

Док. № 072006-U017

Март 2006 г.

Электрод «LB-106»

с защитным покрытием с низким содержанием водорода

для стали с высокой прочностью при растяжении класса 690 МПа

**Электрод “LB-106” с покрытием с низким содержанием водорода для стали с высокой прочностью при растяжении класса 690 МПа**

LB-106 – электрод с покрытием, предназначенный для дуговой сварки металлическим электродом стали с высокой прочностью при растяжении класса 690 МПа. Рабочие характеристики металла сварного шва выполненного электродом LB-106 показаны ниже.

**1. Свойства полностью наплавленного металла с помощью электрода LB-106 (испытание по JIS Z 3212)**

- (1) Способность к растяжению

Таблица 1: Механические свойства полностью наплавленного металла

Марка	Условный предел прочности 0,2% (МПа)	Прочность при растяжении (МПа)	Относительное удлинение (%)	Уменьшение площади (%)	Замечания
LB-106	664	768	26	71	В состоянии после сварки

Примечание: Тип образца для испытаний: А1 по JIS Z 3111

- (2) Ударная вязкость

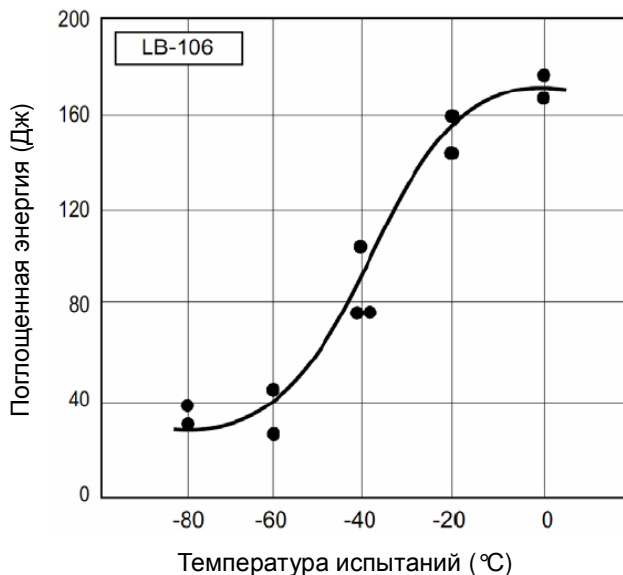


Рис. 1: Результаты испытаний на удар (после сварки)

- (3) Химический состав

Таблица 2: Химический состав полностью наплавленного металла

Марка	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
LB-106	0,07	0,68	1,45	0,009	0,006	1,51	0,19	0,17

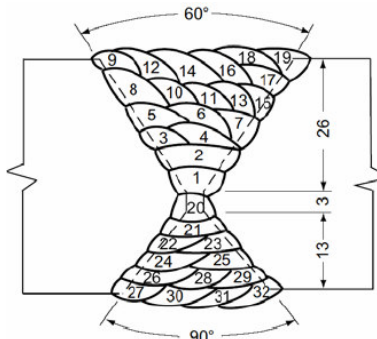
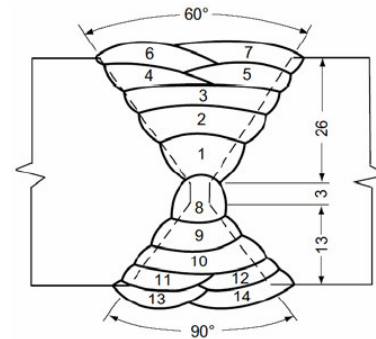
**2. Свойства сваренного встык соединения электродом LB-106**

- (1) Материал испытаний

- Стальная пластина: НТ-70 (толщина: 42 мм; Сэк. 0,50)
- Сварочный расходный материал: LB-106 (диаметром 4,0 и 5,0 мм)

