

УДК 666.941.2.022.6 + 666.9.022.6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОБАВОК-ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

Т.Н. Черных, А.В. Носов, А.А. Орлов

В статье рассматривается вопрос эффективности действия добавок-интенсификаторов обжига на процесс термообработки магнезиальных пород, таких как магнезитовая, бруситовая и доломитовая. Показано, что при использовании добавок значительно повышается энергоэффективность производства магнезиальных вяжущих, а также снижается эмиссия углекислого газа в атмосферу.

Ключевые слова: магнезит; брусит; добомит; обжиг; добавки-интенсификаторы.

Введение

В последние десятилетия вопросы повышения энергоэффективности производства вяжущих материалов являются одними из самых актуальных. Довольно широко эти вопросы проработаны для наиболее энергоемкого производства портландцемента. Для других видов вяжущих в частности, для магнезиальных, проблема экономии топлива и электроэнергии остается нерешенной, что в значительной мере тормозит их развитие. Низкая энергоэффективность тем более ограничивает производство магнезиальных вяжущих, чем выше цены на энергоресурсы. Немаловажную роль играет также ужесточение требований к выбросу парниковых газов, в частности к эмиссии углекислого газа в атмосферу.

В то же самое время все производства магнезиальных вяжущих из любого сырья: магнезита, брусита или доломита, имеют значительный резерв для снижения энергозатрат. Наиболее эффективным способом уменьшения расхода топлива на самой энергоемкой стадии производства является применение добавок-интенсификаторов обжига. Стоит отметить, что это влечет за собой дополнение технологических линий оборудованием для грануляции, однако не требующее коренной их модернизации.

Основным условием получения качественного магнезиального вяжущего является достижение основным минералом – периклазом оптимальных размеров. Это условие в наибольшей степени определяет температурный режим обжига. Понижение температуры и времени обжига ниже оптимальных ведет к формированию высокоактивного «недожога» оксида магния, а превышение к образованию «пережога». Обжиг за рамками диапазона оптимальных температурных режимов ведет к получению продукта с неравномерным изменением объема при твердении и растрескиванию материалов на его основе [1].

Применение интенсификаторов обжига способствует получению качественных магнезиальных вяжущих при пониженных температурах обжига из любого природного сырья. Однако для каждой породы характерны свои особенности.

Таким образом, оценка эффективности действия добавок-интенсификаторов на обжиг магнезиальных пород: магнезита, брусита и доломита является актуальной и своевременной задачей.

Материалы

Для проведения исследований использовали магнезитовую и доломитовую породы Саткинского месторождения, а также бруситовую породу Кульдурского месторождения. Минералогический состав пород представлен в табл. 1.

Таблица 1
Минералогический состав магнезиальных пород

Порода	MgCO ₃ , %	CaMg(CO ₃) ₂ , %	Mg(OH) ₂ , %	Примеси
Магнезитовая	60,0...80,1	14,5...35,9	–	4,6...8,8 (кварц, углесто-хлоритовое вещество)
Доломитовая	1,5...5,1	85,1...93,2	–	5,0...9,1 (кварц, углесто-хлоритовое вещество)
Бруситовая	–	–	65,8...92,4	7,5...35,0 (серпентины и продукты серпентинизации брусита)

Методы

Для выявления особенностей действия добавок-интенсификаторов на разложение пород был проведен анализ процессов разложения породы без добавок и в присутствии различных добавок-интенсификаторов. Интенсифицирующее действие добавок исследовали с помощью термогравиметрического метода анализа на дериватографе системы «Luxx STA 409» фирмы «Netsch». Породы предварительно измельчали в лабораторной мельнице до тонкости помола, характеризующейся остатком на сите № 008 не более 15 %, полученный порошок смешивали с водными растворами добавок-интенсификаторов в количестве 2 % сухой добавки от массы, влажность шихты составляла 15 %. Количество добавки было выбрано исходя из литературных данных и предварительно проведенных исследований. Полученную смесь высушивали при температуре 60±5 °С и помещали в печь дериватографа.

Результаты исследований

Магнезитовая порода

Добавки-интенсификаторы при обжиге магнезитовых пород значительно снижают температуру разложения основного минерала магнезита и способствуют значительной экономии топливных ресурсов. Так при обжиге

бездобавочной породы, температура получения вяжущего составляет 750...800 °С, а при использовании интенсификаторов основной пик разложения магнезита сдвигается на 100...150 °С в низкотемпературную область. На дериватограммах (рис.1) видно, что введение добавки-интенсификатора значительно снижает температуру разложения основного минерала – магнезита.

Экономия топлива при понижении температуры с 800 до 650 °С составляет не менее 20 %, с соответствующим снижением эмиссии углекислого газа в атмосферу.

