

УДК 666.9

РЕГУЛЯТОР СРОКОВ СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ФОСФОГИПСА

О. Е. ХОТЯНОВИЧ

УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, 220050 г. Минск, Беларусь.

Приведены результаты исследований по разработке состава добавки для нейтрализации кислых примесей, содержащихся в фосфогипсе, изучено влияние нейтрализующих добавок на прочность брикетированного фосфогипса, исследовано влияние разработанного регулятора сроков схватывания портландцемента на его физико-механические свойства (сроки схватывания, нормальную плотность цементного теста, механическую прочность, равномерность изменения объема портландцемента).

Введение

Общий объем потребляемого природного гипсового камня для получения портландцемента в Республике Беларусь в 2008 году составил 210 тысяч тонн, а к 2015 году возрастет примерно до 500 тысяч тонн. В нашей республике собственные месторождения гипсового камня не разрабатываются. Существующая в нем потребность покрывается за счет импорта из России, Украины и других стран. Необходимо отметить, что он поставляется не лучшего качества – 3 сорта, что не всегда устраивает производителей портландцемента. В этой связи возникает необходимость вовлечения в переработку гипсосодержащие отходы с целью покрытия потребностей цементной промышленности в гипсовом камне, чтобы обеспечить импортозамещение. Из гипсосодержащих отходов наиболее перспективным является фосфогипс, многотоннажные запасы которого хранятся в отвалах ОАО «Гомельский химический завод». Фосфогипс содержит в своем составе более 95 мас.%* $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и, следовательно, по данному параметру он может быть отнесен к гипсовому сырью 1 сорта. Однако в своем составе он имеет примеси (соединения фосфора, фтора, фосфорную и серную кислоты и др.), которые оказывают негативное влияние на качество продуктов, получаемых при использовании фосфогипса. В этой связи, как считают авторы [1], возникает необходимость снижения количества указанных примесей (особенно водорастворимых) в фосфогипсе, полного удаления полугидрата сульфата кальция, окусковывания фосфогипса. При этом стоимость фосфогипсового камня не должна пре-

вышать стоимости природного гипса.

Анализ литературных и патентных источников по получению регуляторов сроков схватывания портландцемента из фосфогипса показал, что работы в этом направлении проводились многочисленными исследователями [2–6]. Однако развитию этого направления препятствуют сложность перевозки фосфогипса на большие расстояния без окусковывания и наличие в нем вредных примесей.

Цель исследований:

- разработка оптимального состава прессованного фосфогипса;
- изучение влияния содержания нейтрализующих добавок в фосфогипсе на прочность окускованного фосфогипса;
- исследование влияния разработанных регуляторов сроков схватывания портландцемента на его физико-механические свойства.

Результаты исследования и их обсуждение

Нейтрализация фосфогипса осуществлялась сухим способом при влажности 15–20%. В качестве нейтрализующих агентов использовались известь кальциевая гидратная (ИКГ), известь доломитовая гидратная (ИДГ), пыль, улавливаемая фильтрами в процессе очистки газов, отходящих из электросталеплавильных печей ОАО «Белорусский металлургический завод» (ПГ). Содержание указанных добавок варьировалось от 1 до 5%.

Для придания фосфогипсу товарного вида необходимо его гранулирование или брикетирование. Известные способы гранулирования являются сложными, требуют применения громоздких сушильно-окачивающих аппаратов (сушильные барабаны, тарельчатые или барабанные грануля-

* Здесь и далее мас.%.

торы), кроме того, не обеспечивают необходимой прочности гранул и их сохранности при осуществлении транспортно-технологических операций. В этой связи наиболее перспективным является брикетирование материала.

Брикетирование нейтрализованного фосфогипса осуществлялось прессованием под нагрузкой 50 кН образцов-таблеток размером $\varnothing - 2,5$ см, $h - 0,5$ см с помощью механического пресса. График зависимости предела прочности при сжатии брикетированного фосфогипса от вида и содержания нейтрализующего агента представлен на рис. 1.

