

## Сталь листовая высокой прочности JFE HiTen

Корпорация «JFE Steel» (Япония)



Под влиянием технического прогресса строительные сооружения и работающие под давлением сосуды обретают все большую сложность, увеличиваются в размерах, постоянно усиливается напряжение на них. Для обеспечения надежности таких конструкций растет спрос на листовую сталь, отличающуюся хорошей свариваемостью и высокой степенью прочности.

В ответ на растущие потребности потребителя корпорацией «JFE Steel» разработан широкий диапазон листовой стали высокой прочности класса 590-980 Н/мм<sup>2</sup> с заданными свойствами применения. Серия стали JFE-HiTen обретает широкую популярность по всему миру, находя применение в качестве надежного конструкционного материала в таких областях, как корабле- и мостостроение, изготовление резервуарных емкостей, сферических газгольдеров, сосудов под давлением, шлюзных затворов; в металлообрабатывающем оборудовании, строительстве морских сооружений и пр.

Далее представлены свойства и отличительные характеристики выпускаемой корпорацией «JFE Steel» листовой стали JFE-HiTen.



Производство в Токийско-Иокогамском промышленном районе



Производство в г. Курасики, преф. Окаяма



Производство в г. Фукуяма, преф. Хиросима

## Содержание

---

Листовая сталь производства «JFE Steel» с высоким пределом прочности на разрыв (JFE-HiTen) .....	2
Соответствие листовой стали с высокой прочностью на разрыв «JFE Steel» требованиям основных промышленных стандартов .....	4
Группы листовой стали JFE HiTen .....	5
Схема производственного процесса .....	7
Выпускаемые размеры стального листа .....	9
Внутренние стандарты на листовую сталь JFE-HiTen .....	10
Серии JFE-HiTen590, 690 .....	10
Серии JFE-HiTen780 и JFE-HiTen980 .....	12
Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв и хорошей свариваемостью .....	13
Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв для сварки с высоким тепловыделением .....	14
Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв для строительного и промышленного оборудования .....	15
Допуски по габаритам, форме и внешнему виду .....	17
Виды применения и примеры использования листовой стали .....	18
Типичные свойства стали листовой JFE-HiTen .....	20
Одобрение и официальное подтверждение соответствия качества изделий .....	24
Рекомендации для успешной обработки и изготовления металлоконструкций .....	25

## **Листовая сталь производства «JFE Steel» с высоким пределом прочности на разрыв (JFE-HiTen)**

### **Высокая прочность**

JFE HiTen – это серия низколегированных сталей высокой прочности, проходящих термомеханическую обработку с последующей закалкой и отпуском. Высокая прочность листа позволяет значительно снизить вес изготавливаемых конструкций.

### **Хорошая свариваемость**

Химический состав стали серии JFE HiTen контролируется специальными испытаниями. Имеет низкий углеродный эквивалент и отличную свариваемость. Для удобства заказчиков компания «JFE Steel» дополнительно предлагает материалы шва, совместимые с серией JFE HiTen.

### **Сопrotивление растрескиванию по кромке**

Строгий контроль химического состава и процесса термообработки гарантирует высокое сопротивление растрескиванию по кромке сталей JFE HiTen. Изготовленные из данного стального листа конструкции надежно противостоят хрупкому разрушению.

### **Однородная и чистая поверхность листа**

Изготовленная на современном толстолистовом прокатном стане с соблюдением строгих норм контроля качества, сталь серии JFE HiTen обладает значительной однородностью, планшетностью и чистотой поверхности. Дополнительно, каждый лист проходит тщательную зачистку поверхности, вальцевание производится с использованием водяной струи под большим давлением, термообработка осуществляется в камерах безокислительного нагрева. Получаемая в результате листовая сталь приобретает исключительно ровную и чистую поверхность.

### **Высокая технологичность**

Благодаря отличной технологичности сталь серии JFE HiTen имеет хорошие способности к формообразованию, обрабатываемости резанием, гарантируя высокую результативность сверления и фрезерования.



### **Широкий диапазон размерности**

Листовая сталь серии JFE HiTen выпускается в широком диапазоне размеров толщиной до 5.350 мм и длиной до 27.000 мм, что обеспечивает экономичность расходования материалов.

## Соответствие листовой стали с высокой прочностью на разрыв «JFE Steel» требованиям основных промышленных стандартов

Тип стали	JIS	ASTM	EN	WES**	Стандарт на сталь для судостроения ***	Внутренний стандарт JFE	
Конструкционная листовая сталь	590 Н/мм <sup>2</sup>	G3106 SM570*	A678 Гр.С Гр.Д A841		HW450 HW 450CF	A47 D47 E47 F47	JFE-HITEN570U2 JFE-HITEN570E JFE-HITEN590S JFE-HITEN590SL JFE-HITEN590AZ JFE-HITEN590 JFE-HITEN590U2 JFE-HITEN590E
					HW 490 HW 490CF	A51 D51 E51 F51	JFE-HITEN610 JFE-HITEN610U2 JFE-HITEN610E
	690 Н/мм <sup>2</sup>				HW 550 HW 620	A56 D56 E56 A63, 63N D63, 63N E63	JFE-HITEN690S JFE-HITEN690 JFE-HITEN690M JFE-HITEN710 JFE-HITEN710M
	780 Н/мм <sup>2</sup>	G3128 SHY685 SHY685N SHY685NS	A514 A709 Гр.100		HW 685	A70, 70N D70, 70N E70, 70N F70, 70N	JFE-HITEN780EX JFE-HITEN780S JFE-HITEN780LE JFE-HITEN780M
	980 Н/мм <sup>2</sup>				HW 885		JFE-HITEN980S JFE-HITEN980
Листовая сталь для сосудов под давлением	590 Н/мм <sup>2</sup>	G3115 SPV450 G3124 SEV345	A537 Кл. 2 A738 Гр.В A841	EN10028 P460N	HW 450	KPV46	JFE-HITEN570U2 JFE-HITEN570E JFE-HITEN590 JFE-HITEN590U2 JFE-HITEN590E
		G3115 SPV490			HW 490	KPV50	JFE-HITEN610 JFE-HITEN610U2 JFE-HITEN610E
	690 Н/мм <sup>2</sup>		A543 Кл. 1		HW 620		JFE-HITEN690M
	780 Н/мм <sup>2</sup>		A517 A543 Кл. 2		HW 685		JFE-HITEN780M
	980 Н/мм <sup>2</sup>				HW 885		JFE-HITEN980

\* Поставляемая компанией «JFE Steel» листовая сталь с высокой прочностью на разрыв имеет отличные характеристики свариваемости, соответствующие требованиям японского стандарта JIS SM570, а именно, SM570TMC, SM570TMC-LB, SM570-EX, SM570-EG: TMC: для сталей, проходящих термомеханическую обработку, с высокой степенью свариваемости (стандарт JIS)  
LB: бейнитные стали с крайне низким содержанием углерода с отличной свариваемостью  
EX: стали высокой свариваемости  
EG: для сварки с высоким тепловыделением.

\*\* WES = Японское общество производителей сварочной техники. При ссылке на стандарт WES в спецификации заказчика будет применен соответствующий внутренний стандарт JFE, одобренный WES. Подробнее см. Раздел «Одобрение и официальное подтверждение соответствия качества изделий».

\*\*\* Подробнее об одобрении классификационными обществами в Разделе «Одобрение и официальное подтверждение соответствия качества изделий»

Стальная продукция «JFE Steel» поставляется с учетом цели назначения или желаемых характеристик в соответствии с официальными стандартами. Обратитесь к производителю для уточнения необходимой группы стали.

