

УДК 621.791.927.5

Гулаков С. В., Литвиненко А. С., Бурлака В. В.

СНИЖЕНИЕ ПОРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ НА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ

В номенклатуру деталей, упрочняемых наплавкой, часто входят детали, изготовленные из высокоуглеродистых сталей (валки прокатных станков, ножи горячей резки металлов и др.). При дуговой наплавке на такие стали, существует ряд трудностей, связанных с их свариваемостью [1]. К основным проблемам, возникающим при наплавке на стали с высоким содержанием углерода, можно отнести формирование околошовной зоны с неудовлетворительными характеристиками [2], а также интенсивное газовыделение при наплавке первого слоя [3]. Последнее объясняется взаимодействием углерода, входящего в состав основного металла с кислородом воздуха, вследствие чего в сварочной ванне образуются газы CO и CO₂. Это приводит к порообразованию в наплавленном металле (рис. 1). Указанные факторы сдерживают широкое применение дугового процесса восстановления и повышения износостойкости деталей, изготовленных из высокоуглеродистых сталей [4, 5].

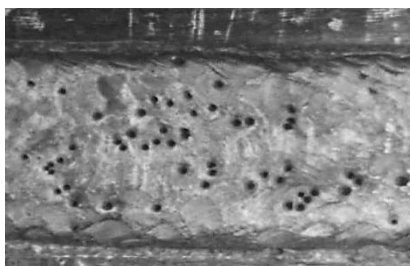


Рис. 1. Наплавленный валик с высоким содержанием пор

На сегодняшний день практически отсутствуют публикации, посвященные решению проблемы улучшения процесса дегазации и повышения качества наплавки высокоуглеродистых сталей.

В настоящей статье предложены способы снижения порообразования первых наплавленных слоев деталей, изготовленных из высокоуглеродистых сталей.

Целью работы является решение проблемы дегазации сварочной ванны путем воздействия на нее магнитных полей.

Одним из способов устранения указанной проблемы является интенсификация выделения этих газов из жидкого металла сварочной ванны, достигаемая путем ее механического перемешивания. Обеспечить перемешивание можно наложением магнитных полей на сварочную ванну, через которую протекает сварочный ток [6].

Для того чтобы усилить выделение газов из сварочной ванны необходимо обеспечить ее интенсивное перемешивание. Это перемешивание осуществляется за счет взаимодействия магнитного поля, создаваемого электромагнитом, и токов, протекающих через жидкий металл сварочной ванны. При этом для усиления процесса перемешивания направление силового воздействия на сварочную ванну периодически изменяется за счет коммутации полярности тока обмотки электромагнита. Наложение поля (включение электромагнита) осуществляется в моменты времени, когда полярности токов электродов различны. В эти моменты времени почти весь сварочный ток протекает через жидкий металл ванны между электродами, что позволяет максимально использовать силовое действие магнитного поля электромагнита. Когда полярности токов электродов одинаковы, они (токи) «стекают» в изделие и воздействие поля электромагнита на жидкий металл ванны неэффективно.

Для реализации поставленной задачи авторами предложен способ дуговой наплавки двумя электродами, которые питают от отдельных источников питания. При этом в активную зону с помощью электромагнита вводят магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости, проходящей вдоль продольных осей электродов. Один из электродов питают от источника постоянным током, а второй электрод питают переменным током прямоугольной формы. Оптимизация параметров силового воздействия на жидкий металл сварочной ванны осуществляется за счет регулирования частоты, длительности и амплитуды импульсов источника переменного тока и параметров импульсов тока, подаваемых на катушку электромагнита. На рис. 2 схематично показано расположение электродов и электромагнита относительно сварочной ванны.

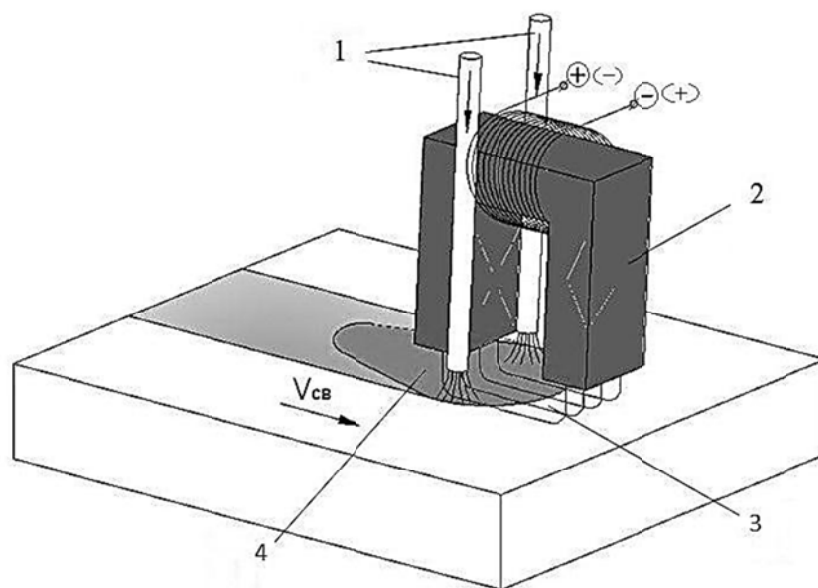


Рис. 2. Схема введения магнитного поля между электродами

Наложение на дугу внешнего магнитного поля позволяет значительно улучшить процесс дегазации сварочной ванны и получить необходимые характеристики наплавленного металла [6]. Прямоугольная форма тока обеспечивает устойчивость горения сварочной дуги и интенсифицирует перемешивание жидкого металла сварочной ванны, что положительно влияет на ее дегазацию.

