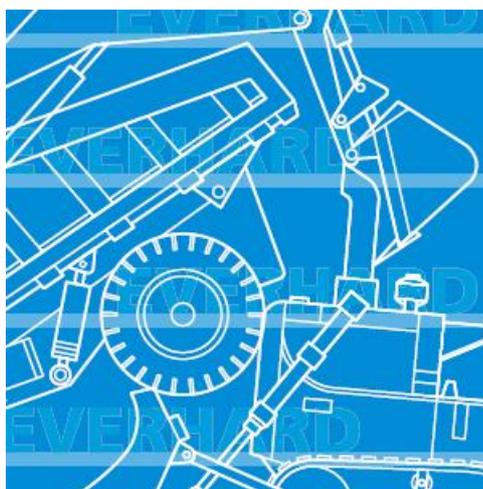




Сталь листовая износостойкая JFE Everhard

Серия JFE-EH
Корпорация «JFE Steel» (Япония)



Содержание

Отличительные свойства листовой стали JFE Everhard.....	2
Спецификации листовой стали JFE Everhard.....	3
Типичные механические свойства листовой стали JFE Everhard.....	5
Максимальные размеры выпускаемого листа.....	5
Основные виды применения.....	7
Рекомендации для производителей металлоконструкций.....	8

В середине 1950-х корпорация «JFE Steel» первой в Японии начала производство и продажу износостойкой листовой стали, и выпускаемая ею под маркой JFE Everhard сталь нашла широкое применение в строительном, горном, гражданском машиностроении и агротехнике. Разработанная впоследствии листовая сталь повышенной стойкости EH-SP с твердостью более 500 по Бринеллю, а также стали с высоким числом твердости EH360LE, EH400LE, EH500LE отвечают современным требованиям производства и пользуются заслуженным спросом.

В данном каталоге представлены характеристики различных серий износостойкой листовой стали JFE Everhard.

Отличительные свойства листовой стали JFE Everhard

ШИРОКИЙ ДИАПАЗОН ТВЕРДОСТИ

Мы предлагаем широкий диапазон листовой стали девяти групп прочности, от серии стандартной листовой стали и легированной стали из двух и трех групп твердости соответственно, до сталей повышенной износостойкости и стали с числом твердости 360, 400 и 500. Благодаря большому выбору линия продукции отвечает потребностям изготовителей изделий различного назначения.

Серия «стандарт»

Сталь изготовлена с акцентом на твердость, отличается простым химическим составом (легирована бором, применение прочих легирующих элементов ограничено).

Серия легированных сталей

В состав введено больше легирующих элементов по сравнению с серией «стандарт». Соответствие установленной твердости гарантировано для листовой стали толщиной до 100 мм; также особое внимание уделено достижению высокой устойчивости к хладноломкости.

Листовая сталь повышенной износостойкости EH-SP

Производителям стальных изделий требуется максимально износостойкая сталь с большим ресурсом работы, что позволило бы снизить эксплуатационные расходы изготавливаемых изделий. Тем не менее, до недавнего времени разработка износостойкого листа твердостью выше традиционной 500 без потери качеств свариваемости и пластичности не представлялась возможной. Мы смогли воплотить эти требования в разработанной нами листовой стали повышенной износостойкости.

Износостойкие листовые стали высокой прочности EH360LE, EH400LE, EH500LE

Прежде производителям стального листа было сложно добиться высокой прочности износостойкой стали при температуре -40° .

Компании «JFE Steel» удалось разработать износостойкую листовую сталь, в том числе, твердости 500, обладающую высокой прочностью, гарантированной при температуре -40° . Группы высокопрочных сталей EH360LE, EH400LE, EH500LE являются оптимальным решением в условиях низких температур и (или) повышенных нагрузок.

Листовая сталь EH360LE также отличается значительным сопротивлением образованию трещин в металле шва при сварке, что обеспечивает высокую надежность сварных переходов.

