

**Исследование механизма образования моносилицида железа,
полученного из производственных отходов.**
Study of the mechanism of iron mono silicide obtained from industrial wastes
Мартirosян В. А.¹, Сасунцян М. Е.²

¹Мартirosян Вилена Акоповна / Martirosyan Vilena Akopovna - доктор технических наук, профессор;

²Сасунцян Марине Эдуардовна / Sasuntsyan Marine Eduardovna - кандидат технических наук, доцент,
кафедра общей химии и химических процессов,
факультет химических технологий и природоохранной инженерии,
Национальный политехнический университет Армении, г. Ереван, Армения

Аннотация: изучаются температурные профили в процессе получения моносилицида железа методом комплексного алюминотермического восстановления производственных отходов. Определена максимальная температура горения шихты и скорость горения фронта в процессе получения железо-кремнивого сплава.

Abstract: the temperature profiles during the preparation of iron monosilicide complex method alyuminotermic recovery of industrial wastes. Determine the maximum combustion temperature of the charge, and the speed of the combustion front in the preparation of the iron-silicon alloy. Tags: Charge, temperature profiles, iron-silicon alloy, silicide, metallotherapy, intermetallic.

Ключевые слова: шихта, температурные профили, железо-кремниевый сплав, силицид, металлотермия, интерметаллид.

Keywords: charge, temperature profiles, iron-silicon alloy, silicide, metallotherapy, intermetallic.

Введение

Получение феросилиция из производственных отходов методом комплексного металлотермического восстановления очень сложный и многоступенчатый процесс [1-3]. Целью работы является выяснить, через какие промежуточные фазы получают силициды железа, т. е. разъяснить некоторые вопросы механизма алюминотермического восстановления феросилициума и экспериментально определить максимальную температуру горения шихты и скорость горения фронта. Эти исследования проводились при помощи температурных профилей, полученных в результате комплексного алюминотермического восстановления отходов алавердского медеплавильного завода и молибденового шлака завода «Макур Еркат».

Синтез силицидов железа проводится при помощи простого лабораторного прибора периодического действия, схема которого приведена на рис. 1. Опыты проводились следующим образом: определенное количество шихты помещается в находящуюся в кварцевой камере (2) кварцевую трубку (1) в свободном или спрессованном состоянии, где на определенном расстоянии друг от друга (22 мм) помещены 4 W-Re-ые термопары (7). Температура измеряется по термоэлектрическому принципу.

Сигналы, полученные от термопар, обрабатываются при помощи сигнального усилителя, после чего усиленный сигнал поступает в цифровой преобразователь марки Ni-USB-625M. Полученные результаты поступают в компьютер и обрабатываются при помощи программы Lab View.

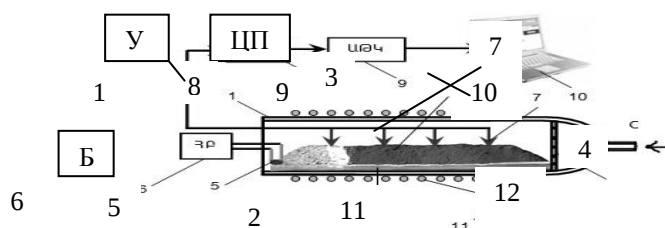


Рис.1. Схема лабораторного СВС прибора:

1 - кварцевая трубка, 2 - кварцевая камера, 3 - порошковая смесь, 4 - вход воздуха, 5 - спираль накаливания,
6 - блок инициирования, 7 - термопара, 8 - сигнальный усилитель, 9 - цифровой преобразователь, 10 - компьютер,
11 - кварцевая сетка, 12 - предварительная спираль накаливания

Обсуждение результатов

Исследованы температурные профили в зависимости от количества восстановителя (80, 100, 120 %), т. е. больше и меньше от теоретически необходимого количества (рис. 2). В этом процессе можно выделить 3 следующих этапа: плавление алюминия, химическая реакция восстановления оксидов железа и кремния и взаимная диффузия восстановленного металлического железа и кремния. Как видно из температурных профилей на рис. 2, реакция протекает от 50 до 150 секунд.