## Группы листовой стали JFE HiTen

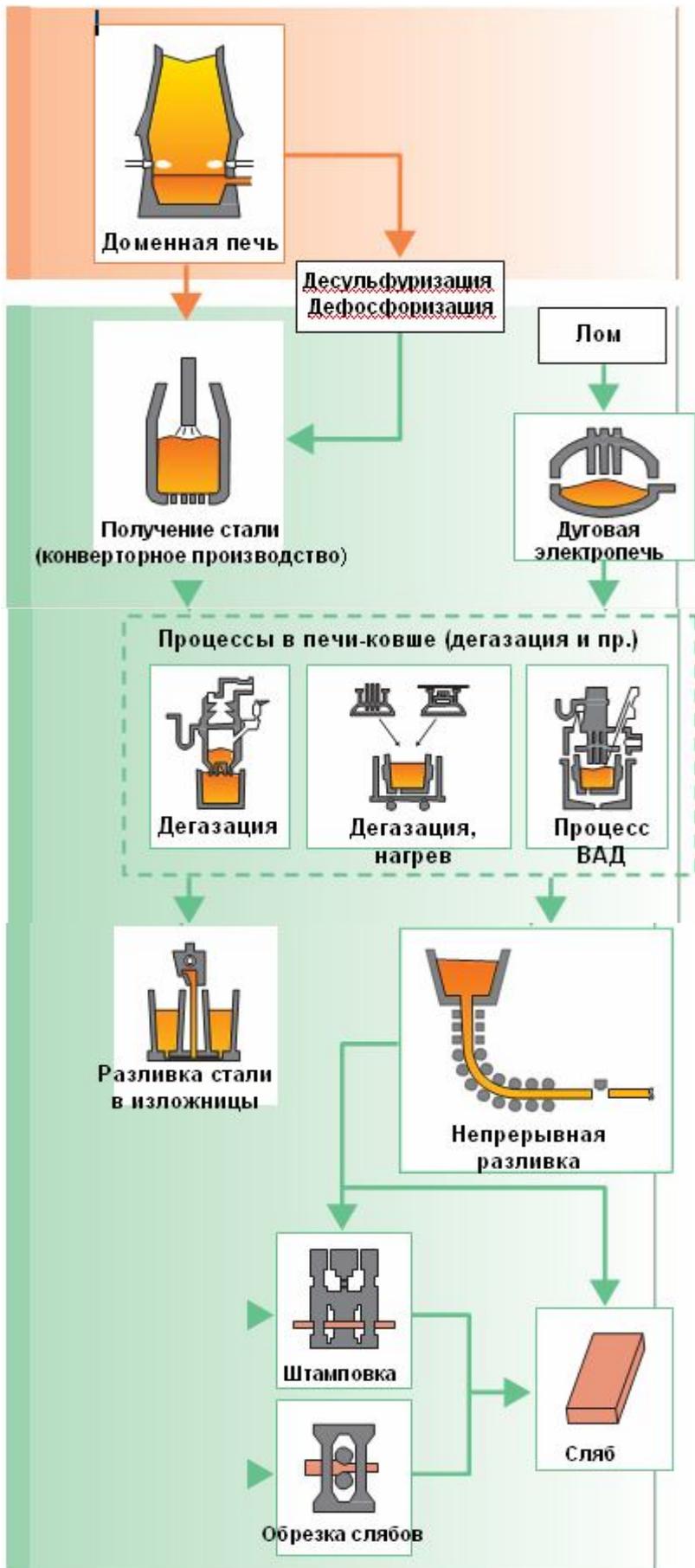
В зависимости от целевого применения, листовая сталь JFE HiTen поставляется в различных группах прочности на разрыв. В таблице ниже указаны группы и характеристики стали JFE HiTen.

В дополнение к серии JFE HiTen, компанией производится стальной лист высокой прочности, отвечающий требованиям как японских, так и международных стандартов ASTM, ASME, JIS, EN и пр. Кроме этого, в зависимости от потребностей конкретных производств может быть изготовлена листовая сталь по спецификации заказчика с модифицированными или дополнительными по отношению к существующим стандартам свойствами. Обратитесь к производителю для уточнения ваших требований к листовой стали.

Прочность (Н/мм <sup>2</sup> )	Обозначение	Толщина (мм)	Мин. предел текучести (Н/мм <sup>2</sup> )	Прочность на разрыв (Н/мм <sup>2</sup> )	Свойства и основное применение	
590	JFE-HITEN590	6 - 150	450	590 - 710	Мосты, шлюзные затворы, резервуары, морские конструкции U2: высокопрочная листовая сталь высокой свариваемости E: высокопрочная листовая сталь высокой свариваемости для сварки с высоким тепловыделением.	
	JFE-HITEN610	6 - 150	490	610 - 730		
	JFE-HITEN570U2	6 - 100	450	590 - 710		
	JFE-HITEN590U2	6 - 75	450	590 - 710		
	JFE-HITEN610U2	6 - 75	490	610 - 730		
	JFE-HITEN570E	6 - 100	450	570 - 700		
	JFE-HITEN590E	6 - 75	450	590 - 710		
	JFE-HITEN610E	6 - 75	490	610 - 730		
	JFE-HITEN590S	6 - 40	450	590 - 710		S: Без термообработки Для оборудования для гражданского строительства и промышленности SL: то же, что и выше, с отличными характеристиками прочности при низких температурах (-40 C).
	JFE-HITEN590SL	6 - 50	450	590 - 710		
690	JFE-HITEN690	6 - 100	590	690 - 820	Не содержит никель Для резервуаров, морских конструкций и пр.	
	JFE-HITEN710	6 - 100	620	710 - 840		
	JFE-HITEN690M	6 - 100	590	690 - 820	Содержит никель Низкий углеродный	
	JFE-HITEN710M	6 - 100	620	710 - 840		

					эквивалент Для мостов, шлюзных затворов, резервуаров и пр.
	JFE-HITEN690S	6 - 25	550	690 - 830	Пониженное содержание легирующих элементов Без термообработки Для оборудования для гражданского строительства и промышленности.
780	JFE-HITEN780M	6 - 150	685	780 - 930	Содержит никель Низкий углеродный эквивалент Для мостов, шлюзных затворов, резервуаров и пр.
	JFE-HITEN780EX	6 - 60	685	780 - 930	Высококачественная сталь, не требует предварительного нагрева Для мостостроения.
	JFE-HITEN780S	6 - 160	685	780 - 930	Пониженное содержание легирующих элементов Для оборудования для гражданского строительства и промышленности.
	JFE-HITEN780LE	6 - 32	685	780 - 930	Высокая свариваемость, отличная прочность при низких температурах (-40 C) Для оборудования для гражданского строительства и промышленности.
980	JFE-HITEN980	6 - 120	885	950 - 1130	Высокая стойкость и свариваемость, хорошая прочность Для шлюзных затворов.
	JFE-HITEN980S	6 - 50	885	950 - 1130	Пониженное содержание легирующих элементов Без термообработки Для оборудования для гражданского строительства и промышленности.

