

НОВЫЕ СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ХЛАДОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В. В. ГЕЖА, Р. В. БИШОКОВ, С. И. ШЕКИН, П. В. МЕЛЬНИКОВ, инженеры
(ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», г. С.-Петербург, РФ)

Приведены характеристики новых электродов, керамического флюса и порошковой проволоки для сварки хладостойких сталей различного уровня прочности.

Ключевые слова: дуговая сварка, покрытые электроды, агломерированные флюсы, порошковые проволоки, сварочно-технологические свойства, раскислители

ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» разработана серия сварочных материалов для сварки конструкций из хладостойких сталей различных уровней прочности, хорошо зарекомендовавших себя на отечественных и зарубежных предприятиях при строительстве ответственных конструкций. Однако изменения сырьевой базы, требований к сварочным материалам и номенклатуры изготавливаемых конструкций требуют постоянного совершенствования сварочных материалов.

В связи с отсутствием в России предприятий, выпускающих качественный ферротитан, а также постоянным повышением его стоимости, актуальным стал вопрос разработки и внедрения сварочных материалов, не содержащих в своем составе ферротитана. Требованием к разрабатываемым сварочным материалам являлось получение их сварочно-технологических и служебных характеристик швов на уровне не хуже, чем у существующих материалов аналогичного содержания, содержащих ферротитан.

При разработке электродов исследовали шлаковые системы: $\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$ и $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, а также три системы раскисления металла шва: $\text{Si}-\text{Mn}$, $\text{Si}-\text{Mn}-\text{Al}$ и $\text{Si}-\text{Mn}-\text{Mg}$.

Разработаны сварочные электроды, обеспечивающие комплекс высоких сварочно-технологических и служебных характеристик. Механические характеристики и химический состав металла шва, полученные при испытании лучших вариантов электродов, представлены в табл. 1. Самые высокие служебные и сварочно-технологические характеристики имеют электроды со шлаковой системой $\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$ и системой раскисления металла шва $\text{Si}-\text{Mn}$. Данные электроды в настоящее время внедряются в производство.

С началом производства толстостенных труб большого диаметра для нужд газовой и нефтяной отраслей, а также в связи с переводом трубного производства с плавных на агломерированные флюсы стал актуальным вопрос разработки и внедрения последних для многодуговой скоростной сварки. При их разработке за основу был взят ранее разработанный ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» агломерированный флюс марки 48АФ-51. Так как многодуговая скоростная сварка имеет ряд отличий от автоматической сварки одной дугой, для повышения технологичности процесса многодуговой сварки проводили корректировку состава флюса в сторону уменьшения его основности. Системы раскисления и легирования были скорректированы с целью обеспечения нужной хладостойкости металла шва. Разработанный ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» флюс марки 48АФ-

Таблица 1. Механические характеристики и химический состав металла шва, выполненного опытными электродами

Шлаковая система и система раскисления металла шва	Марка проволоки	Средние значения механических характеристик металла шва						Химический состав металла шва, мас. %					
		$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{0,4}$, МПа	δ , %	ψ , %	KV , Дж/м ² , при температуре °С		C	Si	Mn	Ni	S	P
						-40	-60						
$\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, $\text{Si}-\text{Mn}$	Св-08А	524	427	31	74	95	80	0,05	0,25	0,88	—	0,019	0,029
$\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, $\text{Si}-\text{Mn}$	Св-10ГА	545	460	30	75	110	70	0,06	0,17	0,82	0,98	0,005	0,01
$\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, $\text{Si}-\text{Mn}-\text{Al}$	Св-10ГНА	575	500	23	71	60	40	0,05	0,33	1,17	1,1	0,003	0,014
$\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$, $\text{Si}-\text{Mn}-\text{Mg}$	Св-10ГНА	565	480	23	72	90	65	0,05	0,16	0,79	1,1	0,003	0,015



Таблица 2. Механические характеристики сварных соединений стали Х65, выполненных многодуговой автоматической сваркой под флюсом

