

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ФУТЕРОВКИ ТИГЕЛЬНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ

Теслева Е.П., Соловян А.В.

Юргинский технологический институт

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Теслева Е.П., к.ф.-м.н., доцент кафедры
естественнонаучного образования*

Тигельные индукционные печи – установки, в которых применяется индукционный нагрев для плавки металлов или других материалов. Они состоят из индуктора и самого тигля. Поскольку тигель является самой ответственной частью печи, во многом определяющим ее эксплуатационную надежность, то его защищают при помощи футеровки (кладки). Футеровка тигля при производстве ферросилиция выполняется из огнеупорных, керамических материалов и позволяет защитить индуктор от воздействия высоких температур, а также сократить тепловые потери [1].

Основными факторами снижения продуктивности индукционных печей являются простои, связанные с заменой их футеровки. Среди факторов, которые влияют на стойкость футеровки, можно выделить следующие:

1. Высокие рабочие температуры – температура рабочей зоны футеровки достигает 1700°C.

2. Перепад температур – связан с охлаждением футеровки на выпуске металла из печи и составляет около 700°C.

3. Химический состав футеровки и активность расплава – определяется высокой химической активностью расплава ферросилиция и возможностью вступать в химические соединения с элементами футеровки печи.

4. Механическое воздействие – вызвано технологическим процессом слива расплава.

5. Способ изготовления футеровки – приводит к различию физико-механических свойств футеровки.

6. Фракционный (гранулометрический) состав набивных масс – влияет на качество спекания футеровки (пористость).

7. Возможность частичного ремонта.

Среди основных способов, применяемых для увеличения стойкости футеровки можно выделить следующие:

1. Изменение метода изготовления футеровки.

2. Изменение фракционного (гранулометрического) состава набивных масс.

3. Изменение химического состава футеровки [2].

4. Использование горячего ремонта футеровки.

На ОСП «ЮФЗ» в индукционных печах при производстве ферросилиция применяется кислая футеровка. Ее изготавливают из кремнеземистых огнеупорных материалов (кварцевого песка, кварцита) с содержанием окиси кремния не менее 93-98%. В качестве связующего материала применяют раствор борной кислоты. Зерновой состав огнеупорной массы: 5% зерен фракции 3-2 мм, 50% – зерен 2-0,5 мм, 45% – зерен <0,5 мм [3].

На сегодняшний день стойкость футеровки составляет 35-36 плавов, что при производительности 6 плавов в сутки приводит к необходимости замены футеровки каждые 7 дней с учетом времени на спекание. Таким образом, использование данной футеровки не является эффективным.

Для увеличения производительности комплекса индукционных печей предлагается:

1. *Заменить кварцевую набивную футеровку цельным угольным (графитовым) тиглем.* Стойкость такого тигля составляет около 500-550 плавов [4]. Применение данного тигля требует значительных затрат на приобретение, но позволит производить замену футеровки 1 раз в 3 месяца. При этом значительно сокращается время на замену тигля, т.к. нет необходимости в спекании, а так же в проведении первой плавки на чугуне.

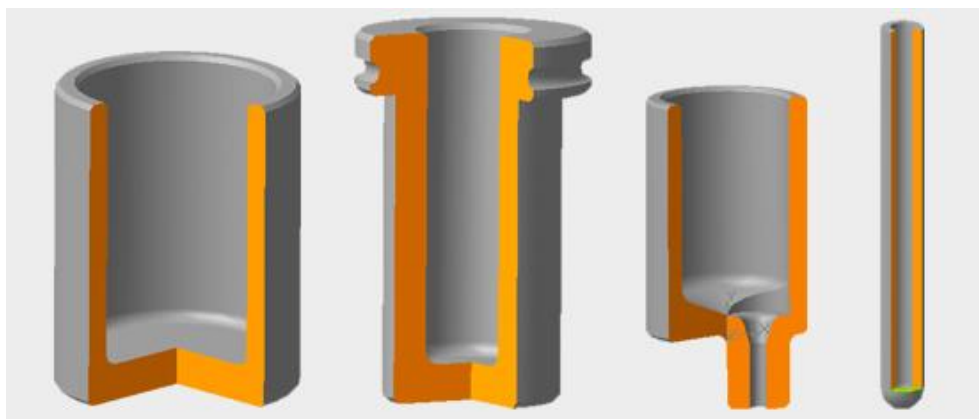


Рис. 1. Графитовые тигли [4]

