

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВ
ПЕРИКЛАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ**

Азаревич М.М.

Научный руководитель – к.т.н. Скородумов В.В.

Сибирский федеральный университет

Электроизоляционные свойства порошков периклазовых электротехнических (ППЭ) определяются химическим и фазовым составом примесей, фракционным составом порошков и формой зерен.

Технологические переделы по производству ППЭ включают в себя селективную добычу магнезита, гарнисажную плавку периклаза на блок, сортировку (разделку) блока, дробление и измельчение порошков. На каждом из переделов варьированием технологических параметров осуществляется формирование электроизоляционных свойств ППЭ.

Наиболее распространенные примеси магнезита – доломит, кальцит, тальк, глина, которые вносят с собой примеси оксидов – CaO, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃. Кроме того, природный магнезит представляет собой по существу смеси различных минералов – дисперсионной среды MgCO₃ и дисперсионных частиц доломита, талька, углисто-графитистого вещества.

Наиболее вредные примеси оставшиеся в периклазе при его получении являются CaO, Fe₂O₃, C.

При добыче магнезита значительная его часть заражена примазками глины, которые несут с собой значительную часть примесей Fe₂O₃ и CaO.

Применение виброакустической отмывки магнезита приводит к снижению содержания оксида железа на 2-9 %, что позволяет повысить сортность магнезита и вовлечь в производство некондиционной. Содержание CaO снижается незначительно.

Основное содержание CaO вносят примеси кусков доломита. Оценка эффективности применения радиометрических сепараций показала возможность выделения в хвосты сепарации до 90-95 % кальцийсодержащих минералов. При этом ожидается получение концентрата, обедненного по содержанию CaO в 2-3 раза по сравнению с хвостами.

Рентгеноструктурные исследования показали, что доминирующими примесными фазами в плавленном периклазе являются MgAl₂O₄, CaMgSiO₄, CaO, Mg₂SiO₄.

Кристаллохимической особенностью шпинели MgAl₂O₄ является возможность изоморфного вхождения ионов Fe²⁺ и образования непрерывной области твердых растворов. С этим связана миграция Fe₂O₃ к периферии блока при добавлении глинозема в процессе плавки.

Для образования монтчеллита CaMgSiO₄ необходимо примерное равное весовое количество CaO и SiO₂, которое можно достигнуть добавлением талька Mg₃[(OH)₂Si₄O₁₀]. С присутствием CaMgSiO₄ связана миграция примесей CaO к периферии блока.

Для повышения степени очистки периклаза от окислов железа и кальция предлагается в ванну печи в процессе плавки вводить комплексную присадку, содержащую 200-300 кг глинозема и 100-200 кг талька.

Кроме миграции примесей к периферии блока, очистка периклаза от примесей при плавке происходит и возгонкой примесей с поверхности расплава.

Для увеличения эффективности возгонки уменьшить парциальное давление примесей в колошниковой зоне можно с помощью продувки воздуха через полые электроды.

На одну плавку из магнезита первого сорта при продувке воздуха через полые электроды получено в среднем 9,5 тонн периклаза первого класса, тогда как при контрольных плавках 1 тонна на плавку.

Эффективность очистки повышается введением ультразвука в расплав, при этом плазма дуги используется как ультразвуковой преобразователь. КПД такого преобразователя при использовании источника высокочастотного тока мощностью около 0,01 % от мощности печи, доходит до 50 %.

Наибольший эффект очистки наблюдается при пропускании через плазму дуги переменного тока частотой 80 кГц. Наблюдается увеличение очистки по СаО в два раза и по Fe₂O₃ в полтора раза.

Для улучшения электроизоляционных свойств и повышения показателей текучести и кажущейся плотности ППЭ порошки необходимо подвергать механической обработке (перетиранию) с последующим отсевом мелких фракций. При этом ликвидируется присутствие аморфизированных агрегатов и сростков, обеспечивается больший процент выхода зерен с правильной округлой формой, уменьшаются вариации фракционного состава.

В работе показано, что в процессе термообработки происходит миграция углерода, присутствующего в кристаллах порошка, к поверхностным зонам и его окисление. Каналы проводимости в спрессованных ППЭ проходят по поверхностям зерен, так как на поверхности скапливаются дефекты, примеси. Возникают электрически активные центры. Существенные улучшения электроизоляционных свойств наблюдается при обработке поверхности ППЭ высокочастотной низкотемпературной плазмой, при этом наблюдается сфероидизация зерен. Обработка порошка в плазме позволяет повысить в 1,3-1,4 раза текучесть и удельное объемное сопротивление.

Хорошо развитая кристаллическая структура и эффективная миграция примесей на периферию блока обеспечивается равномерным наращиванием блока, которое осуществляется поддержанием тока дуги на заданном уровне. Равномерность наращивания нарушается при изменении тока связанного с загрузкой магнезита, обвалом шихты и выбросами расплава.

Регулирование перемещения электродов по величине постоянной составляющей тока дуги (ПСТД) обеспечивает скорость наплавления ванны не превышающую критическую. ПСТД возникает вследствие вентильного эффекта дуги, величина и полярность является функцией разности температур электрод-дуга и позволяет выделить изменения тока, вызванные загрузкой сырья, выбросами и обвалами шихты. Опытно-промышленные испытания на Северо-Ангарском ГМК показали, что с управлением по ПСТД, выход первого класса увеличивается в среднем на 12,5 %.

Внедрение отмывки магнезита, использование комплексной добавки талька и глинозема при плавке, управление электрическим и нагрузочным режимом по ПСТД, продувки воздуха через зону горения дуги позволило получить ППЭ по электроизоляционным свойствам, не уступающим уровню лучших зарубежных образцов.