



К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ВЯЗКОСТЬ ШЛАКА СИСТЕМЫ $\text{CaO}-\text{MnO}-\text{SiO}_2$, ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

¹Худоёров С.С., ¹Дуняшин Н.С., ²Валуев Д.В.

¹Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

**²Юргинский технологический институт филиала Национального
исследовательского Томского политехнического университета, Россия**

Наиболее простым способом разработки плавящихся флюсов является экспериментальный подбор состава флюса. В зависимости от технических требований к плавящемуся флюсу такой экспериментальный подбор требует большего числа проверяемых вариантов. Рассмотрим в качестве примера систему таких оценочных расчетов для разработки плавящихся флюсов, отвечающих следующим техническим требованиям: плавящийся флюс предназначен для сварки углеродистых и низколегированных сталей на переменном токе при любом пространственном расположении швов и должен обеспечивать предел прочности наплавленного металла не менее 460 МПа. [1].

На основании изложенного выберем шлаковую систему. При изучении двойных систем шлака $\text{MnO}-\text{SiO}_2$ установлено, что температура плавления шлака рассмотренной двойной системы около 1300°C удовлетворяющей требованиям к сварочным шлакам при сварке сталей, находится при содержании SiO_2 в диапазоне 35-45%. Разработанный состав плавящегося флюса для автоматической дуговой сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей содержит следующие компоненты, мас. %: кварцевый песок - 23-27; доломит - 10-12; каолин – 6-8; марганцевый концентрат - 50-54; плавленый шпат - 4-6. [2].

Нами исследовались шлаки, образующиеся при наплавке валиков на пластины из низкоуглеродистой низколегированной стали 20 на режиме сила сварочного тока 600 А, напряжение 28В, скорость сварки 0,54 м/мин. После наплавки с поверхности каждого валика отделялась шлаковая корка. В шлаке имеется стекловидная фаза содержащая моноокиси кремния (SiO), которая не принимает участие в модификационной перестройке, и двуокись кремния (SiO_2). Стекловидная фаза имеет зеленовато – голубоватый оттенок от растворенных оксидов хрома, но в зависимости от растворения оксидов железа и марганца цвет меняется. В исследуемых шлаках большое количество включений ромбоэдрической формы, которые по диагностическим признакам классифицируются как флюорит. Ярко – красные включения в виде строчек содержат в своем составе вюстит (FeO), что подтверждено рентгеновским анализом.



Известно, что вязкость определяется природой и составом расплава, а также его температурой. Исследование шлаков при температуре 1600 К показало, что на величину вязкости обратно пропорционально влияет количество стеклообразной массы в шлаке. Наличие комплексных образований является причиной укрупнения «единицы» течения шлакового расплава. Однако их присутствие увеличивает температурный интервал кристаллизации шлаков. Это способствует превращению двухкальциевого силиката $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ в модификацию, что приводит к снижению концентрации крупных комплексных анионов кремния, уменьшая тем самым вязкость шлака.

Высокая вязкость шлака препятствует удалению газов из наплавленного металла через слой шлакового расплава. Как результат такого явления - наличие газовых каналов в структуре затвердевшего шлака. Повышение вязкости объясняется усилением межчастичных связей в расплаве в результате накопления больших концентраций анионов кислорода. С увеличением количества оксидов магния вязкость возрастает незначительно. С повышением содержания MgO , увеличивается вязкость основных шлаков. 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.

В зависимости от состава шлака, особенно, в многокомпонентных системах, вязкость не представляет собой аддитивную сумму вязкости отдельных компонентов. Проведенные исследования показали, что если температура плавления фаз (минералогические кристаллические фазы – стеклофазы) близки друг другу, то шлак «короткий», то есть кристаллизация его протекает быстрее, а вязкость понижается при низких температурах. Для чистоты металла очень важен температурный интервал кристаллизации, так как увеличение его способствует рафинированию металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dunyashin N.S., Khudoyorov Sa. S., Zairkulov E. Yo., Martyushev N. V., Valuev D. V., Karlina A. I. Study of the effect of K_2O , Na_2O , MgO , Al_2O_3 oxide additions on density, viscosity, separability and covering capacity of CaO-MnO-SiO_2 system slag in low carbon steel automatic submerged arc welding // Metallurgist, Vol. 67, Nos. 7-8, November, 2023 (Russian Original Nos. 7-8, July–August, 2023) – pp. 1093-1102
2. Khudoyorov S. S., Dunyashin N.S. Mineral resources of the Republic of Uzbekistan for the production of fused fluxes for automatic arc welding // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology – India, 2020. – № Vol.7, Issue 5, – P. 13598-13601.