



УДК 621.791.753

Рыжов Р.Н.¹, Кочубей В.В.¹, Швец В.И.²¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт».
Украина, г. Киев²Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины. Украина, г. Киев

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА МИКРОНЕОДНОРОДНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Анотація

Наведено результати досліджень впливу зовнішніх електромагнітних дій на хімічну мікронеоднорідність зварних з'єднань при точковому контактному зварюванні. Показано, що для підвищення інтенсивності перемішування розплаву необхідно застосовувати чотирьохполюсні магнітні системи, що генерують зустрічно-симетричні магнітні поля у зоні утворення з'єднання.

Abstract

The paper presents the results of effect of external electromagnetic influences on the chemical microheterogeneity of welded joints in spot welding. It is shown that increasing the intensity of melt stirring is necessary to use four-pole magnetic system, generating an anti-symmetric magnetic field in the working zone.

При сварке разнородных по химическому составу сталей и сплавов существуют определенные проблемы в обеспечении требуемых механических свойств соединений, их коррозионной стойкости, склонности к образованию холодных и горячих трещин. В условиях дуговой сварки наиболее распространенным способом их решения является применение сварочных материалов с заданными физико-химическими свойствами. При точечной контактной сварке (ТКС) для реализации данного технологического приема необходимо размещение между свариваемыми деталями дополнительных элементов, что существенно снижает производительность процесса

и не всегда возможно из-за конструктивных особенностей свариваемых изделий. К тому же, в результате увеличения контактного сопротивления в ряде случаев могут ухудшаться условия формирования соединения. Исходя из сказанного, для повышения показателей качества соединений при ТКС целесообразно применение других методов управления процессом их кристаллизации.

В последнее время в различных технологических процессах сварки для повышения показателей качества соединений часто применяют физические методы воздействия на процесс кристаллизации. При этом электромагнитные воздействия (ЭМВ) имеют более широкий спектр технологических возможностей и относительно просты при практической реализации, что и обуславливает их широкое использование [1]. Они основаны на управлении гидродинамикой расплава силами, возникающими в его объеме при взаимодействии сварочного тока с внешним управляющим магнитным полем. При ТКС конструкционных и нержавеющей сталей ЭМВ успешно использовали для управления формированием сварных соединений и улучшения их механических свойств [2, 3]. Однако опубликованных данных, свидетельствующих о положительных изменениях в процессах кристаллизации соединений, на данный момент не существует. Исходя из сказанного, целью данной работы является определение эффективности влияния внешних ЭМВ на процесс кристаллизации разнородных соединений при ТКС.

Указанную задачу решали путем экспериментальной определения влияния ЭМВ на химическую микронеоднородность сварных соединений. Точечную контактную сварку образцов толщиной 1,5 мм

из конструкционной стали Ст3 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т производили током 9кА. С помощью микроанализатора «Камека» производили оценку равномерности распределения вдоль вертикальной оси соединений основных легирующих элементов — хрома и никеля, а также кремния, содержащегося в виде примеси в исследуемых материалах.

Для электромагнитного перемешивания расплава в зоне формирования сварного соединения генерировали поперечное встречно-симметричное управляющее магнитное поле (УМП) с помощью четырехполюсной электромагнитной системы, состоящей из двух П-образных электромагнитов, размещенных на боковых поверхностях электродов сварочной машины [2]. Оно характеризуется противоположным направлением в вертикальной плоскости магнитных потоков Φ_1 и Φ_2 (рис. 1). При взаимодействии УМП со сварочным током $I_{св}$ в зоне формирования ядра возникают силы, вращающие расплав в вертикальной плоскости, перпендикулярной по отношению к магнитным потокам. Скорость перемещения потоков расплава V_n в данном случае зависит как от величины сварочного тока, так и от величины поперечной составляющей индукции УМП, которая при проведении экспериментов на вертикальной оси соединения изменялась в диапазоне ± 5 мТл [2].

Следует отметить, что применение для реализации ЭМВ встречно-симметричного УМП, в отличие от использованного в [3] поперечного магнитного поля, позволило формировать потоки расплава, перемещающиеся вдоль всей боковой поверхности сварного соединения и исключить возможность образования встречных вихрей в его поперечной

плоскости. К тому же, генерирование УМП с помощью электромагнитной системы, в отличие от использованных в [3] для аналогичных целей постоянных магнитов, позволило синхронно с изменением полярности сварочного тока изменять и полярность УМП. Это необходимо для сохранения направления перемещения потоков расплава в течение всего времени протекания через соединение переменного сварочного тока. Указанные изменения позволяют существенно повысить интенсивность перемешивания расплава в условиях ТКС.

