

- the sheet panels assembly and welding / V. A. Royanov, P. V. Korostashevsky // Herald of the Donbass State Engineering Academy. – Kramatorsk, 2010. - №2(19). – P. 245 – 250. (Rus.)
4. Pat. 32090 Ukraine, IPC B23K 37/04. The mounting for the welding of the sheet panels / Korostashevsky P. V., Royanov V.A., Nikitchenko S. P., Gotovchenko I. V. - № u200709907; decl. 04.09.2007; publ. 12.05.2008, Bul. №11. (Ukr.)
 5. Pat. 61072 Ukraine, IPC B23K 37/04. The stream mechanize line of the sheet panels assembly and welding / Korostashevsky P. V., Royanov V.A.- № u201014473; decl. 03.12.2010; publ. 11.07.2011, Bul. №13. (Ukr.)

Рецензент: А.Д. Размышляев
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.03.2012

УДК 621.791.927.5

©Размышляев А.Д.¹, Миронова М.В.², Ярмонов С.В.³, Выдмыш П.А.⁴

ОСОБЕННОСТИ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Показано, что при дуговой наплавке под флюсом, когда проволока и основной металл из немагнитных материалов, воздействием поперечного магнитного поля, возможно уменьшить глубину проплавления основного металла в 2 раза.

Ключевые слова: дуговая наплавка, поперечное магнитное поле, индукция магнитного поля, геометрические параметры валика.

Размышляев О.Д., Миронова М.В., Ярмонов С.В., Выдмыш П.А. Особливості проплавлення основного металу при дуговому наплавленні з дією поперечного магнітного поля. Показано, що при дуговому наплавленні під флюсом, коли дріт і основний метал з немагнітних матеріалів, дією поперечного магнітного поля, можливо зменшити глибину проплавлення основного металу в 2 рази.

Ключові слова: дугове наплавлення, поперечне магнітне поле, індукція магнітного поля, геометричні параметри валика.

O.D. Razmyshljaev, M.V. Mironova, S.V. Yarmonov, P.O. Vydmysh. Parent metal penetration features at arc surfacing with transversal magnetic-field action. It was shown that the penetration depth could be two times decreased when non-magnetic wire parent metal was used at submerged arc welding.

Keywords: arc surfacing, transversal magnetic field, magnetic field induction, bead geometric parameters.

Постановка проблемы. Проблема формирования наплавленного валика и его размеров определяет эффективность использования легирующих элементов в наплавленном слое, уменьшение отходов при механической его обработке.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] показано, что при сварке плавящимся электродом (СПЭ) в защитных газах с воздействием поперечного магнитного поля (ПОМП) дуга колеблется синхронно с изменением напряженности магнитного поля, а ампли-

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

³ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

⁴ магистр, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

туда колебаний дуги (следовательно, ширина шва) увеличивается при увеличении индукции магнитного поля в зоне горения дуги, изменяется форма сварочной ванны. Предсказана перспективность применения ПОМП для газозащитной сварки немагнитных и маломангнитных материалов.

Однако, в работе [2] показано, что при сварке нержавеющей (немагнитной) стали 1X18H10T проволокой Св-08Г2С диаметром 1,0 мм в аргоне на режимах, обеспечивающих струйный перенос, наложение ПОМП нарушает струйный перенос и увеличивает разбрызгивание электродного металла. Ширина шва при воздействии ПОМП возрастает с 14 мм до 17 мм при напряженности магнитного поля 75 Э, а глубина проплавления при этом уменьшается с 2,8 мм до 1,5 мм. Показано также, что при сварке с короткими замыканиями с применением ПОМП происходит сильное разбрызгивание электродного металла.

