

и математические особенности. Сам процесс требует из-за сложности, Требуется высококвалифицированные специалисты для проведения работ, из-за сложности процесса и конструкции аппарата.

Ультразвуковая сварка не является универсальной. Пластичность материалов должна быть высокой и иметь не большие линейные размеры. Так же можно соединять большое количество материалов. Только в таком случае с помощью ультразвука можно будет добиться самого качественного результата.

Литература.

6. Ультразвуковая сварка – технология и особенности [Электронный ресурс] <http://electrod.biz/vidy/ultrazvukovaya-svarka-osobennosti.html>
7. Ультразвуковая сварка [Электронный ресурс] <https://studfiles.net/preview/2597600>
8. Е.А. Банник. Сварка Издательство АСТ, 2014. – С. 430.

### **ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ РАФИНИРОВАНИЯ ФЕРРОСИЛИЦИЯ ОТ АЛЮМИНИЯ В КОВШЕ**

*Н.М. Гуляев студент группы 10В41,*

*научный руководитель: Е.А. Ибрагимов старший преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

*652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская 26,*

*E-mail: nikolay\_cs@mail.ru*

Ферросплавы - сплавы железа, с иными веществами используемые в основном для раскисления и легирования стали. Ферросплавы получают из руд, концентратов в электропечах либо плавильных шахтах -ферросплавных печах. Потребность промышленности в высокопроцентном ферросилиции с низким содержанием примесей возрастает непрерывно. Содержание примесей в ферросилиции зависит, прежде всего, от состава шихтовых материалов. В процессе восстановительной плавки происходит восстановление не только кремнезема, но и содержащихся в кварците сопутствующих оксидов –  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$  и т.д.

Рафинирование ферросилиция от  $Ti$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $Cr$ ,  $Mn$  невозможно, снижение содержания этих примесей возможно только при использовании чистых шихтовых материалов. Все известные способы окислительного рафинирования ферросилиция от примесей рассчитаны на рафинирование от алюминия; при этом обеспечивается одновременное снижение содержания  $Mg$ ,  $Ca$ , и  $C$  в сплаве.

Потребность в высокопроцентном ферросилиции с низким содержанием алюминия возрастает, поскольку при легировании и раскислении стали повышенное содержание алюминия приводит к зарастанию разливочных каналов сталеразливочного и промежуточного ковшей, а также резко ухудшает качество трансформаторной стали.

В исходном 70 % ферросилиции содержание алюминия может достигать от 2,0 до 2,5 %. Для получения ферросилиция с низким содержанием алюминия менее 1 % в промышленных условиях используются следующие способы окислительного рафинирования ферросилиция в ковше:

1. Обработка жидкого ферросилиция синтетическими шлаками. Обработку жидкого ферросилиция синтетическими шлаками (45,5–52 %  $SiO_2$ ; 3–37 %  $CaO$ ; 13–24 %  $MgO$ ; 4,8–6,2 %  $CaF_2$ ) производятся в ковше во время выпуска металла. Синтетический шлак выплавляется в отдельной дуговой электропечи ДСП-1,5 попутно с выплавкой низкопроцентного ферросилиция из кварцита, извести и доломита. Охлажденный шлак дробится до крупности менее 30 мм и задается на дно ковша после разливки предыдущей плавки – 200 кг на плавку. Туда же добавляется 15–20 кг плавикового шпата.

Во время выпуска металла в ковш происходит расплавление и всплытие жидкого шлака на поверхность жидкого металла. При этом происходит снижение содержания алюминия в ферросилиции на 30–50 % от исходного за счет взаимодействия по реакции:



С целью интенсификации взаимодействия жидкого синтетического шлака с металлом производится перемешивание расплавов сжатым воздухом через графитовую фурму. Глубина погружения фурмы составляет не менее 2/3 высоты слоя металла в ковше. Продолжительность продувки 15–20 минут. Перед разливкой шлак скачивают из ковша графитовым гребком. Обработка ферросилиция синтетическим шлаком в сочетании с продувкой металла воздухом позволяет снизить содержание алюминия в сплаве на 70–80 %; угар кремния при этом составлял 1–2 %.

2. Продувка жидкого ферросилиция в ковше сжатым воздухом через погружную фурму. Процесс рафинирования проводят в два этапа:

- на первом этапе проводится рафинирование ферросилиция от алюминия и кальция в ковше во время выпуска металла карбонатной железной рудой, снижая содержание алюминия менее 1,0 %;

- на втором этапе ковш с металлом с предварительно скачанным окислительным шлаком подается на специальной передаточной тележке в отделение кислородного рафинирования, которое располагается в торце плавильного цеха. Ковш подкатывается под погружную не водоохлаждаемую графитовую фурму, включается подача кислородо-воздушной смеси и опускается фурма в металл на глубину до 800 мм.

Происходит взаимодействие алюминия ферросилиция с кислородом воздуха по реакции:



Угар кремния при этом не превышает 2 %.

3. Вдувание в жидкий ферросилиций через погружную и поверхностную фурмы железорудных концентратов и порошкообразных окислительных материалов. Данный способ позволяет снизить содержание алюминия менее 0,3 и 0,5 %; кальция – менее 0,1 %.

Ферросилиций этим методом получают на описанной выше установке кислородного рафинирования. Отличие состоит в том, что предварительное рафинирование ферросилиция сидеритом в ковше не проводится. Ковш с металлом после выпуска сразу отправляется в отделение кислородного рафинирования, где обрабатывается газо-порошковой смесью.

Через графитовую фурму в ферросилиций вдуваются порошки сидерита или окисной железной руды фракций 0–1 и 0–3 мм. Как вариант данного способа – продувку ферросилиция проводят без погружения графитовой фурмы в металл, обдувая его поверхность газо-порошковой смесью.