ПРЕВОСХОДНОЕ КАЧЕСТВО

Износостойкая листовая сталь марки JFE Everhard производится в условиях современного производства и воплощает последние технологические достижения термообработки с опорой на многолетний опыт и строгий контроль качества. Как результат, мы предлагаем первоклассную листовую сталь, обладающую не только исключительной износостойкостью, но и отличной свариваемостью и пластичностью.

Спецификации листовой стали JFE Everhard

Листовая сталь JFE Everhard предназначена для изготовления несущих стальных конструкций, характеризуется заданным составом, определяемым химическим анализом расплавленной стали; твердостью, замеряемой на поверхности листа методом Бринелля, и определенным значением прочности. Не имеют регламентированных для конструкционной листовой стали предела прочности на разрыв и относительного удлинения. Для уточнения значений предела прочности и (или) относительного удлинения см. технические бюллетени компании «JFE Steel».

1. Химический состав

Тип	Группа	Толщина, мм	Термообработка	Содержание химических элементов в процентах										
				C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ti	B	Cэ**
Стандарт	JFE-EH360	6-50	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,20	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,030	макс. 0,030	макс. 0,40	-	-	0,005-0,020	макс. 0,004	-
	макс. 0,25			макс. 0,80										
	макс. 0,35			макс. 0,80										
Легированная сталь	JFE-EH360A	6-100	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,20	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,030	макс. 0,030	0,40-1,20	0,10-0,50	макс. 0,10	макс. 0,020	макс. 0,004	-
	макс. 0,35													

JFE-EH-SP	6-65	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,35	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,030	макс. 0,030	0,50-1,50	Прочие легирующие элементы				
JFE-EH360LE	6-19	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,17	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,020	макс. 0,010	макс. 0,40	макс. 0,35	-	макс. 0,020	макс. 0,004	макс. 0,40
	19,1-32												макс. 0,43
JFE-EH400LE	6-19	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,23	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,020	макс. 0,010	макс. 0,80	макс. 0,35	-	макс. 0,020	макс. 0,004	макс. 0,50
	19,1-32												макс. 0,53
JFE-EH500LE	6-19	Контролируемая термическая обработка	макс. 0,29	макс. 0,55	макс. 1,60	макс. 0,020	макс. 0,010	макс. 0,40	макс. 0,35	-	макс. 0,020	макс. 0,004	макс. 0,55
	19,1-32												макс. 0,58

*Возможно содержание дополнительных элементов, кроме представленных в таблице. Данные о содержании химических элементов приведены на основе наших результатов анализа расплавленной стали.

** Сэ (углеродный эквивалент) = $C + Mn / 6 + (Cu + Ni) / 15 + (Cr + Mo + V) / 5$

2. Механические свойства

Тип	Группа	Испытания на твердость*		Ударная прочность по Шарпи		
		Толщина в мм	Твердость по Бринеллю (3000) (Среднее из 5 значений)	Толщина в мм	Температура испытаний, °С	Удар в Дж (Среднее из 3 образцов)
Стандарт	JFE-EH360	6-50	Мин. 361	-	-	-
	JFE-EH400	6-50	Мин. 401	-	-	-
	JFE-EH500	6-50	Мин. 477	-	-	-
Легирующая сталь	JFE-EH360A	6-100	Мин. 361	13,1-50,0	0	21
	JFE-EH500A	6-100	Мин. 477	13,1-25,0	0	Мин. 21
JFE-EH-SP	6-65		Мин. 401	-	-	-

JFE-EH360LE	6-32	Мин. 361-440	12,0-32,0	-40	Мин. 27
JFE-EH400LE	6-32	Мин. 410-490	12,0-32,0	-40	Мин. 27
JFE-EH500LE	6-32	Мин. 477-556	12,0-32,0	-40	Мин. 21

* Поверхностное испытание.