(2) Условия сварки

Таблица 3: Условия сварки

Положение при сварке	Горизонтальное (наклон 45°) <ul style="list-style-type: none"> <li>сторона 60°: горизонтальное сверху 45°</li> <li>сторона 90°: горизонтальное 45°</li> </ul>	Вертикальное (наклон 45°) <ul style="list-style-type: none"> <li>сторона 60°: вертикальное сверху 45°</li> <li>сторона 90°: вертикальное 45°</li> </ul>
Повторное высушивание электрода	350 °С в течение 1 ч	
Температура предварительного нагрева и между проходами	100 °С	
Сварочный ток	Диаметр 4,0 мм: 140 А (только 1-й проход) Диаметр 5,0 мм (сверху): 220 А Диаметр 5,0 мм (горизонтальный): 230 - 240 А	Диаметр 4,0 мм: 140 А (только 1-й проход) Диаметр 5,0 мм (сверху): 160 - 190 А Диаметр 5,0 мм (вертикальный): 210 - 230 А
Подводимая сварочная теплота	12,1 – 36,2 кДж/см (средняя: 23,9 кДж/см)	46,0 – 59,6 кДж/см (средняя: 52,3 кДж/см)
Последовательность проходов сварки		
Размеры пластины для испытаний	42 (толщ.) x (200 шир. + 200 шир.) x 1 200 длина	

(3) Способность к растяжению полностью наплавленного металла

Таблица 4: Результаты испытаний на растяжение полностью наплавленного металла

Положение при сварке	Условный предел прочности 0,2% (МПа)	Прочность при растяжении (МПа)	Относительное удлинение GL = 4D D = 10 мм (%)	Уменьшение площади (%)	Замечания
Горизонтальное	685 700	775 788	25 26	70 66	<ul style="list-style-type: none"> <li>В состоянии после сварки</li> <li>Испытательные образцы удалены из зоны на 7-8 мм ниже поверхности основного металла на стороне 60°</li> </ul>
Вертикальное	668 660	773 777	26 25	70 69	

(4) Способность к растяжению сварного соединения

Таблица 5: Результаты испытаний на растяжение сварного соединения

Положение при сварке	Прочность при растяжении (МПа)	Расположение трещины	Замечания
Горизонтальное	780	Зона термического влияния + основной металл	В состоянии после сварки
	783	Зона термического влияния + основной металл	В состоянии после сварки
Вертикальное	780	Зона термического влияния + основной металл	В состоянии после сварки
	773	Зона термического влияния + основной металл	В состоянии после сварки

(5) Свойство при изгибе сварного соединения

Таблица 6: Результаты испытаний на изгиб сварного соединения (в состоянии после сварки)

Положение при сварке	Испытание на свободный изгиб		Испытание на боковой изгиб (P = 2толщ.)	
	Удлинение поверхности металла сварного шва	Осмотр трещины	Угол изгиба	Осмотр трещины
Горизонтальное	20% или больше	Без растрескивания	180°	Без растрескивания
	20% или больше	Без растрескивания	180°	Без растрескивания
Вертикальное	20% или больше	Без растрескивания	180°	Без растрескивания
	20% или больше	Без растрескивания	180°	Без растрескивания