Данные о влиянии ПОМП на геометрию валика при сварке плавящимся электродом (СПЭ) под флюсом не многочисленны. В работе [3] при наплавке на малоуглеродистую (ферромагнитную) сталь на обратной полярности проволокой Св-08ГА диаметром 2 мм под флюсом АН-348А при частотах $f = 0 \dots 20$ Гц и индукции поля $B_{max} = 0 \dots 0,02$ Тл установлено (качественно), что в зависимости от частоты и величины индукции магнитного поля ширина валика может как увеличиваться, так и уменьшаться. В работе [4] применительно к сварке стыковых соединений магистральных трубопроводов из малоуглеродистой (ферромагнитной) стали с толщиной стенки 11 мм проволокой Св-08А диаметром 3 и 4 мм под флюсом АН-348А показано, что при воздействии ПОМП частотой $f = 50$ Гц ширина шва увеличивается на 20...25%, а коэффициент формы шва увеличивается в 1,5...5 раза при числе ампер-витков катушки $A \cdot W > 6000$ (индукции $B > 80$ Гс).

Литературных данных о влиянии ПОМП на геометрию валика при сварке (наплавке) под флюсом немагнитных сталей (сплавов) не имеется, что потребовало выполнения исследований, данные которых приведены ниже.

Цель статьи – определить эффективность проплавления основного металла (геометрию сечения валиков) при дуговой наплавке с воздействием поперечного магнитного поля.

В экспериментах при автоматической электродуговой наплавке проволокой под флюсом на обратной полярности использовали устройство ввода (УВ) ПОМП, схема которого приведена на рис. 1. В этой конструкции стержни (2) и перемычка (3), выполненные из листов электротехнической стали Э 42 толщиной 0,5 мм, имели сечение 30×20 мм. На этих стержнях размещали обмотки (4) с числом витков $W = 70$ из медного изолированного провода диаметром 2,0 мм. Индукцию ПОМП измеряли у поверхности пластины – изделия (5) универсальным тесламетром 43205 с датчиком Холла, имевшем измерительную базу 0,9×0,9 мм.

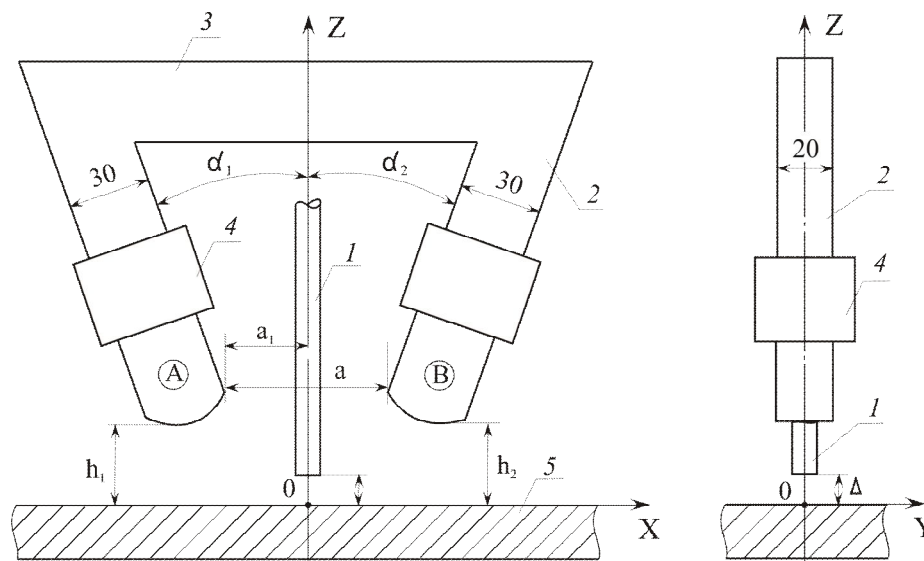


Рис. 1 – Схема конструкции УВ ПОМП: 1 – электродная проволока; 2 – стержни; 3 – перемычка; 4 – катушки; 5 – изделие (пластина)

Исследование проплавления основного металла необходимо выполнить при наплавке с воздействием ПОМП, обеспечивающего 2 варианта отклонения дуги: поперек направления наплавки и вдоль направления наплавки. В этих двух вариантах наплавки необходимо обеспечить максимальные значения поперечной компоненты индукции ПОМП (B_x) и минимальные значения продольной компоненты индукции (B_z).

