

## ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

**И.Н. Зверева<sup>1</sup>, А.Д. Картунов<sup>1</sup>,  
С.И. Платов<sup>2</sup>, С.В. Михайлицын<sup>2</sup>, М.А. Шекшеев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «ММК-МЕТИЗ, г. Магнитогорск;

<sup>2</sup> Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,  
г. Магнитогорск

Разработаны электроды для сварки трубопроводов, в том числе с образованием обратного валика при сварке корня шва, обеспечивающие высокие механические свойства сварного соединения.

Для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, а также конструкций, работающих в условиях пониженных температур, получили широкое распространение электроды с основным видом покрытия типа УОНИ. Механические свойства сварных соединений, выполненные этими электродами, обеспечивают высокие показатели по прочности, пластичности и ударной вязкости, в том числе при пониженных температурах.

Однако эти электроды классического состава уступают по сварочно-технологическим свойствам электродам зарубежного производства, что ограничивает их применение при сварке трубных конструкций. Применяемые импортные электроды аналогичного назначения примерно в 2,5 раза дороже электродов марки УОНИ-13/55. Достойная замена импортных электродов позволит в определенной мере газовой и нефтехимической промышленности уйти от импортной зависимости, при этом сохранятся отечественные производства сварочных электродов.

Задача состоит в том, чтобы при сохранении механических свойств сварных соединений получить улучшенные сварочно-технологические свойства, позволяющие проводить сварку трубных конструкций, в том числе неповоротных стыков с возможностью образования обратного валика при сварке корневых проходов. Для этого разработаны электроды марки ЛБ-52МК и рекомендации к их использованию при сварке трубопроводов.

Получены положительные отзывы от многих потребителей. Проведён целый комплекс испытаний по химическому составу и механическим свойствам наплавленного металла; в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете определено количество диффузионного водорода в наплавленном металле вакуумным методом в соответствии с ГОСТ 23338–91 на электродах диаметром 3,2 мм.

В результате установлено, что разработанные электроды марки ЛБ-52МК по механическим свойствам наплавленного металла соответствуют типу Э50А по ГОСТ 9467–75. По классификации в соответствии с AWS A5.1 они относятся к типу 7015-1. При сварке корневых проходов с обратной стороны шва образуется валик правильной формы без подрезов на основном металле.

Для удобства потребителей, которые в настоящее время применяют электроды импортных производителей, планируется производить электроды диаметром 4,0; 3,2, а в перспективе – 2,6 мм.

*Ключевые слова:* сварка; электрод; покрытие; трубопровод; корень шва; обратный валик.

В СССР, а затем и в РФ для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, а также конструкций, работающих в условиях пониженных температур, получили широкое распространение электроды марки УОНИ-13/55 тип Э50А по ГОСТ 9467–75 [1]. Механические свойства сварных соединений, выполненные этими электродами, обеспечивают высокие показатели по прочности, пластичности и ударной вязкости, в том числе при пониженных температурах.

Однако в сравнении с импортными электродами с основным покрытием, электроды марки УОНИ-13/55 классического состава уступают по сварочно-технологическим свойствам электродам зарубежного производства, что ограничивает их применение при сварке трубных конструкций. В РФ для сварки ответственных конструкций в газовой и нефтехимической промышленности в основном применяются электроды импортного

производства. Если говорить о типе Э50А, это электроды марок LB-52U (Япония) и ОК 53.70 (Швеция), которые примерно в 2,5 раза дороже электродов марки УОНИ-13/55.

В настоящее время многие отечественные производители сварочных покрытых электродов пытаются выйти на рынок с достойной заменой импортных электродов. Это позволит газовой и нефтехимической промышленности уйти в какой-то мере от импортной зависимости, при этом сохранятся отечественные производства сварочных электродов.