(6) Ударная вязкость сварного шва

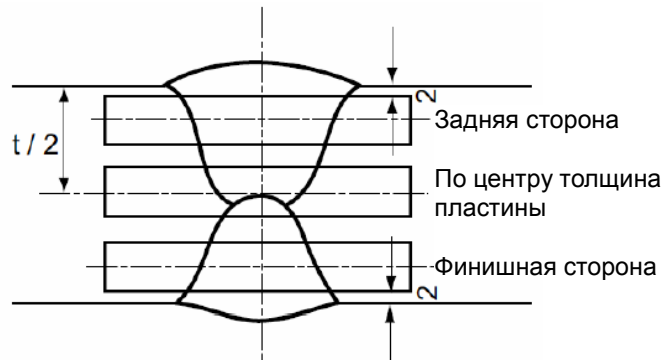


Рисунок 2: Расположение образца для испытания на удар на сварном соединении

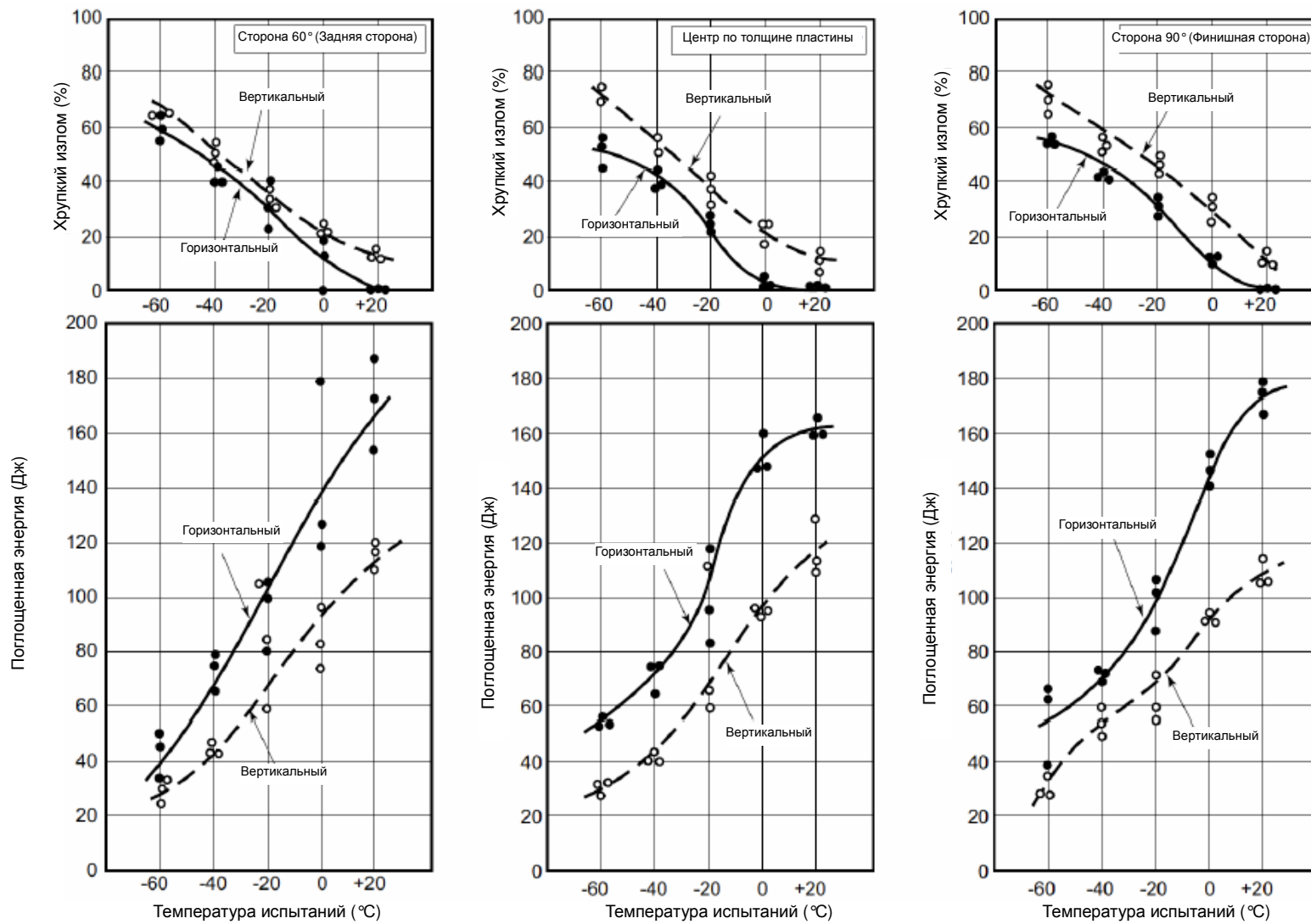


Рисунок 3: Результаты испытаний на удар сварного соединения