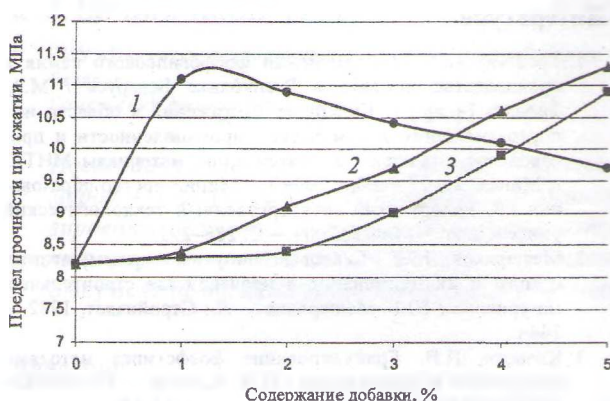


Рис. 1. Зависимости предела прочности при сжатии брикетированного фосфогипса от вида и содержания нейтрализующего агента: 1 – фосфогипс, нейтрализованный пылью БМЗ; 2 – фосфогипс, нейтрализованный гидратной кальцевой известью; 3 – фосфогипс, нейтрализованный гидратной доломитовой известью

Видно, что с увеличением содержания гидратной кальцевой и доломитовой извести в фосфогипсе, прочность образцов-таблеток возрастает. Максимального значения (11,3 МПа) прочность достигает при содержании гидратной кальцевой извести 5%. При нейтрализации фосфогипса гидратной доломитовой известью (5%) прочность образцов-таблеток близка по прочности к образцам фосфогипса, нейтрализованного гидратной кальцевой известью и составляет 10,9 МПа. При введении в фосфогипс пыли газоочистки ОАО «Белорусский металлургический завод» в количестве до 1% прочность брикетированных образцов увеличивается и достигает 11,1 МПа, однако при дальнейшем увеличении содержания указанного нейтрализующего агента наблюдается спад прочности до 10,7 МПа. Следует отметить, что прочность образцов-таблеток фосфогипса без нейтрализации составляет 8,2 МПа.

Брикетированный фосфогипс и клинкер подвергались помолу для получения портландцемента, после чего изучались его основные физико-механические свойства. В качестве контрольного использовался цемент, полученный в результате помола клинкера и природного гипсового камня. Содержание гипса в цементе было постоянным и составляло 4%.

Влияние вида нейтрализующего агента на

сроки схватывания портландцемента представлено в табл. 1.

Таблица 1. Сроки схватывания портландцемента в зависимости от вида нейтрализующего агента

Образец цемента	Сроки схватывания, ч	
	начало	конец
Контрольный образец (клинкер + природный гипсовый камень)	1,4	4,1
Клинкер + фосфогипс, нейтрализованный ИКГ	2,3	5,3
Клинкер + фосфогипс, нейтрализованный ИДГ	2,2	5,2
Клинкер + фосфогипс, нейтрализованный ПГ	2,5	6,0

Из представленных результатов видно, что начало и конец схватывания портландцемента замедляются в результате применения нейтрализованного фосфогипса. Однако следует отметить, что сроки схватывания соответствуют требованиям ГОСТ 10178–85.

Предел прочности при сжатии портландцемента определялся на образцах кубиках с размером ребра 20 мм. Образцы готовились из цементного теста с В/Ц = 0,23. После 7-ми суточного твердения во влажных условиях образцы подвергались испытаниям. Полученные результаты представлены на рис. 2.

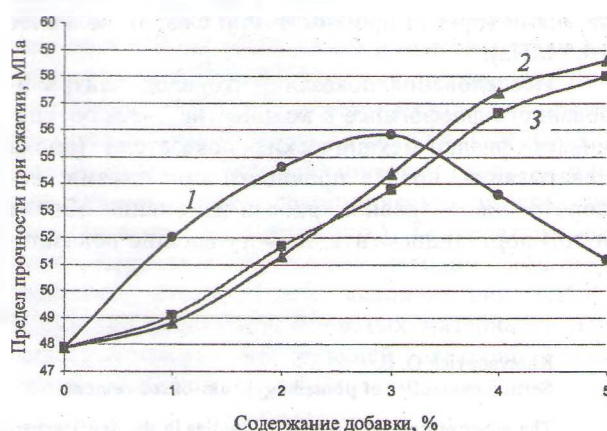


Рис. 2. Предел прочности при сжатии портландцемента в зависимости от вида и содержания нейтрализующего агента: 1 – фосфогипс, нейтрализованный пылью БМЗ; 2 – фосфогипс, нейтрализованный гидратной кальцевой известью; 3 – фосфогипс, нейтрализованный гидратной доломитовой известью

