

УДК 693-814.25:621.791

А.Г.Фомин (6 курс, каф. ТТС), А.М. Левченко, к.т.н., доц., Б. Л. Григорьев, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕСКРЕМНИЕВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ЛИГАТУР НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОДА

Дальнейший прогресс в мировой металлургии неразрывно связан с разработкой высокоэффективных комплексных присадок (раскислителей, модификаторов, лигатур). При сварке ряд важных технологических операций (раскисление, рафинирование, модифицирование) совмещается с легированием или микролегированием и происходит в сварочной ванне. Поэтому сварочная ванна приобретает роль самостоятельного агрегата, выполняющего ряд функций и определяющего качество сварного шва, а следовательно и всей сварной металлоконструкции в целом.

Анализ известных отечественных и зарубежных ферросплавов, раскислителей-модификаторов и комплексных лигатур показывает, что они не содержат в своем составе таких элементов, как кальций, редкоземельные металлы, ванадий, ниобий и др. Вместе с тем, необходимость создания бескремниевых присадок подтверждается открытием проф. Баранова С. М., в котором доказывается исключительно вредное влияние монооксида кремния на свойства стали [1]. Кремний имеет неметаллическое происхождение, так как отличается от железа типом кристаллической решетки. Это сказывается на растворимости кремния в железе и склонности его к ликвации. Кроме этого, при обработке жидкой стали кремнесодержащими присадками в ее структуре появляется большое количество различных силикатов, также отрицательно влияющих на весь уровень механических характеристик стали [1].

Следовательно разработка новых бескремниевых комплексных лигатур (БКЛ) является актуальной задачей для решения вопросов повышения механических свойств сталей и их свариваемости. При расплавлении стержня и покрытия сварочного электрода образуется капля, покрытая шлаком и газовой фазой. В зоне сварочной дуги окислительно-восстановительные реакции протекают с разными скоростями и в различное время. Кинетика капельного переноса также контролирует полноту и завершенность всех процессов, протекающих в жидком металле капле и сварочной ванны. Легирующие элементы, подающиеся в зону химических реакций из разных частей электрода могут по-разному участвовать в окислительно-восстановительных процессах как в капле, так и в сварочной ванне. Время и температура пребывания легирующих элементов в активной зоне могут быть различны в зависимости от формы и упаковки объекта, участия химических реакций, а так же от зоны его расположения в структуре сварного материала.

Таблица 1

Результаты испытаний экспериментальных сварочных электродов

№ п/п	Вид проволоки	Ø пр-ки, мм	Вид обмазки	$K_{мп}$	Оценка сварочно-технологических свойств [3]
	1	2	3	4	5
1	Исходная (Св-08)	4	Исходная (УОНИ 13/55)	0.4	2

2	Исходная (Св-08)	4	БКЛ (вместо FeSi)	0.38	4
3	Исходная (Св-08)	4	БКЛ (вместо FeSi)	0.38	3
4	Модифицированная БКЛ	4	Исходная (УОНИ 13/55)	0.4	1
5	Модифицированная БКЛ	4	БКЛ (вместо FeSi)	0.37	5

Таблица 2

№ п/п	Химический состав наплавленного металла, %						Т, °С	КСУ, кДж/м ²
	С	Mn	Si	Cr	P	S		
	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.05	0.71	0.25	0.09	0.017	0.050	+20	1115
2	0.05	0.45	0.04	0.08	0.010	0.048	+20	672
3	0.07	0.53	0.05	0.09	0.013	0.045	+20	997
4	0.04	0.80	0.22	0.15	0.017	0.045	+20	1310
5	0.04	0.39	0.03	0.11	0.008	0.038	+20	667

Для установления влияния БКЛ было изготовлено несколько партий электродов с различными вариантами расположения их в конструкции электрода. В качестве эталона были выбраны промышленные электроды марки УОНИ 13/55 как широко распространенные для сварки ответственных конструкций. Они достаточно хорошо изучены, результаты исследований широко представлены в печати. Сравнение с электродами, по которым имеется большое количество статистических данных, весьма показательно [2]. Лигатуры вводились через покрытие путем добавления в сухую шихту, или через стержень путем добавления при выплавке стали. Также менялось количество вводимого в покрытие БКЛ. Для определения химического состава и ударной вязкости выполняли специальные многослойные накладки и исследовали свойства только наплавленного металла. При проведении исследований установлено, что введенные в состав сварочных электродов БКЛ одновременно с глубоким раскислением, рафинированием и модифицированием структуры металла шва обеспечивают его микролегирование, что в итоге приводит к повышению ударной вязкости при обычной температуре. Следует также заметить снижение количества Mn в составе наплавленного металла (табл. 1, 2).

Результаты проведенных исследований показали, что:

1. БКЛ целесообразно вводить через стержень электрода, а не через его покрытие.
2. Количество введенных БКЛ должно быть строго определено, так как результаты эксперимента дают основания предполагать, что существует максимальное значение после которого дальнейшее добавление количества БКЛ приводит к снижению ударной вязкости.
3. Полностью исключать Si из состава покрытия не рекомендуется, так как он осуществляет активацию перехода Mn из покрытия электрода в состав наплавленного металла.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Примеров С.Н. Пояснительная записка, 1999. 7 с.
2. Попов В.С. и др. Влияние состава ферросплавов на содержание и форму неметаллических включений в металле, наплавленном электродами УОНИ 13/55 // Автоматическая сварка, №8, 2000.
3. Ефимов Л.А., Григорьев Б.Л. Опыт разработки электродов для дуговой сварки, Л.: ЛДНТП, 1988.