(7) Твердость сварного соединения

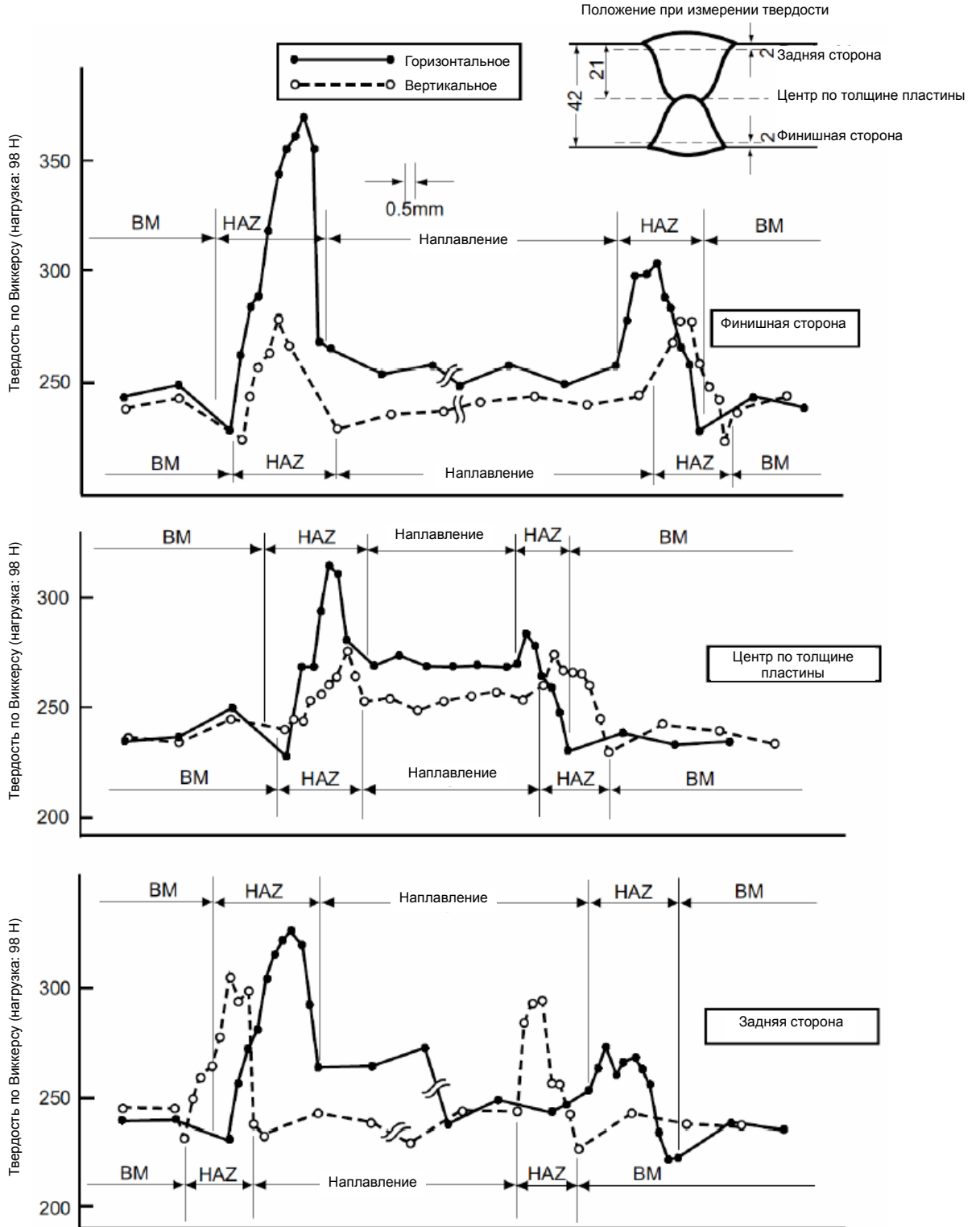


Рисунок 4: Распределение твердости сварного соединения

**3. Свойства наплавленного металла с помощью электрода LB-106 в зависимости от подводимой теплоты (в состоянии после сварки)**

