

УДК 621.791

Построение диаграмм распада аустенита при непрерывном охлаждении (CCT) с помощью программы JMatPro для анализа микроструктуры сварных швов

Ольшанская Татьяна Васильевна

tvo66@mail.ru

SPIN-код: 1556-9351

Федосеева Елена Михайловна

emfedoseeva@pstu.ru

SPIN-код: 4757-5274

ПНИПУ, Пермь, Россия

Аннотация. Рассмотрены результаты оценки микроструктуры сварных швов и зоны термического влияния на основе построения диаграмм распада аустенита при непрерывном охлаждении (CCT). Построенные диаграммы распада аустенита для сварного шва и ЗТВ позволили оценить возможность при заданных технологических параметрах образование неблагоприятной микроструктуры.

Ключевые слова: сварной шов, ЗТВ, диаграмма распада аустенита, микроструктура

Введение. Магистральные трубопроводы — важный стратегический объект, работающий под давлением [1]. Повышение качества сварных соединений магистральных трубопроводов представляет на сегодня актуальную задачу. Целью исследования является установление причины образования дефектов при выполнении сварных швов по технологии сварки для ремонтных работ. Для достижения поставленной цели решались комплексные задачи, в том числе дополнительная оценка микроструктуры сварных швов и зоны термического влияния на основе построения диаграмм распада аустенита при непрерывном охлаждении (CCT) с помощью программы JMatPro.

Методы и материалы; результаты. Исследования проведены на образцах сварных соединений, вырезанных из трубы $d = 680$ мм, $\delta = 40$ мм из стали 10ХСНД. Технология сварки — механизированная сварка в среде защитных газов (смесь 82 % Ar + 18 % CO₂) с подогревом при $T = 150 + 30$ °С, присадочная проволока Св-08Г2С, $d = 1,2$ мм, $I_{св} = 110-200$ А, $U_d = 18-22$ В, расход газа 8–16 л/мин. Металлографический анализ осуществлялся на инвертированном оптическом микроскопе Altami MET1T при увеличениях от $\times 100-1000$ с применением программных комплексов «ВидеоТест Металл» и «ВидеоТест Размер». Построение диаграмм распада аустенита при непрерывном охлаждении (CCT) с помощью программы JMatPro. Исследования микроструктуры показали, что в сварном шве наблюдаются не только макро-, но и микродефекты, представляющие собой несплавления между основным металлом и сварным швом, а также несплавления между слоями. Для анализа сформировавшейся микроструктуры в металле шва и в зоне термического влияния были произведены измерения твердости по Виккерсу и построены термокинетические диаграммы распада аустенита при непрерывном охла-

ждении (CCT) для проволоки Св-08Г2С и стали 10ХСНД с помощью программы JMatPro. При построении диаграмм учитывались: реальный размер зерен, образующихся в шве при кристаллизации металла и в зоне перегрева; температура аустенитизации для сварного шва и зоны перегрева выбрана 1350 °С, для зоны полной перекристаллизации 900 °С. Так, например, в металле шва, в корневом и облицовочном слоях, где не происходит дополнительного воздействия температуры, образуется структура столбчатой формы. Микроструктура представляет собой феррито-бейнитную смесь с выделениями игольчатого видманштеттного феррита. Твердость в этих слоях изменяется в пределах 193±6 HV. Твердость металла заполняющих слоев изменяется в пределах 170±8 HV. На участках металла шва, где происходила повторная перекристаллизация металла образуется феррито-бейнитная и феррито-бейнито-перлитная микроструктура.

Также определена ширина зоны термического влияния (ЗТВ), которая изменяется в пределах от 0,75 до 2,3 см, средняя протяженность составляет 1,6 см. Проведена оценка размеров участков ЗТВ и установлен балл зерна. Так, в зоне полной перекристаллизации образуется мелкозернистая микроструктура, размер зерен 9,5–4,5 мкм, балл 11–12 по ГОСТ 5639–82 [2], твердость в этой зоне меняется в пределах 239,5±7 HV. В соответствии с термокинетической распада аустенита для стали 10ХСНД при температуре аустенитизации 900 °С микроструктура представляет собой феррито-бейнитную смесь.

В целом, по полученным результатам установлено, что сварное соединение характеризуется образованием в металле шва нежелательной феррито-бейнитной структуры с выделениями видманштеттного феррита; малой протяженностью зоны термического влияния; наличием четкой границы сплавления (в виде линии) между металлом шва и основным металлом; образованием в околошовной зоне закалочных структур (мартенсита и бейнита).

Заключение. Таким образом, образование выявленных в сварном соединении дефектов в виде несплавлений металла шва на границе с основным металлом, межслойных насплавлений, формирование закалочных структур в шве, а также малая протяженность зоны термического влияния и наличие в ней мартенсита и бейнита свидетельствуют о высоких скоростях охлаждения. Высокие скорости охлаждения могут быть связаны с малой тепловой мощностью при высокой скорости сварки, а также с несоблюдением режима сопутствующего подогрева.

Список источников

- [1] Аванесов В.С. и др. *Техническое регулирование и промышленная безопасность. Магистральные трубопроводы*. Москва, Изд-во Ягелло О.И., 2004, 365 с.
- [2] ГОСТ 5639–82. *Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна*. Москва, ИПК Издательство Стандартов, 1982, 21 с.