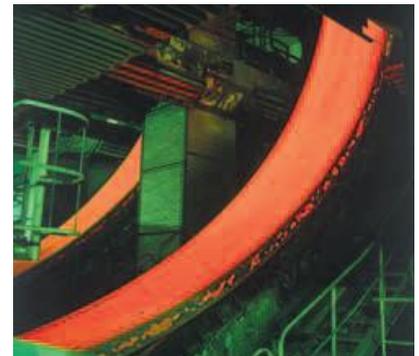
# Схема производственного процесса



Доменная печь



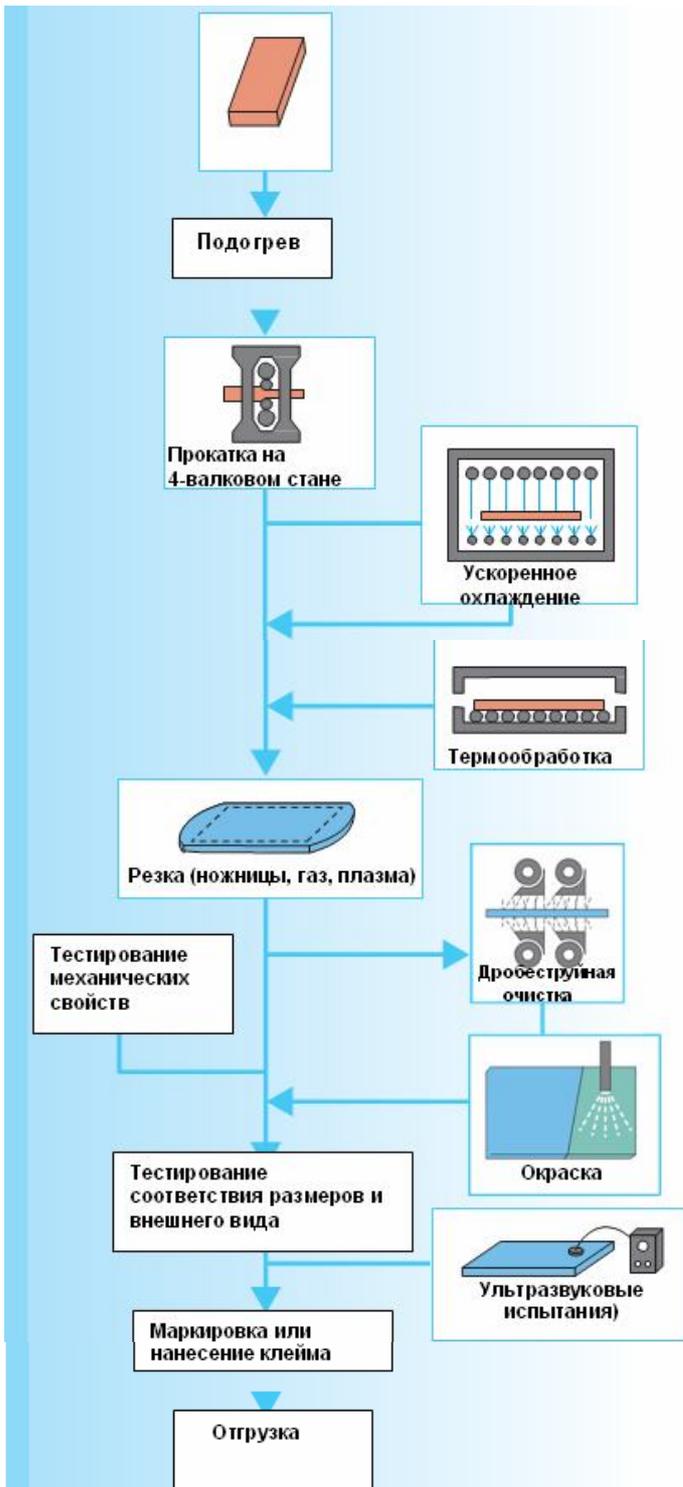
Кислородно-конвертерный цех



Аппарат непрерывной разливки



Ковочный пресс



Прокатный стан



Аппарат оперативного ускоренного охлаждения



Система термообработки

# Выпускаемые размеры стального листа

## Без термообработки

Длина изделия: м

Шир., мм Толщ., мм	Длина изделия: м																				
	1000-1400	1401-1600	1601-1800	1801-2000	2001-2200	2201-2400	2401-2600	2601-2800	2801-3000	3001-3200	3201-3400	3401-3600	3601-3800	3801-4000	4001-4200	4201-4400	4401-4600	4601-4800	4801-5000	5001-5200	5201-5300
6,0 – 6,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	22	19	16	13,5	13,5
7,0 – 9,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	20	16	13,5	13,5
9,1 – 11,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	16
12,0-13,9	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	22	16
14,0 – 25,0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	16
25,1-25,0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	16
28,1-28,0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	24	23	20	16
32,1-38,0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	24	23	22	21	20	19	18	16
38,1-45,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	23	23	20	19	19	18	17	16	16
45,1-50,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23	22	21	20	20	18	17	16	16	15	14	14
50,1-55,0	25	25	25	25	25	25	24	24	21	21	20	19	18	18	16	16	15	14	14	13	13
55,1-60,0	25	25	25	25	25	25	24	22	21	19	19	17	16	16	15	14	13	13	12	12	11
60,1-65,0	25	25	25	25	24	23	21	20	18	18	17	16	15	15	14	13	12	12	11	11	10
65,1-70,0	25	25	25	24	24	22	21	19	18	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	9,5
70,1-75,0	24	23	24	23	21	20	18	17	15	15	15	14	13	13	12	11	11	10	10	9,2	9
75,1-80,0	23	23	22	21	21	19	18	17	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9,6	9,2	9
80,1-90,0	20	20	20	19	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9,7	9,2	8,8	8,5	8,2	8
90,1-100,0	18	18	18	17	17	15	14	13	12	11	11	10	10	9,6	9,1	8,7	8,3	8	7,6	7,3	нет
100,1-110,0	16	16	16	16	15	14	13	12	11	10	10	9,7	9,1	9	8,3	8	7,6	7,2	7	6,7/5,8	нет
110,1-120,0	15	15	15	14	14	13	12	11	10	10	9,4	8,8	8,4	8	7,6	7,2	6,9/6,0	6,6/5,8	6	6	нет
120,1-130,0	14	14	14	13	13	12	11	10	9,8	9,2	8,6	8,2	7,7	7,3	7,0	6,7/5,8	6	6	5,1	5,3	нет
130,1-140,0	13	13	13	12	12	11	10	9,7	9	8,5	8	7,5	7,1	7	6	6	5,1	5,1	5,1	5,3	нет
140,1-150,0	12	12	12	11	11	10	9,7	9,1	8,4	7,9	7,4	7	6,7/5,8	6	6	5	5	5	нет	нет	нет

1. Там, где указаны величины через дробную черту (напр., «6,4/5,5»), числитель означает максимальную длину изделия. Изготовление изделия длиной в диапазоне между 6,1 м и указанным в знаменателе значением невозможно.
2. Минимальные размеры изделия: шир. 1 м, длина 3 м.
3. Для заказа изделия шириной в диапазоне от 5.201 до 5.350 м необходимо проконсультироваться с изготовителем.

## После термообработки

Длина изделия: м

Шир., мм Толщ., мм	Длина изделия: м																					
	1000-1600	1601-1800	1801-2000	2001-2200	2201-2400	2401-2600	2601-2800	2801-3000	3001-3200	3201-3400	3401-3600	3601-3800	3801-4000	4001-4200	4201-4400	4401-4600	4601-4800	4801-5000	5001-5200	5201-5300	5301-5350	
6,0 – 6,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	20	15	13	нет								
7,0 – 7,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	22	20	15	нет							
8,0 – 8,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	18	16	13	11	нет	нет	нет	нет	
9,0 – 9,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	20	16	12	нет	нет	нет	
10,0 – 11,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	22	20	18	Подлежит обсуждению	
12,0-13,9	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		22
14,0 – 26,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		25
26,1-28,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		25
28,1-30,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24		22
30,1 – 35,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24	23	22	21	21	21		20
35,1 – 40,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	21	20	19	18	18	18		17
40,1-45,0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23	22	20	19	19	18	17	16	16	16		15
45,1-50,0	25	25	25	25	25	25	25	25	23	22	20	19	18	17	17	16	15	15	14	14		
50,1-60,0	25	25	25	25	24	24	22	20	19	18	17	16	15	14	14	13	13	12	11	11		
60,1-70,0	25	23	20	24	22	20	19	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	10		
70,1-80,0	22	20	18	21	19	18	16	15	14	13	13	12	11	11	10	10	9,7	9,3	8,9	8,7		
80,1-90,0	20	18	16	19	17	16	14	13	13	12	11	10	10	9,8	9,4	8,9	8,5	8,3	7,9	нет		нет
90,1-100,0	18	16	14	17	15	14	13	12	11	10	10	9,8	9,3	8,8	8,4	8,0	7,7	7,3	7,0	нет		нет
100,1-110,0	16	14	13	15	14	13	12	11	10	9,9	9,4	8,8	8,4	8,0	7,6	7,3	6,9/6,0	6,6/5,7	6,4/5,5	нет		нет
110,1-120,0	15	13	12	14	13	11	11	10	9,7	9,1	8,5	8,1	7,7	7,3	6,9/6,0	6,6/5,7	6,3/5,8	5,2	нет	нет	нет	
120,1-130,0	13	12	11	13	11	11	10	9,5	8,9	8,3	7,9	7,3	7,0	6,7	6,4/5,5	5,2	5,0	нет	нет	нет	нет	
130,1-140,0	11	10	9,7	11	10	9,7	9,4	8,7	8,2	7,7	7,2	6,8	6,5/5,6	5,3	4,8	нет	нет	нет	нет	нет	нет	
140,1-150,0	10	10	9,6	10	9,7	9,4	8,7	8,1	7,6	7,1	6,7	6,4/5,5	5,2	4,9	нет							

1. Там, где указаны величины через дробную черту (напр., «6,4/5,5»), числитель означает максимальную длину изделия. Изготовление изделия длиной в диапазоне между 6,1 м и указанным в знаменателе значением невозможно.
2. Минимальные размеры изделия: шир. 1 м, длина 3 м.
3. Для заказа изделия шириной в диапазоне от 5.201 до 5.350 м необходимо проконсультироваться с изготовителем.

