

**Ю.Е. Романенко, П.П. Лазаревский, И.Е. Ходосов**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ, ХРОМИСТЫХ СПЛАВОВ И МЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА**

Дефицит коксующихся углей, их недостаточное качество и высокая стоимость коксования ставит вопрос об экономии кокса в металлургическом производстве. Одним из вариантов расширения сортамента углеродистых восстановителей является использование ископаемых углей без предварительной термической обработки. Кроме того ископаемые угли возможно использовать при получении внедоменного железа, когда продукты термического разложения углей служат восстановителями оксидов железных руд.

Для разработки рекомендаций по применению длиннопламенных и бурых углей в качестве восстановителей при производстве сплавов на основе марганца и хрома, а также в процессе прямого получения железа в лабораторных условиях проведены исследования влияния свойств углей на степень восстановления элементов из руд. Эксперименты проводили с использованием металлургического кокса, который частично заменяли длиннопламенным и бурым углями в различных соотношениях

Термогравиметрическим методом определена степень восстановления элементов из оксидов марганцевой (%: 36,98 Mn<sub>общ</sub>; 10,78 Fe<sub>общ</sub>; 1,25 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 14,5 SiO<sub>2</sub>; 2,03 CaO, 0,11 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), хромовой (%: 52,25 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2,2 – FeO; 7,15 – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 8,51 – SiO<sub>2</sub>; 21,0 – MgO; 2,03 – CaO, 0,44 – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и железной (%: Fe<sub>общ</sub> 64,46; SiO<sub>2</sub> 14,24; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,98; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,036; S 0,011) руды.

Установлено, что в случае восстановления элементов из оксидов марганцевой руды наиболее высокое значение степени восстановления достигается при замене 30 % кокса длиннопламенным углем. В присутствии длиннопламенного угля в восстановительной смеси значение степени восстановления составляет 98 %, против 82 % при использовании только кокса. Последующий химический анализ продуктов восстановления, подтвердил, что содержание марганца в пробах, восстановленных смесью с длиннопламенным и бурым углем выше, чем при использовании только кокса.

Результаты исследования степени восстановления элементов хромовой руды различными восстановительными смесями отмечают хорошие восстановительные свойства смесей кокса с длиннопламенным углем, особенно в области высоких температур. Образец, в котором присутствует смесь из 70 % кокса и 30 % длиннопламенного угля при температуре 1973 К имеет самое высокое значение степени восстановления. Из результатов рентгенофазового анализа следует, что основная часть продуктов восстановления представлена карбидами хрома  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  и  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  при этом металлическая часть  $\text{FeCr}$  и  $\text{Cr}_{(\text{мет})}$  отсутствует. Химический анализ показал, что содержание карбида хрома в продуктах восстановления элементов хромовой руды смесью кокса с длиннопламенным углем выше, чем при использовании смеси кокса с бурым углем.

Установлено, что частичная замена кокса длиннопламенными и бурыми углями приводит к повышению степени восстановления железа из оксидов железной руды и получению металлизированных продуктов из железорудного сырья.

Таким образом, на основании комплекса исследований установлена целесообразность использования длиннопламенных и бурых углей в металлургическом производстве марганцевых и хромистых сплавов, а также в процессе получения внедоменного железа.

#### Список литературы:

1. Воробьев, В. П. Углеродистые восстановители ферросплавного производства. Альтернативные решения / В. П. Воробьев, А. Д. Голунов, А. В. Игнатъев // Сталь. – 2008. – № 8. – С. 67.
2. Фазовые и вещевые превращения при углеродотермическом восстановлении ведущих элементов хромовой руды / С.М. Григорьев [и др.]// Изв. вузов. Черная металлургия. – 2000. - №3. – с. 29 – 31.
3. Твердофазное восстановление хрома углеродом / О.И. Островский [и др.]// Изв. вузов. Черная металлургия – 1995. - №1. –с.1 – 8.
4. Угли СССР: Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. / И.А. Ульянов [и др.] – М.: Недра, 1975. – 308 с.