

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ТИПА НЕСПЛАВЛЕНИЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ДУГОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДА В РАЗДЕЛКЕ

© 2025 г. Дарья Сергеевна Бузорина^{2*}, А.Е. Филяков³, А.Ю. Мельников², М.А. Шолохов^{1,2}

¹ – ИФМ УрО РАН, 620108 Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18

² – УрФУ, 620062 Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

³ – ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», 105005 Москва, пер. Госпитальный, д. 4

* - d.s.buzorina@urfu.ru

При автоматической многопроходной дуговой сварке плавящимся электродом, в том числе при строительстве магистральных трубопроводов, наиболее часто возникающими дефектами являются различного рода несплавления: несплавления по кромке, межслойные несплавления. Одной из основных причин образования несплавлений является нарушение в позиционировании электрода относительно боковых сторон разделки кромок при поперечных колебаниях электрода в разделке стыка [1]. К сожалению, подобные дефекты выявляются уже после завершения сварочных работ методами неразрушающего контроля.

Проведенные исследования показали, что при смещении электрода от оси колебаний возникает несимметричность высоты заполнения разделки, при этом у более низкой части слоя формируется незаполненная электродным металлом продольная канавка, а у более высокой части слоя, на поверхности образуются неровности в виде поперечных углублений. Все это при сварке следующего прохода приводит к образованию несплавлений (рис. 1).

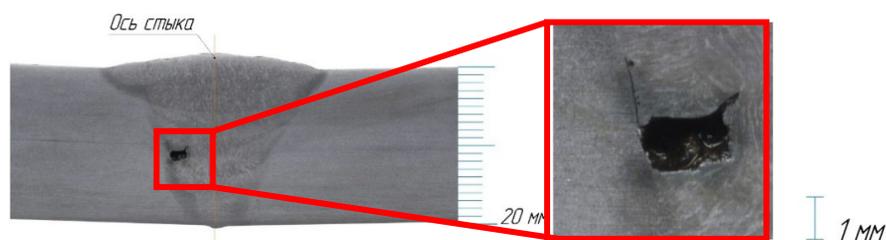


Рис. 1. Макрошлиф сварного соединения с дефектом, возникающим при смещении оси колебаний от оси стыка на 4 мм

Наиболее эффективным методом предотвращения возникновения подобных дефектов является обеспечение определенного соотношения между шириной заполнения разделки и амплитудой колебаний, а также контроль за симметричностью поперечных колебаний относительно разделки стыка и за расстоянием от плавящегося электрода до боковой поверхности металла разделки непосредственно в процессе сварки.

В системе адаптивной коррекции перемещений плавящегося электрода в разделке целесообразно использовать саму сварочную дугу в качестве датчика (сенсора) ее

положения в разделке [2]. Оценка фактического положения электрода в разделке должна осуществляться на основе совместного анализа фаз колебаний горелки и фаз динамических изменений тока и напряжения дуги.

Для исследования влияния параметров колебаний и геометрии разделки на колебания тока и напряжения дуги использована динамическая нелинейная физико-математическая модель, решение системы уравнений которой позволило воспроизводить микроцикл горения дуги при перемещении горелки от плоскости симметрии к кромке. Результаты моделирования показывают существенное изменение характера колебаний длины дуги, напряжения и сварочного тока (рис. 2) [3].

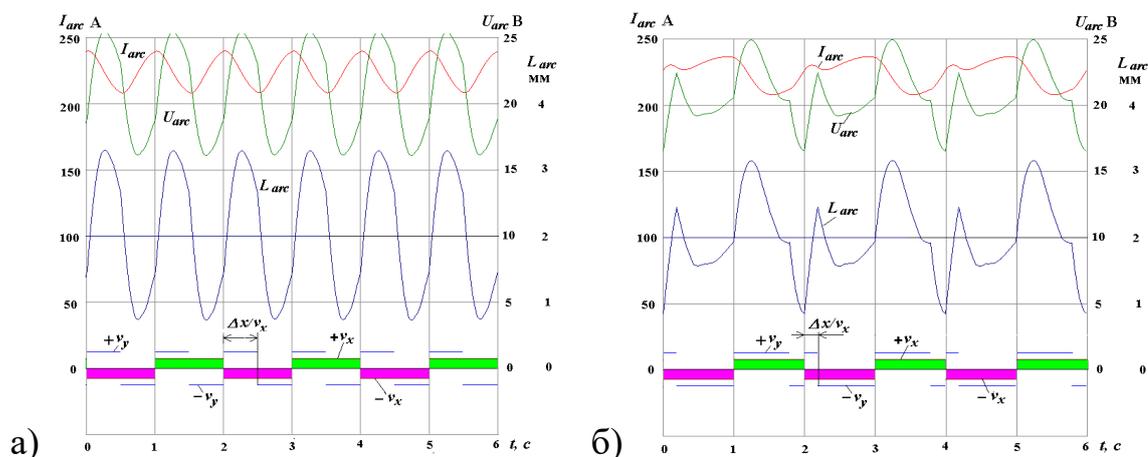


Рис. 2. Изменение параметров горения дуги при сварке с поперечными колебаниями электрода: а) при симметричном расположении горелки в стыке; б) при смещении центра колебаний от плоскости симметрии стыка на Δx

Наиболее значимым является возникновение в колебаниях тока и напряжения гармонической составляющей, период которой совпадает с периодом поперечных колебаний горелки. Фаза этой составляющей, зависящая от направления смещения центра колебаний горелки относительно плоскости симметрии стыка, и амплитуда колебаний, определяемая величиной смещения, позволяют получить сигнал для корректировки положения горелки в разделке, обеспечивающий слежение за стыком при сварке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филяков А.Е., Полосков С.И., Ерофеев В.А., Шолохов М.А. Исследование влияния отклонений параметров колебаний плавящегося электрода на образование несплавлений при многопроходной сварке трубопроводов // Сварка и диагностика. 2021. № 2. С. 47–53.
2. Шолохов М.А., Ерофеев В.А., Полосков С.И. Система коррекции положения плавящегося электрода с использованием дуги в качестве датчика для автоматической сварки продольных швов по узкому зазору // Заготовительные производства в машиностроении. 2015. № 8. С. 7–10.
3. Шолохов М.А., Полосков С.С., Ерофеев В.А., Бузорина Д.С., Мельников А.Ю. К вопросу повышения точности при использовании дуговых датчиков для позиционирования плавящегося электрода в разделке // Сварка и диагностика. 2024. № 4. С. 39–44.