

УДК 621.791.927.5

Размышляев А. Д., Агеева М. В.

**ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА ГЕОМЕТРИЮ ВАЛИКОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ**

Характер формирования сварного шва (наплавленного валика) и его размеров определяет эффективность использования легирующих элементов в наплавленном слое и влияет на количество производственных отходов при механической его обработке.

Данные о влиянии поперечного магнитного поля (ПОМП) на проплавление основного металла при дуговой сварке проволокой под флюсом приведены только в двух работах [1, 2]. Однако указанные данные относятся к сварке сталей, обладающих значительной магнитной проницаемостью. По нашим данным изделия из ферромагнитных сталей существенно влияют на строение ПОМП в зоне сварочной дуги и жидкого металла ванны. То есть, на сварочную дугу и жидкий металл ванны действовала не только поперечная, но и продольная компоненты индукции магнитного поля. При этом нельзя утверждать, что наблюдаемые эффекты по проплавлению основного металла, приведенные в работах [1, 2], обусловлены действием только поперечной компонентой магнитного поля.

Целью настоящей работы является установление влияния только поперечной составляющей индукции ПОМП на проплавление основного металла при дуговой сварке (наплавке) проволокой под флюсом.

Для определения влияния ПОМП на проплавляющую способность основного металла выполняли наплавку проволокой Св-06Х19Н9Т диаметром 4 мм под флюсом АН-20П на пластины из стали 12Х18Н10Т толщиной 12 мм (проволока и основной металл – немагнитные материалы) с воздействием ПОМП. Пластины из стали 12Х18Н10Т применяли потому, что она не искажает строение ПОМП, и на сварочную дугу и жидкий металл сварочной ванны действует только поперечная компонента индукции ПОМП. При наплавке использовали конструкцию УВ ПОМП, приведенную в работах [3, 4]. Наплавку выполняли на обратной полярности при воздействии постоянного ПОМП, а также переменного ПОМП частотой 50 Гц, 6 Гц и 2 Гц. Для создания постоянного ПОМП обмотки устройства питали от выпрямителя ВСЖ-303, переменного ПОМП частотой 50 Гц – от трансформатора ТДМ-402, а частотой 6 и 2 Гц – от источника питания УЭМП-1 конструкции КПИ. Для сопоставления результатов исследований выполняли также наплавку без воздействия ПОМП. Типичный вид макрошлифов, полученных при наплавке, приведен на рис. 1, а размеры валика в сечении приведены в табл. 1. На рис. 1, б, в, г, д, е приведены макрошлифы, которые относятся к варианту наплавки вдоль оси  $OX$  и расположении стержней УВ ПОМП вдоль оси  $OY$  (поперек оси валика). На рис. 1, ж, з, и приведены макрошлифы, которые относятся к варианту наплавки при расположении стержней УВ ПОМП вдоль оси  $OX$  (вдоль оси валика). При этом получены следующие результаты.

Если при наплавке без магнитного поля глубина проплавления  $H_{пр}$  основного металла составляет 5,55 мм, то при включении постоянного ПОМП, когда дуга отклонялась назад (а жидкий металл сварочной ванны отеснялся к хвостовой ее части),  $H_{пр}$  увеличивалась до 8,0 мм (рис. 1, б), когда дуга отклонялась вперед, а жидкий металл ванны был направлен к передней ее части,  $H_{пр}$  уменьшилась до 2,4 мм, т. е. более чем в 2 раза (рис. 1, в, г). При отклонении дуги вперед увеличение индукции  $B_x$ , при увеличении тока в обмотках до 50 А привело к ухудшению формирования валика (образовывались ужимы по ширине), т. е. ширина валика периодически изменялась (см. табл. 1, макрошлиф г).