Предварительными исследованиями было установлено, что оптимальным наклоном стержней А и В к вертикали является угол $20...30^\circ$, который в дальнейшем исследованиях оставляли без изменений в указанных пределах. Установлено также, что оптимальной является закругленная форма торцов стержней УВ ПОМП (рис. 1). После варьирования размерами h_1, h_2, a_1, a установлено, что при величине $h_1 = h_2 = 25...30$ мм; $a_1 = 40...45$ мм; $a = 80...90$ мм распределение поперечной компоненты индукции B_x вдоль оси ОХ между стержнями А и В получается достаточно равномерным, а величина индукции B_z в активной зоне сварочной ванны ($x \leq 20...30$ мм) не превышает значений $2...5$ мТл при уровне индукции $B_x = 20...23$ мТл (рис. 2, а). Это распределение индукции B_x, B_z вдоль оси ОХ следует учитывать при выполнении наплавки вдоль оси ОХ и расположении стержней УВ ПОМП также вдоль оси ОХ.

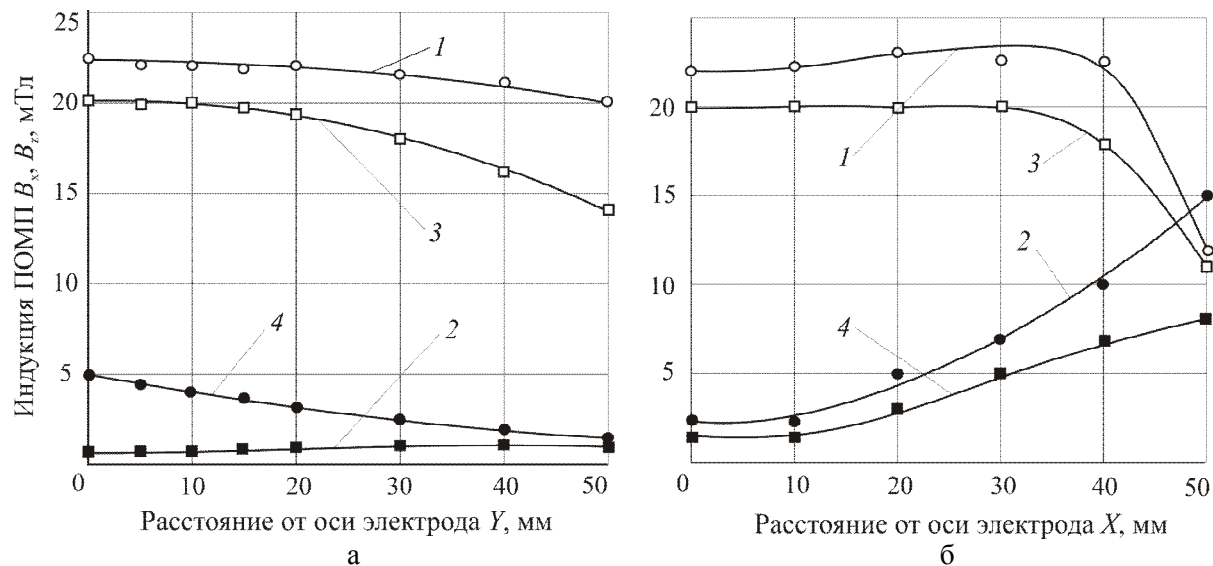


Рис. 2 – Распределение индукции B_x, B_z ПОМП вдоль оси ОХ (а) и оси ОУ (б):
1, 3 – B_x ; 2, 4 – B_z ; а – 1, 2 – $Y = 0$; 3, 4 – $Y = 20$ мм; б – 1, 2 $X = 0$; 3, 4 – $X = 20$ мм
(постоянное ПОМП, ток в катушках 60А)

В этом варианте наплавки дуга будет отклоняться вдоль оси ОУ. Для варианта выполнения наплавки вдоль оси ОУ (рис. 1) измерениями установлено, что вдоль оси ОУ в диапазоне значений $X = 0...30$ мм (в зоне сварочной дуги и хвостовой части ванны) уровень индукции $B_x = 22,5...20$ мТл, а уровень индукции B_z незначителен и составляет $5...2,5$ мТл (рис. 2, б). Таким образом, и в этом варианте наплавки на сварочную дугу и жидкий металл ванны будет воздействовать, в основном, поперечная компонента индукции B_x .