## Внутренние стандарты на листовую сталь JFE-HiTen

### Серии JFE-HiTen590, 690

Стальной лист данных серий имеет широкое применение в строительстве мостов, изготовлении цилиндрических и сферических емкостей, машиностроении и пр. Путем введения различных легирующих элементов в кремнемарганцевые стали в зависимости от толщины листа, поддерживается низкое содержание углеродного эквивалента, что

позволяет улучшить свариваемость. Например, серия М с пониженным содержанием углеродного эквивалента имеет высокую способность к свариваемости и низкотемпературную прочность, является надежным выбором для изготовления шлюзных затворов и морских сооружений в районах с суровым климатом.

Обозначение (толщина, мм)	Терм. обработка	Химический состав, %											Толщина, мм	Са	Pcm
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B			
JFE-HITEN590 (6-150)	Контролируемая термическая обработка	≤0,16	0,15/0,55	≤1,50	≤0,025	≤0,015	≤0,30	≤1,00	≤0,30	≤0,30	≤0,08	-	t ≤50 50<t≤75 75<t	≤0,044 ≤0,046 ≤0,48	≤0,26 ≤0,28 ≤0,28
JFE-HITEN610 (6-150)		≤0,16	0,15/0,55	≤1,50	≤0,025	≤0,015	≤0,30	≤1,00	≤0,30	≤0,30	≤0,08	-	t ≤50 50<t≤75 75<t	≤0,045 ≤0,047 ≤0,49	≤0,26 ≤0,28 ≤0,28
JFE-HITEN690 (6-100)		≤0,16	≤0,35	≤1,20	≤0,025	≤0,015	≤0,40	≤1,00	≤0,70	≤0,50	≤0,08	≤0,05	t ≤50 50<t	≤0,54 ≤0,58	- -
JFE-HITEN710 (6-100)		≤0,16	≤0,35	≤1,20	≤0,025	≤0,015	≤0,40	≤1,00,	≤0,70	≤0,50	≤0,08	≤0,05	t ≤50 50<t	≤0,55 ≤0,59	- -
JFE-HITEN690M (6-100)		≤0,14	≤0,35	≤1,20	≤0,015	≤0,015	≤0,40	0,30/1,30	≤0,70	≤0,50	≤0,05	≤0,05	t ≤50 50<t	≤0,53 ≤0,57	- -
JFE-HITEN710M (6-100)		≤0,14	≤0,35	≤1,20	≤0,015	≤0,015	≤0,40	0,30/1,30	≤0,70	≤0,50	≤0,05	≤0,05	t ≤50 50<t	≤0,53 ≤0,57	- -

Обозначение (толщина, мм)	Испытания на предел прочности <sup>*1)</sup>					Испытания на изгиб (180°) <sup>*2)</sup>		Ударная прочность по Шарпи, 2 мм, V-образный надрез <sup>*3)</sup>			
	Толщина, мм	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Относительное удлинение, %	Образец	Толщина, мм	Радиус изгиба, Обр.1	Толщина, мм	Темп. испытаний, °С	Поглощен. энергия, Дж
JFE-HITEN590 (6-150)	-	≥450	590/710	t≤16 16<t≤50 20<t	≥20 ≥28 ≥20	№5 №5 №4	-	1,5t	12<t	-10	≥47

JFE-HITEN610 (6-150)	t≤75 75<t	≥490 ≥470	610/730	t≤16 16<t≤50 20<t	≥19 ≥27 ≥19	№5 №5 №4	-	1,5t	12<t≤32 32<t	-10 -15	≥47 ≥47
JFE-HITEN690 (6-100)	t≤75 75<t	≥590 ≥570	690/820	t≤16 16<t≤50 20<t	≥17 ≥25 ≥17	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t≤32 32<t≤50 50<t	-10 -15 -30	≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN710 (6-100)	t≤75 75<t	≥620 ≥600	710/840	t≤16 16<t≤50 20<t	≥17 ≥25 ≥17	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t≤32 32<t≤50 50<t	-10 -15 -30	≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN690M (6-100)	t≤75 75<t	≥590 ≥570	690/820	t≤16 16<t≤50 20<t	≥17 ≥25 ≥17	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t≤32 32<t≤50 50<t	-10 -15 -30	≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN710M (6-100)	t≤75 75<t	≥620 ≥600	710/840	t≤16 16<t≤50 20<t	≥17 ≥25 ≥17	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t≤32 32<t≤50 50<t	-10 -15 -30	≥47 ≥47 ≥47

\*1) Метод испытаний: JIS Z 2241, взятие образца: JIS Z 2201

\*2) Метод испытаний: JIS Z 2248, взятие образца: JIS Z 2204

\*3) Метод испытаний и взятие образца: JIS Z 2242

### Серии JFE-HiTen780 и JFE-HiTen980

Стальной лист серии 780M обладает более выраженной низкотемпературной прочностью и свариваемостью по сравнению с 780F благодаря пониженному содержанию углеродного эквивалента, что обеспечивает популярность его использования в строительстве мостов, шлюзных затворов, морских сооружений и подобных конструкций, в том числе, в районах с суровым климатом.

Следуя тенденции к снижению веса конструкций путем постоянного повышения прочности сталей, компания «JFE Steel» разработала листовую сталь высшего класса JFE HiTen980. Обладая хорошей свариваемостью за счет оптимизации легирующих элементов, стальной лист серии 980 подходит для изготовления шлюзных затворов и прочих конструкций в условиях сурового климата, где к прочности стали предъявляются особенно высокие требования.

Обозначение (толщина, мм)	Терм. обработка	Химический состав, %															
		Толщина, мм	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	B	Толщина, мм	C <sub>э</sub>	P <sub>см</sub>
JFE- HITEN780M (6-150)	Контролируемая термическая обработка	t ≤ 100 100 < t	≤ 0,14 ≤ 0,18	≤ 0,35 ≤ 0,35	≤ 1,20 ≤ 1,20	≤ 0,015 ≤ 0,015	≤ 0,015 ≤ 0,015	≤ 0,50 ≤ 0,50	≤ 0,30/1,50 ≤ 0,30/1,50	≤ 0,70 ≤ 0,80	≤ 0,60 ≤ 0,60	≤ 0,05 ≤ 0,05	- -	≤ 0,005 ≤ 0,005	t ≤ 50 50 < t ≤ 100 100 < t	≤ 0,53 ≤ 0,57 ≤ 0,62	≤ 0,30 ≤ 0,32 -
JFE- HITEN980 (6-120)		-	≤ 0,14	≤ 0,35	≤ 1,20	≤ 0,010	≤ 0,005	≤ 0,70	≤ 4,00	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,005	t ≤ 50 50 < t ≤ 100 100 < t	≤ 0,59 ≤ 0,62 ≤ 0,71	≤ 0,29 ≤ 0,33 ≤ 0,36

Обозначение (толщина, мм)	Испытания на предел прочности *1)						Испытания на изгиб (180°)*2)		Ударная прочность по Шарпи, 2 мм, V-образный надрез*3)		
	Толщина, мм	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Относительное удлинение, %	Образец	Толщина, мм	Радиус изгиба, Обр. 1	Толщина, мм	Темп. испытаний, °С	Поглощен. энергия, Дж
JFE-HITEN780M (6-150)	t≤75 75<t	≥685 ≥665	780/930	t≤16 16<t≤50 20<t	≥16 ≥24 ≥16	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t≤32 32<t≤50 50<t	-20 -25 -35	≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN980 (6-120)	t≤75 75<t≤100 100<t	≥885 ≥865 ≥865	950/1130 950/1130 930/1110	t≤16 16<t≤50 20<t	≥11 ≥19 ≥12	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,5t	12<t	-60	≥47

\*1) Метод испытаний: JIS Z 2241, взятие образца: JIS Z 2201

\*2) Метод испытаний: JIS Z 2248, взятие образца: JIS Z 2204

\*3) Метод испытаний и взятие образца: JIS Z 2242

### Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв и хорошей свариваемостью

При производстве серии U2 содержание углеродного эквивалента и P<sub>см</sub> поддерживается на уровне, соответственно, менее 0,09% и 0,20%; тщательное внимание уделяется контролю содержания примесей. Стальной лист данной серии обладает выраженным сопротивлением отверждению и трещинообразованию в зоне термического влияния. Данные качества ценны при производстве таких конструкций, как сферические емкости, шлюзовые затворы и пр., что принесло заслуженную популярность нашим сериям U1 и U2.

JFE-HiTen 780EX с аналогичными характеристиками имеет более высокую стойкость и свариваемость, отвечающую нуждам мостостроения.