Время обработки сплава составляет 5–15 минут. Расход сидерита составляет до 250 кг на плавку; окисной железной руды – до 400 кг на плавку. Угар кремния составляет 1–2 %.

Однако данная технология рафинирования ферросилиция не вышла за рамки разовых экспериментов.

4. Обработка жидкого ферросилиция карбонатной железной рудой (сидеритом). Обработка жидкого ферросилиция сидеритом в ковше с естественным перемешиванием расплавов образующимся углекислым газом позволяет снижать содержание алюминия менее 1,5 %; кальция менее 0,2 %.

В ковш сидерит подается по вибропитателю из специального бункера для сидерита, установленного под рабочей площадкой печи, непосредственно после открытия летки (рис 1).

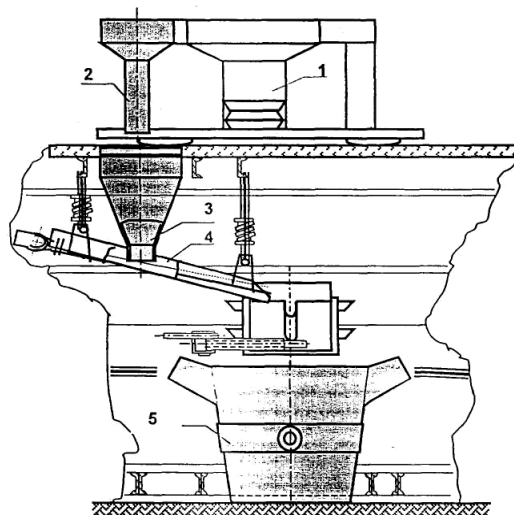


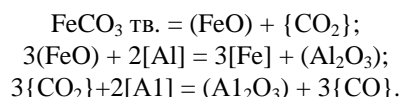
Рис. 1. Механизированная подача рафинировочных материалов

1 – завалочное устройство; 2 – бункер с затвором; 3 – приёмный бункер с сидеритом;

4 – вибропитатель; 5 – ковш разливочный

Расход сидерита составляет 100–150 кг на плавку в зависимости от исходного содержания алюминия в ферросилиции.

Процесс протекает по следующим реакциям:



Угар кремния при таком рафинировании не превышает 1,5 %.

Для получения ферросилиция с содержанием алюминия менее 1,0 % необходим последующий перелив расплава в другой ковш для отделения первичного шлака и добавка новой порции сидерита. Угар кремния составляет 2,5 %.

Описанными выше способами оказалось невозможным обеспечить рафинирование ферросилиция до содержания алюминия менее 0,1 % из-за значительных (более 5% абсолютных) потерь кремния со шлаком и в улет.

Производственный опыт показывает, что вышеперечисленные способы экономически оправданы при рафинировании исходного ферросилиция с содержанием алюминия не более 2,0%; при большем содержании требуется промежуточное скачивание образующегося алюмосиликатного шлака и внешний подогрев расплава, что трудноосуществимо в ковше.

Литература.

1. Поволцкий, Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов: учеб. для вузов / Д.Я. Поволцкий, В.Я. Рошин, Н.В. Мальков; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgy, 1995. – 592 с.;
2. Рафинирование ферросилиция [Электронный ресурс]: Библиотека технической литературы – Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/3k/1-1.htm> – 01.12.2017. – Загл. с экрана;
3. Электрометаллургическое производство ферросилиция [Электронный ресурс]: Библиотека технической литературы – Режим доступа: <http://emchezgia.ru/elektropechi> – 03.01.2018. – Загл. с экрана.

### СНИЖЕНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОЦЕССА РДС

*А.А. Саранчин, студент группы 10А72,*

*научный руководитель: к.т.н., Ильющенко Д.П.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Условия труда специалистов, связанных с высокотемпературной обработкой металла, по сравнению с другими профессиями характеризуются наличием ряда негативных производственных факторов (задымленность атмосферы воздуха рабочей зоны, интенсивное оптическое излучение и разбрызгивание электродного металла), являющихся неотъемлемым следствием сварочного процесса [1, 2].

В процессе дуговой сварки происходит взаимодействие расплавленного металла со шлаком и газами. При этом образуется сварочный аэрозоль (СА), состоящий из твердых частиц и газовой фазы. Воздействие СА на организм рабочего-сварщика является причиной возникновения бронхо-легочных заболеваний (пневмокопниоз) сварщика. Авторы в работе [1, 3] рассмотрели влияние на состав (качественный и количественный) СА следующих факторов: состава электродного покрытия; режима сварки (ток и напряжение); рода тока и полярности; состава основного и электродного металла; толщины электродного покрытия; диаметра электрода.

Оптическое излучение возникает в результате горения высокоэнергетических источников теплоты и включает в себя инфракрасное и ультрафиолетовое излучение [4, 5]. Оптическое излучение способствует возникновению болезней глаз электроофтальмии, ухудшению зрения, конъюнктивиту и другим заболеваниям.

Проблема разбрызгивания электродного металла в настоящее время приобретает новое значение в связи с широким внедрением в производство средств очистки воздуха при сварке [6], создает две дополнительные проблемы: заметное увеличение массовой нагрузки на фильтр, дополнительной к расчетной по дыму; постоянная угроза оплавления и возгорания фильтров.

Указанные выше факторы оказывают негативное влияние на органы системы дыхания, зрительный анализатор, кожные покровы и иммунную систему человека.

В настоящее время [7] производители металлоконструкций при переоснащении оборудования сварочного производства используют инверторные источники питания. Их преимущества: уменьшенные массогабаритные показатели, низкая стоимость, высокая стабильность процесса сварки и качество сварного шва.