За это время происходят разнообразные экзо- и эндотермические явления, связанные с плавлением алюминия, синтезом сплава, т. е. с постепенным восстановлением и с разрушением кристаллической решетки оксидов железа и кремния (рис. 2а). Особенно тепловые явления усиливаются при увеличении

количества восстановителя (рис. 2б и 2в). Во всех случаях реакция завершается сильным экзотермическим эффектом, что, по-видимому, связано с окончательным разрушением кристаллических решеток оксидов и образованием металлического ферросилиция.

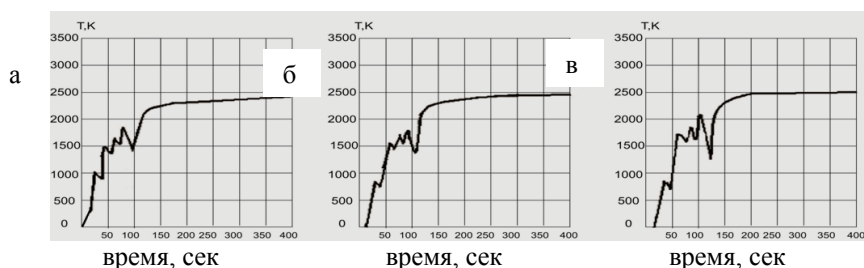


Рис. 2. Температурные профили, полученные алюмотермическим восстановлением производственных отходов, в зависимости от количества восстановителя

Исходя из сложного вида профилей, можно предложить приблизительный механизм получения силицидов железа. В начале процесса восстановления преобладает количество расплавленного железа, и поэтому на этом этапе получают богатые железом фазы. Постепенно увеличивается количество восстановленного силиция, вследствие чего увеличивается скорость диффузионных процессов. Вследствие восстановления всего SiO_2 , жидкое железо и кремний образуют FeSi . В этом случае, когда все железо расходуется на получение FeSi , кремний остается в избытке, образуются краткосрочные фазы FeSi_2 , Fe_2Si_5 , которые не влияют на образование основной фазы. В итоге, вследствие взаимодействия этих фаз, происходит упорядочение кристаллической решетки и образование более стабильного FeSi интерметаллида.

Из рис. 2а, 2б, 2в графически можно определить максимальную температуру горения шихты и скорость горения фронта. При избыточном содержании восстановителя $U_{\text{макс}} = 22/55 = 0,40 \text{ мм/с}$, при недостатке восстановителя $U_{\text{мин}} = 22/88 = 0,25 \text{ мм/с}$. Максимальная температура процесса - 2500°C .

Выводы

Исследования показали, что, регулируя количество восстановителя и режимы структурообразования, можно получить тот или иной стехиометрический интерметаллид (FeSi , FeSi_2). Одновременно, при помощи температурных профилей можно исследовать некоторые вопросы касательно механизма СВС процесса получения силицидов железа методом алюминитермического восстановления оксидов железа и кремния.

Литература

1. Martirosyan V. A., Sasuntsyan M. E., Chitanyan A. O., Nikoghosyan A. S., Talako T. L. High-temperature synthesis of ferrosilicon from iron and silicon-containing slag production // Proseding SEUA. Series «Metallurgy, Material Science, Mining Engineering» 2012, Vol. 15, N2. – pp. 19-27.
2. Толстогузов Н. В. Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов. М.: Металлургия, 1992. - 239 с.
3. Martirosyan V., Torosyan G., Sasuntsyan M., Torosyan N. Obtaining of ferrosilicachromium alloy by silicothermic reduction of the Tapasar Chromites and slages of copper casting factories // Meridian ingineresc, ISSN 1683-853x, Vol. 2, 2012, p. 68-72.