелом машиностроении, а также для строительства LCO_2-танкеров.

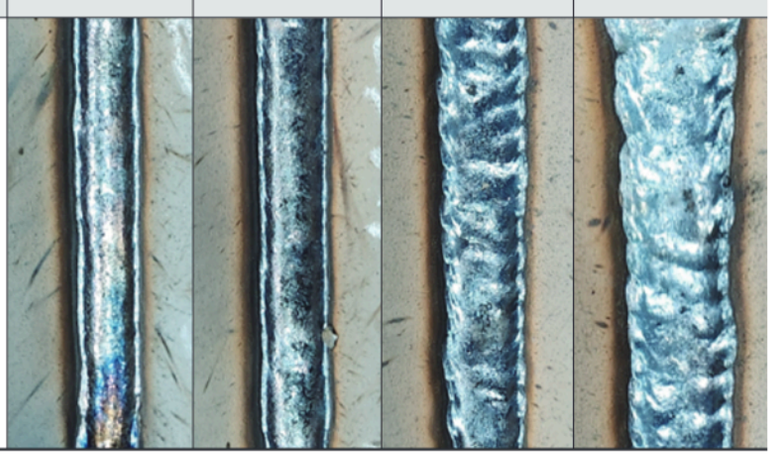
Химический состав наплавленного металла (масс. %)

Продукт	C	Si	Mn	P	S	Ni
K-71TLSR	0,04	0,28	1,41	0,005	0,007	1,65

Механические свойства наплавленного металла

	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость (Дж, при темп.)	Защитный газ	ПСТО
AWS E71T1-GC	≥400	496–670	≥20	-	-	В состоянии после сварки
K-71TLSR(1G)	**541**	**586**	**29**	**122-142 при -75 °C**	**100 % CO_2**	**В состоянии после сварки**
K-71TLSR(1G)	**518**	**550**	**31**	**137-162 при -75 °C**	**100 % CO_2**	**600°C, 6 ч**

Внешний вид валика шва

Продукт	Сварка на подъем (3F)			
	180A*26 В	200A*27 В	220A*28 В	240A*29 В
K-71TLSR				

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Основные виды продукции

K-91TLSR

AWS A5.29 E91T1-Ni2C-J
EN18276 T62 6 T1-1 C AP N4M1-U H5

· Порошковая проволока для сварки высокопрочных сталей класса прочности 620 МПа, например LT-FH51
· Применяется в криогенных установках, включая резервуары для хранения LCO_2
· Содержит 2,0 % никеля (Ni), используется при сварке во всех пространственных положениях
· Обеспечивает высокую ударную вязкость при температуре -60 °C после термической обработки сварного соединения
· Предназначена для применения при строительстве морских платформ, танкеров-газовозов СПГ/СУГ и криогенных резервуаров
· Демонстрирует высокую трещиностойкость (CTOD) при температуре -10 °C, а также в экстремальных условиях при -60 °C

Химический состав наплавленного металла (масс. %)

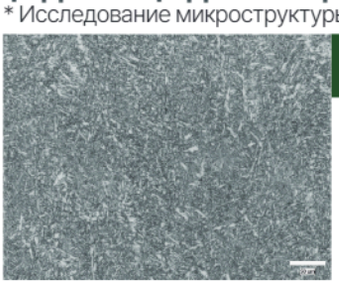
	C	Si	Mn	P	S	Ni
AWS E91T1-Ni2C-J H4	≤0,12	≤0,80	≤1,50	≤0,030	≤0,030	1,75–2,75
K-91TLSR	**0,05**	**0,13**	**0,88**	**0,005**	**0,008**	**2,35**

Механические свойства наплавленного металла

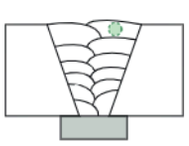
	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость (Дж, при темп.)	Защитный газ	ПСТО
AWS E91T1-Ni2CJ H4	≥540	620–760	≥17	≥27 при -50 °C	CO2	
K-91TLSR(1G)	**651**	**684**	**25**	**99-113 при -60 °C**	**100 % CO2**	**В состоянии после сварки**
				83-89 при -75 °C		
K-91TLSR(1G)	**621**	**648**	**27**	**80-91 при -60 °C**	**100 % CO2**	**620°C, 2ч**

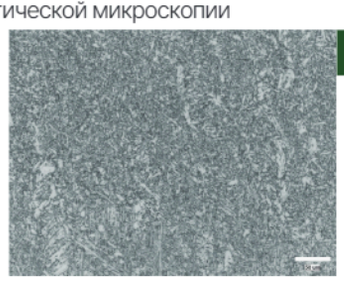
Повышенная трещиностойкость достигается за счет оптимизации соотношения игольчатого феррита и феррита по границам зерен