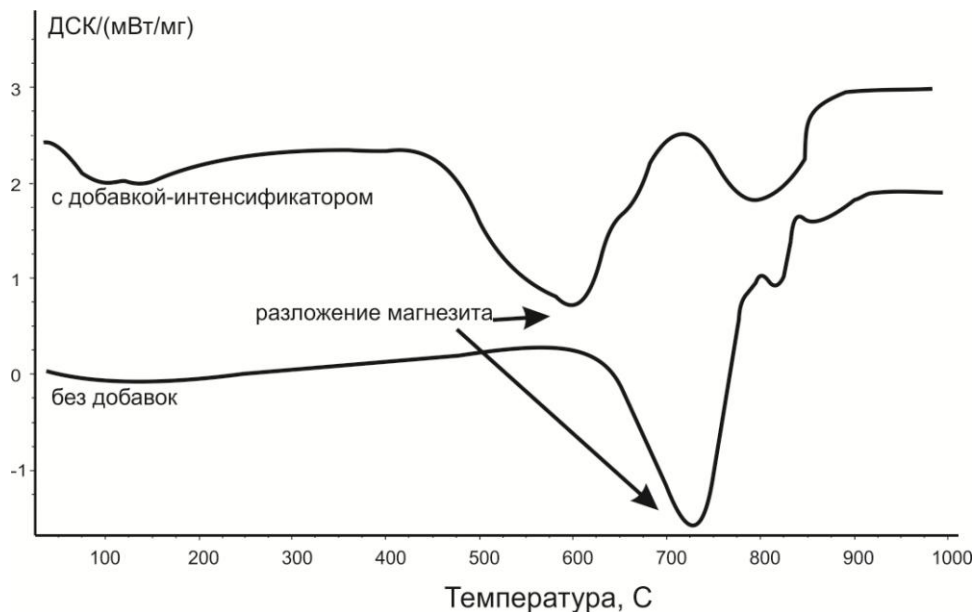


Рис. 1. Дериватограммы разложения магнезитовой породы

Бруситовая порода

Известно, что минерал брусит при обжиге разлагается при температуре 400–550 °С. Однако чистые бруситы используют в более рентабельном производстве огнеупоров, а те породы, что идут на вяжущие, содержат серпентины и серпентиноподобные минералы (продукты неполной серпентинизации), разлагающиеся с потерей воды при 560 до 900 °С. В процессе обжига пары воды, удаляющиеся из серпентинов и им подобных минералов, сдерживают полную дегидратацию брусита и замедляют кристаллизацию периклаза до того момента, пока не удалится вся гидратная вода из примесей [1]. В результате для получения магнезиального вяжущего из бруситовой породы 3–4 сортов необходим обжиг при температурах 1100–1200 °С, что повышает себестоимость вяжущего и делает его производство нерентабельным [1, 2]. Понижение температуры разложения возможно с помощью интенсификаторов обжига, на рис. 2 видно, что эндоэффект от реакции дегидратации серпентинов снижается с 900 до 700 °С.

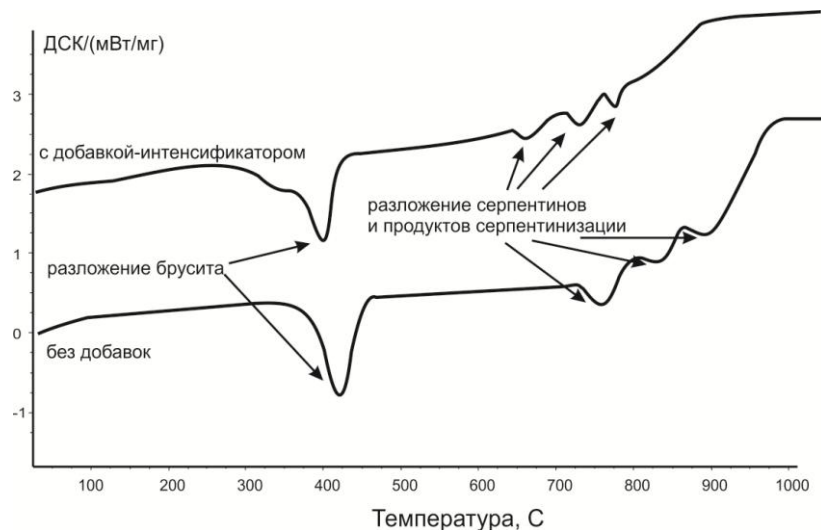


Рис. 2. Дериватограммы разложения бруситовой породы

Т.е. введение добавок-интенсификаторов снижает температуру разложения серпентинов на 150–200 °С, что способствует получению качественного продукта при более низкой температуре.

