



The results of research, directed at reduction of graphite oxidation and correspondingly of specific electrode consumption due to antioxidant covering are presented.

О. М. ГРУДНИЦКИЙ, РУП «БМЗ», Р. А-Р. ИСХАКОВ, В. К. КОРОБОВ, ОАО «НЭЗ»

УДК 661.666

ПУТИ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ГРАФИТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Основной источник тепловой энергии при работе электродуговых печей – это электрическая дуга между шихтой и электродной свечой, состоящей из нескольких графитированных электродов, а главный критерий оценки работы электродной свечи – удельный расход электродов. Доля стоимости электродов в себестоимости производимой продукции составляет 8–12%, в связи с чем проблема снижения расхода электродов представляется весьма актуальной [1].

Известно также [1], что основными факторами, определяющими расход электродов в процессе их эксплуатации, являются: окисление боковой поверхности; износ торца электрода вследствие сублимации графита в дуге, растрескивания рабочих концов электродных свечей и опадания огарков, эрозии графитовых частиц; поломки из-за высоких механических, тепловых и токовых нагрузок.

Известен способ защиты электродов [2], опробованный в полупромышленных условиях, в котором с целью снижения окисляемости на графит путем электроосаждения наносится композиционное покрытие на основе кремния и вольфрама, а для уменьшения электросопротивления – защитное покрытие на основе электролитической меди. Основными недостатками предлагаемого способа являются высокая стоимость используемых компонентов, сложная аппаратура и методика нанесения, затрудняющие применение данного способа непосредственно на дуговых сталеплавильных печах (ДСП) в производстве.

Известны также способы защиты угольных и графитовых электродов от окисления [3, 4]. В соответствии с [3] для повышения стойкости графитовых электродов к окислению предполагается проводить обработку электродов водным раствором

полифосфата натрия с концентрацией 18–20 мас.% и малеиновой кислоты с концентрацией 0,05–0,1 мас.% при 90–100 °С.

Недостатки данного способа – недостаточная защита электродов от окисления при высоких температурах, использование в качестве одного из компонентов опасного для здоровья и окружающей среды органического соединения (малеиновая кислота). Кроме того, предлагаемая обработка электродов при высокой температуре (~100 °С) также способствует повышению опасности производства.

По описанию способа [3], предполагается повышение стойкости графитированных электродов к окислению путем поверхностной обработки электродов проникающим солевым раствором на основе фосфорной кислоты, содержащим в основном ионы, образовавшиеся из комбинации следующих ингредиентов: вода – 20–25 вес.%; H_3PO_4 – 30–35; $\text{MnHPO}_4 \cdot 1,6 \text{H}_2\text{O}$ – 0–15; $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ – 2–15; V_2O_5 – 0,5–2,0; $\text{Zn}_3(\text{PO})_2$ – 1–7 и моно-, ди- или триосновного фосфата щелочного металла 10–20 вес.%. Способ позволяет защитить поверхность электрода от бокового окисления.

К недостаткам следует отнести применение многокомпонентного состава, что усложняет процесс приготовления раствора и соответственно подготовки производства. Кроме того, использование раствора приводит к повышению электрического сопротивления электрода, что недопустимо особенно в зоне контакта с токоподводами.

В данной работе представлены результаты исследований, направленных на снижение окисления графита и соответственно удельного расхода электродов за счет нанесения антиокислительного покрытия. Исследования проводили на образцах размерами 40×40×120 мм, изготовленных из про-

Результаты экспериментов по снижению окисляемости образцов промышленных графитированных электродов диаметром 610 мм (Т = 1000 °С, 1 ч) в среде углекислого газа

| Номер образца | Покрытие образца: есть (+), нет (-) | Удельное электросопротивление (УЭС), мкОм·м | | Окисляемость (Ок), % | Осыпаемость (Ос), % | Общая разрушаемость (Ок+Ос), % |
|---------------|-------------------------------------|---|------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|
| | | исходный до окисления | окисленный | | | |
| 1 | - | 6,30 | 9,80 | 27,10 | 1,44 | 28,54 |
| 2 | - | 6,00 | 9,40 | 24,30 | 1,35 | 25,65 |
| 3 | - | 5,70 | 9,20 | 24,80 | 1,22 | 26,02 |
| 4 | - | 6,00 | 9,60 | 25,30 | 1,38 | 26,68 |
| 5 | - | 5,90 | 9,50 | 25,80 | 1,29 | 27,09 |
| Среднее | - | 5,96 | 9,50 | 25,46 | 1,34 | 26,80 |
| 1 | + | 6,30 | 7,4 | 12,49 | 0,38 | 12,78 |
| 2 | + | 6,00 | 7,1 | 11,90 | 0,35 | 12,25 |
| 3 | + | 5,70 | 6,8 | 10,80 | 0,28 | 11,08 |
| 4 | + | 6,00 | 7,2 | 12,10 | 0,33 | 12,43 |
| 5 | + | 5,90 | 7,0 | 10,30 | 0,25 | 10,55 |
| Среднее | + | 5,96 | 7,1 | 11,50 | 0,32 | 11,82 |

мышленного электродного графита. Оптимальные результаты были получены при нанесении распылением на графит водного раствора нитридно-борфосфатной композиции с образованием защитного покрытия [5].

Результаты экспериментов приведены в таблице.

Как видно из таблицы, удельное электрическое сопротивление (УЭС) образцов, обработанных антиокислительным составом, на 34% ниже, чем у необработанных, а общая разрушаемость в 1,3 раза меньше.

В промышленных условиях данное антиокислительное покрытие было опробовано на РУП

«БМЗ» при эксплуатации электродов номинальным диаметром 600 мм и длиной 2700 мм в 2007 г. Испытания проводили на электродуговой сталеплавильной печи переменного тока, оснащенной трансформатором мощностью 95 МВА. Количество испытанных электродов составило 60 т. Использование данного покрытия позволило сократить удельный расход графитированных электродов на 1 т жидкой стали на 7%. Предложенное антиокислительное покрытие может быть применено при эксплуатации графитированных электродов разных сечений на электродуговых агрегатах различной мощности с целью снижения их удельного расхода.

Литература

1. Грудницкий О. М., Коробов В. М., Исхаков Р. А - Р. Особенности эксплуатации графитированных электродов на электродуговых сталеплавильных печах // Материалы VII Международ. конф. «Тепло- и массообменные процессы в металлургических системах». Мариуполь, 2006г., 6–8 сентября. – С. 36–37.
2. Водеников С. А. Изучение возможности снижения электросопротивления графитированных электродов // Металлургия. Запорожье: ЗГИА. 2001. Вып. 5. С. 33–134.
3. А. с. СССР: МПК СО1 В 31/02. Способ защиты угольных и графитовых электродов от окисления.
4. Пат. РФ № 2240991. Углерод-углеродный композиционный материал и способ повышения его стойкости к окислению.
5. Пат. РБ № 11708. Способ повышения стойкости графитированных электродов к окислению при высоких температурах.