Обозначение (толщина, мм)	Терм. обработка	Химический состав, %														
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	B	Толщина, мм	Cэ	P <sub>см</sub>
JFE-HITEN570U2 (6-100)	Контролируем	≤0,09	0,15/ 0,55	≤1,60	≤0,025	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	-	-	≤0,20
JFE-HITEN590UA (6-75)		≤0,09	0,15/ 0,55	1,20/ 1,60	≤0,025	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	-	-	≤0,20

JFE- HITEN610U2 (6-75)	≤0,09	0,15/ 0,55	1,20/ 1,60	≤0,025	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	-	-	≤0,20
JFE- HITEN780EX (6-60)	≤0,09	≤0,55	0,60/ 1,50	≤0,015	≤0,010	≤0,50	0,30/ 1,50	≤0,80	≤0,60	≤0,05	≤0,03	≤0,005	t ≤34 34 < t ≤60	≤0,53* ≤0,57*	≤0,23 ≤0,25	

Обозначение (толщина, мм)	Испытания на предел прочности <sup>*1)</sup>						Испытания на изгиб (180°) <sup>*2)</sup>		Ударная прочность по Шарпи, 2 мм, V-образный надрез <sup>*3)</sup>		
	Толщина, мм	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Относительное удлинение, %	Образец	Толщина, мм	Радиус изгиба, Обр.1	Толщина, мм	Темп. испытаний, °С	Поглощен. энергия, Дж
JFE-HITEN570U2 (6-100)	t≤16 16 < t ≤40 40 < t ≤75 75 < t	≥460 ≥450 ≥430 ≥420	570/700	t≤16 16 < t ≤50 20 < t	≥20 ≥28 ≥20	№5 №5 №4	t≤32 32 < t	1,5t 2,0t	12 < t	-5	≥47
JFE-HITEN590UA (6-75)		≥450	590/710	t≤16 16 < t ≤50 20 < t	≥20 ≥28 ≥20	№5 №5 №4	t≤32 32 < t	1,5t 2,0t	12 < t ≤32 32 < t ≤50 50 < t	5 -5 -10 -20	≥47** ≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN610U2 (6-75)		≥490	610/730	t≤16 16 < t ≤50 20 < t	≥19 ≥27 ≥19	№5 №5 №4	t≤32 32 < t	1,5t 2,0t	12 < t ≤32 32 < t ≤50 50 < t	0 -5 -15 -25	≥47** ≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN780EX (6-60)	t≤50 50 < t ≤60	≥685 ≥665	780/930 760/910	t≤16 16 < t ≤50 20 < t	≥16 ≥24 ≥16	№5 №5 №4	t≤32 32 < t	1,5t 2,0t	12 < t ≤32 32 < t ≤50 50 < t	-20 -25	≥47 ≥47

\*1) Метод испытаний: JIS Z 2241, взятие образца: JIS Z 2201

\*2) Метод испытаний: JIS Z 2248, взятие образца: JIS Z 2204

\*3) Метод испытаний и взятие образца: JIS Z 2242

\* WES + Cu/13 (Cu ≥ 0,30)

\*\* 6 ≤ t 8

\*\* 8 < t < 10,5

\*\* 10,5 < t < 12

24 Дж (1/2 размера)

35 Дж (3/4 размера)

39 Дж (3/4 размера)

### Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв для сварки с высоким тепловыделением

Листовая сталь данной серии характеризуется крайне низкой подверженностью трещинообразованию благодаря малым значениям углеродного эквивалента и R<sub>сm</sub>. Обладает превосходной прочностью в зоне термического влияния даже при сварке с высоким тепловыделением, как например, электрогазосварке при изготовлении резервуаров и других конструкций.

Обозначение (толщина, мм)	Терм. обработка	Химический состав, %												
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	B	Pcm
JFE-HITEN570E (6-100)	Контролируемая термическая обработка	≤0,09	0,15/ 0,55	≤1,60	≤0,020	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	≤0,20
JFE-HITEN590E (6-75)		≤0,09	0,15/ 0,55	1,00/ 1,60	≤0,020	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	≤0,20
JFE-HITEN610E (6-75)		≤0,09	0,15/ 0,55	1,00/ 1,60	≤0,020	≤0,010	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,06	≤0,03	-	≤0,20

Обозначение (толщина, мм)	Испытания на предел прочности <sup>*1)</sup>						Испытания на изгиб (180°) <sup>*2)</sup>		Ударная прочность по Шарпи, 2 мм, V-образный надрез <sup>*3)</sup>		
	Толщина, мм	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Относительное удлинение, %	Образец	Толщина, мм	Радиус изгиба, Обр. 1	Толщина, мм	Темп. испытаний, °С	Поглощен. энергия, Дж
JFE-HITEN570E (6-100)	t≤16 16<t≤40 40<t≤75 75<t	≥460 ≥450 ≥430 ≥420	570/700	t≤16 16<t≤50 20<t	≥20 ≥28 ≥20	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	12<t	-5	≥47
JFE-HITEN590E (6-75)	-	≥450	590/710	t≤16 16<t≤50 20<t	≥20 ≥28 ≥20	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	6<t≤20 20<t≤32 32<t≤50 50<t	5 -5 -10 -20	≥47** ≥47 ≥47 ≥47
JFE-HITEN610E (6-75)	-	≥490	610/730	t≤16 16<t≤50 20<t	≥19 ≥27 ≥19	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	6<t≤20 20<t≤32 32<t≤50 50<t	0 -5 -15 -25	≥47** ≥47 ≥47 ≥47

\*1) Метод испытаний: JIS Z 2241, взятие образца: JIS Z 2201

\*2) Метод испытаний: JIS Z 2248, взятие образца: JIS Z 2204

\*3) Метод испытаний и взятие образца: JIS Z 2242

\*\* 6 ≤ t 8

\*\* 8 < t < 10,5

\*\* 10,5 < t < 12

24 Дж (1/2 размера)

35 Дж (3/4 размера)

39 Дж (3/4 размера)

### Листовая сталь с высоким пределом прочности на разрыв для строительного и промышленного оборудования

Серии листовой стали JFE-HiTen 590S/690S являются экономичным вариантом с хорошей свариваемостью и высокой прочностью благодаря оптимальному химическому составу и применению регулируемой прокатки и контролируемой термомеханической обработки. Отвечают требованиям, предъявляемым к сталям для изготовления

оборудования для гражданского строительства и промышленности, даже в холодных областях.

Листовая сталь серий JFE-HiTen 780S/980S, улучшенная закалкой и отпуском, поставляется толщиной до 50 мм, имеет минимальное содержание легирующих элементов для обеспечения хорошей свариваемости и значительной экономии. Подходит для изготовления промышленного и строительного оборудования.

Стальной лист серии JFE-HiTen 780LE производится с применением ведущих технологий компании «JFE Steel», включая регулируемую прокатку и микролегирование, что позволяет получить продукцию с хорошими свойствами свариваемости и высокой прочностью, пригодную для использования в районах с низкими температурами (-40°).

Обозначение (толщина, мм)	Терм. обработка	Химический состав, %														
		Толщина (мм)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	B	Cэ	Рсм
JFE-HITEN590SA (6-40)	Рег. прокатка или Контр. терм. обработка	-	≤0,18	≤0,55	≤2,00	≤0,030	≤0,020	Присутствуют другие элементы согласно рецептуре							≤0,45	-
JFE-HITEN590SB (6-40)		-	≤0,18	≤0,55	≤2,00	≤0,030	≤0,015	Присутствуют другие элементы согласно рецептуре							≤0,45	-
JFE-HITEN590SL (6-50)		-	≤0,16	0,20/ 0,55	0,80/ 1,60	≤0,030	≤0,015	-	-	-	≤0,35	≤0,08	≤0,05	-	≤0,46	≤0,22
JFE-HITEN690S (6-25)		-	≤0,15	≤0,55	≤2,00	≤0,030	≤0,015	Согласно рецептуре, добавлены другие элементы, такие как Nb, V и Ti							≤0,50	-
JFE-HITEN780S (6-160)	Рег. прокатка	≤50 50<t≤100 100<t≤160	≤0,25 ≤0,20 ≤0,18	≤0,55 ≤0,55 ≤0,55	≤1,60 ≤1,60 ≤1,60	≤0,030 ≤0,030 ≤0,030	≤0,015 ≤0,015 ≤0,015	- ≤0,50 ≤0,50	- ≤0,50 ≤0,50	≤0,70 ≤1,50 ≤1,50	≤0,30 ≤0,60 ≤0,60	≤0,10 ≤0,10 ≤0,10	Ti: 0,005/ 0,02 Ti: 0,005/ 0,02 Ti: ≤0,03	≤0,005 ≤0,005 ≤0,005	≤0,53 ≤0,61 ≤0,65	-
JFE-HITEN780LE (6-32)	Контр. терм. обработка	≤19 19<t	≤0,20	≤0,40	≤1,40	≤0,025	≤0,015	-	-	≤0,20	≤0,15	≤0,08	-	≤0,005	≤0,40* ≤0,43*	-
JFE-HITEN980S (6-50)	Рег. прокатка	-	≤0,18	≤0,35	≤1,20	≤0,020	≤0,015	≤0,70	≤2,00	≤0,80	≤0,80	≤0,08	≤0,02	≤0,005	≤0,65	-