3. Внешний вид, форма, габариты, масса и допуски по ним отвечают стандарту JIS G3193

Типичные механические свойства листовой стали JFE Everhard

Группа	Толщина в мм	Механические свойства										
		Испытания на предел прочности				Испытания на изгиб			Ударная прочность по Шарли		Испытания на твердость	
		Стандарт испытаний	Направление оси образца	Предел текучести	Предел прочности	Относительное удлинение	Стандарт испытаний	Направление оси образца	Радиус изгиба = толщина x3	Направление оси образца	Сила удара при 0°C, средн. в в Дж	Твердость по Бринеллю (3000) (Среднее из 5 значений)
JFE-EH360	19	JIS-5	Поперечное	1083	1246	20,8	JIS-1	Продольное	Хор.	-	-	385
JFE-EH400	19	JIS-5		1163	1316	19,8	JIS-1		Хор.	-	-	442
JFE-EH500	19	JIS-5		1297	1449	17,7	JIS-1		Хор.	-	-	508
JFE-EH360A	19	JIS-5		1147	1203	23,9	JIS-1		Хор.	Продольное	156	388
JFE-EH500A	20	JIS-5		1321	1516	22,9	JIS-1		Хор.	Продольное	65	542
JFE-EH-SP	35	JIS-5		1104	1352	10,7	JIS-1		Хор.	-	-	455
JFE-EH360LE	19	JIS-5		1058	1308	23,0	JIS-1		Хор.	Продольное	-40°C 61	411
JFE-EH400LE	20	JIS-5		1121	1442	19,6	JIS-1		Хор.	Продольное	-40°C 45	450
JFE-EH500LE	20	JIS-5		1203	1681	17,0	JIS-1		Хор.	Продольное	-40°C 42	502

Максимальные размеры выпускаемого листа

Длина изделия, м

Толщина в мм	Ширина в мм		1501-1800	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	18	16	14	12	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	-	7,9	18	16	14	12	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	-	8,9	18	16	14	12	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	-	9,9	18	16	14	12	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	-	11,9	22	20	18	16	14	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	-	12,9	22	20	18	16	14	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,0	-	13,9	22	20	18	16	14	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,0	-	22,0	22	20	18	16	14	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,1	-	24,0	24	22	22	20	18	16	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24,1	-	26,0	25	24	22	22	20	18	16	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,1	-	28,0	25	25	24	24	22	22	20	18	16	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-
28,1	-	30,0	25	25	25	25	25	24	22	20	20	18	18	16	16	-	-	-	-	-	-
30,1	-	35,0	25	25	25	25	25	25	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	-	-	-
35,1	-	40,0	25	25	25	25	25	25	25	24	22	22	22	20	20	20	19	18	-	-	-
40,1	-	45,0	25	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	20	19	19	18	17	16	16	-
45,1	-	50,8	25	25	25	25	25	25	25	23	22	20	20	18	17	17	16	15	15	14	-
50,9	-	60,0	25	23	23	21	24	22	20	19	18	17	16	15	14	14	13	13	12	11	-
60,1	-	70,0	22	19	20	18	20	19	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	-
70,1	-	80,0	19	17	17	16	18	16	15	14	13	13	12	11	11	10	10	9,7	9,3	8,9	-
80,1	-	90,0	17	15	15	14	16	14	13	13	12	11	11	10	9,8	9,4	8,9	8,6	8,2	7,9	-
90,1	-	100,0	15	13	14	12	14	13	12	11	10	10	10	9,3	8,8	8,4	8,0	7,7	7,4	7,1	-