Из рис. 2 видно, что наибольшей прочностью (58,0 МПа) обладают образцы, полученные с использованием фосфогипса, нейтрализованного кальцевой и доломитовой гидратной известью. Прочность цемента, полученного в результате помола клинкера и фосфогипса, нейтрализованного пылью газоочистки ОАО «Белорусский металлургический завод», максимального значения достигает при содержании нейтрализующего агента 3% и составляет 55,8 МПа. При увеличении содержания нейтрализующего агента ПГ в фосфогипсе предел прочности при сжатии снижается, однако

Таблица 2. Основные физико-механические свойства портландцемента, полученного с использованием нейтрализованного фосфогипса

Свойства цемента	Контрольный образец	Цемент, полученный с использованием фосфогипса, нейтрализованного		
		ИКГ	ИДГ	ПГ
Тонкость помола, остаток на сите № 008	13	14	14	13
Водопоглощение, %	22	23	23	21
Равномерность изменения объема	образец выдержал испытания	образец выдержал испытания	образец выдержал испытания	образец выдержал испытания

по сравнению с контрольным образцом она выше на 15%. Предел прочности при сжатии контрольного образца составил 43,4 МПа.

Результаты испытания основных физико-механических свойств портландцемента, полученного с использованием нейтрализованного фосфогипса представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что основные физико-механические свойства портландцемента (тонкость помола, водопоглощение, равномерность изменения объема) находятся на уровне контрольного образца и удовлетворяют требованиям ГОСТ 10178–85.

Выводы

Показана возможность брикетирования фосфогипса, получены образцы искусственного гипсового камня с требуемыми механическими показателями (предел прочности при сжатии не менее 10,5 МПа).

Исследования показали, что ввод нейтрализованного фосфогипса в количестве 2–5% обеспечивает физико-механические показатели (сроки схватывания, предел прочности при сжатии, водопоглощение, равномерность изменения объема и др.) портландцемента, не уступающие показате-

лям, получаемым при использовании природного гипсового камня.

Литература

1. Трошин, М.А. О применении фосфогипсового камня в производстве цемента в Республике Беларусь / М.А. Трошин [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы МНТК, г. Минск, 25–27 ноября 2009 г. / Министерство образования РБ, Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2009. – С. 288–293.
2. Мещеряков, Ю.Г. Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение в производстве строительных материалов / Ю.Г. Мещеряков. – Л.: Стройиздат, 1982. – 144 с.
3. Классен, П.В. Гранулирование фосфогипса методами окатывания и прессования / П.В. Классен // Химическая промышленность. – 1976. – № 10. – С. 757–759.
4. Михеенков, М.А. Особенности технологии производства искусственного гипсового камня на основе фосфогипса / М.А. Михеенков // Цемент и его применение. – 2009. – № 1. – С. 76–79.
5. Михеенков, М.А. Искусственный гипсовый камень на основе фосфогипса / М.А. Михеенков // Цемент и его применение. – 2009. – № 5. – С. 81–84.
6. Дворкин, Л.И. Комплексное использование фосфогипса в производстве цемента / Л.И. Дворкин, В.Л. Шестаков, А.А. Ишук // Экология и промышленность. – 2009. – № 2. – С. 35–40.

Khotyanovich O. E.

Setting controller of phosphogypsum-based cement.

The paper presents the results of studies in the development of additives used to neutralize acidic impurities in phosphor gypsum. The effect of neutralizing additives on the strength of phosphor gypsum briquettes has been investigated along with the effect of the developed setting controller of the Portland cement on its mechanical properties (setting time, normal thickness of the cement paste, mechanical strength, a variation uniformity through cement volume).

Поступила в редакцию 21.08.2012.

© О. Е. Хотянович, 2012.