Установлено, что при сварке в обычных условиях в центральной области соединения концентрация никеля через $1\div 1,5$ мкм изменяется в пределах $6\div 8\%$ (рис. 2). С приближением к границе литой зоны со стороны нержавеющей стали изменения концентрации указанного элемента достигают 5%. В соединениях, полученных с применением ЭМВ, зафиксировано сокращение практически в два раза протяженности участков, на которых концентрация никеля изме-



Рис. 1. Схема создания электромагнитных воздействий при точечной контактной сварке

Cr, Ni%

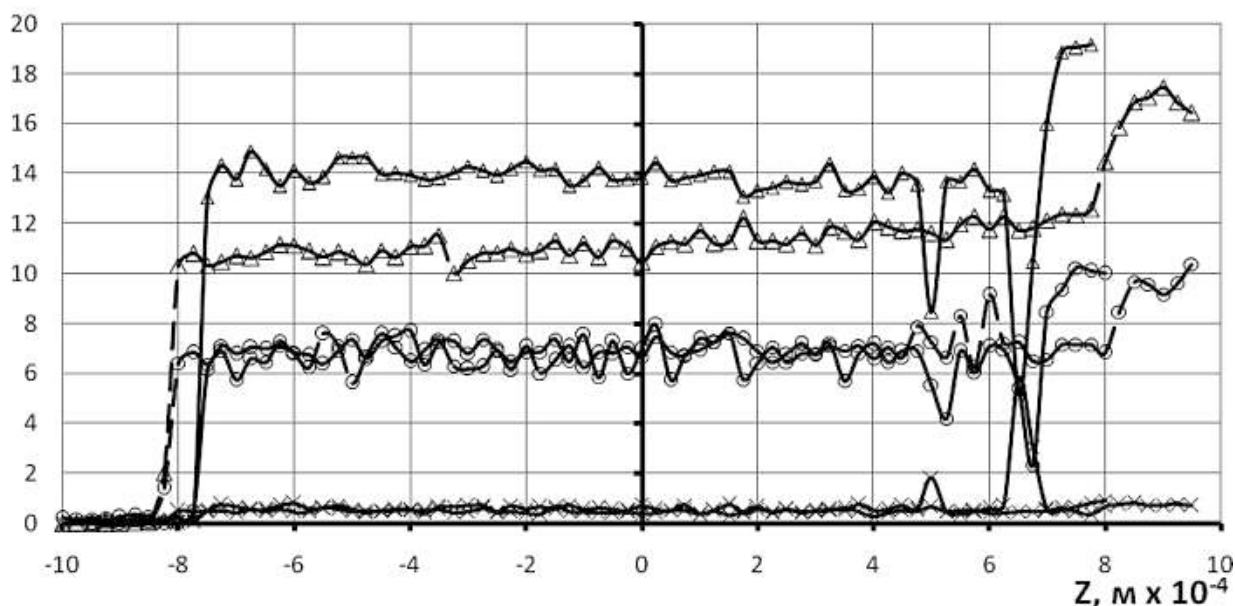


Рис. 2. Изменения концентрации легирующих элементов на вертикальной оси сварного соединения: — без применения ЭМВ; - - - с применением ЭМВ; Δ ; \circ ; \times — концентрация соответственно Cr; Ni; Si



няется в пределах 6,5÷7%. Известно, что максимальные концентрации элементов соответствуют межосевым и междендритным областям, а минимальные — осям дендритов. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что применение ЭМВ при ТКС позволяет существенно снизить уровень ликвации никеля. При этом косвенно подтверждается характерное для указанных физических воздействий измельчение структуры.

В соединениях, полученных при ТКС в обычных условиях, изменения концентрации хрома в пределах 7% происходят только на границе литой зоны со стороны нержавеющей стали (рис. 2). К тому же, в этой области на отдельных участках в 7 раз увеличивается концентрация кремния, что может свидетельствовать о наличии неметаллических включений. Указанных негативных эффектов в соединениях, полученных при сварке с ЭМВ, не зафиксировано.

Таким образом, применение ЭМВ при ТКС позволяет положительно влиять на процесс кристалли-

зации соединений, про что свидетельствует существенное снижение уровня их химической микронеровности. В процессе дальнейших исследований планируются исследования микроструктурных изменений в литой зоне.

Литература

1. Рижов Р.М., Кузнецов В.Д. Магнітне керування якістю зварних з'єднань // Київ. — Екотехнологія. — 2010. — 287 с.
2. Рижов Р.М., Кочубей В.В., Назарук С.М., Нестуля С.О., Болотов Г.П. Застосування зовнішніх електромагнітних дій для керування формуванням швів при точковому контактному зварюванні. — Технологические системы, 2011, №3, с. 90—92.
3. Попов В.А. Влияние магнитного поля на формирование соединения при контактной точечной сварке // Сварочное производство. — №10. — 1992. — с. 28—29.