* Исследование микроструктуры облицовочного слоя методом оптической микроскопии

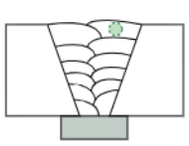


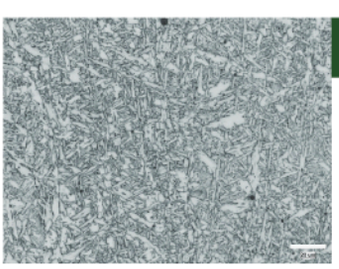
(в состоянии после сварки) X200



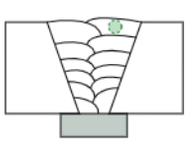


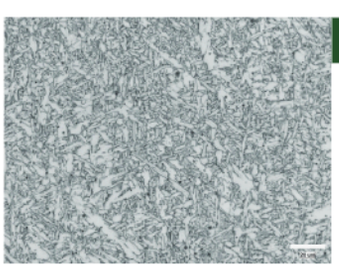
(PWHT) X200



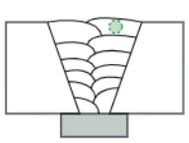


(в состоянии после сварки) X500





(PWHT) X500



Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Основные виды продукции

K-91TK2

AWS A5.29 E91T1-K2C H4
EN17632 T62 6 T1-1 C1 A-N3M1-U H5

· Порошковая проволока металлического типа для сварки высокопрочной стали класса прочности 620 МПа, применяемой при низких температурах
· Содержит около 1,5 % никеля (Ni) и обеспечивает высокую ударную вязкость при температурах до -60 °C.
· Используется при сварке во всех пространственных положениях
· Предназначена для применения при строительстве морских платформ, танкеров-газовозов СПГ/СУГ и криогенных резервуаров
· Обеспечивает отличную свариваемость и стабильные характеристики при полуавтоматической и автоматической сварке

Химический состав наплавленного металла (масс. %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni
AWS E91T1-K2C H4	≤0,15	≤0,80	0,50–1,75	≤0,030	≤0,030	1,00–2,00
K-91TK2	**0,04**	**0,35**	**1,36**	**0,008**	**0,006**	**1,66**

Механические свойства наплавленного металла

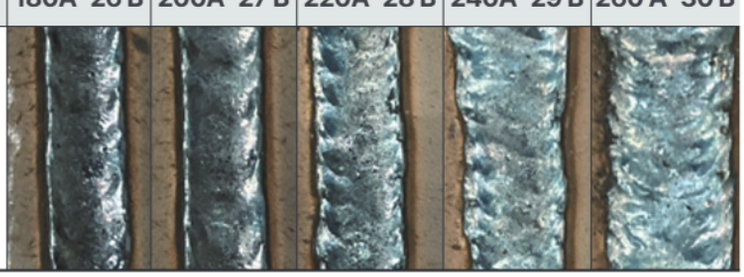
	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость (Дж, при темп.)	Защитный газ	ПСТО
AWS E91T1-K2C H4	≤540	620–760	<17	≥27 при -20 °C	CO2	
K-91KT2(1G)	**571**	**637**	**26**	**110-147 при -60 °C**	**100 % CO2**	**В состоянии после сварки**
K-91KT2(3G)	**608**	**700**	**27**	**53-60 при -60 °C**	**100 % CO2**	**В состоянии после сварки**

Содержание диффузионного водорода (методом газовой хроматографии)

Класс	Содержание диффузионного водорода (мл) / 100 г наплавленного металла				
	1	2	3	4	Среднее значение
Результаты	3,9	3,8	3,7	3,6	3,75

Методы испытаний и испытательное оборудование
· Метод испытаний: В соответствии с требованиями EN ISO 3690
· Испытательное оборудование: ГХ (газовый хроматограф)

Внешний вид валика шва

Продукт	Сварка на подъем (3F)				
	180A*26 B	200A*27 B	220A*28 B	240A*29 B	260 A*30 B
K-91TK2					

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Основные виды продукции

K-71TSRM

AWS A5.20 E71T-12MJ H8
EN 17632-B T49 4 T1-M21 AP-N1-U H10

· Порошковая проволока рутилового типа для сварки хладостойких сталей класса прочности 490 МПа, включая применение по стандартам NACE/API
· Содержит около 0,4 % Ni
· Обеспечивает превосходные механические свойства, легкое удаление шлака и низкое разбрызгивание
· Подтвержденная ударная вязкость при температурах до −40 °C после термической обработки сварного соединения
· Используется при производстве железнодорожных вагонов, автомобильной техники, в судостроении, мостостроении и тяжелом машиностроении