С целью определения влияния ПОМП на проплавляющую способность основного металла выполняли наплавки проволокой Св-12Х18Н10Т диаметром 4 мм под флюсом АН-20П на пластины из стали 12Х18Н10Т толщиной 12 мм (проволока и основной металл немагнитные материалы) с воздействием ПОМП. При наплавках использовали конструкцию УВ ПОМП, приведенную на рис. 1. Наплавки выполняли при воздействии постоянного ПОМП, а также переменного ПОМП частотой 50 Гц, 6 Гц и 2 Гц. Для создания постоянного ПОМП катушки устройства запитывали от выпрямителя ВСЖ-303, переменного 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 наплавки без воздействия ПОМП. Типичный вид макрошлифов, полученных при наплавке, приведен на рис. 3, а размеры валика в сечении приведены в таблице. На рис. 3 б, в, г, д, е приведены макрошлифы, которые относятся

к варианту наплавки вдоль оси ОУ и расположении стержней УВ ПОМП вдоль оси ОХ, т. е. поперек оси валика. При этом получены следующие результаты.

Если при наплавке без магнитного поля глубина проплавления основного металла составляет 5,5 мм, то при включении постоянного ПОМП, когда дуга и электродные капли отклонялись назад (а жидкий металл сварочной ванны оттеснялся к хвостовой ее части), глубина проплавления увеличивалась до 8,0 мм (рис. 3, б). При смене полярности тока в катушках, когда дуга и электродные капли отклонялись вперед, а жидкий металл ванны был направлен к передней части ванны, глубина проплавления уменьшилась до 2,4 мм, т.е. более чем в 2 раза (рис. 3, в, г). При отклонении дуги вперед при увеличении тока в катушках до 50 А (увеличение индукции B_x) привело к ухудшению формирования валика (образуются ужимы по ширине валика), т. е. ширина валика периодически изменялась (см. таблицу, макрошлиф г).