Основные виды применения

Отрасль промышленности	Применение
Строительство и автомобилестроение	<ul style="list-style-type: none"> • Отвалы и ковши для бульдозеров, внутренняя облицовка ковшей • Платформы прицепов • Кузова для самосвалов и грузовых автомобилей • Грейдерные ковши
Цементное и угольное производство	<ul style="list-style-type: none"> • Облицовочные полосы для смесителей цемента с турбинной мешалкой • Лопасты для мешалок • Подающие желоба для бетоносмесительных установок • Лопастные мешалки для цементогрунта • Трубопровода для транспортировки твердых продуктов (пневмопровода для угольных шахт)
Химическая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • Мешалки для асфальтовых заводов и асфальтоотделочных машин • Трубы для подачи песка на крекинговых установках • Ковшовые подъемники для сульфидных минералов
Сталелитейная и газовая промышленность	<ul style="list-style-type: none"> • Поворотные желоба, стационарные желоба и обшивка для них; защита верхних бункеров, шиберов для доменного производства • Скрубберы с трубами Вентури для очистки доменных газов, дроссельные клапаны • Установки для грохочения руд, впускные заслонки; обходные желоба для рудных конвейеров; разгрузочные желоба для конвейеров руд • Разгрузочные желоба для коксовых конвейеров и укладчиков; • Упрочнение ротационных смесителей • Разгрузочные желоба конвейеров-смесителей и упрочнение вибропитателей для агломерационных установок • Питатели сырья, одновалковые дробилки
Прочее	<ul style="list-style-type: none"> • Земляные буры • Укрепление резочных установок

Рекомендации для производителей металлоконструкций

ГАЗОПЛАМЕННАЯ РЕЗКА

- Для раскроя листа JFE Everhard, как для обычной листовой стали, может использоваться газопламенная резка аналогичным образом. Однако, учитывая повышенную твердость наших изделий, необходимо учитывать опасность растрескивания по кромке обреза при сварке и последующей ломке листа.
- Во избежание растрескивания по кромке предпочтительно использовать более высокое давление газа и кислорода при более низкой скорости резки.
- При раскрое стали повышенной стойкости (группы 500) рекомендуется подогрев листа до и после резки при температуре до 200°C во избежание отламывания от поверхности резки.
- Если растрескивания по кромке и трещин не удалось избежать, необходимо зачистить дефекты с помощью точильного станка или иного устройства до образования гладкой и ровной поверхности.
- При газопламенной резке листа в прилегающей к зоне резки поверхности под воздействием высокой температуры образуется тонкий закаленный слой толщиной 2-3 мм, рядом с которым возникает область размягчения, как показано на рис. 1.