(1) Испытательные материалы:

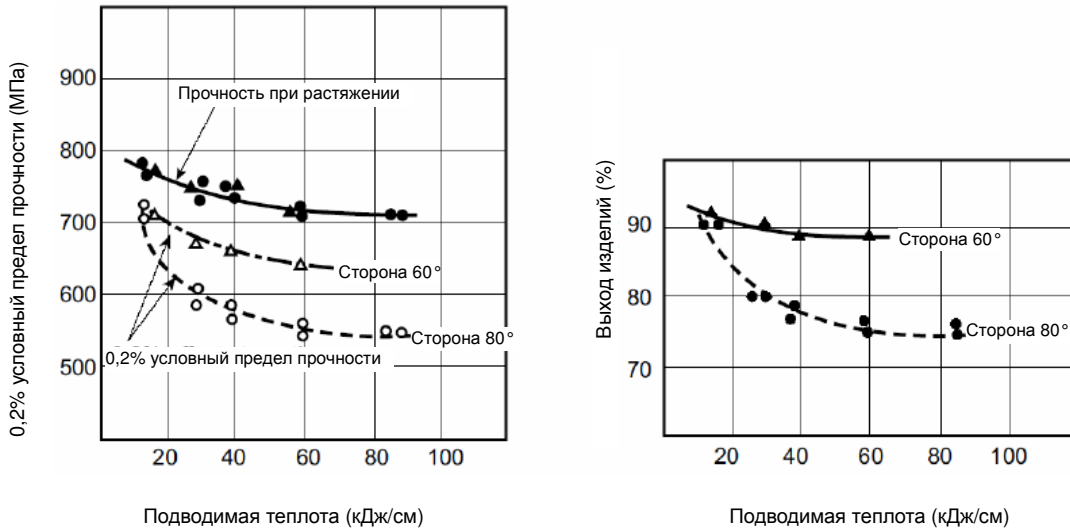
- Стальная пластина: НТ -70 (толщ. 32, Сэв.: 0,52)
- Сварочный расходный материал: LB-106 (диаметр 4,0 и 5,0 мм)

(2) Условия сварки

Таблица 7: Условия сварки (температура предварительного нагрева и между проходами: 100 °С; повторная сушка электрода: 350 °С x 1 ч)

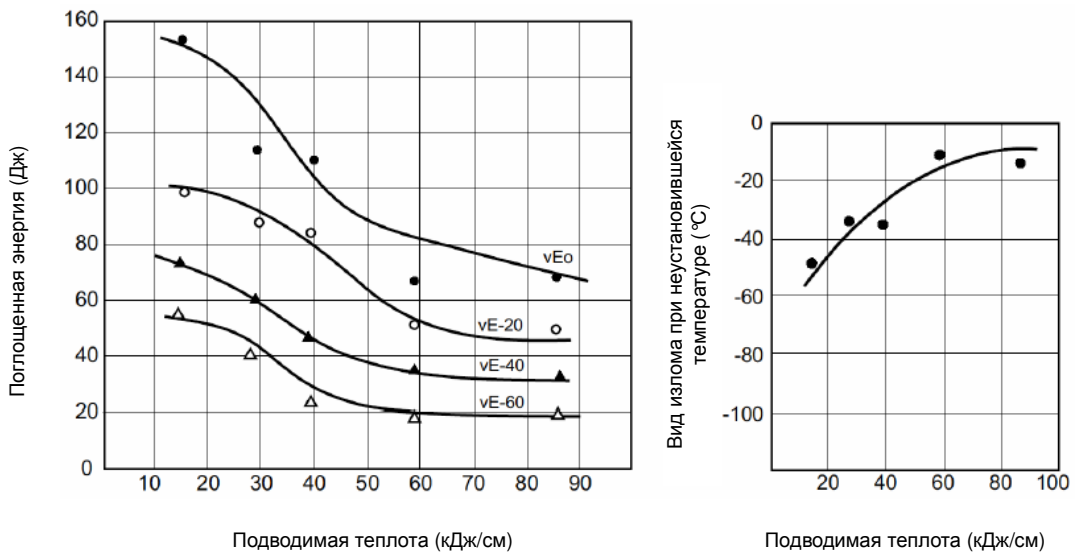
Положение при сварке	Диаметр электрода (мм)	Напряжение (В)	Ток (А)	Подводимая теплота (кДж/см)	Последовательность проходов сварки
Плоское	4,0	23	170	12,7 - 28,0 Ср. 13,8	
Плоское	5,0	23	210	26,1 - 31,2 Ср.: 28,4	
Вертикальное	4,0	23	145	34,0 - 41,7 Ср.: 38,6	
Вертикальное	5,0	23	180	54,0 - 65,4 Ср.: 57,7	
Вертикальное	5,0	23	170: только 1-ый проход 195	79,5 - 90,5 Ср.: 85,0	

