

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЫКОВОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ПЕРЛИТНЫХ И АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ ЧЕРЕЗ БАРЬЕРНЫЙ СЛОЙ

Чевакинская А.А., Страхов А.В., Жильцов И.Ю.

Руководитель - доцент, к.т.н. Никулина А.А.

Новосибирский государственный технический университет,

г. Новосибирск

evakins@mail

В работе представлены результаты численного моделирования структурно-фазовых превращений и напряженно-деформированного состояния материала в зоне сварного шва между сталями Э76 и 12Х18Н10Т, полученного методом стыковой контактной сварки с использованием барьерных слоев из низкоуглеродистой стали различной толщины. Показано, что оптимальная толщина барьерного слоя из стали 20 составляет менее 20 мм.

Одной из причин пониженной свариваемости аустенитной легированной и перлитной высокоуглеродистой сталей является образование в сварном шве хрупких закалочных структур в виде прослоек, размер которых в среднем составляет 0,2 - 0,6 мм. В переходной зоне со стороны легированной стали также возможно образование области с повышенным содержанием углерода, что ведет к формированию карбидов, а со стороны перлитной стали, соответственно, обезуглероженной области. Все эти факторы влияют на качество сварного шва. В результате таких структурных особенностей велика вероятность образования трещин [1 - 4]. Для того чтобы решить данную проблему, не прибегая к использованию длительной термической обработки, в нашей работе предлагается использовать барьерный слой из низкоуглеродистой стали [5]. Таким образом, свариваемые стали должны меньше взаимодействовать друг с другом. Предполагается, что образующийся при охлаждении мартенсит, будет содержать меньше углерода и легирующих элементов. Целью работы является подбор оптимальной толщины барьерного слоя для формирования надежного сварного соединения.

В качестве барьерного слоя была выбрана сталь 20. В работе рассмотрены композиции "сталь Э76 – сталь 20 – сталь 12Х18Н10Т", а также исходный вариант соединения "Э76 – 12Х18Н10Т", полученные стыковой контактной сваркой. Для того, чтобы обеспечить равномерную прочность сварного соединения необходимо, чтобы материал барьерного слоя не сформировал самостоятельную прослойку в сварном соединении.

Для определения оптимальной толщины барьерного слоя было проведено численное моделирование структурно-фазовых превращений и напряженно-деформированного состояния материала в зоне сварного шва с использованием программных комплексов ANSYS и SYSWELD. В качестве граничных условий была выбрана толщина барьерного слоя, составляющая более 20 мм и менее 20 мм. Результаты математического моделирования структурно-фазовых превращений материала в зоне сварного шва между сталями Э76 и 12X18Н10Т с барьерным слоем более 20 и менее 20 мм представлены на рисунке 1. Видно, что в соединениях, где толщина барьерного слоя больше 20 мм, материал барьерного слоя формирует самостоятельную прослойку (рисунок 1 а). Таким образом, сварное соединение включает два сварных шва: между сталями Э76 и 20, а также сталями 20 и 12X18Н10Т. Ширина переходных зон при этом составляет 3,2 и

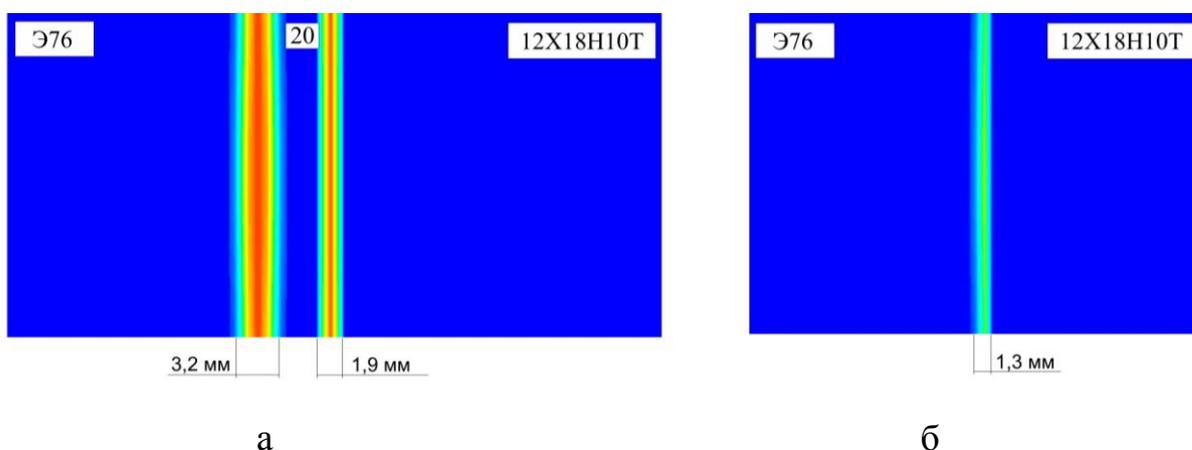


Рисунок 1 – Результаты математического моделирования структурно-фазовых превращений материала в зоне сварного шва между сталями Э76 и 12X18Н10Т с барьерным слоем более 20 мм (а) и барьерным слоем менее 20 мм (б).

1,9 мм соответственно. Неблагоприятным фактором также является высокая вероятность формирования закалочных структур в переходной зоне между материалом барьерного слоя и хромоникелевой стали, и видманштеттовой структуры в переходной зоне между материалом барьерного слоя и стали Э76.

Численное моделирование напряженно-деформированного состояния материала показало, что в сварном шве между низкоуглеродистой и хромоникелевой сталями уровень растягивающих и сжимающих напряжений составил 147 и 366 МПа соответственно. Для сварного шва между сталью 20 и Э76 математически зафиксированные максимальные растягивающие напряжения составляют 109 МПа, при этом уровень сжимающих напряжений достигает 263 МПа.

Использование барьерного слоя толщиной менее 20 мм при сварке сталей Э76 и 12X18Н10Т приводит к формированию сварного шва без

самостоятельного слоя из низкоуглеродистой стали (рисунок 1 б) с шириной переходной зоны сварного шва около 1,3 мм. Вероятность образования мартенситных структур снижается с 90 до 60 % по сравнению с вариантом, где толщина слоя более 20 мм. Максимальный уровень растягивающих напряжений для данного сварного шва - 49 МПа, а сжимающие напряжения находятся на уровне 79 МПа.

Таким образом, согласно результатам моделирования, при сварке перлитной углеродистой стали Э76 и аустенитной хромоникелевой стали 12Х18Н10Т, использование барьерного слоя из стали 20 толщиной менее 20 мм может повысить надежность сварного соединения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, по государственному заданию № 2014/138, проект № 257.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов; Отв.ред. Замков В.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. –Киев: Наук. Думка, 1990. – 512 с.

2. Генкин И.З. Сварные рельсы и стрелочные переводы / И.З. Генкин // Путь и путевое хозяйство. 2000. № 12. С. 14 – 20.

3. Чевакинская А.А. Влияние промежуточной вставки на качество сварных соединений заготовок из аустенитной и перлитной сталей // Материалы «Всероссийской конференция молодых ученых. Наука. Технологии. Инновации» - Новосибирск, 2013. с. 95

4. Чевакинская А.А., Никулина А.А. Особенности сварки разнородных сталей через промежуточную вставку // Материалы «XXII Уральской школы металловедов – термистов» - Оренбург, 2014. с.74

5. Чевакинская А.А., Иванова А.В., Никулина А.А. Изучение структурообразования при контактной сварке заготовок из разнородных сталей // Материалы «Первой международной научно-практической конференции» - Новосибирск, 2014. с. 447