

## МЕТОД ОЦЕНКИ ДЕСУЛЬФУРИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ

Худойкулов Н.З., М.М. Абралов.

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама  
Каримова, Узбекистан

С изменением состава шлакообразующей основы флюсов их десульфуряющая способность меняется в зависимости от изменения активности флюса, от его относительной массы, температуры плавления.

Эффективность процесса рафинирования металла шлаком обычно оценивают коэффициентом извлечения серы (отношение количества серы, находящейся в шлаке  $S_{\text{шл}}$ , к количеству серы в металле  $S_{\text{м}}$ ):

$$\eta_S = \frac{S_{\text{шл}}}{S_{\text{м}}}; \quad (1)$$

Также рафинирующую способность флюсов оценивали коэффициентом рафинирования  $K_p$ , который представляет собой отношение изменения концентрации серы в металле сварочной ванны в результате рафинирования к исходной концентрации серы в сварочной ванне. Коэффициент  $K_p$  определяется из уравнения материального баланса серы при сварке под флюсом:

$$q_S l + m_{\text{э}}[S]_{\text{э}} + m_{\text{о.м.}}[S]_{\text{о.м.}} + m_{\text{ф}}(S)_{\text{ф}} = m_{\text{шв}}[S]_{\text{шв}} + m_{\text{шл}}(S)_{\text{шл}};$$

где  $q_S$  – количество серы, вводимое на  $l$  см шва, г/см;

$l$  – длина шва, см;

$m_{\text{э}}$ ;  $m_{\text{о.м.}}$ ;  $m_{\text{ф}}$ ;  $m_{\text{шв}}$ ;  $m_{\text{шл}}$  – масса соответственно электродного металла, основного металла, металла шва, шлака и флюса, принимавших участие в обмене;

$[S]_{\text{э}}$ ;  $[S]_{\text{о.м.}}$ ;  $[S]_{\text{ф}}$ ;  $[S]_{\text{шв}}$ ;  $[S]_{\text{шл}}$  – концентрация серы соответственно в электродном, основном металле шва, во флюсе и шлаке.

Для керамических флюсов с малым количеством металлической составляющей и не содержащих компонентов, разлагающихся с потерей веса при нагреве,  $m_{\text{ф}} = m_{\text{шл}}$ . При наличии таких компонентов  $m_{\text{ф}} = \psi m_{\text{шл}}$ .

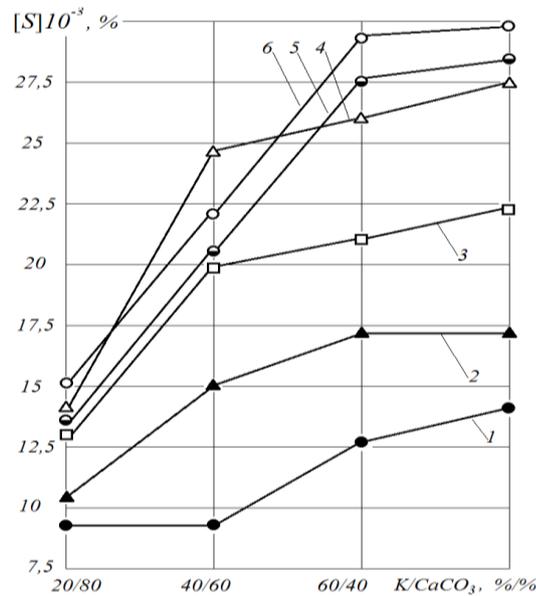
$$\frac{q_S l + m_{\text{э}}[S]_{\text{э}} + m_{\text{о.м.}}[S]_{\text{о.м.}}}{m_{\text{шв}}} = S_{\text{исх}};$$

$$S_{\text{исх}} - S_{\text{шв}} = \beta(S)_{\text{шл}} - \psi\beta(S)_{\text{ф}}; \quad (4)$$

Левая часть выражения (4) представляет собой изменение концентрации серы в металле шва при сварке  $\Delta[S]_{\text{раф}}$ , откуда

$$K_p = \frac{\Delta[S]_{\text{раф}}}{[S]_{\text{исх}}} = \frac{[S]_{\text{исх}} - [S]_{\text{шв}}}{[S]_{\text{исх}}}; \quad (5)$$

Результаты определения  $K_p$  в зависимости от  $[S]_{исх}$  по данным опытов приведены на рис.1 и показывают, что способность флюсов очищать металл шва от серы резко различна и зависит от их состава.

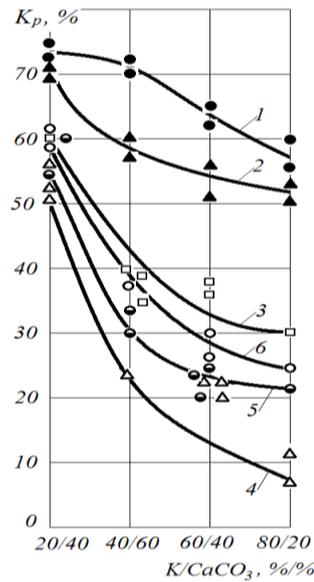


**Рис. 1. Зависимость концентрации серы в металле шва от состава шлакообразующей основы флюсов:**  
**1 – CaO-MgO; 2 – CaO-MnO; 3 – CaO-ZrO<sub>2</sub>;**  
**4 – CaO-TiO<sub>2</sub>; 5 – CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 6 – CaO-CaF<sub>2</sub>;**

Общей особенностью, характерной для всех флюсов, является снижение десульфуряющей способности при малой исходной концентрации серы в сварочной ванне.

Лучшей десульфуряющей способностью обладают основные карбонатно-флюоритовые флюсы. Флюсы на основе рутила или хромовой руды имеют низкую рафинирующую способность, примерно такую же, как и плавленые флюсы (АН-20, АН-348-А), которые при малых значениях  $K_p$  и являются поставщиками серы в металл шва.

Лучшей десульфуряющей способностью обладают шлаковые системы CaO-MgO и CaO-MnO. При замене части мрамора (до 40%) окисью магния можно сохранить высокую десульфуряющую способность флюса, что согласуется с результатами, полученными ранее (1, 2). С ростом содержания во флюсе MnO несколько увеличивается содержание серы в металле шва, что подтверждает выводы, сделанные в одних работах [1, 3] и противоречит выводам, сделанным в других [4].



**Рис. 3. Зависимость рафинирующей способности флюсов от их состава.**

**1 – CaO-MgO; 2 – CaO-MnO; 3 – CaO-ZrO<sub>2</sub>;  
4 – CaO-TiO<sub>2</sub>; 5 – CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 6 – CaO-CaF<sub>2</sub>;**

С учётом влияния истинной относительной массы шлака и показателей расплавления электрода и основного металла, десульфуряющую способность достаточно точно можно оценить с помощью коэффициента рафинирования. Результаты определения  $K_p$  для разных флюсов приведены на рис. 3.

#### Список литературы

1. Попова Н.В. Десульфурация стали. М. Металлургия.: 1998. - 96с.
3. Хренов К.К., Кушнерев Д.М. Керамические флюсы для автоматической сварки и наплавки. Москва. Машиностроение.: 1989. - 263с.
3. Abralov M.M. Payvandlash materiallari. T. Texnologiya.: 2017. - 243с.
4. М.А. Абралов, Н.З. Худойкулов. Влияние состава шлакообразующей основы на десульфуряющую способность некоторых флюсов. // Композиционные материалы. – 2022. - №2. – Стр. 108-111.