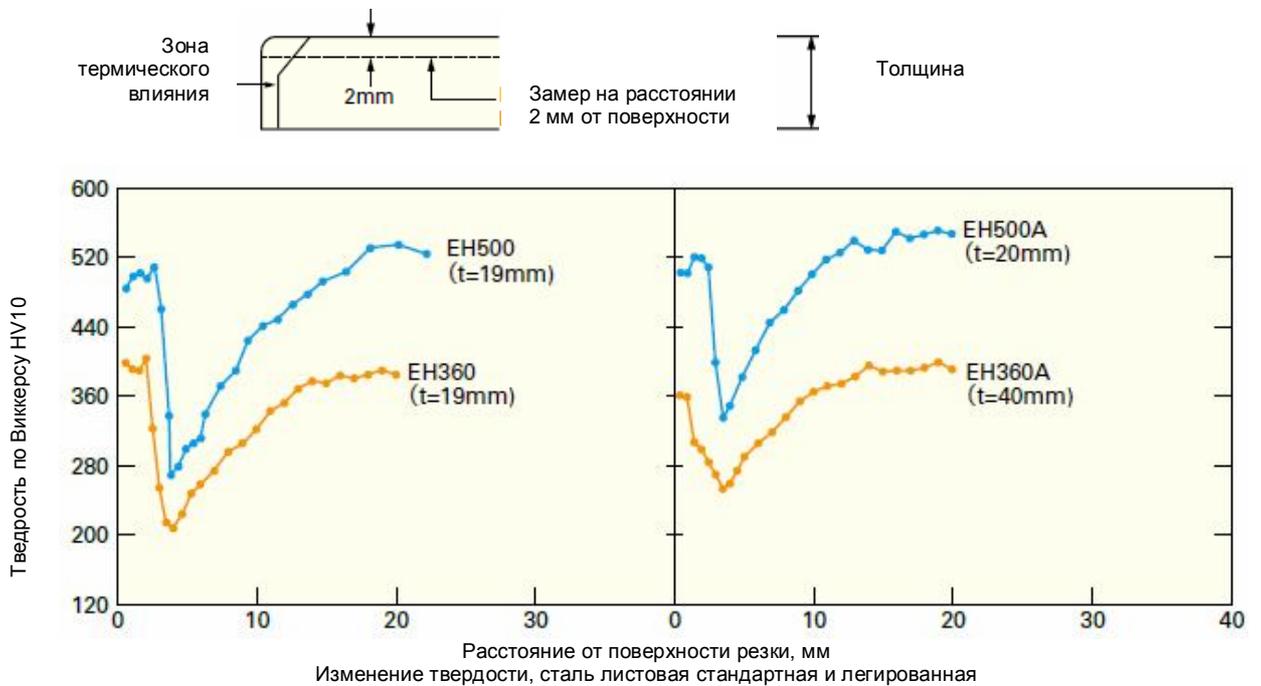


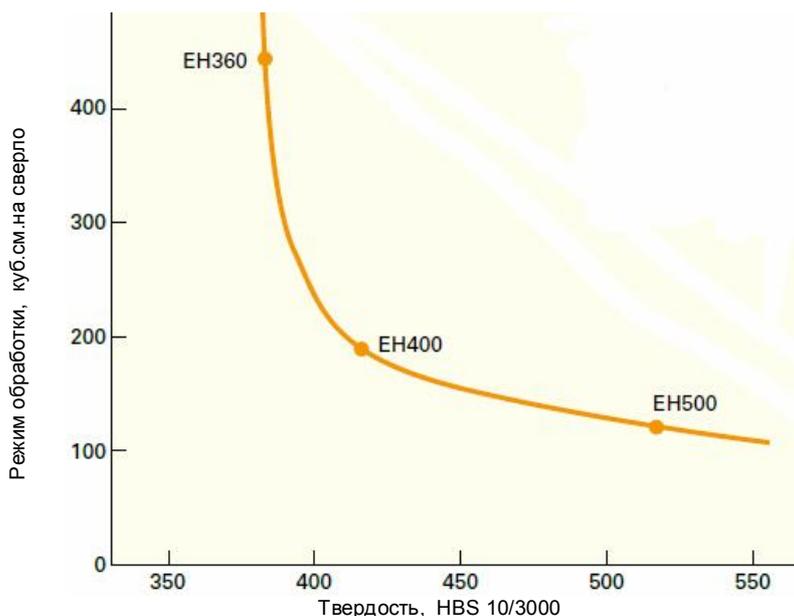
Рис. 1: Изменение твердости по мере удаления от зоны резки

- Если температура поверхности превышает 250°C (например, при газопламенной резке листа для получения небольших деталей), возникает опасность снижения твердости.
- Угроза чрезмерного повышения температуры возникает при одновременной резке в продольном направлении с двух сторон, особенно при резке небольших деталей. В данном случае следует произвести резку с одной стороны и дождаться достаточного охлаждения поверхности, затем приступить к резке с другой стороны. Необходимо принимать во внимание тенденцию снижения твердости в слое, прилегающем к зоне резки, как показано на Рис. 1, особенно при шлицевании и взятии образцов для проведения тестов на твердость.



МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА

- Рекомендуется использовать режущий инструмент из сверхтвердых материалов.
- Режим обработки зависит от уровня твердости стального листа, вида инструмента, выбранного метода резки и т.д. При работе с листом более высокой твердости потребуются уменьшение глубины резания и скорости подачи режущего инструмента.
- Для резки листа EH-SP используйте тот же инструмент, что и для EH500.



Режим резки	
Сверло	Сверло из сверхтвердого материала: диам.20 мм, «Toshiba Tungaloy Co., Ltd.», серия TSD, внутренняя подача смазки
Скорость вращения поверхности	20-32 м/мин
Скорость подачи	0,06-0,08 мм/об.