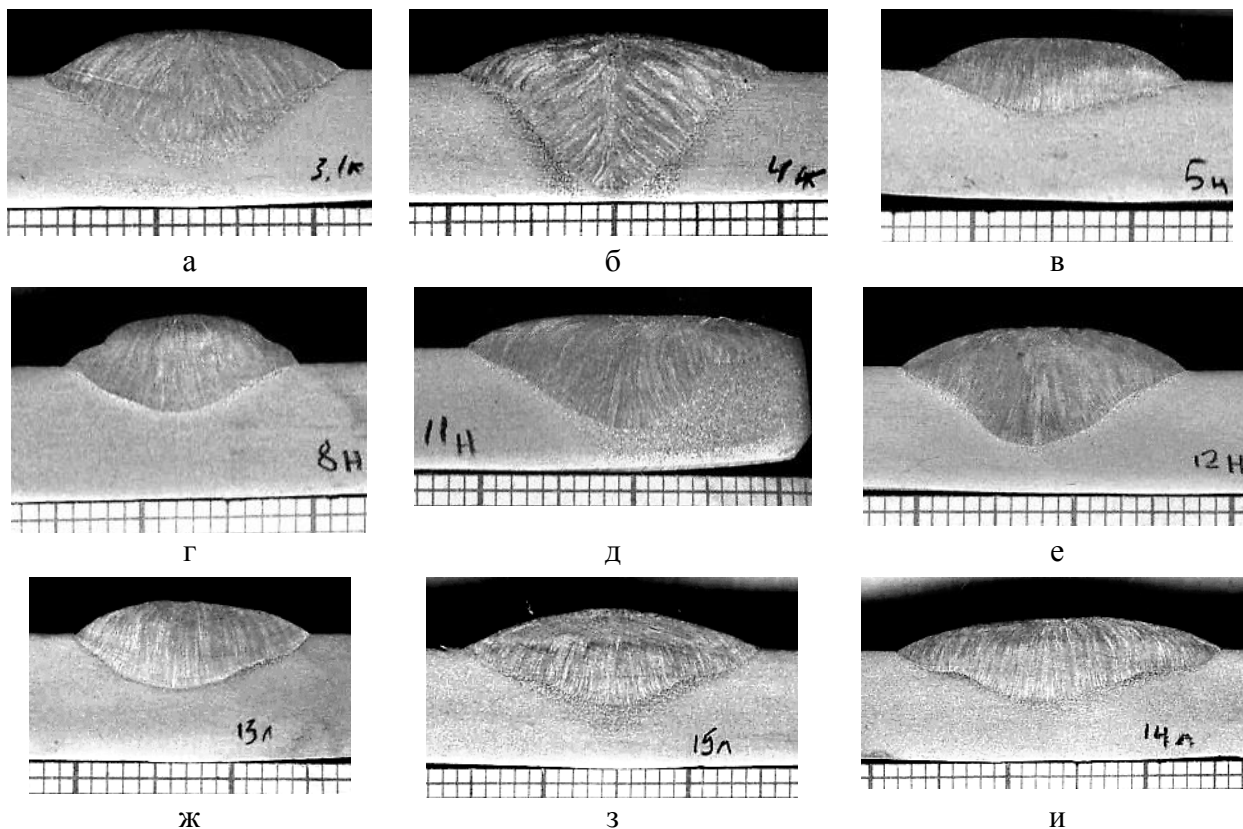


Рис. 1. Макрошлифы наплавки:

а – без ПОМП; б÷г – постоянное ПОМП; д÷и – переменное ПОМП

Таблица

## Влияние ПОМП на геометрию валика

Макрошлиф по рис. 1	Характер ПОМП	Ширина валика, $B$ , мм	Глубина проплавления, $H_{пр}$ , мм	Примечания	
а	без поля	$\frac{15,5 \div 19,5}{17,4}$	$\frac{5,4 \div 5,7}{5,55}$	Стержни УВ ПОМП поперек оси валика	
б	постоянное, $I_k = 40$ А (отклонение дуги назад)	$\frac{17,8 \div 19,0}{18,7}$	$\frac{7,8 \div 8,2}{8,0}$		
в	постоянное, $I_k = 40$ А (отклонение дуги вперед)	$\frac{15,8 \div 16,6}{15,4}$	$\frac{2,3 \div 2,5}{2,4}$		
г	постоянное, $I_k = 50$ А (отклонение дуги вперед)	$\frac{11,8 \div 18,0}{\text{Ужмы по ширине валика}}$	$\frac{2,7 \div 2,9}{2,8}$		
д	$f = 6$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{16,2 \div 18,0}{17,1}$	$\frac{5,3 \div 5,7}{5,5}$		
е	$f = 6$ Гц, $I_k = 60$ А	$\frac{17,0 \div 17,4}{17,2}$	$\frac{4,8 \div 5,0}{4,9}$		
ж	$f = 2$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{15,0 \div 17,5}{17,3}$	$\frac{3,5 \div 3,6}{3,55}$		Стержни УВ ПОМП вдоль оси валика
з	$f = 2$ Гц, $I_k = 30$ А	$\frac{17,9 \div 20,5}{19,7}$	$\frac{3,4 \div 4,0}{3,75}$		
и	$f = 50$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{20,6 \div 23,0}{21,6}$	$\frac{3,5 \div 3,7}{3,6}$		

