

УДК 621.791.754

ДУГОВАЯ СВАРКА С ДВУХСТРУЙНОЙ ПОДАЧЕЙ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

А. А. КОРОТЕЕВА, А. О. КОРОТЕЕВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Одним из перспективных направлений развития способов дуговой сварки в защитных газовых средах является разработка технологий, основанных на управлении металлургическими процессами через защитную газовую среду.

Современные материалы обладают сложными системами легирования и упрочнения, что существенно повышает требования к подготовке деталей под сварку, соблюдению параметров технологического процесса, обеспечению условий для формирования требуемого химического состава наплавленного металла шва. Как правило, используются инертные газы и газовые смеси на их основе. Это позволяет исключить нежелательные потери легирующих элементов в дуговом промежутке, обеспечив необходимые условия для формирования конечной микроструктуры наплавленного металла шва.

Использование инертных газов и смесей приводит к повышению чувствительности соединений к диффузионному водороду. Так как зачастую используются проволоки сплошного сечения, а газовая среда выполняет лишь функцию вытеснения воздуха, то практически отсутствуют возможности для связывания водорода в нерастворимые в жидком металле соединения.

Ранее в ряде работ был исследован механизм связывания водорода в нерастворимые соединения через модификацию защитной газовой среды галогенидом  $SF_6$ , что позволило существенно снизить его количество в наплавленном металле и повысить благодаря этому сопротивляемость соединений образованию холодных трещин по замедленному механизму разрушения [1]. Однако остались открытыми вопросы сдерживания роста массовой доли серы в наплавленном металле. Это ограничивает применимость разработанной технологии, т. к. сера является вредной примесью для большинства сталей.

Также технология малоприменима к способу сварки неплавящимся вольфрамовым электродом. Зачастую корневой проход многослойного сварного соединения выполняется именно этим способом, а потенциальная трещина, вызванная присутствием диффузионного водорода, возникает из корневой части от линии сплавления в направлении зоны термического влияния.

Предлагается для дальнейшего развития предлагаемых решений реализовать подачу защитной газовой смеси двумя концентричными потоками (кольцевыми струями). Ранее такой подход нами предлагался с точки зрения реализации механизма перемешивания компонентов, подаваемых по концентричным каналам сопла с образованием в зоне сварки переменной по своему составу защитной газовой атмосферы ( $Ar + CO_2$ ) [2]. Решение было вызвано экономической целесообразностью, а также возможностью формирования переменной по вертикальной оси защитной газовой атмосферы (рис. 1, а). Для рассматриваемого подхода предлагается реализовать способ подачи газов,

при котором кинематические характеристики струй обеспечивают заполнение центральной области газом из осевого (центрального) канала сопла. При этом перемешивание потоков является нежелательным фактором (рис. 1, б).

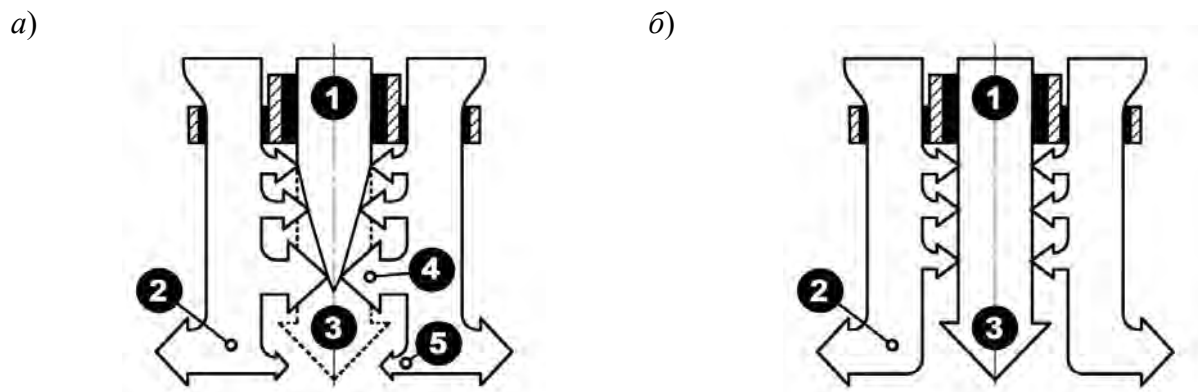


Рис. 1. Схема инъекции газа из кольцевого потока в центральный: 1 – центральный поток газа; 2 – кольцевой поток газа; 3 – зона горения дуги; 4 – боковая инъекция газа в центральную струю; 5 – инъекция газа, обусловленная отражением кольцевой струи от поверхности изделия

В случае использования способа сварки плавящимся электродом 135 MIG/MAG предлагается подавать по центральному каналу сопла смесь  $Ar + CO_2$ , а по кольцевому – смесь  $Ar + CO_2 + SF_6$ . В случае использования дуговой сварки неплавящимся вольфрамовым электродом рекомендуется подавать по центральному каналу сопла чистый аргон, а по кольцевому – смесь  $Ar + SF_6$ .

Это позволит сместить область диссоциации галогенида  $SF_6$ , отдалив на некоторое расстояние от дугового промежутка и капли расплавленного металла. При этом изменятся технологические характеристики процесса плавления присадочной проволоки и температурные характеристики дугового промежутка.

Механизм связывания фтора будет реализован на периферийной части защитной газовой атмосферы, что позволит снизить вероятность взаимодействия расплавленного металла с серой.

Сопло и кинематические характеристик струй проектируются исходя из необходимости обеспечения необходимой температуры диссоциации  $SF_6$ .

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологические особенности плавления присадочной проволоки при дуговой сварке и наплавке с введением  $SF_6$  / А. О. Коротеев, Е. А. Фетисова, С. Г. Паршин, А. А. Коротеева // Наука и техника. – 2024. – № 23 (4). – С. 380–389.

2. **Коротеев, А. О.** Технология дуговой сварки конструкционных сталей с двухструйной коаксиальной подачей компонентов защитной газовой среды : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.10 / Коротеев Артур Олегович ; Бел.-Рос. ун-т. – Могилев, 2017. – 236 л.