Обозначение (толщина, мм)	Испытания на предел прочности <sup>1)</sup>						Испытания на изгиб (180°) <sup>2)</sup>		Ударная прочность по Шарпи, 2 мм, V-образный надрез <sup>3)</sup>		
	Толщина, мм	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Относительное удлинение, %	Образец	Толщина, мм	Радиус изгиба, Обр. 1	Толщина, мм	Темп. испытаний, °С	Поглощен. энергия, Дж
JFE-HITEN590SA (6-40)	-	≥450	590/710	≤16	≥20	№5	≤32 32<t	1,5t 2,0t	-	-	-
JFE-HITEN590SB (6-40)				16<t≤50 20<t	≥28 ≥20	№5 №4			12<t	-10	≥47
JFE-HITEN590SL (6-50)	≤32 32<	≥450 ≥430	590/710 570/705	≤16 16<t≤50 20<t	≥20 ≥26 ≥20	№5 №5 №4	-	1,5t	6<t≤36 36<t	-40 -20	≥27** ≥27

JFE-HITEN690S (6-25)	-	≥550	690/830	t≤16 16<t	≥17 ≥25	№5 №5	-	1,5t	12<t	-10	≥47
JFE-HITEN780S (6-160)	t≤75 75<t≤160	≥685 ≥665	780/930	t≤16 16<t≤32 20<t	≥16 ≥24 ≥16	№5 №5 №4	t≤32 32<t	1,5t 2,0t	6<t≤20 12<t≤20 20<t≤32 32<t	-- -5 -15 -20	-- ≥35 ≥35 ≥35
JFE-HITEN780LE (6-32)	-	≥685	780/930	t≤16 16<t≤32 20<t	≥16 ≥24 ≥16	№5 №5 №4	-	1,5t	6<t≤32	-40	≥40***
JFE-HITEN980S (6-50)	-	≥885	950/1130	t≤16 16<t≤50 20<t	≥12 ≥19 ≥12	№5 №5 №4	t≤32 32<t	2,0t 2,5t	12<t≤20 20<t≤32 32<t	-10 -25 -30	≥35 ≥35 ≥35

\*1) Метод испытаний: JIS Z 2241, взятие образца: JIS Z 2201

\*2) Метод испытаний: JIS Z 2248, взятие образца: JIS Z 2204

\*3) Метод испытаний и взятие образца: JIS Z 2242

\* C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5

\*\* 6 ≤ t < 8,5

19 Дж (1/2 размера)

\*\*\* 6 ≤ t < 8,5

20 Дж (1/2 размера)

8,5 < t < 12

24 Дж (3/4 размера)

8,5 < t < 12

30 Дж (3/4 размера)

### Допуски по габаритам, форме и внешнему виду

Обозначение	Допуски по габаритам, форме, внешнему виду
590, 590U2, 590E 610, 610U2, 610E 690, 690M, 710, 710M 780M 980	Допуски по толщине, ширине, длине, планшетности и форме отвечают требованиям стандарта JIS G 3115.
570U2, 570E 590S, 590SL 690S 780S, 780LE, 780EX 980S	Допуски по толщине, ширине, длине, планшетности и форме отвечают требованиям стандарта JIS G 3193.

Вышеуказанные характеристики могут быть скорректированы по требованию заказчика.



## Виды применения и примеры использования листовой стали

### Мосты

JFE-HITEN570U2  
JFE-HITEN570E  
JFE-HITEN690M  
JFE-HITEN780M  
JFE-HITEN780EX



### Нефтяные резервуары

JFE-HITEN610  
JFE-HITEN610U2  
JFE-HITEN610E



### Разнообразные сферические емкости

JFE-HITEN590, 610  
JFE-HITEN610U2



**Разнообразные  
морские сооружения**

JFE-HITEN590, 610  
JFE-HITEN590, 610U2  
JFE-HITEN690M  
JFE-HITEN780M



**Шлюзы, затворы**

JFE-HITEN590, 610  
JFE-HITEN590, 610U2  
JFE-HITEN780M  
JFE-HITEN980



**Оборудование для  
гражданского  
строительства и  
промышленности**

JFE-HITEN590S  
JFE-HITEN690S  
JFE-HITEN780S  
JFE-HITEN780LE  
JFE-HITEN980S



## Типичные свойства стали листовой JFE-HiTen

Листовая сталь JFE-HiTen 61U2-590 Н/мм<sup>2</sup> с высоким пределом прочности на разрыв и хорошей свариваемостью

Содержание химических элементов, %

Обозначение	Толщина, мм	C	Si	Mn	P	S	Pcm
JFE-HiTen 61U2	75	0,08	0,26	1,44	0,005	0,002	0,18
Стандартные требования к стали с пределом прочности 590 Н/мм <sup>2</sup>	50	0,13	0,26	1,29	0,011	0,003	0,23

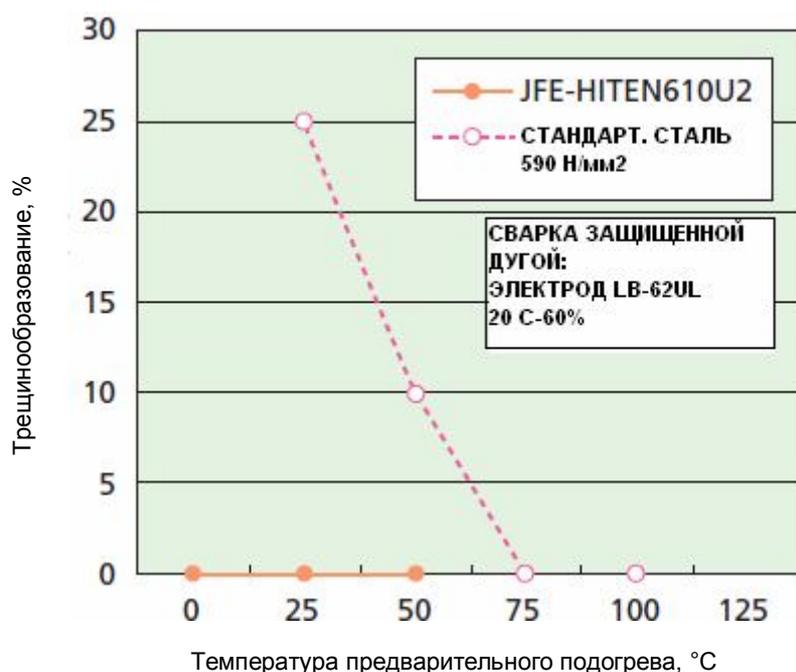
Включает иные легирующие элементы.

Механические свойства листа

Обозначение	Испытания на предел прочности			Ударная прочность по Шарпи		
	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Температура, °C	Направление оси образца	Поглощенная энергия
JFE-HiTen 61U2	534	624	31*	-10	Продольное	275
Стандартные требования к стали с пределом прочности 590 Н/мм <sup>2</sup>	566	668	50	-10	Продольное	269

\*JIS № 4

Испытания на образование холодных трещин в Y-образном сварном шве (проба «теккен»), JIS Z3158



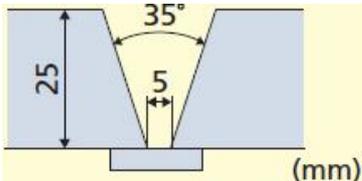
## Листовая сталь JFE-HiTen 610E-590 Н/мм<sup>2</sup> с высоким пределом прочности на разрыв для сварки с высоким тепловыделением

### Содержание химических элементов, %

Обозначение	Толщина, мм	C	Si	Mn	P	S	Pcm
JFE-HiTen 610E	25	0,08	0,20	1,33	0,008	0,003	0,17

Включает иные легирующие элементы.