На ОАО «ММК-МЕТИЗ» два года назад приступили к разработке новой марки электродов с основным видом покрытия взамен импортных электродов. Задача была поставлена таким образом, чтобы при сохранении механических свойств сварных соединений (не ниже, чем при сварке электродами УОНИ-13/55) получить улучшенные сварочно-технологические свойства, позволяющие проводить сварку трубных конструкций, в том числе не-

Таблица 1

Химический состав наплавленного металла

Наименование марки	Массовая доля элементов, %				
	C	S	P	Mn	Si
ЛБ-52МК (ОАО «ММК-МЕТИЗ»)	0,08–0,09	0,006–0,007	0,012–0,013	0,98–1,14	0,28–0,34
ЛВ-52U (рекламный проспект)	0,06	0,005–0,006	0,011–0,013	1,0–1,02	0,49–0,52
ОК53.70 (рекламный проспект)	0,06	max 0,015	max 0,015	1,1	0,4

Таблица 2

Механические свойства наплавленного металла

Марка электродов	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
ЛБ-52МК (ОАО «ММК-МЕТИЗ»)	547–565	430–455	28,7–31,0	75,5–77,5
ЛВ-52U (рекламный проспект)	530–546	441–455	31–34	–
ОК53.70 (рекламный проспект)	530	440	30	–
Марка электродов	Температура испытания, °С		Ударная вязкость KCV, Дж/см <sup>2</sup>	
ЛБ-52МК (ОАО «ММК-МЕТИЗ»)	+20		217	
	–20		191–194	
	–40		126–166	
	–60		108–115	
ЛВ-52U (рекламный проспект)	Нет данных		130	
ОК53.70 (рекламный проспект)	–20		150	
	–40		120	
	–50		100	

Таблица 3

Количество водорода в пробах, см<sup>3</sup>/100 г напл. мет.

№ образца				Среднее значение
1	2	3	4	
4,58	5,06	4,22	4,16	4,5

поворотных стыков с возможностью образования обратного валика при сварке корневых проходов.

На сегодняшний день получены положительные отзывы на разработанные электроды марки ЛБ-52МК и рекомендации к использованию при сварке трубопроводов. По понятным причинам, название марки взяли созвучным оригиналу. Опытные электроды по сварочно-технологическим свойствам оценили: ООО «АРГУС Газификация», ООО «Стройинвест», ООО «Уральский институт сварки».

Проведён целый комплекс испытаний по химическому составу и механическим свойствам наплавленного металла; определено количество диффузионного водорода в наплавленном металле (в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете). Результаты испытаний и сравнительный анализ с импортными аналогами представлены в табл. 1–3

Определение диффузионного водорода в на-

плавленном металле, выполненном электродами марки ЛБ-52МК, производилось вакуумным методом в соответствии с ГОСТ 23338–91 на электродах диаметром 3,2 мм. Наплавка производилась на пластины из стали марки СтЗсп постоянным током 120 А обратной полярности, абсолютная влажность воздуха при сварке составила 12,1 г/м<sup>3</sup>.

**Выводы**

Электроды марки ЛБ-52МК по механическим свойствам наплавленного металла соответствуют типу Э50А по ГОСТ 9467–75. По классификации в соответствии с AWS A5.1 они относятся к типу 7015-1. При сварке корневых проходов с обратной стороны шва образуется валик правильной формы без подрезов на основном металле.

Для удобства потребителей, которые в настоящее время применяют электроды импортных производителей, на ОАО «ММК-МЕТИЗ» планируется производить электроды диаметром 4,0; 3,2, а в перспективе – 2,6 мм.

### Литература

1. Михайлицын, С.В. Проектирование электродов для ручной дуговой сварки с заданными свойствами, изготавливаемых опрессовкой под

давлением: моногр. / С.В. Михайлицын, А.И. Беляев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 143 с.

**Зверева Ирина Николаевна**, менеджер-руководитель бюро электродов ЦЗЛ, ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск; [inzvereva@bk.ru](mailto:inzvereva@bk.ru).

**Картунов Андрей Дмитриевич**, начальник Технического управления, ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск; [kartunov.ad@mmk-metiz.ru](mailto:kartunov.ad@mmk-metiz.ru).

**Платов Сергей Иосифович**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой машин и технологий обработки давлением, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск; [sheksheev@yandex.ru](mailto:sheksheev@yandex.ru).