Рис. 2: Режим обработки в соответствии с твердостью

МЕХАНИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ

- При необходимости обработать поверхности механическим травлением, рекомендуется провести травление после холодной обработки, хотя получаемый путем обдувки прирост твердости минимален.

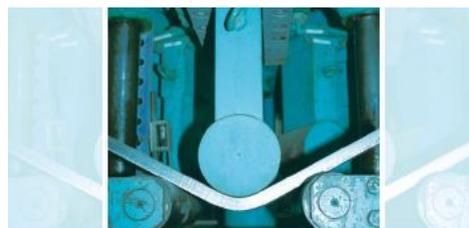
ГИБКА

- Листовая сталь JFE Everhard поддается формованию методами холодной обработки, например, прессованием или гибкой в вальцах. Однако в силу ее повышенной твердости по сравнению с другими высокопрочными марками стали необходимо соблюдать особую осторожность при гибке.
- В таблице 1 приведены рекомендуемые значения минимального радиуса гибки. По окончании гибки, необходимо произвести обработку поверхность с зачисткой трещин по кромке и соответствующее округление кромки. Для фиксации изгиба рекомендуется снять закаленный слой, образовавшийся в процессе газопламенной резки.
- Рекомендуется проводить гибку или формование в вальцах в направлении, поперечном конечному направлению вальцевания, как показано на рис. 3
- Во избежание внутреннего растрескивания не рекомендуется

Таблица 1: Рекомендуемые значения минимального радиуса гибки

Группа	Минимальный радиус гибки
JFE-EH360	4,5t
JFE-EH360A, EH360LE	4,5t
JFE-EH400, EH400LE	5t
JFE-EH500, EH500A, EH500LE	6t
JFE-EH-SP	6t

t = толщина листа



производить перегиб формованием в штампе малого радиуса со штампом (формовка труб).

- В целях безопасности необходимо соблюдать достаточное расстояние от работающего станка, т.к. во время формования, особенно материалов повышенной твердости (сталь 500), отделившиеся фрагменты треснувшего листа могут отлетать с большой скоростью

ГОРЯЧЕЕ ФОРМОВАНИЕ

- Прочность стали JFE Everhard достигнута путем контролируемой термообработки, поэтому горячее формование не применяется для сохранения ее качеств.

СВАРКА

- Принимая во внимание повышенную твердость и прочность JFE Everhard по сравнению с обычной листовой сталью, необходимо соблюдать осторожность во избежание образования трещин в металле шва. В большинстве случаев растрескивание, также называемое водородным, холодным растрескиванием или замедленным трещинообразованием, происходит вследствие диффузии водорода из металла шва в основной металл. В связи с данным риском необходимо уделить внимание следующим аспектам:

1. Выбор материала шва

- Примеры материалов шва для сварки стали JFE Everhard см. в Таблице 2. Рекомендуется выбирать материалы с низким и сверхнизким содержанием водорода. Для дуговой сварки в CO_2 рекомендуется использование одножильного провода большого сечения. Риск развития холодных трещин (водородного растрескивания) снижается при применении металла шва низкого уровня прочности. При необходимости использования износостойких материалов шва выбирайте материалы высокой прочности для рабочих швов, например, типа 590 Н/мм² или 780 Н/мм².

Таблица 2: Примеры материалов шва

Материалы, пригодные для сварки всех групп стали JFE-EH

Прочность материала	Сварка защищенной дугой		Сварка в среде защитных газов	
	Электродная проволока из мягкой стали	Электродная проволока, одобренная AWS*	Электродная проволока из мягкой стали	Электродная проволока, одобренная AWS*
490 Н/мм ²	KS-76	E7016	KC-50(CO ₂)	ER70S-G
	KSA-76	E7016-G	KM-50(Ar + CO ₂)	ER70S-G
	LB-52	E7016	MG-50(CO ₂)	ER70S-G
	LB-52UL	E7016	MGS-50(Ar + CO ₂)	ER70S-G
590 Н/мм ²	KSA-86	E-9016-G	KC-60(CO ₂)	ER80S-G
	LB-62	E-9016-G	MG-60(CO ₂)	ER80S-G
	LB-62UL	E-9016-G	MGS-63B(Ar+ CO ₂)	ER90S-G
780 Н/мм ²	LB-116	E-11016-G	MGS-80(Ar + CO ₂)	ER110S-G
	LB-80UL	E-11016-G		

