

УДК 621.791.763.2
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОДИСПЕРСТНЫХ ДОБАВОК
В СОСТАВЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Е. А. ФЕТИСОВА, А. О. КОРОТЕЕВ, В. П. КУЛИКОВ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Сварка в защитных газах является основным способом, используемым на предприятиях Республики Беларусь. В качестве защитной газовой среды на отечественных предприятиях все чаще используются защитные газовые смеси на основе аргона ($\text{Ar} + \text{CO}_2$). Это обусловлено не только более высокими показателями пластичности и ударной вязкости металла сварного шва по сравнению с соединениями, выполненными в среде углекислого газа, но и возможностью сварки современных сталей с комплексными системами микролегирования, позволяющими повысить прочность при сохранении показателей пластичности и свариваемости.

Такие стали, как правило, применяются при изготовлении тяжело нагруженных элементов конструкций и позволяют существенно снизить металлоемкость. Особенностью их изготовления является контролируемая температура прокатки, выполняемой в горячем состоянии, что в комплексе со специальной системой микролегирования дает возможность получить структуру игольчатого феррита с карбидным упрочнением (мартенсита) и бейнита, обладающую высокой прочностью и пределом текучести (до 700...900 МПа) при сохранении необходимого уровня пластичности.

Традиционно сварка таких сталей связана с рядом трудностей. Наиболее актуальной из них является повышенная склонность металла шва и околошовной зоны к возникновению холодных трещин, а также трещин по механизму замедленного разрушения из-за повышенной чувствительности материала к водороду и его низкой диффузионной подвижности.

Одним из перспективных подходов к решению указанных недостатков является введение в зону сварки нанодобавок в виде нанодисперстных частиц, наносимых на поверхность сварочных проволок, а также вводимых непосредственно в струю защитного газа. Несмотря на некоторые попытки исследований в этом направлении, практически все они имеют целью на изменение микроструктуры шва сварного соединения путем введения нанодисперстных модификаторов в виде тердосплавных частиц, являющихся центрами кристаллизации в жидкой сварочной ванне.

Попытки введения добавок, целью которых является изменение условий плавления проволоки и переноса электродного металла, а также взаимодействие с водородом, находящимся в атмосфере дуги,

малочисленны и не позволяют оценить перспективы такого способа и его практическую значимость.

Как было исследовано ранее, перспективным направлением совершенствования дуговой сварки в защитных газах является реализация двухструйной независимой коаксиальной подачи компонентов защитной газовой смеси в зону горения дуги. При этом струя защитного газа посредством специального сопла функционально разделяется на два независимых потока: центральный поток аргона и кольцевой периферийный поток углекислого газа.

Такой способ позволяет улучшить технологические характеристики процесса за счет более эффективного распределения компонентов смеси в общем потоке защитного газа и их оптимальном соотношении в области торца плавящейся электродной проволоки, столба дуги и активном катодном пятне на поверхности расплавленного металла сварочной ванны.

Новым направлением развития данной работы является введение в центральную струю различных газообразных добавок, цель которых – изменение характера переноса электродного металла и воздействие на формирование микроструктуры сварного соединения.

Важно отметить, что при таком способе создания защитной газовой атмосферы центральный поток состоит из чистого аргона и является абсолютно инертным с точки зрения взаимодействия с рассматриваемыми добавками. При этом благодаря активным процессам ионизации образующиеся ионы компонентов добавок будут стремиться попасть в сварочную ванну, что делает возможным применение широкого круга химических соединений без опасения токсичности их аэрозолей, особенно в условиях надежной кольцевой газовой защиты периферийным потоком углекислого газа большой скорости.

В докладе приведены результаты обзора существующих способов введения нанодобавок в струю защитного газа, составов вводимых элементов и химических соединений, а также их влияние на технологические характеристики процесса сварки. Отмечено, что перспективным является введение соединений, содержащих в своем составе F. Это позволяет связать водород в атмосфере дуги в нерастворимые в жидкой сварочной ванне соединения, что выступает одним из ключевых моментов при сварке высокопрочных сталей.

Кроме того, F является элементом, существенно повышающим скорость протекания диффузионных процессов в сварочной ванне, особенно в ионизированной форме, что благоприятно сказывается на формировании микроструктуры и позволяет повысить производительность процесса сварки.