### Механические свойства соединения при электрогазовой сварке

Условия сварки			Прочность сварного шва на разрыв, Н/мм <sup>2</sup>	Ударная прочность по Шарпи, поглощенная энергия (Дж)		
Конфигурация надреза	Материал шва	Тепловыделение (кДж/мм)		Место взятия образца	Темп. испытания (°C)	
			0		-25	
	DWS-1LG	12	617 618	Металл шва	113	82
				Линия сплавления	244	171
				Центр зоны термического воздействия	271	171

## Листовая сталь JFE-HiTen 780EX-780 Н/мм<sup>2</sup> с высоким пределом прочности на разрыв и высокой свариваемостью

### Содержание химических элементов, %

Обозначение	Толщина, мм	C	Si	Mn	P	S	Pcm
JFE-HiTen 780EX	34	0,08	0,20	1,05	0,004	0,001	0,22

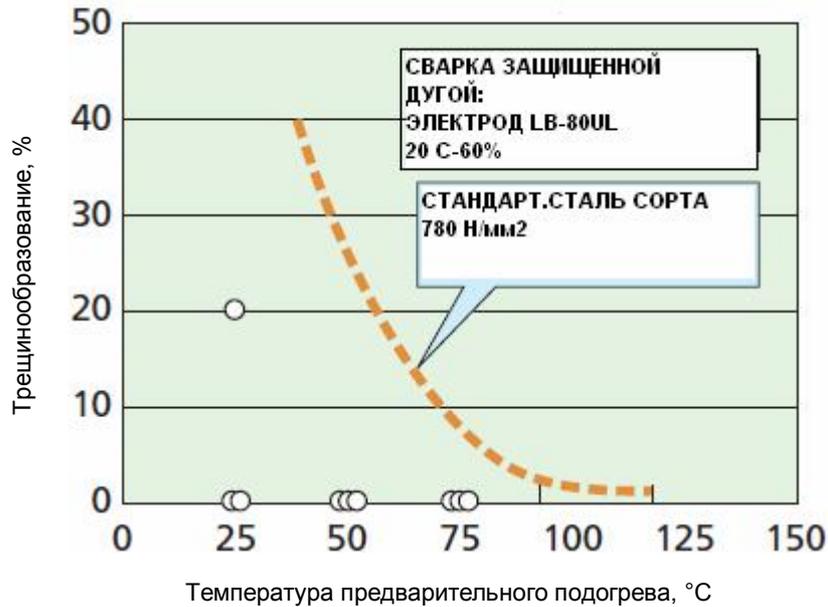
Включает иные легирующие элементы, такие как Cu, Ni, Cr.

### Механические свойства листа

Испытания на предел прочности			Ударная прочность по Шарпи		
Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение*, %	Температура, °C	Направление оси образца	Поглощенная энергия, Дж
769	844	24	-40	Продольное	286

\*JIS № 4

**Испытания на образование холодных трещин в Y-образном сварном шве (проба «теккен»), JIS Z3158**



**Листовая сталь JFE-HiTen 980-980 Н/мм<sup>2</sup> с высоким пределом прочности на разрыв и высокой свариваемостью**

**Содержание химических элементов, %**

Толщина, мм	C	Si	Mn	P	S	Pcm
75	0,09	0,25	1,14	0,005	0,001	0,27

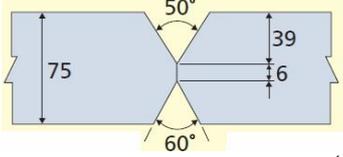
Включает иные легирующие элементы, такие как Cu, Ni, Cr.

**Механические свойства листа**

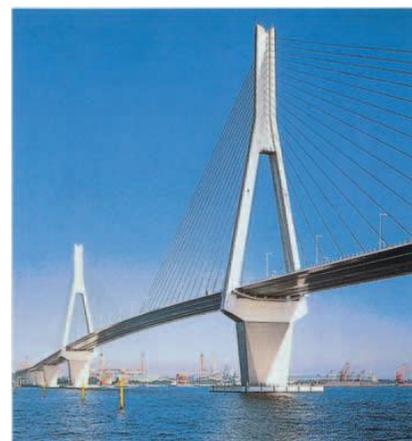
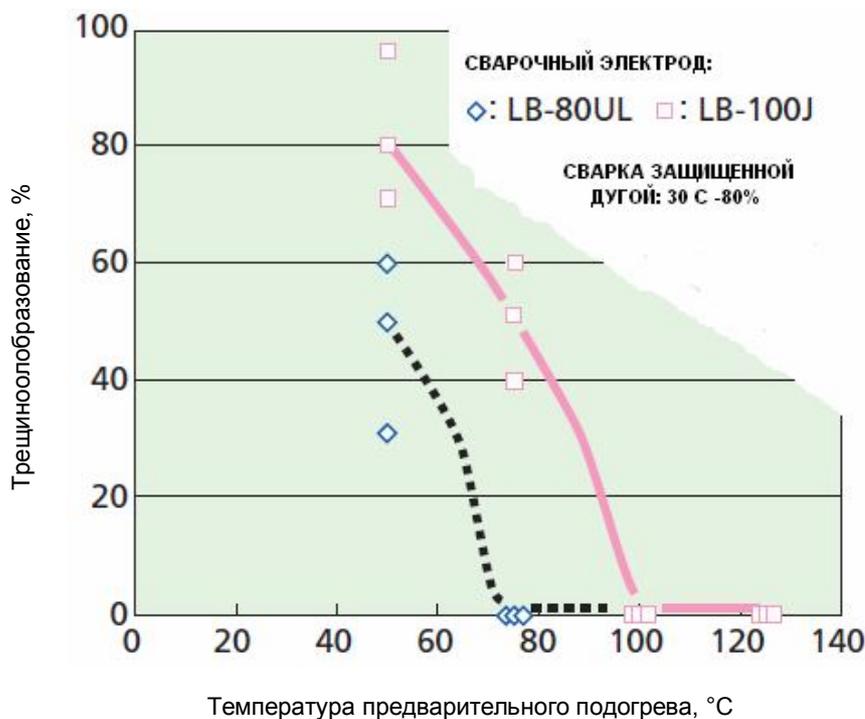
Испытания на предел прочности (1/4 толщины)			Ударная прочность по Шарпи (1/4 толщины)		
Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение*, %	Температура, °C	Направление оси образца	Поглощенная энергия, Дж
930	977	25	0	Поперечное	208
			-60	Поперечное	158

\*JIS № 4

## Механические свойства соединения при дуговой сварке под флюсом

Условия сварки			Прочность сварного шва на разрыв, Н/мм <sup>2</sup>	Ударная прочность по Шарпи,		
Конфигурация надреза	Материал шва	Тепловыделение (кДж/мм)		Место взятия образца	Темп. испытания (°C)	Поглощенная энергия (Дж)
Расст. между швами 0-1  (мм)	PFH-100J/US-100J	4,5	977 981	Металл шва	-10	109
				Линия сплавления		136
				Центр зоны термического воздействия		248

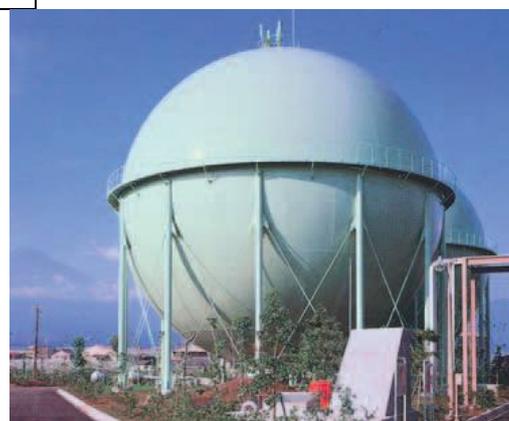
## Испытания на образование холодных трещин в Y-образном сварном шве (проба «теккен»), JIS Z3158



## Одобрение и официальное подтверждение соответствия качества изделий

### Одобрение WES (Японское общество производителей сварочной техники)

Обозначение марки стали JFE	Одобрение WES
590 610 590S 590U2 610U2 590E 610E	WES 3001 WES 3001 WES 3001 WES 3001,3009 WES 3001,3009 WES 3001,3009 WES 3001,3009
690 710 690M 690S	WES 3001 WES 3001 - -
780M 780S	WES 3001 -
980 980S	WES 3001 -



### Одобрение морскими классификационными обществами

Группы прочности	Наименование общества		
	Судовой регистр Ниппон Кайдзи Кёкай	Регистр Ллойда	Корейский морской регистр
570 610	A/D/E/F47 A/D/E/F51	D/E46 D/E50	A/D/E46
670 720	A/D/E56 A/D/E63 A/D63N	D/E55 D/E62	
770	A/D/E/F70 A/D/E/F70N	D/E69	

# Рекомендации для успешной обработки и изготовления металлоконструкций

## 1. Общие положения

Листовая сталь серии JFE-HiTen, помимо высокой прочности, обладает превосходной технологичностью. Однако при изготовлении металлоконструкций рекомендуется принимать во внимание особенности производства стального листа с тем, чтобы сохранить его механические свойства.

