

УДК 669.168

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ФЕРРОСПЛАВА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ\*

Салина В.А.<sup>1</sup>, к.т.н., старший научный сотрудник (valentine\_salina@mail.ru)

Байсанов С.О.<sup>2</sup>, д.т.н., профессор, зам. директора по научной работе

<sup>1</sup> Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук

(620016, Россия, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101)

<sup>2</sup> Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева

(100009, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Ермакова, 63)

**Аннотация.** Приведены результаты экспериментальных исследований получения комплексного ферросплава нового поколения – силикомарганца с барием – с использованием в качестве восстановителя необогащенного угля месторождения Шубарколь. Установлено, что для получения силикомарганца с содержанием бария 0,9 – 1,0 % отношение Si/(Mn + Fe) в ферросплаве составляет 0,3.

**Ключевые слова:** брикеты, уголь месторождения Шубарколь, печь Таммана, ферросплав нового поколения, барийсодержащий силикомарганец.

В настоящее время для изготовления строительных металлоконструкций зарубежные стандарты качества требуют обязательной обработки сталей кальций- и барийсодержащими сплавами. Наиболее эффективно применение бария в виде комплексных сплавов с целью повышения качества стали [1 – 4].

В этой связи проведены экспериментальные исследования в печи сопротивления Таммана с графитовым нагревателем для установления принципиальной возможности получения комплексного ферросплава – барийсодержащего силикомарганца. В качестве шихтовых материалов использовали мелкодисперсную смесь квалификации «ч» следующих оксидов:  $Mn_2O_3$ , соответствующего ТУ 6-09-2165 – 77,  $SiO_2$  – ГОСТ (ТУ) 9428 – 73, BaO – ГОСТ 10203 – 78,  $Fe_2O_3$  – ГОСТ 4173 – 77. В качестве восстановителя использовали каменный длиннопламенный необогащенный уголь месторождения Шубарколь, технический анализ и химический состав золы которого приведены в таблице.

Шихтовые материалы брикетировали на лабораторном гидравлическом прессе без добавки связующего вещества под давлением 16 – 17 МПа. Составы рудовольных брикетов следующие: 1 – 14,37 г  $Mn_2O_3$ , 9,27 г  $SiO_2$ , 0,93 г BaO, 2,10 г  $Fe_2O_3$ , 16,56 г угля; 2 – 14,37 г  $Mn_2O_3$ , 9,27 г  $SiO_2$ , 1,86 г BaO, 0,91 г  $Fe_2O_3$ , 16,13 г

угля; 3 – 13,17 г  $Mn_2O_3$ , 9,27 г  $SiO_2$ , 2,79 г BaO, 0,91 г  $Fe_2O_3$ , 15,69 г угля. Диаметр и высота составляли 20 мм. Расход восстановителя рассчитывали по стехиометрии.

Измерение температуры в печи Таммана осуществляли вольфрам-рениевой термопарой типа ВР-5/20 с точностью  $\pm 3$  °С. Брикеты помещали в графитовый тигель, который устанавливали в печь и начинали ее разогрев со скоростью 20 – 25 °С/мин при силе тока 60 – 63 А и напряжении 14 – 15 В в восстановительной атмосфере. При достижении температуры 1650 °С образовался расплав, который выдерживали в течение 30 мин при этой температуре. Затем тигель вынимали из печи и охлаждали. Средневзвешенный химический состав ферросплава в зависимости от состава шихты был следующим: 1 – 61,63 % Mn, 19,97 % Si, 0,75 % Ba, 15,20 % Fe, 1,47 % C, 0,040 % S, 0,03 % P; 2 – 65,40 % Mn, 21,45 % Si, 0,88 % Ba, 6,88 % Fe, 1,10 % C, 0,032 % S, 0,03 % P; 3 – 66,19 % Mn, 21,89 % Si, 1,0 % Ba, 7,44 % Fe, 1,43 % C, 0,030 % S, 0,043 % P. Установлено, что для получения силикомарганца с содержанием 0,9 – 1,0 % бария отношение Si/(Mn + Fe) в ферросплаве составляет 0,3.

