

Процесс плавки алюминиевых сплавов в электрошлаковой печи

Магистрант Носирходжаев Иброхим Содик
Научный руководитель Расулов С.А.
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г.Ташкент

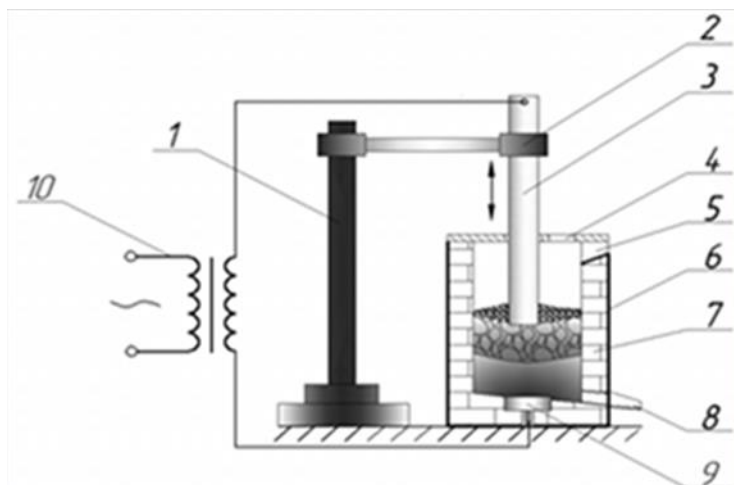
На сегодняшний день вопрос экологической безопасности производства стоит на первом месте во всем мире. Процесс плавки алюминиевых сплавов сопровождается большим количеством выделяемыми вредными газами и высокой температурой отходящих газов. В то же время сам процесс плавки влияет и на качество получаемого расплава. Взаимодействие жидкого расплава с продуктами сгорания и атмосферой печи приводит к нежелательным химическим реакциям. Взаимодействие кислорода с металлом приводит к образованию его окислов, то есть образуются соединения с иными, чем у металла свойствами. Если часть металла, образуя окислы, теряет свои свойства и угорает, основная часть расплава насыщается этими окисными включениями. В зависимости от содержания в расплаве этих включений, получаемый сплав имеет те или иные механические свойства [1]. Наряду с этим, из атмосферы печи в жидкий расплав диффундирует свободный водород, образуя газовых включений. В свою очередь газовые включения образуют газовые поры, которые отрицательно влияют на механические свойства изделий. При высоких температурах (1000-1200 °С) алюминий и его сплавы имеют склонность к образованию окисных включений, а водород при высоких температурах с изменением вязкостного и теплофизического состояния легко диффундирует в расплав [2]. Так как атмосфера печи имеет избыточное содержание кислорода, а продукты сгорания твердого и газообразного топлива содержат водород, окисление расплава и диффундирование водорода в него происходит неизбежно. Поэтому, алюминиевые сплавы, имея склонность к образованию окисных и газовых включений при температурах свыше 700 °С, требуют особое внимание при переплавке в плавильных агрегатах с высоким содержанием свободного кислорода и водорода [3].

В лабораторных условиях кафедры «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета совместно с сотрудниками Узбекско-Японского молодёжного центра инноваций были проведены экспериментальные исследования плавки алюминиевых сплавов, для определения влияний режимов плавки на потери металла вследствие угара. Плавка велась в электрошлаковой печи производительностью 25-30 кг/ч. Эксперименты проводили с применением технологии ведения плавки в две стадии: 1- в первой стадии температура рабочего пространства печи доводилась до 750-800 °С; 2 – во второй стадии производилась загрузка в печь шихты с доводкой температуры рабочего пространства до температуры 850-900 °С.

По результатам исследований, для снижения потерь металла на угар и тем самым обеспечение ресурсосбережения, при плавке алюминиевых сплавов необходимо произвести электродуговую обработку расплава в ванне печи при температуре 850-900 °С. Электрическая дуга, образующаяся при помощи графитовых электродов имеет локальный характер, то есть он эффективен только в пространстве между электродами. В остальной части расплава образуется естественная структура. Для обеспечения обработки всей массы металла, необходимо поддерживать температуру расплава за счёт дополнительных расходов теплоэнергии. При этом для снижения угара используется технология обработки металла под слоем жидкого флюса.

