

## ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ АГЛОМЕРИРОВАННОГО ФЛЮСА НА ЕГО СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В настоящее время на российских судостроительных заводах возрастает количество заказов, предъявляются более высокие требования к качеству их изготовления. При изготовлении конструкций с большим количеством прямолинейных и кольцевых швов широкое применение находит автоматическая сварка под флюсом.

Получившие широкое распространение в России плавные флюсы зачастую не в состоянии обеспечить требуемое качество сварных соединений, особенно при сварке сталей повышенной и высокой прочности. Поэтому в больших объемах используются зарубежные агломерированные флюсы. В связи с этим возникла необходимость создания конкурентоспособных отечественных агломерированных флюсов. С этой целью была произведена отработка состава нового агломерированного флюса для сварки сталей нормальной и повышенной прочности, имеющего шлаковую систему на основе следующих химических соединений:  $\text{SiO}_2 - \text{CaF}_2 - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$ . Диапазон варьирования химического состава приведен в табл. 1. При этом исследовалось влияние компонентов флюса на такие сварочно-технологические свойства, как: формирование сварного шва; наличие дефектов; отделимость шлаковой корки и др. в широком диапазоне режимов сварки. Оценка сварочно-технологических свойств производилась путем наплавки валиков на пластину из стали категории F460 проволокой Св10ГНА диаметром 4 мм. Режим сварки:  $I_{св} = 500\text{—}550 \text{ A}$ ,  $U_0 = 32\text{—}34 \text{ B}$ ,  $V_{св} = 22\text{—}26 \text{ м/ч}$ , ток постоянный обратной полярности.

Таблица 1. Диапазон варьирования химического состава при отработке  
опытного агломерированного флюса.

(SiO <sub>2</sub> ), %	(CaF <sub>2</sub> ), %	(MgO), %	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	(TiO <sub>2</sub> ), %	(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O), %
23 – 33	19 – 25	11 – 22	10 – 29	4 – 10	2 – 4

(Fe-Mn), %	(Fe-Si), %	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	(S), %	(P), %
2 – 5	0,5 – 0,6	0,1 – 0,3	≤ 0,008	≤ 0,005

Ниже приведены компоненты, использовавшиеся при отработке состава агломерированного флюса, и выявленное их влияние на сварочно-технологические свойства.

*Кремнезем* (основной состав SiO<sub>2</sub>) обеспечивает устойчивое горение дуги, хорошее формирование сварного шва, хорошую отделимость шлаковой корки. Оптимальные сварочно-технологические свойства обеспечиваются при содержании в данном флюсе кремнезема до 30%. При повышенном содержании SiO<sub>2</sub> в результате кремневосстановительного процесса в металле сварного шва присутствует избыточное количество кремния [1].

*Плавиновый концентрат* (основной состав CaF<sub>2</sub>) снижает вязкость шлака, но ухудшает стабильность горения дуги [2]. Оптимальные сварочно-технологические свойства обеспечиваются при содержании в данном флюсе CaF<sub>2</sub> 22–24 %.