Режимы наплавки:  $I_n = 500-520$  А;  $U_d = 30-32$  В;  $V_n = 0,008$  м/с

При размещении стержней УВ ПОМП вдоль оси валика воздействие знакопеременного частотой 2 Гц и 6 Гц ПОМП приводило к уменьшению глубины проплавления до 3,55...3,75 мм (рис. 1, ж, з). При воздействии ПОМП частотой 50 Гц также уменьшилась глубина проплавления (до 3,6 мм), а ширина валика увеличилась в максимальной степени (рис. 1, и). Следует отметить, что при частоте 50 Гц увеличение ширины валика происходит за счет поперечного перемещения дуги, поскольку из-за инерционности жидкого металла ванны последний не мог перемещаться и повлиять на геометрические параметры валика.

Установлено, что при продольном размещении стержней УВ ПОМП (вдоль оси наплавляемого валика) постоянное ПОМП приводит к боковому смещению оси валика. Поэтому при таком варианте размещения стержней УВ ПОМП следует применять только знакопеременное ПОМП. Но следует учитывать, что переменное ПОМП частотой до 1 Гц дает волнистое поперечное перемещение оси валика, и для устранения этого недостатка необходимо использовать ПОМП частотой от 2 Гц и выше.

Следует отметить, что в данных исследованиях, в отличие от приведенных работ [1, 2], при наплавке с воздействием ПОМП на сварочную дугу и жидкий металл ванны воздействовала только поперечная компонента индукции  $B_x$  и все наблюдавшиеся эффекты обусловлены влиянием только этой компоненты магнитного поля.

## ВЫВОДЫ

Эксперименты по определению влияния ПОМП на геометрические характеристики валика выполняли с использованием проволоки и пластины из немагнитных материалов, что обеспечило воздействие на сварочную дугу и жидкий металл ванны только поперечной компоненты индукции ПОМП.

Установлено, что воздействие постоянного ПОМП, а также знакопеременного частотой 2, 6 и 50 Гц ПОМП позволяет в широких пределах регулировать глубину проплавления и ширину валика как при продольном, так и поперечном расположении стержней УВ ПОМП относительно оси валика.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иофинов П. А. Влияние внешнего электромагнитного поля на скорость плавления электродной проволоки при автоматической наплавке под флюсом / П. А. Иофинов, В. С. Ибрагимов, А. К. Дмитриенко и др. // Сварочное производство. – 1991. – № 1. – С. 34–35.
2. Шейнкин М. З. Применение магнитных колебаний при сварке под флюсом / М. З. Шейнкин, И. А. Шмелева, Н. Ф. Варяхов // Сварочное производство. – 1969. – № 6. – С. 24–25.
3. Размышляев А. Д. Производительность расплавления электродной проволоки при дуговой наплавке под флюсом с воздействием поперечного магнитного поля / А. Д. Размышляев, М. В. Миронова // Автоматическая сварка. – 2010. – № 12. – С. 48–51.
4. Размышляев А. Д. Автоматическая электродуговая сварка по флюсом с воздействием внешнего магнитного поля : монография / А. Д. Размышляев, П. А. Выдмыш, М. В. Агеева. – Мариуполь : ПГТУ, 2017. – 209 с.

Статья поступила в редакцию 11.05.2018 г.