

Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 130-летию С. Сейфуллина = С. Сейфуллиннің 130 жылдығына арналған халықаралық ғылыми - практикалық конференциясының материалдары.- 2024.– Ч.ІІ.- С.143-145.

УДК 621.791.011

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ, СТАЛИ HARDOX

*Унгарбаев А.Ф., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им.  
С.Сейфуллина, г. Астана*

Основными параметрами, определяющие эффективность сварного соединения стали Hardox являются выбор присадочных материалов, содержание водорода в присадочных материалах, погонная энергия и скорость охлаждения [1].

Выбор присадочных материалов. Для стали Hardox рекомендуются нелегированные или низколегированные присадочные материалы с максимальным пределом текучести 500 МПа. Присадочные материалы с более высокой прочностью ( $R_e$  не более 900 МПа) могут использоваться для сталей Hardox 400 и 450 в диапазоне толщины 0,7 – 6,0 мм. Использование низколегированных присадочных материалов приводит к повышению твердости наплавленного металла, что снижает скорость его износа. Если износостойкость наплавленного металла представляет особую важность, последние проходы можно проварить твердосплавными наплавочными материалами;

- Также одним из требований создания сварного соединения надлежащего качества является контроль содержания водорода в применяемых присадочных материалах. Присутствие водорода не должно превышать 5 мл на 100 г наплавленного металла при сварке с нелегированными и низколегированными присадочными материалами.

Сплошная проволока, используемая при сварке полуавтоматом, и сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов позволяет добиться такого низкого содержания водорода в наплавленном металле. Сведения о содержании водорода для других типов присадочных материалов следует получить у изготовителей этих материалов.

Если присадочные материалы хранятся в соответствии с рекомендациями изготовителей, то содержание водорода будет поддерживаться на уровне, отвечающем вышеприведенному требованию. Это также относится ко всем присадочным материалам с покрытием и флюсам;

Погонная энергия. Погонная энергия ( $Q$ ) — это количество энергии, получаемое основным металлом на единицу длины. Погонная энергия рассчитывается по нижеприведенной формуле (1):

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ кДж/мм}; \quad (1)$$

где Q – погонная энергия (кДж/мм);  
 k – КПД дуги (безразмерная величина);  
 U – напряжение;  
 I – ток;  
 v – скорость сварки.

Различные процессы сварки различаются КПД дуги. В таблице 1 приводятся приблизительные значения для различных методов сварки.

Таблица 1 – КПД дуги различных методов сварки

Методы сварки	КПД дуги (k)
Сварка в среде активного газа	0.8
Ручная дуговая сварка	0.8
Дуговая сварка под флюсом	1.0
Сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов	0.6

Избыточная погонная энергия увеличивает ширину зоны термического влияния (ЗТВ), что, в свою очередь, ухудшает механические свойства и износостойкость ЗТВ [2]. Сварка при низкой погонной энергии дает следующие преимущества:

- Повышенная износоустойчивость ЗТВ;
- Пониженная деформация (однопроходные сварные соединения);
- Повышенная ударная вязкость сварного соединения;
- Повышенная прочность сварного соединения

Слишком низкая погонная энергия может негативно сказаться на ударной вязкости (значение  $t_{8/5}$  менее 3 секунд)

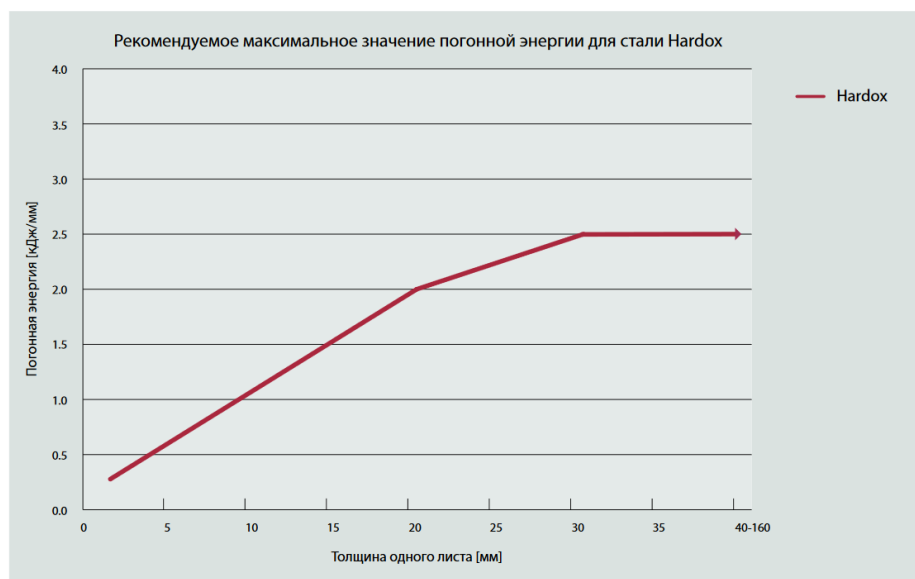


Рисунок 1 - Рекомендуемые максимальные значения погонной энергии для сталей Hardox

На рисунке 1 показано отношение рекомендуемой погонной энергии (Q) для стали Hardox к толщине свариваемого листа.

Скорость охлаждения  $t_{8/5}$

Скорость охлаждения ( $t_{8/5}$ ) — это время, за которое происходит охлаждение шва от 800 °С до 500 °С, и она играет ключевую роль в формировании окончательной микроструктуры шва. Часто для конструкционных сталей указываются рекомендуемые скорости охлаждения для оптимизации процесса сварки в соответствии с определенным требованием, например, для соблюдения требования по минимальной ударной вязкости [3].

*Руководитель д.т.н., профессор Шеров К.Т.*

### **Список литературы**

- 1. A guide to better welding of Hardox and Strenx. (2019). Welding handbook Edition SSAB, Höglund Design AB. 134.*
- 2. Frydman, S., Konat, L., Pekalski, G. (2008). Structure and hardness changes in welded joints of Hardox steels. Wroclaw University of Technology. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 8(4), 15-27.*
- 3. Oskwarek, M. (2006). Structural features and susceptibility to cracking of welded joints of Hardox 400 and Hardox 500 steels, Conference Proceedings, IV Scientific conference “Development problems of Working Machines”.*