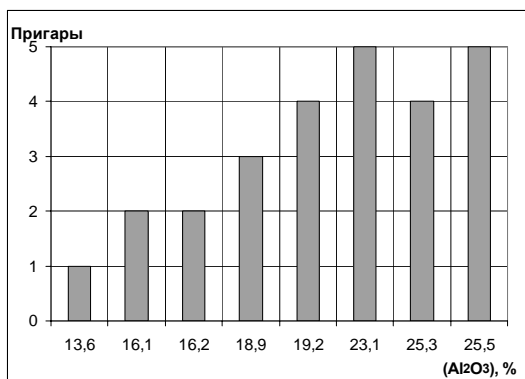


Рис. 1. Зависимость величины пригаров от содержания во флюсе  $Al_2O_3$

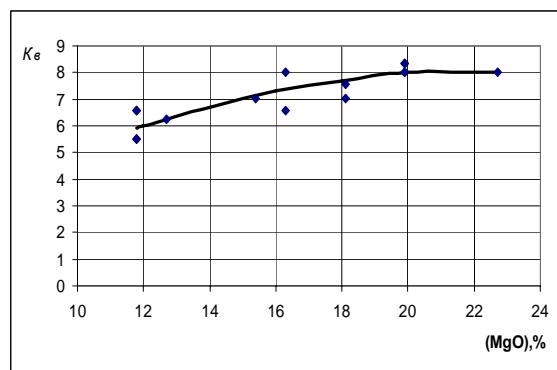


Рис. 2. Зависимость коэффициента валика от содержания во флюсе  $MgO$

Оптимальное содержание  $Al_2O_3$ , входящего в состав *глинозема* – 10–15 %. При более высоком содержании увеличивается количество пригаров шлака по краям наплавленного валика. На рис. 1 представлена зависимость величины пригаров шлака от содержания  $Al_2O_3$  во флюсе, величина пригаров оценивалась по пятибалльной шкале. При пониженном содержании ухудшается формирование шва.

*Порошок периклазовый спеченный (магнезит)* (основной состав  $MgO$ ), повышая основность флюса, способствует уменьшению вязкости шлака [3] и улучшению растекаемости металла шва. На рис. 2 представлена зависимость коэффициента формы валика  $K_B$  (отношения ширины наплавленного валика к его высоте) от содержания  $MgO$  во флюсе. Из рисунка видно, что лучшая растекаемость обеспечивается при введении во флюс 20 - 22 %  $MgO$ .

Оптимальное содержание *рутилового концентрата* в данном флюсе около 8 %. При большем или меньшем содержании на поверхности наплавленного валика появляются бугры и неровности, что сказывается на ухудшении отделимости шлаковой корки.

Такие компоненты как *гематит* и *бура* отрицательно влияют на сварочно-технологические свойства флюса. Гематит ( $Fe_2O_3$ ) способствует появлению пятен побитости (рис. 3). Вероятно, это связано с восстановлением железа из оксида за счет окисления углерода, содержащегося в металле, с образованием газообразного оксида углерода, который не успевает выйти сквозь слой шлака. Бура ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) способствует появлению пригаров шлака по краям валика (рис. 4). Вероятно, этому способствует, содержащаяся в ней влага: на поверхности металла образуются оксиды и гидроксиды, связывающие металл со шлаковой коркой.

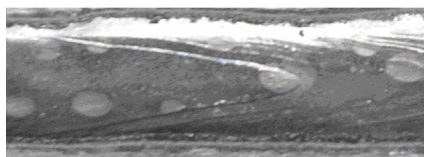


Рис. 3. Пятна побитости на металле шва

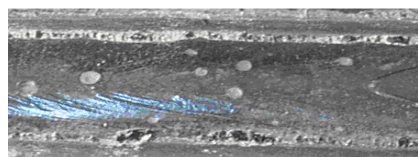


Рис. 4. Пригары шлака по краям валика

Раскисление и легирование металла в основном осуществляется с помощью 3 – 4% *ферромарганца* и до 0,5 % *ферросилиция*. В качестве связующего материала при изготовлении агломерированных флюсов использовалось натриево-калиевое жидкое стекло, в состав которого входит  $SiO_2$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  и другие компоненты.

Таким образом, в результате проведенных исследований были сделаны некоторые выводы о влиянии компонентов агломерированного флюса на сварочно-технологические свойства, которые потребуются для создания новых отечественных конкурентоспособных сварочных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Сварочные материалы. Учебное пособие для вузов. Петров Г.Л. Л., «Машиностроение», 280 с.
2. Подгаецкий В., Люборец И. Сварочные флюсы. Киев, «Техника», 1984. 167 с. с ил.
3. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. Акад. Б.Е.Патона. М., «Машиностроение», 1974. 768 с.