* Американское общество сварочной техники

** «JFE Steel Corp.» или «KOBELCO»

2. Подогрев перед сваркой

- Условия подогрева зависят от химического состава, толщины листа и воздействия сварочных растягивающих напряжений. В Таблице 3 приведены рекомендации для температуры подогрева, основанные на проведенных результатах испытаний при сильном стягивании).
- Если предварительный подогрев нельзя провести, сварка выполняется с использованием аустенитных нержавеющей материалов. В данном случае рекомендуется использовать хром- и никельсодержащие аустенитные материалы, например, марки 309 вместо 304 или 316.

3. Подогрев после сварки

- Как правило, не требуется, кроме

Таблица 3: Рекомендуемые температуры подогрева перед сваркой

(На основании результатов испытаний на образование холодных трещин в Y-образном сварном шве при сильном стягивании (проба «теккен»))

Группа стали	Толщина, мм	Сварка защищенной дугой* ¹ , °C	Сварка в среде защитных газов* ² , °C
JFE-EH360LE	19	75	25
	32	100	25
JFE-EH360	19	75	50
	40	125	100
JFE-EH400LE	20	75	25
	30	100	50
JFE-EH400	20	100	50
	40	175	100
JFE-EH500LE	19	125	75
	32	175	125
JFE-EH500	19	125	75
	40	175	125
JFE-EH360A	20	100	75
	40	150	125
JFE-EH500A	20	125	100
	40	175	150
JFE-EH-SP	35	175	175
	51	200	200

*1 Материалы шва: LB-62(AWS E9016-G)

*2 Материалы шва: MG-50(AWS ER70S-G)

случаев применения упрочняющего материала шва. Подогрев после сварки при той же температуре, что и перед сваркой, повышает надежность защиты от трещинообразования.



4. Прочие условия

- Перед сваркой защищенной дугой осуществляется сушка сварочных электродов при температуре 350-400°C примерно в течение 1 часа.
- Сварка порошковой проволокой: обратите внимание, что содержание водорода может измениться вследствие поглощения влаги флюсом. Обязательно следуйте инструкциям поставщика по хранению порошковой проволоки относительно влажности помещения!
- Область сварки должна быть очищена от ржавчины, жира, шлаков и прочих нежелательных веществ, т.к. подобные загрязнения могут спровоцировать дефекты сварки и (или) трещинообразование.
- Возбуждение дуги на поверхности основного металла может привести к трещинообразованию. Используйте способ обратноступенчатой сварки или отходы материалов.
- Сохраняйте длину дуги максимально короткой.
- По возможности избегайте поперечными колебаниями горелки. При необходимости применения данной техники сварки амплитуда не должна превышать 1,5 диаметра электрода.
- Сварка прихваточным швом производится аналогично традиционному способу, однако, выполняемые швы должны быть длиной не менее 50 мм.
- Рекомендуемая величина погонной энергии: 2 кДж/мм.

4. Послесварочная термообработка

- Иногда применяется при изготовлении резервуаров под давлением для снижения остаточных сварочных напряжений.

ХРАНЕНИЕ

- При хранении стального листа необходимо свести к минимуму риски их провеса и деформации, обеспечить защиту от попадания воды во избежание ржавления и коррозии, ведущих к трещинообразованию. Если лист хранится под водонепроницаемым покрытием, его необходимо время от времени снимать для снижения влаги под ним.

Рис. 4: Рекомендуемый способ хранения