**Михайлицын Сергей Васильевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры машин и технологий обработки давлением, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск; [svmikhaylitsyn@mail.ru](mailto:svmikhaylitsyn@mail.ru).

**Шекшеев Максим Александрович**, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры машин и технологий обработки давлением, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск; [sheksheev@yandex.ru](mailto:sheksheev@yandex.ru).

*Поступила в редакцию 13 января 2015 г.*

---

## ELECTRODES FOR MANUAL ARC WELDING IN OIL AND GAS COMPLEX

**I.N. Zvereva I.N.**, JSC “ММК-МЕТИЗ”, Magnitogorsk, Russian Federation, [inzvereva@bk.ru](mailto:inzvereva@bk.ru),

**A.D. Kartunov**, JSC “ММК-МЕТИЗ”, Magnitogorsk, Russian Federation, [kartunov.ad@mmk-metiz.ru](mailto:kartunov.ad@mmk-metiz.ru),

**S.I. Platov**, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation, [psipsi@mail.ru](mailto:psipsi@mail.ru),

**S.V. Mikhaylitsyn**, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation, [svmikhaylitsyn@mail.ru](mailto:svmikhaylitsyn@mail.ru),

**M.A. Sheksheev**, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation, [sheksheev@yandex.ru](mailto:sheksheev@yandex.ru)

Electrodes were designed for pipe welding including the formation of a back bead in welding a joint root, providing high mechanical properties of a welded joint.

For manual arc welding of constructions made from carbon and low-alloy steels, as well as for structures operating at low temperatures the electrodes with the main types of coverage such as SSSI are widely used. The mechanical properties of welded joints formed by these electrodes provide high strength, ductility and toughness even at low temperatures.

However, these electrodes having standard composition are worse in weldability than the electrodes of foreign manufacturers. This fact limits their usage in pipe welding. However, the analogous foreign electrodes are about 2.5 times more expensive than the SSSI-13/55 electrodes. If we find a replacement for imported electrodes, it will allow gas and petrochemical industries to depend less on the import, while maintaining domestic production of welding electrodes.

The task is to get improved welding characteristics, while maintaining the mechanical properties of welded joints. It will allow welding pipe constructions, including pipe joints with a back bead while welding root passes. For this purpose, the electrodes LB 52MK were developed and the guidance to their use in pipe welding was worked out.

Positive feedback from many customers was received. A range of tests on the chemical composition and mechanical properties of the weld metal was conducted in St. Petersburg State Polytechnic University. The amount of diffusible hydrogen in the weld metal vacuum method in accordance with GOST 23338–91 on the electrodes with a diameter of 3.2 mm was determined.

As a result, the mechanical properties of weld metal of LB-52MK electrodes correspond to the type E50A GOST 9467–75. According to the classification AWS A5.1 they relate to the type of 7015-1. When welding the root passes on the back side of the pipe the back bead of regular shape without undercut on the base metal is formed.

For the convenience of consumers who currently use the electrodes of foreign manufacturers it is planned to produce electrodes with a diameter of 4.0 mm; 3.2 mm; and in the future – with a diameter of 2.6 mm.

*Keywords: welding, electrode coating, pipe, weld root, back bead.*

**References**

1. Mikhaylitsyn S.V., Belyaev A.I. *Proektirovanie elektrodov dlya ruchnoy dugovoy svarki s zadannymi svoystvami, izgotavliaemykh opressovkoy pod davleniem* [Design of Electrodes for Manual Metal Arc Welding with Desired Properties Produced by Molding Under Pressure]. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk St. Techn. Univ. Publ., 2012. 143 p.

*Received 13 January 2015*

---

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ**

Электроды для ручной дуговой сварки в нефтегазовом комплексе / И.Н. Зверева, А.Д. Картунов, С.И. Платов и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2015. – Т. 15, № 1. – С. 92–95.

**REFERENCE TO ARTICLE**

Zvereva I.N., Kartunov A.D., Platov S.I., Mikhaylitsyn S.V., Sheksheev M.A. Electrodes for Manual Arc Welding in Oil and Gas Complex. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Metallurgy*, 2015, vol. 15, no. 1, pp. 92–95. (in Russ.)

---