## 2. Нанесение разметки

Не наносите отметки кернером или зубилом на внешней стороне листов, предназначенных для гибки, т.к. удары могут спровоцировать трещинообразование.

## 3. Резка и сверление

Вместо пробивки отверстий рекомендуется сверление. Сталь серии JFE-HiTen так же легко поддается газопламенной резке, как мягкая сталь. В результате газовой резки образуется закаленный слой толщиной до 2 мм. При гибке листа, особенно листовой стали прочностью 690 Н/мм<sup>2</sup> и выше рекомендуется удалить закаленный слой зачисткой или иными способами. Удаление закаленного слоя с кромок при последующей сварке не требуется, т.к. он устранился в процессе проплавления шва.

## 4. Холодная обработка

В силу особой прочностью стальной лист JFE-HiTen требует приложения более мощного изгибающего усилия по сравнению с мягкой сталью, но в то же время прекрасно поддается холодной обработке благодаря высокой степени ковкости.

Необходимо учитывать, что гибка высокопрочной листовой стали сопровождается более выраженным пружинением, чем мягкой стали. Рекомендуется производить гибку листа параллельно направлению прокатки, сохранять небольшой радиус изгиба, округлять кромки зачисткой, поскольку риск трещинообразования по кромке возрастает по мере увеличения радиуса изгиба.

## 5. Горячая и полугорячая обработка

Металлообработка улучшенной закалкой и отпуском стали при температуре, превышающей температуру отпуска: особые свойства стального листа теряются при превышении температурного порога. Горячая обработка способна изменить характеристики листа, прокатанного в условиях контролируемой прокатки и прошедшего

термомеханическую обработку, поэтому заказчику рекомендуется проконсультироваться с представителем «JFE Steel» об условиях конкретных способов металлообработки.

## **6. Послесварочная термообработка**

Сварные соединения из стального листа серии JFE-HiTen характеризуются превосходной прочностью в состоянии после сварки и не требуют дополнительной послесварочной обработки для восстановления прочности. При необходимости возможно применение послесварочной обработки соединений из улучшенной закалкой и отпуском стали, при температуре, не превышающей температуру отпуска. По вопросу послесварочной обработки листа, прошедшего термомеханическую обработку, необходимо заранее проконсультироваться с представителем «JFE Steel».

## **7. Сварка**

Сварка листовой стали JFE-HiTen стандартными методами (сварка защищенной дугой, под флюсом, в среде защитных газов, газозлектрическая сварка) позволяет получить соединения удовлетворительного качества.

### **1) Материал шва**

С целью предотвращения развития разнообразных дефектов в сварочном шве по причине совместимости материала шва и стального листа, сварка улучшенной закалкой и отпуском стали высокой прочности производится с использованием электродов с низким содержанием углерода, а также высокощелочных материалов для автоматической сварки превосходной прочности. Типичные материалы шва указаны в таблице ниже.

### **2) Прокалка перед использованием**

Перед сваркой электрод с низким содержанием углерода необходимо прокалить при температуре 350-400°C примерно в течение 1 часа. Флюс для сварки также обязательно полностью просушить температуре 250-350°C примерно в течение 1 часа.

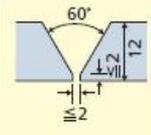
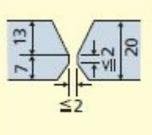
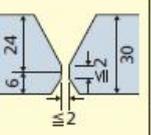
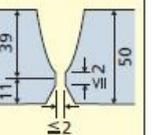
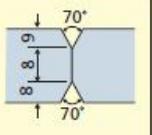
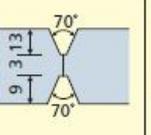
### **3) Подготовка кромок**

Кромки разделяются газопламенной резкой. При сложной конфигурации надреза или необходимости разделки с повышенной точностью кромки подготавливаются мехобработкой.

## **Стандартные формы разделки кромок**

**Для сварки защищенной дугой**

**Для сварки в среде защитных газов**

ТОЛЩИНА (мм)	12	20	30	50	25	32
Единицы: мм						

#### 4) Подогрев перед сваркой

Для определения температуры подогрева необходимо учитывать значения переменных факторов (материалы шва, толщина листа, способ сварки, условия окружающей среды, растягивающие напряжения и пр.) В отношении листовой стали прочностью 590 Н/мм<sup>2</sup> допускается сварка встык без предварительного подогрева, однако, в зависимости от вышеперечисленных условий подогрев перед сваркой все же рекомендуется. Температуры в диапазоне 50-100°С являются достаточными.

Для сталей улучшенной свариваемости (серии U, E) допускается предварительный подогрев при более низкой температуре или сварка без подогрева.

Для сталей с высокой прочностью на разрыв (690 Н/мм<sup>2</sup> и выше), с целью предотвращения трещинообразования рекомендуется подогрев при температуре в диапазоне от 100 до 175°С, хотя необходимо принимать во внимание и прочие условия, перечисленные выше.

Стали HiTen прочности 690 Н/мм<sup>2</sup> и выше (с обозначением –LE, -EX) требуют послесварочного подогрева для снятия остаточных напряжений.

По всем вопросам можно проконсультироваться с представителем «JFE Steel».

#### 5) Сварка прихваточными швами

Для сварки прихваточными сварки необходимо соблюдать те же условия, что и для обычной сварки. Рекомендуется выполнять швы длиной более 50 мм. ВАЖНО! Зажигание дуги производится на скошенной кромке или на другом листе, никогда на основном металле.

#### 6) Сварка

① При сварке электродом со шлакообразующим покрытием рекомендуется в начале сделать отступ на 30 мм от разделанной кромки вдоль оси валика.

② Во время сварки поддерживайте максимально короткую длину дуги.

③ Поперечные колебания горелки отразятся на изменении величины тепловыделения, которая является важным параметром сварки. При необходимости применения данной техники сварки амплитуда не должна превышать 1,5 диаметра электрода.

④ При сварке стального листа прочностью 690 Н/мм<sup>2</sup> и выше защищенной дугой используйте способ закалочной сварки, как показано на рис.



⑤ Шлак не всегда легко удаляется в случае с низкоуглеродными электродами, особенно по сравнению с электродами с ильменитовым или целлюлозным покрытием, однако его удаление абсолютно необходимо. Предварительный нагрев облегчает удаление шлака.

⑥ При автоматической сварке под флюсом возможно возникновение явлений охрупчивания и смягчения в зоне термического влияния.

⑦ Перед нагревом рекомендуется замерить температуру между слоями.

### Типичные материалы шва

Прочность	JFE-HITEN	Сварка защищенной дугой		Сварка защищенной дугой		Дуговая сварка в среде CO <sub>2</sub>		Дуговая сварка в среде Ar + CO <sub>2</sub>		Электрогазосварка
		JFE Steel	Kobelco	JFE Steel	Kobelco	JFE Steel	Kobelco	JFE Steel	Kobelco	
590Н/мм <sup>2</sup>	590, 610 590S, 590SL 570U2, 590U2, 610 U2 570E, 590E, 610E	KSA-86	LB62 LB62U LB62UL	KB-110 x KW-101B KB-80C x KW-101B KF-300A x KW-101B KF-300A x KW-50C	MF38 x US40	KC-60	MG60 DW60	KM-60	MIX60B	DWS60G, DWS1LG
690Н/мм <sup>2</sup>	690, 710, 690S 690M, 710M	-	LB106	KB-80C KW-102B	MF38 US70	-	MG70	-	MGS70	-
780Н/мм <sup>2</sup>	780M, 780EX 780S, 780LE	-	LB116 LB80UL	-	PFH80AK x US80BN PFH80AK x US80LT	-	MG80	-	MGS80	-
980Н/мм <sup>2</sup>	980S 980	-	LB100B LB100J	-	PFH100A x US100A PFH100J x US100J	-	-	-	MGS100J	-