

УДК 666.762.326

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРИКЛАЗОВЫХ ТОРКРЕТ-МАСС
ДЛЯ РЕМОНТА СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

А. О. ПУТРОВ

Научный руководитель К. Г. ЗЕМЛЯНОЙ, канд. техн. наук, доц.
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
Екатеринбург, Россия

Торкретирование является основным методом горячего ремонта футеровки электродуговых печей и печей-ковшей, обеспечивая продление срока службы агрегатов и снижение удельного расхода огнеупоров. В мировой практике доля агрегатов, ремонтируемых этим методом, достигает 100 %. В Российской Федерации ввиду высокой стоимости новых огнеупорных футеровок и необходимости снижения себестоимости производимой стали этот метод является ключевым для поддержания технической готовности оборудования.

Россия обладает крупнейшей сырьевой базой магнезита: Саткинское, Халиловское, Савинское месторождения. Однако до 40 %...50 % рынка высококачественных периклазовых торкрет-масс занимает импорт. Отечественные составы часто не обеспечивают требуемой стойкости в зонах шлакового пояса и откосов. *Цель работы* – разработка состава и ресурсосберегающей технологии производства периклазовых торкрет-масс с использованием рециклинга огнеупоров и сырого магнезита, обеспечивающих снижение себестоимости продукции и уменьшение техногенной нагрузки на окружающую среду.

Использованы методы рентгенофазового анализа, дифференциально-термического анализа, оптической и электронной микроскопии. Физико-механические свойства определяли по стандартным методикам. Разработаны оригинальные методы оценки адгезии и припекания к горячей поверхности.

Исследованы промышленные торкрет-массы ValGun 90 и Dalgun P-906, выявлены их недостатки: водопотребность – 14 %, отскок – 32 %...36 %, пористость – 36 %. Показано, что замена спеченного периклаза на плавленный снижает водопотребность с 14,5 % до 8,5 %. Введение сырого тонкомолотого магнезита (15 мас. %, $S_{уд} = 600 \text{ м}^2/\text{кг}$) совместно с комплексом добавок (триполифосфат натрия – 4 %, тетраборат натрия – 3 %, микрокремнезем – 1 %) позволяет снизить водопотребность до 7,5 %...8,0 %. Установлено, что совместное использование магнезита с борной кислотой недопустимо. Разработанный состав содержит (мас. %): периклаз плавленный рециклинговый 3...1 мм – 30, периклаз плавленный рециклинговый 1...0 мм – 47, магнезит – 15, триполифосфат натрия – 4, тетраборат натрия – 3, HexxPolymer P-100 – 1.

ДТА показал стадийность: дегидратация (381,9 °C) → разложение MgCO_3 (556,3 °C) → плавление фосфатов (666,8 °C) → плавление боратов (777,6 °C) → синтез форстерита (1079,5 °C). Моделирование горячего нанесения (700 °C) подтвердило якорное зацепление и адгезию 0,78 МПа (после 1650 °C).

Разработан технологический регламент, выпущена опытно-промышленная партия 1 т. Свойства: водопотребность – 7,5 %...8,0 %, отскок – 25 %...26 %, прочность после 1200 °С – 32...36 МПа, пористость – 30 %...31 %, плотность – 2,97...3,01 г/см³, адгезия – 1,5 МПа.

Ресурсосбережение и экологическая эффективность. Разработанная технология базируется на использовании вторичного сырья – отработанного периклазоуглеродистого кирпича, проходящего обезуглероживающий обжиг при 1050 °С...1150 °С. Это позволяет вовлечь в производственный оборот отходы огнеупорной промышленности, снижая объём захоронения техногенных отходов и уменьшая потребность в добыче первичного магнезитового сырья. Применение рециклингового периклаза с содержанием MgO до 94,99 % после обжига обеспечивает качество, сопоставимое с первородным плавленным периклазом, при значительном снижении затрат на сырьё.

Использование природного тонкомолотого магнезита вместо энергоемкого плавленного периклаза в тонкомолотой фракции позволяет сократить энергозатраты на стадии подготовки сырья. Дополнительный экологический эффект достигается за счет снижения водопотребности – уменьшение расхода воды на 40 %...45 % по сравнению с аналогами, что сокращает объём сточных вод и снижает энергозатраты на сушку покрытия. Снижение отскока на 15 % (абсолютных) уменьшает потери материала при нанесении, что сокращает общий расход сырья на ремонт агрегатов. Снижение себестоимости продукции достигается за счет: использования рециклингового заполнителя (экономия на сырьё до 30 %...40 %), снижения водопотребности (уменьшение расхода воды и времени сушки), уменьшения отскока (снижение удельного расхода массы на 1 т футеровки). Разработанная технология позволяет снизить удельные затраты на ремонт футеровки на 20 %...25 % по сравнению с импортными аналогами.

Разработанный состав превосходит аналоги по всем ключевым показателям: снижение водопотребности в 1,8 раза, рост прочности вдвое, снижение отскока на 15 %. Технология основана на использовании рециклинга отработанных периклазоуглеродистых изделий и природного сырья, что обеспечивает ресурсосбережение, снижение объёма техногенных отходов и уменьшение себестоимости продукции на 20 %...25 %. Рекомендуются к внедрению на предприятиях огнеупорной и металлургической промышленности, обеспечивая импортозамещение и повышение экологической безопасности производства.