

УДК 621.791.052+519.22/.25

Исследование влияния состава присадочного материала на склонность к образованию горячих трещин, прочности и вязкости сварных соединений стали 38ХСЗН4К2МФА

Студент группы 104816 – Менчицкая А.С.

Научный руководитель – Голубцова Е.С.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящей работе исследовано влияние основных легирующих элементов содержащихся в электродном металле 32ХГ2СНВМ, на свойства сварного шва, полученного аргонодуговой сваркой стали 38ХСЗН4К2МФА. В качестве параметров оптимизации (характеристик свойств) были выбраны: $y_1 = V_{кр}$, мм/мин – стойкость против образования горячих трещин; $y_2 = \sigma_b$, МПа – прочность сварного шва; $y_3 = KCU$ – ударная вязкость с U-образным вырезом, Дж/м²; $y_4 = KCV$ – ударная вязкость с V-образным вырезом, Дж/м².

В качестве факторов были выбраны: x_1 – компонент присадочного материала ($x_1 = -1$, Si; $x_1 = 0$, Ni; $x_1 = +1$, Co) и x_2 - их содержание (0,5; 1,0 и 1,5%).

Целью исследования является повышение указанных характеристик сварного шва посредством выбора оптимального состава присадочного материала.

Металл шва представляет собой сплав основного и электродного металла (присадочной проволоки). Возможность получения качественного сварного соединения с надлежащими свойствами зависит не только от состава свариваемой стали, но и от состава присадочного материала, технологии и условий сварки, толщины свариваемого металла, конструкции свариваемого объекта и др.. Одним из главных факторов,

определяющих технологическую прочность и эксплуатационные свойства сварных конструкций является оптимальный химический состав шва, который достигается в среднелегированных высокопрочных сталях многокомпонентным легированием за счет состава присадочного материала, компенсирующего выгорание специальных элементов основного металла, или легирование элементами, не содержащимися в основном металле, при проведении процесса сварки.

Основными легирующими элементами в присадочных материалах для сварки низко- и среднелегированных высокопрочных сталей являются кремний, марганец, никель.

Углерод и все основные легирующие элементы отрицательно влияют на свариваемость. Однако активное ухудшение свариваемости сталей связано с предельным определенным и различным по количеству содержанием в них того или иного легирующего элемента.

Углерод одна из наиболее важных примесей, определяющая прочность, вязкость, и особенно свариваемость стали. Он увеличивает склонность стали к образованию горячих и холодных трещин, повышает ее склонность к образованию неравновесных закалочных структур в зоне термического влияния (ЗТВ).

Влияние марганца связано с содержанием углерода в стали – чем выше его содержание в стали, тем отрицательнее влияние марганца на свариваемость.

Кремний, улучшая свойства основного металла, оказывает некоторое отрицательное влияние на свариваемость. Он упрочняет феррит и способствует неоднородности в распределении углерода. Кроме того, кремний образует устойчивые окисные пленки, что также отрицательно влияет на свариваемость.

Отрицательное влияние никеля на свариваемость связано с повышением устойчивости аустенита и увеличением в продуктах его распада неравновесных структур – мартенсита и бейнита в ЗТВ после сварки, а также склонностью стали к образованию холодных трещин при сварке.

Для проведения эксперимента с целью получения математических моделей процесса был выбран двухфакторный план 3×3 , где 3-три уровня первого фактора (Si, Ni, Co) и три уровня их содержания (0,5; 1,0 и 1,5%). Ошибку воспроизводимости опытов определяли как 5% от среднего значения параметра оптимизации. Во избежание влияния систематических ошибок и источников неоднородностей опытов проводили в случайном порядке.

В результате расчетов были получены следующие зависимости:

$$y_1 = V_{кр} = 3,64 + 0,52x_1 + 0,73 x_1x_2;$$

$$y_2 = \sigma_b = 1798;$$

$$y_3 = KCU = 732 + 48x_1 - 97x_2 + 85 x_1x_2 - 203x_1^2;$$

$$y_4 = KCV = 398 - 28x_2 - 96x_1^2 - 87 x_2^2.$$

Например, анализ первого уравнения показывает, что наибольшее влияние на $V_{кр}$ оказывают компоненты присадочного материала (x_1), влияние их содержания (x_2) проявляется только во взаимодействии x_1x_2 . Максимальная величина $V_{кр} = 5,0$ мм/мин будет при $x_1 = +1$ и $x_2 = +1$, т.е. при использовании в качестве присадочного материала кобальта, содержание которого должно быть равно 1,5%.