

УДК 621.74

Е.Р.Монтесино (5 курс, каф. ФХЛСиП), Г.А.Косников, д.т.н., проф.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НА ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ ЗАЛИВОЧНОГО ЧУГУНА

Успешная эксплуатация электролизеров с обожженными анодами в значительной степени зависит от состояния контакта между угольным блоком и металлическими токоподводящими элементами.

Целью данной работы является разработка и внедрение состава заливочного чугуна, позволяющего снизить потери электроэнергии в системе «ниппель-заливочный чугун-анод». При этом необходимо обеспечить не только повышенную электропроводность чугуна, но также улучшить ряд литейных свойств, связанных со спецификой анодомонтажных операций, а именно: обеспечить повышенную жидкотекучесть для качественной заливки чугуна в кольцевой зазор (толщиной 12–15 мм) между ниппелем и анодом; минимальную усадку для реализации достаточно плотного контакта на границе «чугун-анод», предотвращения самопроизвольного сползания анода с ниппеля при работе электролизера, уменьшения опасности образования горячих трещин в чугунном кольце. Все вышеуказанные задачи могут быть решены, главным образом за счет разработки состава чугуна, процессов его легирования и модифицирования, обеспечивающих необходимые структуру и свойства.

В процессе выполнения работы были поставлены следующие основные задачи:

1. исследовать: влияние алюминия, меди и фосфора на структуру заливочного чугуна базового состава с пластинчатым и вермикулярным графитом; отработать технологию получения отливок, имитирующих условия взаимодействия различных элементов в системе «ниппель-заливочный чугун-анод»;
2. на составах заливочного чугуна с пластинчатым графитом, легированного алюминием и медью, отработать методику: оценки влияния состава и структуры чугуна на взаимодействие элементов в системе «наружное стальное (графитовое) кольцо-заливочный чугун-внутреннее стальное кольцо»; оценки удельного электросопротивления разрабатываемых чугунов (форма и размеры исходных литых заготовок; форма и размеры образцов для определения удельного электросопротивления, изготавливаемых из литых заготовок);
3. выбрать наиболее перспективный легирующий комплекс для оптимизации состава заливочного чугуна с минимальными электросопротивлением и усадкой.

Для имитации условий взаимодействия элементов в системе «ниппель-заливочный чугун-анод» была разработана физическая модель, состоящая из внутренних стальных трубных и наружных графитовых кольцевых заготовок, между которыми заливался чугун. Опытный состав заливочного чугуна заливался также в форму, где наружное кольцо представляло собой, так же, как и внутреннее, стальную трубу. Целью такой компоновки элементов формы являлось предотвращение возможного растрескивания наружного графитового кольца за счет предусадочного расширения чугуна, а также предварительная оценка плотности соединения «заливочный чугун-наружное стальное кольцо» и возможность оценки величины зазора в соединении «заливочный чугун-наружное стальное кольцо».

Для отработки методики были взяты 4 состава чугуна:

- №1 (базовый состав, масс.%) – 4,0 углерода, 0,75 кремния, 0,3 марганца, 0,1 фосфора, 0,05 серы;
- №2 – состав №1+0,52% меди;

- №3 – состав №1+2,5% алюминия;
- №4 – состав №3+0,52% меди.

В отливках из чугунов №№1 и 2 зафиксирована структура белого чугуна, наличие значительного зазора на границе «чугун-наружное кольцо», трещина в чугунном кольце, а также потребовалось значительное усилие для выдавливания внутреннего стального кольца из чугунного.

В отливках чугунов №№ 3 и 4 зафиксирована перлитная структура матрицы, мелкий пластинчатый графит, плотный контакт на границе «чугун-наружное стальное кольцо», отсутствие трещин в чугунном кольце, потребовалось значительное усилие для выдавливания внутреннего стального кольца из чугунного.

Совместно с кафедрой «Теоретические основы электротехники» (проф. И.Ф.Кузнецов) была отработана методика получения литых заготовок и образцов диаметром 30 мм и длиной 250 мм для определения электропроводности (удельного электросопротивления), а также произведено определение удельного сопротивления исследованных чугунов.

При проведении предварительных экспериментов за основу был принят состав чугуна: 3,8-4,2C; 1,0-1,5Si; 0,1-0,3Mn; <0,05S; <0,1P. В качестве основного шихтового материала использовали доменный передельный чушковый чугун марок ПЛ1- ПЛ2. Расплавленный чугун модифицировали при переливе из индукционной печи в разливочный ковш, 75% ферросилицием и бескремнистым сфероидизирующим модификатором (БКЛ) или Ni-Mg лигатурой.

Анализ влияния состава и структуры заливочного чугуна различных плавок на удельное электросопротивление (ρ) позволил сделать следующие предварительные выводы:

- алюминий повышает ρ , укрупняет графит, несколько увеличивает количество феррита;
- введение БКЛ приводит к образованию вермикулярного графита, увеличению количества феррита и обеспечивает снижение ρ ;
- легирование медью повышает ρ , причем тем сильнее, чем ниже содержание алюминия;
- получение шаровидного графита обеспечивает наиболее значительное снижение ρ , но магниевые лигатуры не могут обеспечить необходимую «живучесть» в производственных условиях, а введение БКЛ позволяет получить преимущественно вермикулярную, а не шаровидную форму графита;
- повышение содержания кремния и марганца значительно повышает ρ .

Предварительно разработанный состав заливочного чугуна и технология его получения позволили более чем в 2 раза снизить удельное электросопротивление заливочного чугуна по сравнению с применяемым на ОАО «САЗ» и уменьшить опасность растрескивания чугунного кольца в системе «ниппель-заливочный чугун-анод».