(3) Механические свойства наплавленного металла



а) Подводимая теплота в зависимости от 0,2% условного предела прочности

б) Подводимая теплота в зависимости от выхода изделий



с) Подводимая теплота в зависимости от поглощенной энергии

д) Подводимая теплота в зависимости от вида излома при неустойчивой температуре

Рисунок 5: Механические свойства в зависимости от подводимой теплоты



4. **Содержание диффундирующего водорода, поглощение влаги и сопротивление к растрескиванию электрода LB-106**

(1) Диффундирующий водород в наплавленном металле и поглощение влаги электродом

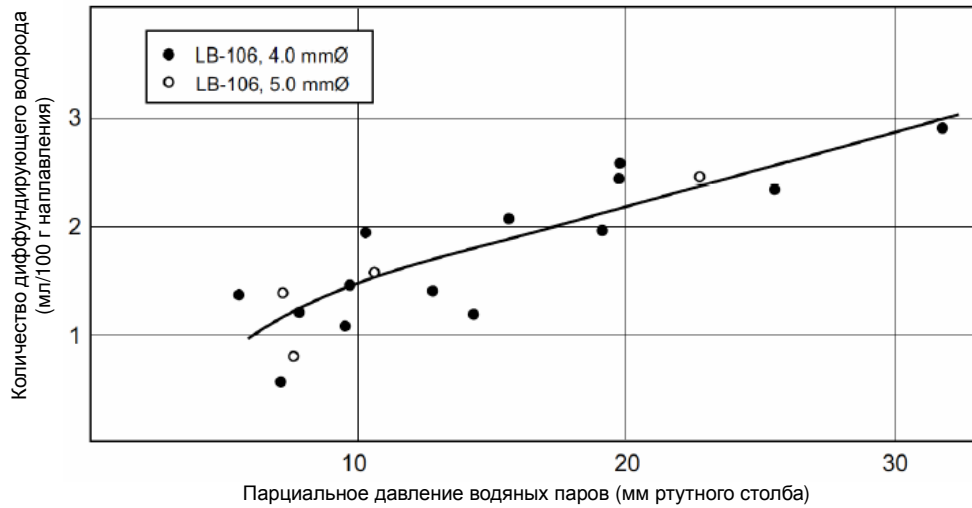


Рисунок 6: Влияние атмосферы в зоне сварки на диффундирующий водород в наплавленном металле (по глицериновому методу согласно JIS Z 3118)

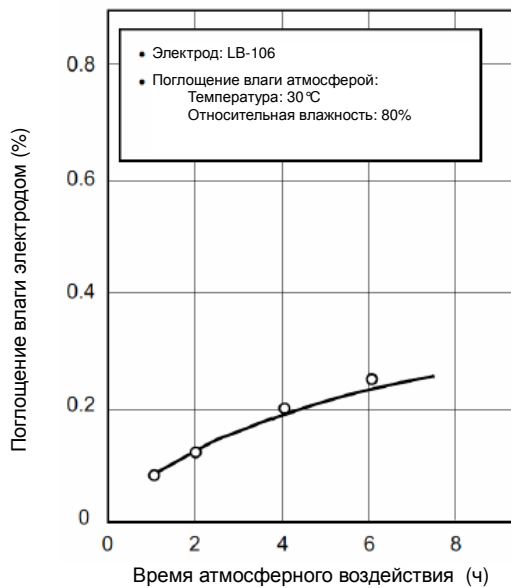


Рисунок 7: Поглощение влаги электродом в зависимости от времени атмосферного воздействия