Для оптимизации процесса создана математическая модель разработанной технологии для определения основных параметров во взаимосвязи с показателями угара, то есть потерь металла и продуктов сгорания, уходящих в атмосферу. При этом использовали тепловой баланс работы печи, то есть закон баланса количества вносимого тепла с количеством использованного тепла.

Схема электрошлаковой печи с нерасходуемым графитовым электродом приведена на рисунке 1.



1-стояк; 2-держак электрода; 3-верхний графитовый электрод;
4-свод печи; 5-рабочее окно; 6-кожух печи; 7-футеровка печи;
8-сливная лётка; 9-нижний графитовый электрод;
10-электрическое питание печи.

Рисунок 1 - Схема электрошлаковой печи с нерасходуемым графитовым электродом

По результатам литературного обзора получить необходимую температуру в электрошлаковой печи можно между одиннадцатой и двенадцатой зонами образования дуги. Однако расстояние между зонами очень маленькое, что требует научного подхода для адаптации реального горения дуги в электрошлаковой печи с целью получения стабильной температуры в зоне плавления шихты. На рисунке 2 приведены распределения температур по зонам горения дуги.

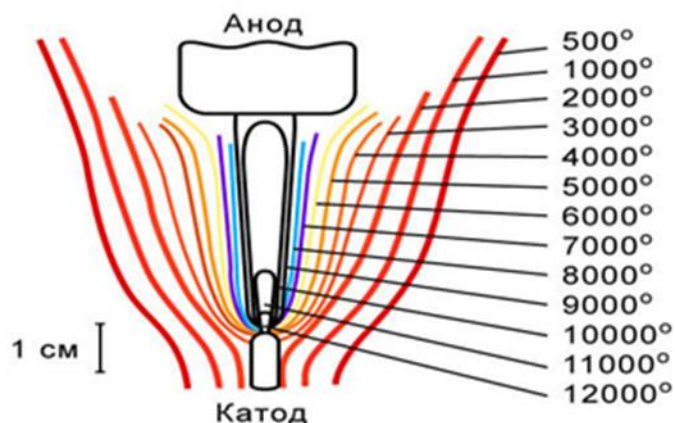


Рисунок 2 - Распределение температур по зонам горения дуги

Для разработки режима ведения плавки алюминиевых сплавов с помощью электрической дуги рассмотрим строение и свойства сварочной дуги. На рисунке 3 приведено строение электрической сварочной дуги [4].



Рисунок 3 - Строение и свойство электрической сварочной дуги

В качестве этого слоя эффективно использовать угольный кокс, который помимо токопроводящего материала, может служить источником свободного углерода. Для стабилизации дуги и расширения зоны необходимой температуры, в электрошлаковой печи с графитовым электродом рекомендуется применять кокс со средним диаметром кусков 60-70 мм.

Литература

1. Тураходжаев Н.Д., Туляганов Э.Х., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э., Процесс плавки медных сплавов в электрошлаковых печах. //ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2015. - № 3. - С. 85–90.
2. Salokhiddin Nurmurodov, Alisher Rasulov, Nodir Turakhodjaev, Kudratkhon Bakhadirov, Lazizkhan Yakubov, Khusniddin Abdurakhmanov, Tokhir Tursunov. Development of New Structural Materials with Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods. Journal of Materials Science Research, Canada. Canadian Center of Science and Education. Vol.5, 2016. № 3. – S. 52-58.
3. Тураходжаев Н.Д., Абдурахманов Х.З., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э. Математическая модель теплообменного процесса в газовой печи. //Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Современные наукоёмкие технологии: приоритеты развития и подготовка кадров». – Набережные Челны, 2014. - С. 84-89.
4. Grachev V.A., Turakhodjaev N.D., Influence of High-Temperature Treatment of Melt on the Composition and Structure of Aluminum Alloy//Archives of foundry Engineering DOI: 10.1515/afe-2017-0131,pp.61-66.