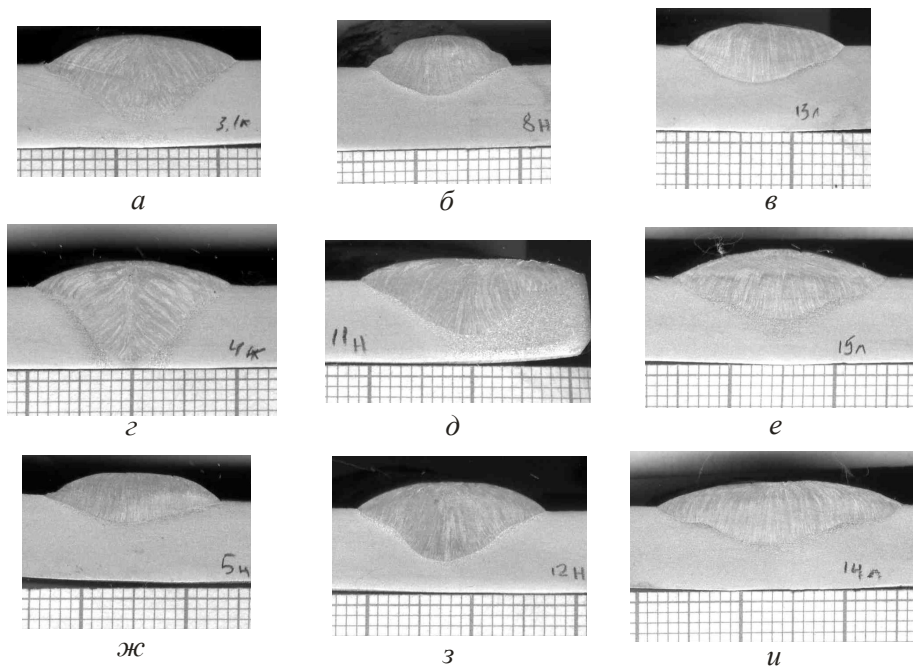


Рис. 3 – Макрошлифы наплавки ($I_n = 500-520$ А; $U_0 = 30-32$ В; $V_n = 30$ м/ч):
а – без ПОМП; б, в, г – постоянное ПОМП, $I_k = 40$ А: б – отклонение дуги назад, в, г – отклонение дуги вперед; д – ф = 6 Гц, $I_k = 40$ А, е – ф = 6 Гц, $I_k = 60$ А; ж – ф = 2 Гц, $I_k = 40$ А; з – ф = 2 Гц, $I_k = 30$ А; и – ф = 50 Гц, $I_k = 40$ А; б, в, г, д, е – наплавка выполнялась при расположении стержней системы поперек оси валика; ж, з и – наплавка выполнялась при расположении стержней вдоль оси валика

Установлено, что при размещении стержней УВ ПОМП вдоль оси валика постоянное ПОМП приводит к боковому смещению оси валика. Поэтому при таком варианте размещения стержней УВ ПОМП следует применять только знакопеременное ПОМП.

Таблица

Влияние ПОМП на геометрию валика

№№ по рис. 3	Характер ПОМП	Ширина валика В, мм	Глубина проплавления $H_{пр}$, мм	Примечания
1	2	3	4	5
а	без поля	$\frac{15,5...19,5}{17,4}$	$\frac{5,4...5,7}{5,55}$	
б	постоянное, $I_k = 40$ А, (отклонение дуги назад)	$\frac{17,8...19,0}{18,7}$	$\frac{7,8...8,2}{8,0}$	Стержни УВ ПОМП поперек оси валика

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
в	постоянное, $I_k = 40$ А, (отклонение дуги вперед)	$\frac{15,8...16,6}{15,4}$	$\frac{2,3...2,5}{2,4}$	Стержни УВ ПОМП поперек оси валика
г	постоянное, $I_k = 50$ А, (отклонение дуги вперед)	11,8 ... 18,0 Ужимы по ширине валика	$\frac{2,7...2,9}{2,8}$	
д	$f = 6$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{16,2...18,0}{17,1}$	$\frac{5,3...5,7}{5,5}$	
е	$f = 6$ Гц, $I_k = 60$ А	$\frac{17,0...17,4}{17,2}$	$\frac{4,8...5,0}{4,9}$	
ж	$f = 2$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{15,0...17,5}{17,3}$	$\frac{3,5...3,6}{3,55}$	Стержни УВ ПОМП вдоль оси валика
з	$f = 2$ Гц, $I_k = 30$ А	$\frac{17,9...20,5}{19,7}$	$\frac{3,4...4,0}{3,75}$	
и	$f = 50$ Гц, $I_k = 40$ А	$\frac{20,6...23,0}{21,6}$	$\frac{3,5...3,7}{3,6}$	

Следует отметить, что в настоящей работе, в отличие от ранее выполненных работ [1-4], при наплавке с 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. Следует также отметить, что при наплавке проволокой под флюсом с воздействием ПОМП коэффициент наплавки увеличивается на 20-30 % [5] и такой процесс является энергосберегающим процессом.

Выводы

1. Спроектированное оптимальной конструкции устройство обеспечивает значительный уровень поперечной компоненты индукции ПОМП в зоне сварочной дуги и жидкого металла сварочной ванны.
2. При дуговой наплавке под флюсом с использованием проволок и основного металла из немагнитных материалов воздействием ПОМП возможно уменьшить не менее, чем в 2 раза глубину проплавления основного металла.