На рис. 3 изображена диаграмма тока второго электрода и индукция магнитного поля, вводимого в активную зону (зону горения сварочных дуг и жидкого металла сварочной ванны). Переменный ток прямоугольной формы, показанной на рисунке, получен с помощью мостового преобразователя на силовых IGBT транзисторах, подключенного к выходу сварочного выпрямителя. Упрощенная принципиальная электрическая схема питания сварочных дуг и электромагнита изображена на рис. 4. Она состоит из двух сварочных источников постоянного тока, двух мостовых преобразователей полярностей и схемы управления их работой.

Первый источник питания непосредственно подключен к первому электроду и обеспечивает постоянный ток I_1 , а другой источник питания питает мостовой преобразователь (коммутатор) на транзисторах VT1 – VT4, который обеспечивает смену полярности тока второго электрода I_2 .

Питание обмотки электромагнита переменным током осуществляется от дополнительного (третьего источника) постоянного тока через мостовой преобразователь (VT5 – VT8, рис. 4), управление которым происходит от общей системы управления.

Формирование сигналов управления затворами транзисторов силового коммутатора VT1 – VT4 осуществляется с помощью микросхем-драйверов IRS2127, которые обеспечивают также защиту от повышенного тока и выхода из насыщения. Транзисторы VT5 – VT8 управляются от двух драйверов IRS2109. Система управления содержит однокристалльный микроконтроллер ATMEL ATmega168A.

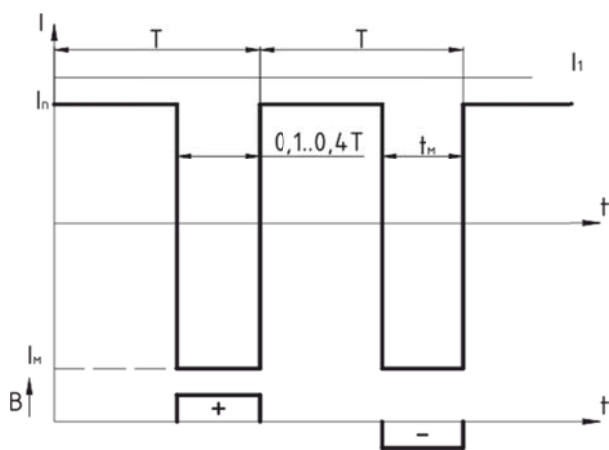


Рис. 3. Диаграмма тока I_2 и индукции B

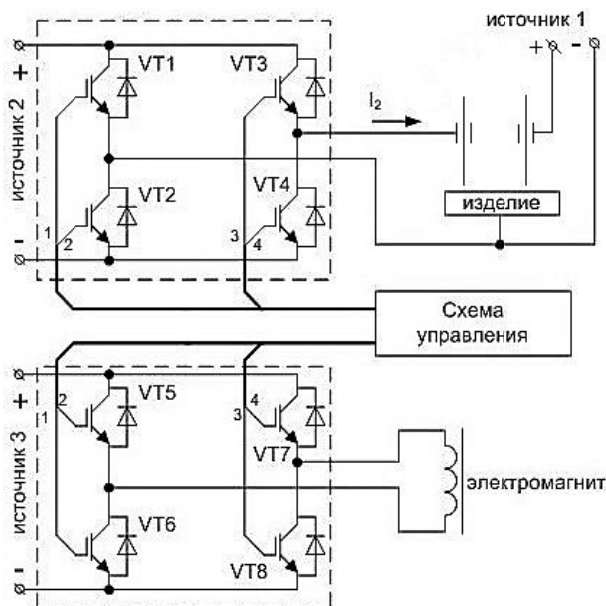


Рис. 4. Упрощенная принципиальная электрическая схема силовой части установки

Опробование предложенного устройства при наплавке рабочего слоя на сталь 90ХФ показало значительное снижение отрицательного влияния газовыделения на условия формирования первого слоя наплавки. При этом образования пор практически не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

Разработана технология и автоматизированное оборудование для дуговой наплавки рабочего слоя на высокоуглеродистые стали, исключаящие порообразование за счет питания электродов от источников с различными характеристиками – один источник постоянного тока, а второй – переменного, прямоугольной формы и дополнительного введения в активную зону переменного магнитного поля, переключение полярности которого синхронизировано с переключениями полярности второго источника.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение трещиностойкости бандажированных опорных валков при высокоскоростной наплавке / В. В. Чигарев, В. И. Щетинина, С. В. Щетинин, К. К. Степнов, Н. Г. Заварика, В. И. Федун // Автоматическая сварка. – 2009. – № 1. – С. 29–34.
2. Гулаков С. В. Выбор температуры подогрева при дуговой наплавке крупных прокатных валков из стали типа 9ХФ / С. В. Гулаков, Л. К. Лецинский, Б. И. Носовский // Сварочное производство. – 1980. – № 6. – С. 34–35.
3. Alexander P. P. Welding high carbon steel / P. P. Alexander // J. AWS. – 1932. – № 2. – P. 8.
4. Кондратьев И. А. Дуговая и электрошлаковая наплавка валков прокатных станов / И. А. Кондратьев, И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков // Сварщик. – 2004. – № 1. – С. 7–12.
5. Голубов Н. В. Восстановление деталей методом наплавки покрытий / Н. В. Голубов, И. В. Скрынник // Инженер. – 2006. – № 1. – С. 24–26.
6. Макара А. М. Поперечные перемещения дуги как фактор улучшения структуры сварных соединений / А. М. Макара, Б. Н. Кушиниренко // Автоматическая сварка. – 1967. – № 1. – С. 31–35.