

УДК 621.791

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ЭЛЕКТРОННО–ЛУЧЕВОЙ ТЕХНОЛОГИЙ СВАРКИ

И.Л. Поболь¹, д-р техн. наук, Д.В. Юшкевич¹, А.Е. Колесникова²

¹Физико-технический институт НАН Беларуси,

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение. Основным видом сварки в настоящее время является электродуговая (ЭДС). Структурные превращения, проходящие при ЭДС в шве и околошовной зоне, зачастую оказывают негативное влияние на показатели конструктивной прочности соединений. Перспективный способ получения неразъемных соединений – электронно-лучевая сварка (ЭЛС), при которой нагрев осуществляется энергией пучка ускоренных электронов, крайне недостаточно применяется в Беларуси. ЭЛС вследствие локализованного воздействия сопровождается менее интенсивным разогревом околошовной зоны. В работе проведены сравнительные исследования механических свойств сварных соединений, полученных методами ЭДС и ЭЛС.

Методики исследований. Объект исследования – деталь «поворотный кулак–суппорт», применяемая в автобусном производстве на Минском автомобильном заводе, выполнена из сталей 10ХСНД и 40Х. Размеры экспериментальных образцов 120x120 мм, толщина 8 мм. ЭДС проводилась в среде аргона с использованием сварочного полуавтомата VarioStar L50 за несколько проходов. ЭЛС выполняли на аппаратуре ЭЛА–15 со сквозным проплавлением за проход по двум схемам: на холодных заготовках (ЭЛС–ХЗ), а также с предварительным нагревом зоны соединения расфокусированным лучом (ЭЛС–ПН).

Испытания на растяжение образцов проводились на испытательной гидравлической машине INSTRON Sattec 300LX. Твердость материала измерялась методом Виккерса. Напряжения в сварных узлах определялись методом рентгеновской тензометрии с использованием наклонной съемки.

Результаты исследований. Результаты проведенных исследований свойств сварных соединений, выполненных по различным технологиям, свидетельствуют о существенном их различии. Из распределения микротвердости по сечению сварного соединения видно, что в узле, полученном ЭЛС–ПН, по сравнению с остальными образцами, практически отсутствует повышение твердости со стороны стали 40Х.

По результатам испытаний соединений на растяжение лучшие прочностные и пластические характеристики выявлены у образцов, полученных методами ЭДС и ЭЛС–ПН (рисунок). На диаграмме растяжения $\sigma - \epsilon$ для них имеется значительный участок пластической деформации, протекающей непосредственно в зоне сварного шва и проявившейся в виде «зуба» текучести. Пределы текучести образцов ЭДС и ЭЛС–ПН имеют близкие значения, однако образец ЭЛС–ПН имеет более высокие пластичность и предел прочности.

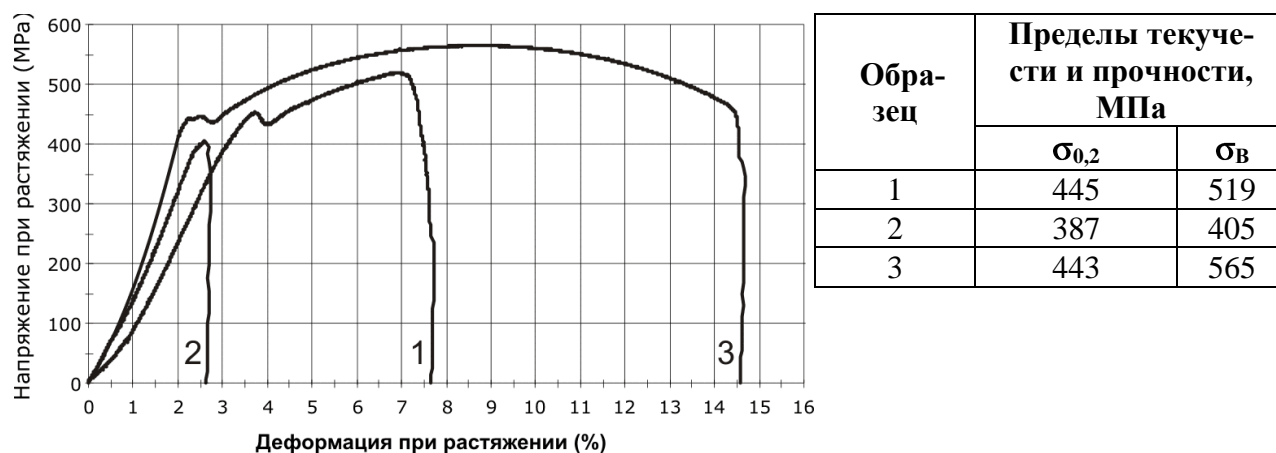


Рисунок – Диаграммы растяжения и значения механических характеристик сварных соединений сталей 10ХСНД и 40Х:
1 – ЭДС; 2 – ЭЛС–ХЗ; 3 – ЭЛС-ПН

В случае сварного шва, выполненного ЭДС, микротвердость материала шва относительно низкая (2,4–2,5 ГПа, при этом в стали 40Х образуются закалочные структуры с микротвердостью до 4,5 ГПа), в зоне шва формируются сжимающие напряжения, что обеспечивает умеренные значения пластичности и предела прочности сварного соединения. Сварной шов, выполненный методом ЭЛС на холодных заготовках, характеризуется высокими растягивающими напряжениями и повышенным уровнем микротвердости стали (3,9–4,1 ГПа), что приводит к хрупкости и сравнительно низкой прочности сварного шва. Материал сварного шва, выполненного методом ЭЛС с предварительным нагревом, имеет микротвердость 2,8–3,0 ГПа и повышенные характеристики пластичности и предела прочности.

Заключение. Метод ЭЛС обеспечивает значительное энерго– и материалосбережение. В реальных эксплуатационных условиях материал детали, изготовленной из различных сталей, в том числе условно свариваемых (40Х и других) с применением ЭЛС–ПН, будет иметь более высокие характеристики прочности и циклической долговечности, чем детали, полученной с использованием традиционной ЭДС.