Доломитовая порода

Несмотря на значительно меньшее содержание MgO в доломитовом вяжущем по сравнению с вяжущими из магнезита и брусита, из доломита при условии строгого соблюдения режима обжига с выдержкой температуры с точностью до 5 °С возможно получить высокопрочное вяжущее [3, 4, 5]. Необходимым условием для получения качественного вяжущего из доломитов является разложение при нагревании только магниевой составляющей породы. Это связано с тем, что образующаяся при термическом разложении кальциевой составляющей известь в дальнейшем приводит к разрушению получаемого при гидратации камня. Однако такой узкий температурный интервал делает практически невозможным промышленное производство качественного вяжущего на основе доломитов. Введение добавок-интенсификаторов для этой породы не только понижает температуру получения вяжущего, но и делает возможным производство вяжущего в промышленных масштабах. Эффект от введения добавки заключается в максимально возможном (150...200 °С) расширении интервала разложения $MgCO_3$ и $CaCO_3$, что хорошо видно на дериватограммах, представленных на рис.3. При использовании добавок-интенсификаторов при обжиге доломитовой породы решается сразу несколько значимых проблем. Помимо снижения температуры обжига и экономии топлива, можно утилизировать породу, попутно добытую при разработке магнезитов, что дополнительно существенно снизит антропогенную нагрузку на окружающую среду в районах размещения этих отходов и себестоимость строительных материалов.

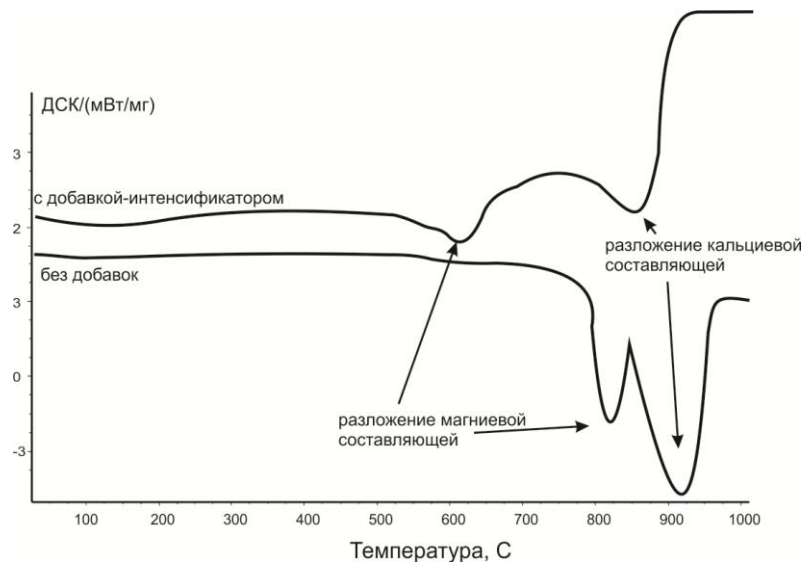


Рис. 3 Дериватограммы разложения доломитовой породы

Заключение

Т.о., использование добавок-интенсификаторов обжига повышает энергоэффективность производства вяжущего из всех магнезиальных пород. Их введение в шихту перед обжигом позволяет не менее чем на 20 % снизить расход топлива и уменьшить количество выбрасываемых в атмосферу парниковых газов при незначительном изменении технологической линии. Кроме этого решается вопрос о получении вяжущих более стабильного качества.

Библиографический список

1. Крамар, Л.Я. Обжиг бруситовой породы для получения магнезиального вяжущего строительного назначения / Л.Я. Крамар, Т.Н. Черных // Популярное бетоноведение. – 2009. – № 5. – С. 47–53.
2. Бирюлева, Д.К. Влияние продолжительности обжига доломита и структурных особенностей MgO и $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$ на прочность и водостойкость доломитового цемента / Д.К. Бирюлева, Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов. – Известия вузов. Строительство. – 2000. – № 4. – С. 32–37.
3. Бутт, Ю.М. Высокопрочный магнезиально-доломитовый цемент / Ю.М. Бутт, Б.Н. Богомолов, Л.И. Дворкин // Вяжущие материалы Сибири и Дальнего востока. – Новосибирск: Академия наук СССР, Сибирское отделение, изд-во Наука, 1970. – 179 с.
4. Шелихов, Н.С. Особенности формирования активной фазы MgO в доломитовом цементе / Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов // Строительные материалы. – 2008. – Вып. 10. – С. 32–33.
5. Черных, Т.Н. Свойства магнезиального вяжущего из бруситовой породы и их взаимосвязь с размерами кристаллов периклаза / Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов // Строительные материалы. – 2006. – № 1. – С. 52–53.

[К содержанию](#)