№ образца	Сварочные материалы	Средние значения механических свойств металла шва				Относительная влажность флюса, %		Ударная вязкость металла по центру шва на образцах Шарпи KV, Дж/м ² , при разной температуре, °С			
		σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	после прокатки	по истечении 72 ч после прокатки	-30	-40	-50	-60
1	Св-10ГНА Ø 4 + 48АФ-55	664	585	25,3	0,88	0,002	0,024	166	136	—	120
2	Св-10ГНА Ø 4 + 48АФ-55	644	561	29,0	0,87			160	153	149	131
3	Св-10ГНМ Ø 4 + 48АФ-55	691	608	22,5	0,88			99	92	85	58
4	Св-10ГНМ Ø 4 + ОК Flux 10.74	725	649	22,0	0,90	0,003	0,040	115	95	—	49
Требования к металлу шва			> 450		< 0,9						> 45

55, испытанный в производственных условиях на стане Выксунского металлургического завода, показал высокий уровень сварочно-технологических и служебных характеристик металла шва. Механические характеристики металла шва, выполненного флюсом марки 48АФ-55, приведены в табл. 2. Отличительной чертой разработанного флюса является его низкая гигроскопичность по сравнению с зарубежными аналогами, что намного упрощает технологический процесс его использования. В настоящее время флюс находится на стадии внедрения на Выксунском трубном заводе.

Наряду с этим ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» разработал порошковую проволоку, предназначенную для выполнения корневых (сборочных) швов,

а также для сварки на монтаже (химический состав металла шва, мас. %: 0,05 углерода; 0,26 кремния; 1,1 марганца; 1,25 никеля; 0,02 серы; 0,007 фосфора). Проволоке присвоена марка 48ПП-10Т. Изготовление и испытания проволоки производили на Череповецком сталепрокатном заводе. Она отличается высокими сварочно-технологическими свойствами при сварке во всех пространственных положениях. Механические характеристики металла шва, выполненного этой проволокой при 20 °С, следующие: $\sigma_B = 585$ МПа; $\sigma_T = 498$ МПа; $\delta = 27$ %; $\psi = 70$ %; $KV = 90$ Дж/м² (при -40 °С) и 64 Дж/м² (при -60 °С).

The paper gives the characteristics of new electrodes, ceramic flux and flux-cored wire for welding cold-resistant steels of different strength levels.

Поступила в редакцию 12.10.2005

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ МОСТОСТРОЕНИЯ

В настоящее время на основании исследований и опыта изготовления сварных конструкций мостов, их монтажа и эксплуатации в строительные нормы и правила введен прокат из сталей марок 15Г2АФДпс, 09Г2СД и 09Г2Д, который производится металлургической промышленностью Украины в необходимых объемах.

Из перспективных марок стали следует рассмотреть возможность применения в мостостроении экономнолегированного проката стали марок 09ХСНФД и 12ХСНФД (ТУ 14-1-5311-95), 06ГБ и 06Г2Б (ТУ У 14-16-150-99) с временным сопротивлением разрыву до 700 МПа, производство которого предусмотрено техническими условиями на прокат для мостостроения. Разработчиками являются АНПА, ОАО «Азовсталь», УкрНИИКМ «Прометей» и ИЭС им. Е. О. Патона.

Назначение и области применения. Рассматриваемые стали предназначены для пролетных строений мостов, они могут быть использованы и для других объектов строительства и промышленности (телевизионные башни, подкрановые балки под тяжелые краны, мостовые и козловые краны, краны-перегрузатели, тяжелые и шагающие экскаваторы, подвижные составы и т.п.).

Состояние и уровень разработки. Прокат стали марок 15Г2АФДпс, 09Г2Д, 09Г2СД предусмотрен строительными нормами и правилами, его, а также стали марок 09ХСНФД, 12ХСНФД, 06ГБ и 06Г2Б необходимо включить в стандарт на прокат для мостостроения.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 48
Тел./факс: (38044) 287 62 13, 529 06 07
E-mail: paton48@paton.kiev.ua