

Разрушение футеровки печей для плавки алюминиевых сплавов и повышение сроков ее работы

Студенты: гр. 10405117 Можейко Д.П., гр. 10405316 Болотова П.А.
Научные руководители – Неменёнок Б.М., Румянцева Г.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В процессе эксплуатации печей для плавки алюминиевых сплавов их футеровка подвергается воздействию нескольких разрушающих факторов:

– химическому воздействию компонентов алюминиевого расплава с оксидами, входящими в состав огнеупоров. В первую очередь это относится к шамотным огнеупорам, которые из-за сравнительно невысокой стоимости продолжают использоваться для футеровки плавильных печей. Это обусловлено большим сродством алюминия и магния к кислороду и возможностью восстановления ими кремния, титана и железа из составляющих огнеупорной футеровки [1]. При этом имеет место увеличение в 1,3 раза объема продуктов реакции по сравнению с объемом исходных веществ, что приводит к возникновению напряжений в месте контакта с расплавом и образованию трещин в футеровке [1];

– физического взаимодействия, связанного с пропитыванием футеровки расплавом по порам, трещинам и швам, с последующим разрушением из-за разницы в коэффициентах линейного расширения металла и огнеупора при колебаниях температуры. Процесс проникновения расплава в футеровку усиливается с ростом ее пористости, с увеличением жидкотекучести расплава из-за обогащения его восстановленным кремнием из футеровки, и локального повышения температуры в зоне экзотермической реакции восстановления кремния [2];

– ошлакования футеровки в пламенных печах за счет образования шлаковых наростов и настывлей, связанных с химическим взаимодействием металла с огнеупорами и смачивания их расплавом. Образование настывлей корунда особенно заметно в зоне соприкосновения зеркала расплава с футеровкой, где отмечается значительный перегрев поверхностного слоя металла относительно остальной массы расплава [2];

– механического воздействия на футеровку при завалке чушки и кусковых отходов, а также при чистке стен и пода печи от шлаковых наростов и настывлей. Негативное влияние на стойкость футеровки оказывает также циркуляция расплава, вызываемая различными перемешивающими устройствами.

Учитывая, что различные зоны плавильной печи подвергаются разному разрушающему действию, это необходимо учитывать при выборе огнеупорных материалов и футеровки плавильных печей. Наибольшему ударному воздействию подвергается подина печи и ее откосы во время загрузки шихты. Поэтому эти части футеровки необходимо выполнять из высокопрочного несмачиваемого низкоцементного бетона типа АЛИТ-72АР. Стены выше уровня расплава, нагреваемые продуктами сгорания топлива, должны обладать достаточной огнеупорностью и устойчивостью к воздействию агрессивных газов. Стены печи, контактирующие с расплавом, необходимо выполнять из бетона с пониженной долей цемента АЛИТ-72АРС-Ал, не содержащего SiO_2 в связующей матрице и имеющего в своем составе антисмачивающие добавки. К таким добавкам относятся BaO , BaSO_4 , CaF_2 , AlF_3 и др. Они тормозят протекание химических реакций на границе футеровка-расплав, уменьшают смачиваемость футеровки расплавом и его инфильтрацию в огнеупор.

В последнее десятилетие все более широкое применение для футеровки алюминиевых печей находят огнеупорные бетоны и новые методы их укладки, постепенно вытесняющие кирпичные конструкции. Это позволяет исключить многочисленные швы и опасность инфильтрации жидкого металла в футеровку, получать плотную структуру с низкой смачиваемостью расплавом монолитной футеровки, заметно снизить адгезию металла и склонность к образованию корунда, сократить сроки и трудоемкость проведения футеровочных работ. При

этом для работы в среде алюминиевого расплава содержание оксидов, способных восстанавливаться алюминием, должно быть минимальным. Характеристики некоторых огнеупорных бетонов приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Огнеупорные бетоны компании «Алитер-Акон»

| Марка | Химический состав, % | | | | Плотность после обжига при 800 °С, г/см ³ | Прочность при сжатии после обжига при 800 °С, МПа | Максимальная температура применения, °С |
|----------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|--|---|---|
| | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | CaO | | | |
| Алит-72АРС-Ал | 82 | 3 | 0,9 | 3,8 | 2,9 | 100 | 1450 |
| Алит-72АР | 85 | 9 | 1,0 | 2,9 | 2,8 | 150 | 1500 |
| Алкорит-85/1,5 | 86 | 8 | 1,1 | 1,5 | 2,9 | 130 | 1550 |
| Алкор-76А | 86 | 4 | 1,2 | 6,0 | 2,5 | 70 | 1500 |
| Алкор-37-25 | 40 | 43 | 4,0 | 11,0 | 2,0 | 15 | 1300 |
| Алак-1,4-1350 | 43 | 40 | 3,0 | 12,0 | 1,4 | 7 | 1350 |
| Алак-0,0-1000 | 32 | 28 | 12,0 | 17,0 | 0,9 | 2 | 1000 |

Список использованных источников

1. Юрков, А.Л. Взаимодействие алюминия и сплавов на его основе с огнеупорными материалами / А.Л. Юрков // Цветные металлы. - 2010. - № 10. - С. 47-52.
2. Макаров, Г.С. Слитки из алюминиевых сплавов с магнием и кремнием для прессования. Основы производства / Г.С. Макаров // - М.: Интермет Инжиниринг, 2011. - 528 с.