Химический состав наплавленного металла (масс. %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni
AWS E71T-12MJ	≤0,12	≤0,90	≤1,60	≤0,030	≤0,030	≤0,50
K-71TSRM	**0,04**	**0,48**	**1,48**	**0,006**	**0,005**	**0,40**

Механические свойства наплавленного металла

	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость (Дж, при темп.)	Защитный газ	ПСТО
AWS E71T-12MJ	≥390	490–620	≥22	≥27 при -40 °C		В состоянии после сварки
K-71TSRM(1G)	523	571	29	138-160 при -40 °C	Ar +20 % CO2	В состоянии после сварки
K-71TSRM(1G)	509	552	31	112-148 при -50 °C	Ar +20 % CO2	620 °C, 2 ч
K-71TSRM(3G)	538	583	29	101-106 при -50 °C	Ar +20 % CO2	В состоянии после сварки
K-71TSRM(3G)	498	556	32	61-84 при -50 °C	Ar +20 % CO2	620 °C, 2 ч

Внешний вид валика шва

Продукт	Сварка на подъем (3F)		
	180A*24 B	220A*26 B	260A*28 B
K-71TLSR (1,2 мм)			

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Основные виды продукции

K-81TNi1SRM

AWS A5.29 E81T-Ni1M
EN17632 T55 6 T1-1 M21 AP-N2 H5

· Порошковая проволока рутилового типа для сварки высокопрочной стали класса прочности 560 МПа, применяемой в условиях низких температур
· Содержит около 1,0 % Ni, обеспечивая отличную растекаемость и ударную вязкость до -60 °C
· Предназначена для судостроения, возведения морских нефтегазовых сооружений, мостостроения, машиностроения и выполнения общих сварочных работ

Химический состав наплавленного металла (масс. %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni
AWS A5.29 E81T1-Ni1M	≤0,12	≤0,80	≤1,75	≤0,030	≤0,030	0,80–1,10
K-81TNi1SRM	**0,05**	**0,22**	**1,08**	**0,004**	**0,007**	**0,93**

Механические свойства наплавленного металла

	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость (Дж, при темп.)	Защитный газ	ПСТО
AWS E81T-Ni1M	≥470	550–690	≥19	≥27 при -50 °C		
K-81TNi1SRM(1G)	**543**	**588**	**29**	**150-195 при -55 °C 144-181 при -60 °C**	**Ar +20 % CO2**	**-**
K-81TNi1SRM(2G)	**557**	**602**	**28**	**161-198 при -55 °C 153-188 при -60 °C**	**Ar +20 % CO2**	**-**
K-81TNi1SRM(3G)	**538**	**584**	**29**	**164-184 при -55 °C 101-159 при -60 °C**	**Ar +20 % CO2**	**-**

Содержание диффузионного водорода (метод газовой хроматографии)

Продукт	Содержание диффузионного водорода (мл) / 100 г наплавленного металла				
	1	2	3	4	Сред. знач.
K-81TNi1SRM 1,2 мм	3,99	3,83	3,98	3,97	3,94

Методы испытаний и испытательное оборудование
· Метод испытаний: В соответствии с требованиями EN ISO 3690
· Испытательное оборудование: ГХ (газовый хроматограф)
· Параметры сварки: 260 А / 25 В / 35 см/мин / вылет 20 мм

Внешний вид валика шва



Плоский валик шва

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Каталог продукции KISWEL

Продукция по маркам основного металла (IACS)

Основной металл (IACS)	Предел текучести (МПа)	Ударная вязкость по Шарпи (в продольном направлении)		Метод сварки	Продукт
		Темп. испытания (°C)	Поглощенная энергия (Дж)		
A	A/B/D : Мин. 235 AH32/DH32 : Мин. 315 AH36/DH36 : Мин. 355 AH40/DH40 : Мин. 390	A/B/AH32/36/40 : 0 D/DH32/36/40 : -20	Мин. 47	FCAW	K-71T KX-200 (0 °C) KX-200H (-20 °C)
B					
D					
AH32					
AH36					
DH32				SAW	EF-200V x KD-50 EF-200LT x KD-50
DH36					
AH40					
DH40					
E	Мин. 235	-40	Мин. 47	FCAW	K-71UT K-81TK2 K-81TKM2xM
EH32	Мин. 315				
EH36	Мин. 355			SAW	EF-200V x KD-50 EF-200LT x KD-50
EH40	Мин. 390				
FH32	Мин. 315	-60	Мин. 47	FCAW	K-71TNi2 K-81TK2 K-81TKM2M
FH36	Мин. 355				
FH40	Мин. 390			SAW	EF-200LT x KD-50
E500	Мин. 500	-40	Мин. 33	FCAW	K-90T K-81TK2 Plus K-91TK2
				SAW	EF-200LT x KD-60
F690	Мин. 690	-60	Мин. 46	SAW	EF-200UV x KD-120

