

Исследование процесса раскисления при автоматической дуговой сварке под слоем флюса

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

С увеличением содержания кислорода свойства металла ухудшаются. Так как при сварке обычно создается благоприятная обстановка для повышения концентрации кислорода в расплавленном металле, одним из весьма важных процессов является раскисление металла. Раскисление это процесс удаления из жидкого металла диспергированного в виде химических соединений с другими элементами и растворенного в основе сплава кислорода [1,2].

Понизить содержание кислорода в металле можно воздействием шлаков или раскислителей. Раскисляющие элементы - элементы, которые при температуре процесса и соответствующей их концентрации, обладают большим сродством к кислороду, чем основа сплава и его легирующие составляющие. В результате взаимодействия с окисленным металлом раскислители способны образовывать газообразные, а также жидкие и твердые конденсированные продукты реакции [3].

Раскисление сталей при сварке ведут путем легирования сварочной ванны элементами с большим сродством к кислороду: марганцем, кремнием, титаном, алюминием. Эти элементы вводят и из электродной проволоки, сварочного флюса или из покрытия электродов в результате обменных реакций [1].

Металлы обычно очень ограниченно растворяют свои оксиды, а оксиды других металлов практически не растворяют [2].

Для насыщенного раствора:

$$a_{нас} = \gamma_{нас} N_{нас} \quad (1)$$

В насыщенном растворе, концентрация которого определяется только температурой, активность растворенного вещества условно можно принять за единицу, так как оно находится в равновесии со свободной фазой растворенного вещества, и, принимая также $\gamma_i = \gamma_{нас}$

$$a_i = N_i / N_{нас} \quad (2)$$

Тогда при условии ненасыщенности раствора оксида металла в металле константа равновесия:

$$K_p = p_{O_2} = p'_{O_2} (a_{Me}^2 / a_{MeO}^2), \quad (3)$$

где $a_{Me} = N_{Me} / N_{Meнас}$; $a_{MeO} = N_{MeO} / N_{MeOнас}$.

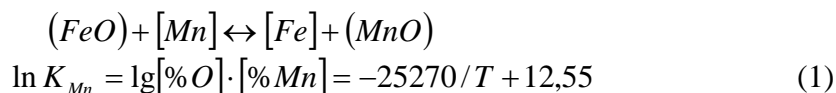
Отсюда видно, что давление диссоциации p'_{O_2} представляет функцию концентрации раствора при условии постоянной температуры:

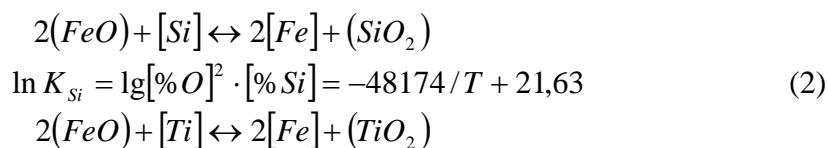
$$p'_{O_2} = p_{O_2} (a_{MeO}^2 / a_{Me}^2) \quad (4)$$

$$\Delta G = \Delta G^0 + 2RT \ln a_{Me} - 2RT \ln a_{MeO} \quad (5)$$

Если $a_{MeO} \rightarrow 1$ и $a_{Me} \rightarrow 1$, то $p'_{O_2} \rightarrow p_{O_2}$ а $\Delta G \rightarrow \Delta G^0$, но если $a_{MeO} \rightarrow 0$, что соответствует чистому металлу, не содержащему в себе оксида, то $p'_{O_2} = 0$ а $\Delta G \rightarrow \infty$. Таким образом, можно сделать вывод, что нельзя получить металл чистым по кислороду в условиях равновесных металлургических процессов.

Раскисление сталей определяется уравнениями констант равновесия, полученными экспериментально:

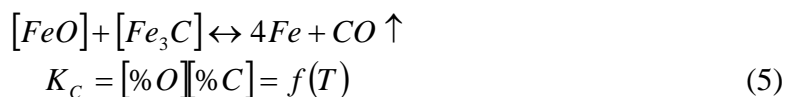




Решения приведенных выше уравнений для постоянной температуры дают гиперболические зависимости между равновесными или остаточными массовыми концентрациями кислорода и раскислителя в металле — для уравнения (1) простая, а для уравнения — степенная гипербола.

Малая активность марганца как раскислителя создает большие остаточные концентрации марганца в металле, но они не влияют на механические свойства стали (до 1 %). Несмотря на малую раскислительную активность, марганец широко применяется в сварочной металлургии, так как кроме кислорода он извлекает из жидкого металла серу, переводя ее в MnS , плавящийся при 1883 К, поэтому при кристаллизации металла шва влияние легкоплавкой сульфидной эвтектики понижается и повышается сопротивление металла образованию горячих трещин.

Углерод, всегда присутствующий в стали, также можно рассматривать как раскислитель:



Реакция между углеродом и оксидом железа эндотермичная поэтому углерод будет выступать как раскислитель только при высоких температурах - в каплях электродного металла или в сварочной ванне в основании дугового разряда, что приводит к выгоранию углерода при сварке сталей плавлением. Кремний — более активный раскислитель стали и для него характерны малые остаточные концентрации кислорода в металле. При высоких температурах активность как раскислителя уменьшается и он сам может восстанавливаться марганцем и даже железом.

Большой недостаток процесса раскисления осаждением — образование эндогенных неметаллических (шлаковых) включений, так как оксиды других элементов обычно не растворяются в основном металле. Чтобы избежать этого, вводят не один раскислитель, а два или более (например, Mn и Si одновременно), с тем, чтобы их оксиды взаимно понижали температуры плавления и включения имели глобулярную форму. В качестве раскислителя в разработанном флюсе использовался ферро-силико-марганец марки MnC17 по ГОСТ 4756-91 (производства АО «Узметкомбинат»). Исследования содержания кислорода методом вакуумной экстракции в наплавленном металле показали, что основная масса кислорода заключена в таких шлаковых включениях.

Список использованных источников

1. Кузнецов М.А. Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве (Обзор) / М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин // Сварочное производство. – 2010. – №12. – С.23-26.
2. 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.
3. Верхотуров А.Д. Методология создания сварочных материалов: монография – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009. – 128 с.