

Влияние добавок оксидов K_2O и Na_2O на свойства шлака системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ наплавочных электродов

Магистрант гр. 82М-20 ММЖр М.М. Абдурахмонов
Научный руководитель проф., д.т.н. Н.С. Дуняшин
Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

Ручная дуговая наплавка имеет широкую область применения, эффективную по технико-экономическим показателям: возможность нанесения металлического слоя достаточно большой толщины (в сравнении, например, с напылением диффузионной наплавкой), маневренность и простота, транспортабельность и распространенность по источникам питания, применимость в сочетании с другими способами поверхностной обработки (термическими, механическими и др.), возможность использования для многих металлов и сплавов, возможность получения самого разнообразного состава наплавленного металла, экономичность наплавки деталей с неравномерным износом.

Электроды, обеспечивающие получение наплавленного металла средней твердости (НВ 260—450), применяют для наплавки деталей, работающих в условиях трения металл по металлу, в том числе при наличии интенсивных ударных нагрузок. В общем виде эти электроды характеризует не стабильность эксплуатационных характеристик наплавленного металла, обусловленная его структурой (троостит, троостосорбит), весьма чувствительной к скорости охлаждения наплавленной детали. В существенно меньшей степени это относится к электродам марок ОЗН-300М, ОЗН-400М, обеспечивающих также повышенную износостойкость за счет легирования кремнием [1].

Повышение содержания углерода в низколегированном наплавленном металле (электроды марок ЭН-60М, 13КН/ЛИВТ и др.) приводит к более высоким показателям твердости, связанным с мартенситным превращением, износостойкости. Это позволяет применять электроды для более сложных условий эксплуатации: штампы холодной штамповки (электроды марок ЦН-14, ЭН-60М), нож бульдозеров (электроды марки 13КН/ЛИВТ) [2].

Оптимальная система и уровень легирования позволяют достигать повышенных характеристик наплавленного углеродистого легированного металла, что реализовано в электродах марок ЦН-16, ОЗН-6 (тип наплавленного металла 180Б8Х6ГС, 90С4Х4Г2Р1 соответственно). Такой металл стоек в условиях ударно-абразивного изнашивания причем электроды марки ОЗН-6 обеспечивают получение твердости 65 HRC уже в первом слое, а также возможность выполнения многослойных наплавов. Дополнительное легирование металла близкого состава азотом и ванадием дает его высокие характеристики при пониженных температурах и позволяет наплавлять детали из стали 110Г13Л (электроды марки ОЗН-7, тип наплавленного металла 60Х4Г4СЗРАФ) [3].

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. Шлаковую систему разработанных электродов для износостойкой наплавки составляют 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 $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ температура плавления $1300^\circ C$ имеет место при составах $\sim 50\% SiO_2$, $\sim 30\% CaO$ и $\sim 20\% Al_2O_3$. В данной системе образуется несколько химических соединений, в том числе два тройных: $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, содержащее 20% CaO , 37% Al_2O_3 и 43% SiO_2 и плавящееся при $1550^\circ C$, а также $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, содержащее 41% CaO , 37% Al_2O_3 и 22% SiO_2 и плавящееся при $1590^\circ C$. В рассматриваемой системе имеется большая область расплавов с температурой плавления, не превышающей $1600^\circ C$, 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% CaO при остывании рассыпаются в порошок.

Нами исследовалось влияние добавок оксидов K_2O и Na_2O на свойства шлака системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. 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. Оксиды калия и натрия снижают вязкость расплавленного шлака, причем с увеличением количества K_2O вязкость шлака уменьшается больше, чем при таком же количестве Na_2O . Все это объясняется свойствами анионов и катионов, которые образуются при диссоциации этих оксидов.

Кроющая способность шлака $K_{к.с.}$ при наплавке покрытыми электродами определялась величиной произведения частных от деления толщины шлаковой корки на вершине наплавленного валика Δ_1 к толщине шлаковой корки у основания наплавленного валика Δ_2 и площади поверхности наплавленного валика, покрытого шлаком, S_1 к общей площади поверхности валика S_2 , т.е.:

$$K_{к.с.} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \cdot \frac{S_1}{S_2}$$

С увеличением содержания Na_2O и K_2O кроющая способность шлака возрастает.

Определение отделимости шлаковой корки основано на определении силы удара, приложенной к образцу. Сущность данного способа заключается в том, что на поверхность пластины производится наплавка первого валика. После наплавки его освобождают от шлака и производят наплавку второго валика с перекрытием первого на половину его ширины. Пластина с наплавкой помещается в быстродействующие зажимы маятникового копра, при температуре наплавленного металла была выше 450°C , и по обратной стороне наплавленного слоя пластины выполнялся удар бойком. Угол подъема маятника сохраняется во всех опытах постоянным и равным 60° . Величина ударной нагрузки выбирается такой, при которой не происходит пластическое деформирование образца. Оценку отделимости шлакового покрытия производят по площади отделившейся шлаковой корки. 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 Na_2O и K_2O отделимость шлаковой корки понижается.

Список использованных источников

1. Дуняшин Н.С. Разработка многокомпонентного покрытия электродов для ручной дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. – Т.: Fan va tehnologiya, 2019 – 160 с.
2. Верхотуров А.Д. Методология создания сварочных материалов: монография – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009. – 128 с.
3. Закс И.А. Электроды для дуговой сварки сталей и никелевых сплавов: Справочное пособие. – СПб.: «WELCOME», 1996. – 384 с