Продукция по методам сварки

Метод сварки	Продукт	Стандарт AWS	Стандарт EN
FCAW	K-71T	A5.20: E71T-1C	EN 17632 B : T49 0 T1-1C1 A-U H10
	KX-200	A5.20: E70T-1C	EN 17632 B : T49 0 T1-0C1A-U H10
	K-71UT	A5.20: E71T-9CJ H4	EN 17632 B : T49 4 T1-1C1 A-U H5
	K-81TK2	A5.29: E81T1-K2C H4	EN 17632 B : T55 6 T1-1C1 A-N3-U H5
	K-81TK2M	A5.29: E81T1-K2M	EN 17632 B : T55 6 T1-1M21 A-N3-U H5
	KX-200H	A5.20: E70T-1C/9C	EN 17632 B : T49 2 T1-0C1A-U H10
	K-71TNi2	A5.29: E71T1-GC	EN 17632 B : T49 6 T1-1C1 A-N5 H5
	K-81TK2 Plus	A5.29: E81T1-K2C H4	EN 17632 B : T55 6 T1-1C1 A-N3-U H5
	K-91TK2	A5.29: E91T1-K2C H4	EN 18276 B : T62 4 T1-1C1 A-N3M1-U H5
	K-90T	A5.29: E90T1-K2C	EN 18276 B : T62 4 T1-0C1 A-N3M1-U H5
SAW	EF-200V x KD-50	A5.17: F7A(P)6-EH14	EN 14171 : S 46 5 CS S4
	EF-200LT x KD-60	A5.23: F9A8-EA3-G	EN 14171 : S 50 5 CS SZ
	EF-200UV x KD-120	A5.23: F11A6-EG-G	EN 26304 S 69 5 FB SZ H5

Судостроение и строительство морских нефтегазопромысловых сооружений

Химический состав наплавленного металла (масс. %)

Метод сварки	Продукт	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo
FCAW	K-71T	0,04	0,55	1,25	0,015	0,011	-	-
	KX-200	0,04	0,41	1,25	0,014	0,011	-	-
	K-71UT	0,04	0,45	1,45	0,011	0,008	0,42	-
	K-81TK2	0,04	0,45	1,40	0,010	0,008	1,50	-
	K-81TK2M	0,04	0,40	1,14	0,011	0,009	1,45	-
	KX-200H	0,04	0,56	1,61	0,013	0,010	-	-
	K-71TNi2	0,04	0,33	1,18	0,011	0,010	2,15	-
	K-81TK2 Plus	0,04	0,30	1,32	0,008	0,007	1,69	-
	K-91TK2	0,04	0,35	1,32	0,009	0,008	1,59	-
	K-90T	0,03	0,43	1,51	0,013	0,010	1,64	-
SAW	EF-200V x KD-50	0,09	0,40	1,70	0,020	0,006	-	-
	EF-200LT x KD-60	0,08	0,15	1,60	0,020	0,006	-	0,45
	EF-200UV x KD-120	0,05	0,23	1,85	0,012	0,002	2,65	0,69

Механические свойства наплавленного металла (по стандарту AWS)

Метод сварки	Продукт	Предел текучести (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Отн. удлинение при разрыве (%)	Ударная вязкость по Шарпи (в продольном направлении)	
					Температура испытания (°C)	Поглощенная энергия (Дж)
FCAW	K-71T	мин.390	490–670	мин.22	-20	≥27
	KX-200	мин.390	490–670	мин.22	-20	≥27
	K-71UT	мин.390	490–670	мин.22	-40	≥27
	K-81TK2	мин.470	550–690	мин.19	-60	≥27
	K-81TK2M	мин.470	550–690	мин.19	-60	≥27
	KX-200H	мин.390	490–670	мин.22	-30	≥27
	K-71TNi2	мин.390	490–670	мин.22	-60	≥27
	K-81TK2 Plus	мин.470	550–690	мин.19	-60	≥27
	K-91TK2	мин.540	620–760	мин.17	-40	≥27
	K-90T	мин.540	620–760	мин.17	-60	≥27
SAW	EF-200V x KD-50	мин.400	480–660	мин.22	-51	≥27
	EF-200LT x KD-60	мин.540	620–760	мин.17	-62	≥27
	EF-200UV x KD-120	мин.680	760–900	мин.15	-51	≥27

KISWEL

KISWEL LTD. | Seoul Headquarters
166 Heungkook Bldg., Juja-dong, Toegye-ro, Jung-gu,
04627, Сеул, Южная Корея
Тел: +82-2-2270-9400 | export@kiswel.com

© 2025 KISWEL LTD. Все права защищены.

www.kiswel.com