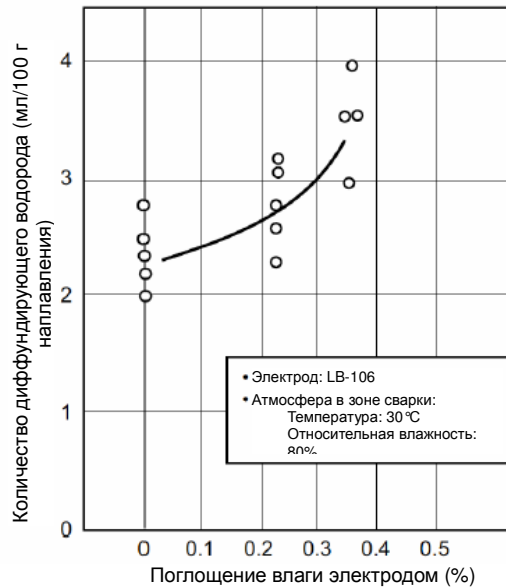


Рисунок 8: Количество диффундирующего водорода в наплавленном металле (по глицериновому методу согласно JIS Z 3118) в зависимости от поглощения влаги электродом

- (2) Требования к температуре предварительного нагрева для предотвращения растрескивания корня шва по испытаниям на растрескивание сварного шва с углубленной канавкой

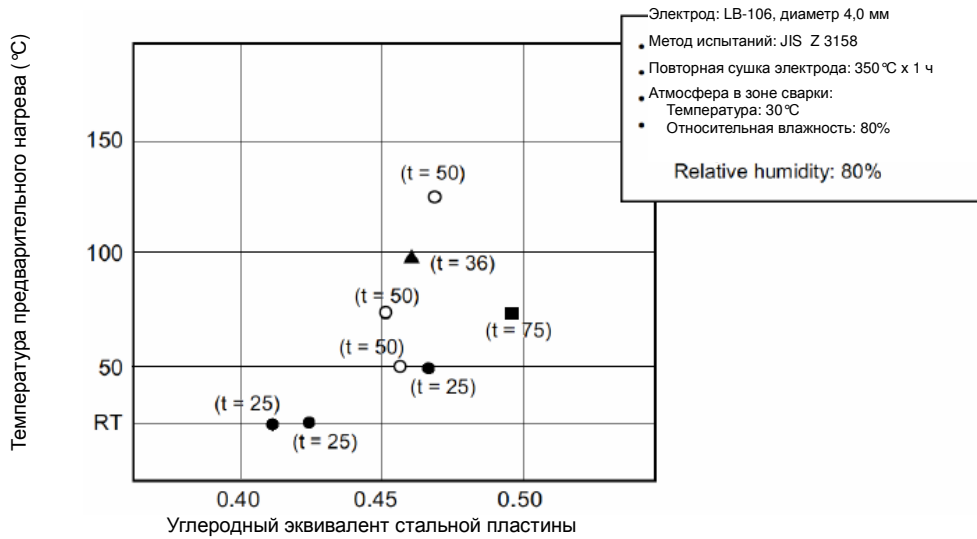


Рисунок 9: Требования к температуре предварительного нагрева в зависимости от углеродного эквивалента стальной пластины

Температура предварительного нагрева (°C)



Рис. 10: Требования к температуре предварительного нагрева в зависимости от атмосферы в зоне сварки. ( $H_D$  показывает содержание диффундирующего водорода в наплавленном металле, полученное глицериновым методом согласно JIS Z 3118)