

## Исследование шлакообразующей основы покрытий электродов для износостойкой наплавки

Магистрант М.М. Абдурахмонов  
Научный руководитель - проф., д.т.н. Н.С. Дуняшин  
Ташкентский государственный технический университет,  
Узбекистан, г. Ташкент

Наплавка металла на поверхность детали дает возможность придать ей необходимые достаточные механические и физико-химические свойства и тем самым повысить надежность и долговечность работы и снизить себестоимость.

Наплавочные работы применяются для создания на деталях поверхностных слоев с требуемыми свойствами, а также для восстановления исходных размеров изношенных деталей. Например, наплавку используют для изготовления деталей из конструкционных, сравнительно дешевых сталей, на рабочие поверхности которых наплавляют износостойкий, жаростойкий или иной спец. сплав.

При наплавочных работах, как правило, необходимо получать минимальное проплавление основного металла и минимальное перемешивание основного и наплавленного металла для того, чтобы сохранить механические свойства наплавленного слоя.

В то же время наплавленный металл должен прочно соединяться с металлом основы и не должен содержать пор, шлаковых включений, раковин трещин и др. дефектов.

Износ деталей является результатом изнашивания — процесса разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении. Процесс реализуется в паре трения (сопряжении) — совокупности двух подвижно сопряженных поверхностей в реальных условиях эксплуатации и проявляется в постепенном изменении размеров и (или) формы тела. Виды разрушения поверхностей деталей при трении многообразны, что связано с совокупным действием механических, физико-химических, электрохимических и других процессов при контакте и условиями окружающей среды (температуры, влажности и т. п.) [1-2].

Основными факторами, определяющими повреждение поверхностей и износ, являются: пластические деформации, разрушение микронеровностей и оксидных пленок в результате внедрения отдельных участков поверхности одной детали в сопряженную поверхность другой детали и их взаимного смещения; адгезионное схватывание и перенос металла с одной детали на другую; наводороживание и окислительные процессы; разрушение «мостиков» схватывания и др [3].

Изготовительная наплавка служит для получения новых биметаллических (многослойных) изделий. Такие изделия состоят из основы (основной металл), обеспечивающей необходимую конструкционную прочность, и наплавленного рабочего слоя (наплавленный металл) с особыми свойствами (износостойкость, термостойкость, коррозионная стойкость и т. д.) [4].

Восстановительная наплавка применяется для восстановления первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл может быть близок по составу и свойствам основному металлу (восстановительная размерная наплавка) или отличаться от них (восстановительная износостойкая наплавка) [5,6].

Электроды для наплавки в подавляющем большинстве имеют основные покрытия. Это позволяет за счет низкого содержания водорода в наплавленном металле обеспечить лучшую его сопротивляемость образованию трещин при наплавке деталей из сталей с повышенным содержанием углерода, жестких изделий. Разработанный состав электродного покрытия для износостойкой наплавки содержит следующие компоненты, мас. %: мрамор - 26-28; пегматит - 14-16, графит - 9-11, ферросиликомарганец - 10-12; феррохром 25-27; ферротитан - 10-12.

Шлаковую систему электродов для износостойкой наплавки содержащих следующие компоненты, мас. %: мрамор - 26-28; пегматит - 14-16, графит - 9-11, ферросиликомарганец -

10-12; феррохром 25-27; ферротитан – 10-12 составляют оксиды кальция (мрамор), кремния (пегматит) и алюминия (пегматит).

В системе  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  температура плавления  $1300^\circ\text{C}$  имеет место при составах  $\sim 50\% \text{SiO}_2$ ,  $\sim 30\% \text{CaO}$  и  $\sim 20\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . В данной системе образуется несколько химических соединений, в том числе два тройных:  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ , содержащее 20%  $\text{CaO}$ , 37%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 43%  $\text{SiO}_2$  и плавящееся при  $1550^\circ\text{C}$ , а также  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ , содержащее 41%  $\text{CaO}$ , 37%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 22%  $\text{SiO}_2$  и плавящееся при  $1590^\circ\text{C}$ . В рассматриваемой системе имеется большая область расплавов с температурой плавления, не превышающей  $1600^\circ\text{C}$ , что обеспечивает широкое использование шлаков на основе  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ . Шлаки этой системы в случае содержания в них 48—54%  $\text{CaO}$  при остывании рассыпаются в порошок.

Минералогический состав шлака и его структура также оказывают влияние на его физические и технологические свойства.

Нами исследовалось влияние добавок оксидов  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (содержание 7,08% и 4,15% в пегматите соответственно) на свойства шлака (плотность, вязкость, поверхностное натяжение), относящегося к системе  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Параллельно исследовалось влияние физического состояния шлаков на сварочно-технологические свойства, такие как: кроющая способность шлака и его отделимость.

Для измерения вязкости шлаков применяли методы вискозиметрии. Метод основан на законе течения жидкости, находящейся в зазоре между двумя соосными телами, причем одно из тел вращается, а другое неподвижно. Вязкость определяют по измеренному крутящему моменту при заданной угловой скорости. Измерение вязкости шлака производили на ротационном вискозиметре с вращающимся рабочим телом.

Отделимость шлаковой корки – один из важнейших показателей технологичности наплавочных материалов. Отделимость шлака зависит преимущественно от эпитаксиального срастания шлака и металла шва, что возможно, если они имеют на границе раздела фаз близкую структуру. С увеличением содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  отделимость шлаковой корки понижается.

## Литература

1. Шлепаков В. Н. Современные электродные материалы и способ электродуговой сварки плавлением (Обзор) // Автоматическая сварка. – 2011. – №10. – С. 31-35.
2. Моравецкий С. И. Отделимость шлаковой корки при дуговой сварке (обзор) Ч. 1. Механизм химического сцепления шлаковой корки с металлом шва // Автоматическая сварка. – 2011. – №1. – С. 32-37.
3. Моравецкий С. И. Отделимость шлаковой корки при дуговой сварке (Обзор). Ч. 2. Характер влияния основных факторов на отделимость шлаковой корки // Автоматическая сварка. – 2011. – №2. – С. 22-27.
4. Кузнецов М.А. Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве (Обзор) / М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин // Сварочное производство. – 2010. – №12. – С.23-26.
5. Марченко А.Е. Влияние технологических факторов изготовления электродов на содержание водорода в наплавленном металле // Автоматическая сварка. – 2013. – № 8 – С. 14-25.
6. Легирующие элементы в минеральных и синтетических компонентах сварочных материалов / Ю.В. Адкина, А.И. Николаев, В.Б. Петров, Н.М. Путинцев // Журн. прикл. химии. – 2016. – Т.83, №12. – С. 1960– 1964