2. *Использовать набивные массы на основе кварцита Антоновского месторождения.*

Используемая на ОСП «ЮФЗ» набивная масса изготавливается на основе кварцита Свердловского месторождения «Гора Караульная». Средний химический состав кварцитов, для изготовления набивных масс приведен в таблице 1.

Для успешной работы набивной футеровки необходимо обеспечить три зоны различных состояний материала на расстоянии толщины футеровки между расплавом и индуктором: буферную, промежуточную и монолитную спеченную. Спеченный слой по мере эксплуатации печи изнашивается, и зона спекания смещается в сторону индуктора.

Таблица 1. Химический состав набивной массы КВМБ-2 на основе Свердловского кварцита

	Массовая доля, %
SiO ₂	96
H ₃ BO ₃	1,2-1,4
Al ₂ O ₃	1,3
Fe ₂ O ₃	0,6

Таблица 2. Химический состав набивной массы на основе Антоновского кварцита

	Массовая доля, %
SiO ₂	96,6
H ₃ BO ₃	1,5-3,0
Al ₂ O ₃	0,8
Fe ₂ O ₃	0,12

Проведенные на предприятии промышленные испытания набивной огнеупорной массы изготовленной на основе кварцита Антоновского месторождения с добавкой борной кислоты показали возможность проводить более 40 плавов (табл. 2). Для увеличения стойкости футеровки предлагается создать набивную кварцевую массу более пригодную для переплава мелочи ферросилиция. Для этого необходимо:

- а) использовать только высокочистый кварцит (более 98% кремнезема);
- б) заменить борную кислоту борным ангидридом. Замена борной кислоты на борный ангидрид позволит увеличить содержание кремнезема в набивной массе, и как следствие, улучшит огнеупорность футеровки;
- в) при набивке использовать специализированный инструмент (электромешалка, пневмовибратор).

Заключение

Предложено два метода повышения стойкости футеровки индукционных печей для переплава ферросилиция. Теоретический расчет показал экономическую эффективность использования набивных масс основе кварцита Антоновского месторождения.

Список информационных источников

1. Сасса В.С. Футеровка inductionных печей. - М.:Металлургия. - 1989. 232 с.
- 2.Егоров А.В. Электроплавильные печи черной металлургии. – М.:Металлургия, 1985. 280 с.
- 3.Теслев С.А., Теслева Е.П., Исследование увеличения срока эксплуатации футеровки inductionных печей при переплаве ферросилиция // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. С. 282 – 285.
- 4.Графитовые тигли // Югпром [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://ugprom.su/tigly>
- 5.Дружевский М.А., Покорни Б. Футеровка inductionных плавильных печей материалами на основе кварцита. // Литейное производство. №5. – 2010. – С. 38-42.

ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Хабаров А.Н.

Юргинский технологический институт

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Федосеев С.Н., ассистент кафедры
металлургии черных металлов*

Во время ремонта техники сварку используют: для создания неразъемных соединений при восстановлении испорченных и негодных деталей, для реставрации размеров изношенных деталей и усиления их износостойкости с помощью наплавки более долговечных металлов.

Очень часто ее применяют в том случае, когда трущимся поверхностям нужно создать более высокую износостойчивость. Наплавляют 2, 3 и более слоев в большинстве случаев твердыми сплавами, которые позволяют задать более высокий срок службы деталей. Качество наплавки по большей части зависит от того в каком состоянии находится восстанавливаемая поверхность. Чугунные и