Таким образом, установлена принципиальная возможность получения комплексного ферросплава нового поколения – барийсодержащего силикомарганца с

### Характеристика угля месторождения Шубарколь

Технический анализ, %				Химический состав остатка золы, % (по массе)								
$C_{\text{тв}}$	$A^p$	$V_{\text{общ}}$	$W^a$	$Fe_{\text{общ}}$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	CaO	MgO	$P_2O_5$	$SO_3$	$K_2O$	$Na_2O$
48,34	8,06	35,04	8,56	8,41	55,34	23,89	2,12	1,86	0,15	1,20	1,55	1,87

Примечание:  $A^p$  – зольность рабочая;  $W^a$  – влага аналитическая;  $V_{\text{общ}}$  – общее количество летучих компонентов.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке АО «Фонд науки», 2009 – 2011 годы.

использованием в качестве восстановителя каменного длиннопламенного необогащенного угля месторождения Шубарколь.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ватолин Н.А., Лякишев Н.П., Жучков В.И., Рябчиков И.В., Лукин С.В. Производство и применение барийсодержащих ферросплавов // *Сталь*. 1984. № 8. С. 38 – 41.

2. Гольдштейн Я.Е., Мизин В.Г. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали. – М.: Металлургия, 1986. – 272 с.
3. Жучков В.И., Мальцев Ю.Б. Технология получения комплексных высококремнистых ферросплавов // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 1995. № 4. С. 18 – 23.
4. Алымов А.А., Скок Ю.А., Мовчан М.Б., Сеничкин В.В., Ракевич С.З. Повышение качества листовой стали, модифицированной комплексными сплавами // *Сталь*. 1980. № 8. С. 677 – 679.

Поступила 30 июня 2014 г.

---

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA – FERROUS METALLURGY. 2015. Vol. 58. No. 2, pp. 142–143.

---

#### EXPERIMENTAL RESEARCHES OF COMPLEX FERROALLOY NEW TYPE PRODUCTION

**Salina V.A.**<sup>1</sup>, *Cand. Sci. (Eng.), Senior Researches*

(valentine\_salina@mail.ru)

**Baisanov S.O.**<sup>2</sup>, *Dr. Sci. (Eng.), Professor; Deputy Director for Research*

<sup>1</sup> **Institute of Metallurgy, UB RAS** (101, Amundsena str., Ekaterinburg, 620016, Russia)

<sup>2</sup> **Chemico-Metallurgical Institute named after Zh. Abishev** (63, Ermekeov str., Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan)

**Abstract.** The article describes the results of the experimental researches of new type complex ferroalloy (silicomanganese with barium) produced with the use of Shubarcol non-dressed coal as a reducer. It was established that for the production of silicomanganese containing 0.9 – 1 % of barium Si/(Mn + Fe) in ferroalloy should be 0.3.

**Keywords:** briquettes, coal from Shubarkol Deposit, Tamman furnace, ferroalloy of new type, barium-containing silicomanganese.

#### REFERENCES

1. Vatin N.A., Lyakishev N.P., Zhuchkov V.I., Ryabchikov I.V., Lukin S.V. Production and use of barium-containing ferroalloys. *Stal'*. 1984, no. 8, pp. 38–41. (In Russ.).
2. Gol'dshtein Ya.E., Mizin V.G. *Modifitsirovanie i mikrolegirovanie chuguna i stali* [Modification and microalloying of iron and steel]. Moscow: Metallurgiya, 1986. 272 p. (In Russ.).
3. Zhuchkov V.I., Mal'tsev Yu.B. The technology of integrated high-silicon ferroalloys. *Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya = Izvestiya – Ferrous Metallurgy*. 1995, no. 4, pp. 18–23. (In Russ.).
4. Alymov A.A., Skok Yu.A., Movchan M.B., Senichkin V.V., Rakevich S.Z. Improving the quality of sheet steel, modified by complex alloys. *Stal'*. 1980, no. 8, pp. 677–679. (In Russ.).

**Acknowledgements.** This work was financially supported by JSC “Fund of Science”, 2009 – 2011 years.

Received June 30, 2014