

УДК 621.791

ВЛИЯНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ТВЕРДОСТЬ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ

Д. И. ЯКУБОВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Компоненты входящие в покрытие плавящегося электрода оказывают влияние на процесс легирования металла сварного шва. В сварном шве наличие кремния необходимо для влияния на окислительный потенциал и повышение механических свойств.

Кремний структурно не обнаруживается, так как полностью растворяется в феррите. В стали находится в виде твердого раствора с α -железом. Параметры его кристаллической решетки меньше чем у железа. Следовательно, в процессе кристаллизации, будут уменьшаться параметры решетки α -железа, что приведет к упрочнению феррита и снижению его пластических свойств.

Процентное содержание кремния оказывает большое значение на конечные свойства, как шва, так и сварного соединения в целом. Для повышения технологической прочности его содержание не должно превышать 0,3–0,6 %. Более высокое его содержание приведет к снижению данных свойств и особенно при его превышении более 1 %.

Рассмотрим возможность применения карбида кремния, являющегося отходами при производстве электротехнических деталей, в составе покрытия электродов при ручной дуговой сварке.

Объектом исследования выбраны покрытые электроды для ручной дуговой сварки УОНИИ 13/55 диаметром 3 мм. В состав покрытия данных электродов входит кремний в виде ферросплава ФС-45 в количестве 5-7%.

Для определения влияния карбида кремния на свойства сварного шва изготовили четыре партии электродов. При изготовлении первой и второй партии электродов в стандартную сухую шихту покрытия дополнительно добавили феррокремний ФС-45 в количестве 5 % и 20 % по массе. При изготовлении третьей и четвертой партии 5 % и 20 % карбида кремния SiC.

Изготовление покрытых электродов производилось методом прессования на специально разработанном оборудовании. Применяемое оборудование обеспечивало закрепление и центровку металлического стержня, а так же равномерное распределение требуемого объема обмазочной пасты по длине электрода. Разность толщин покрытия в диаметрально противоположных участках электрода не превышало 0,09 мм. Полученные электроды подвергали естественной сушке при 18–25 °С в течении 24 ч и суш-

ке в сушильном шкафу при 70–80 °С в течении 1 ч с последующей прокалкой при 300–350 °С в течении 1,5 ч.

Наплавку осуществляли на следующих режимах: сила сварочного тока $I_{св} = 110–120$ А, скорость сварки $V_{св} = 7–8$ м/ч, диаметр электрода $d_э = 3$ мм. В качестве источника питания использовали Minarc-220. Твердость наплавленного металла определяли путем восьмислойной наплавки на пластины из Ст3сп размером 120x80x20 мм, площадь наплавки не менее 80x40 мм. При полном охлаждении каждого предыдущего слоя, твердость определяли по методу Бринелля твердомером ТБ 5004 с диаметром металлического шарика 5 мм и усилием нагрузки 7355 Н.

При сварке электродами 1–3 партий на поверхности покрытия трещины и местные сетчатые растрескивания отсутствовали. Сварочная дуга легко возбуждалась и стабильно горела. Покрытие плавилось равномерно без образования козырька. В металле шва трещины и поры не обнаружены. Формирования сварного шва происходило устойчиво.

В процессе сварки электродами четвертой партии дуга возбуждалась легко, но горела не стабильно, сварной шов формировался сложно. В металле шва образовывались шлаковые включения и поры. При сгорании электрода на 30–50 %, в оставшейся части покрытия, происходило растрескивание и частичное его отделение от стержня электрода. Появление трещин вызвано изменением теплофизических свойств и снижением пластичности покрытия электрода.

Из-за растрескивания покрытия и невозможности выполнения качественной восьмислойной наплавки, твердость наплавленного металла электродами четвертой партии не производилась.

Увеличение твердости сварного шва происходит с увеличением содержания кремния. Твердость наплавленного слоя, после восьмислойной наплавки, электродов 1 и 3 партии составила в среднем 229 и 269 НВ соответственно. Увеличение составило 17 %, что является вполне закономерным результатом, т. к. карбид кремния является упрочняющей фазой и образует твердые структуры в процессе кристаллизации сварного шва.

Металлографические исследования сварных швов показали, что добавление 5 % карбида кремния в место 5 % феррокремния привело к измельчению структуры в 2–4 раза и уменьшению количества ферритной фазы. Добавление в покрытие электродов 20 % карбида кремния в место 20% феррокремния привело ещё к большему измельчению структуры. Все зерна имели вид феррито-карбидной механической смеси.

Добавление 5 % SiC повысило твердость наплавленного металла на 15–20 % и привело к измельчению структуры зерна, а так же к снижению количества ферритной фазы.