Список использованных источников:

1. Деминский Ю. А. Магнитное управление при газозлектрической сварке плавящимся электродом / Ю.А. Деминский, В.И. Дятлов // Автоматическая сварка. – 1963. – № 4. – С. 82 – 83.
2. Акулов А. И. Магнитное управление дугой при сварке плавящимся электродом в аргоне / А. И. Акулов, Б. В. Копаев // Автоматическая сварка. – 1972. – № 7. – С. 39 – 42.
3. Магнитное управление формированием шва при автоматической сварке под флюсом / Ю.Г. Гаген и др. // Автоматическая сварка. – 1975. – № 11. – С. 73 – 74.
4. Демянцевич В. П. Влияние внешнего магнитного поля и параметров режима сварки на формирование сварных швов / В. П. Демянцевич и др. // Сварочное производство. – 1975. – № 11. – С. 7 – 9.
5. Шейкин М.З. Применение магнитных колебаний при сварке под флюсом / М.З. Шейкин, Н.Ф. Варяхов // Сварочное производство. – 1969. – № 6. – С. 24 – 25.
6. Размышляев А.Д. Производительность расплавления электродной проволоки при дуговой наплавке под флюсом с воздействием поперечного магнитного поля / А.Д. Размышляев и др. // Автоматическая сварка. – 2011. – № 5. – С. 48 – 51.

Bibliography:

1. Deminskii Yu.A. Magnetic influence in gas-electric welding by consumable electrode / Yu.A. Deminskii, V.I. Dyatlov // *Avtomaticheskaya svarka.* – 1963. – № 4. P. 82 – 83. (Rus.)
2. Akulov A.I. Arc magnetic influence in welding by consumable electrode in an argon / A.I. Akulov, B.V. Kopaev // *Avtomaticheskaya svarka.* – 1972. – № 7. – P. 39 – 42. (Rus.)
3. Welds forming magnetic in automatic welding under a flux / Yu.G. Gagen and other. // *Avtomaticheskaya svarka.* – 1975. – № 11. – P. 73 – 74. (Rus.)
4. Demyantsevich V.P. External magnetic field and welding conditions parameters influence on welds / V.P. Demyantsevich and other. // *Svarochnoe proizvodstvo.* – 1975. – № 11. – P. 7 – 9. (Rus.)
5. Sheikin M.Z. Magnetic vibrations application in welding under a flux / M.Z. Sheikin, N.F. Varyahov // *Svarochnoe proizvodstvo.* – 1969. – № 6. – P. 24 – 25. (Rus.)
6. Razmyshljaev A.D. Electrode wire melting productivity of in arc surfacing under a flux with transversal magnetic field influence / A.D. Razmyshljaev and other. // *Avtomaticheskaya svarka.* – 2011. – № 5. – P. 48 – 51. (Rus.)

Рецензент: В.В. Чигарев
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 07.03.2012

УДК 621.791.75

©Размышляев А.Д.¹, Миронова М.В.², Лещенко А.И.³

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ В ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Показано, что при дуговой сварке под флюсом стыковых соединений воздействие продольного магнитного поля приводит к увеличению ширины шва и к уменьшению коэффициента концентрации напряжений, а уменьшение глубины проплавления – к снижению дефектов в виде прожогов при сварке тонколистового металла.

Ключевые слова: дуговая сварка, продольное магнитное поле, индукция магнитного поля, геометрические размеры шва.

Размышляев О.Д., Миронова М.В., Лещенко О.И. Підвищення якості стикових з'єднань при дуговому зварюванні у подовжньому магнітному полі. Показано, що при дуговому зварюванні під флюсом стикових з'єднань дія подовжнього магнітного поля приводить до збільшення ширини шва і до зменшення коефіцієнта концентрації напружень, а зменшення глибини проплавлення – до зниження дефектів у вигляді пропалень при зварюванні тонколистового металу.

Ключові слова: дугове зварювання, подовжнє магнітне поле, індукція магнітного поля, геометричні розміри шва.

O.D. Razmyshljaev, M.V. Mironova, O.I. Leshchenko. Quality increase of butt joints at arc welding in longitudinal magnetic field. *It was shown that at submerged arc welding of butt joints with longitudinal magnetic field resulted in weld width increase and tensions concentration coefficient decrease, while penetration depth decrease results in decrease of burn-through defects in the process of thin-sheet metal welding.*

Keywords: arc welding, longitudinal magnetic field, magnetic field induction, bead geometric parameters.

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

³ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь