

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ГИДРАТАЦИИ ГИПСОЦЕМЕНТНОЗОЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

В. К. Козлова, А. В. Вольф, Е. В. Шкробко

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Изучен состав продуктов гидратации гипсоцементнозольных вяжущих веществ методами дифференциально-термического и термогравиметрического анализа. Показано, что введение в состав гипсоцементных вяжущих высококальциевых зол и (или) карбонатных добавок приводит к частичному разрушению этtringита и образованию гидрокарбоалюминатов кальция. Возникающие фазы участвуют в процессе формирования «эффекта технического иммунитета» гипсоцементных композиционных вяжущих веществ.

Ключевые слова: гипсоцементнозольные вяжущие вещества, высококальциевая зола, карбонатные добавки.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение влияния различного вида добавок на процессы гидратации и свойства портландцемента, а также взаимного влияния добавок на свойства их смесей показали, что добавки зол бурых углей к портландцементу приводят к неравномерному изменению объема при твердении и снижению конечной прочности цементного камня.

В опубликованных нами ранее результатах исследований, характеризующих влияние карбонатсодержащих добавок на свойства композиционных цементов [1], показано, что карбонатные добавки активно поглощают гидроксид кальция из его насыщенного раствора, в составе цементного теста они способствуют уменьшению водоотделения, приводят к снижению показателя pH жидкой фазы цементного теста, замедляют схватывание цементного теста. В их присутствии в затвердевшем цементном камне снижается содержание свободного гидроксида кальция, повышается содержание связанной воды, снижается пористость камня и повышается его плотность.

С учетом установленных взаимосвязей перспективным является изготовление гипсоцементнозольных вяжущих веществ с карбонатными добавками. Сочетание золопортландцемента с карбонатными, сульфатными добавками открывает большие перспективы получения гипсоцементных композиционных вяжущих веществ, отличающихся необходимым набором специфических свойств [2]. Особенно необходимы такие вяжущие вещества в интенсивно развивающемся малоэтажном строительстве. При этом расшире-

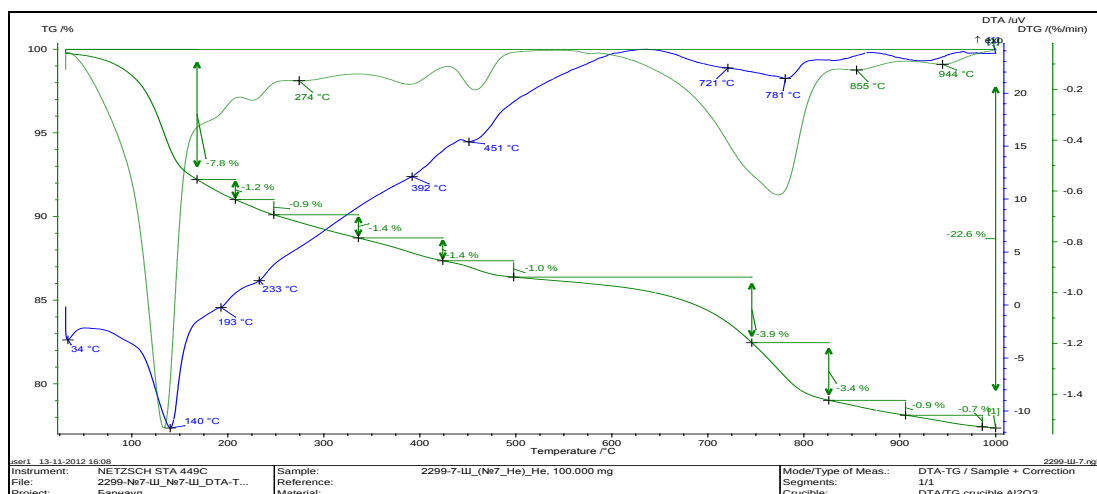
ние номенклатуры производимых вяжущих веществ необходимо осуществлять за счет альтернативных видов сырья, в том числе за счет побочных продуктов промышленности. В настоящее время расширение производства таких вяжущих веществ сдерживается слабой изученностью совместного влияния нескольких одновременно вводимых добавок на свойства получаемого готового продукта.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

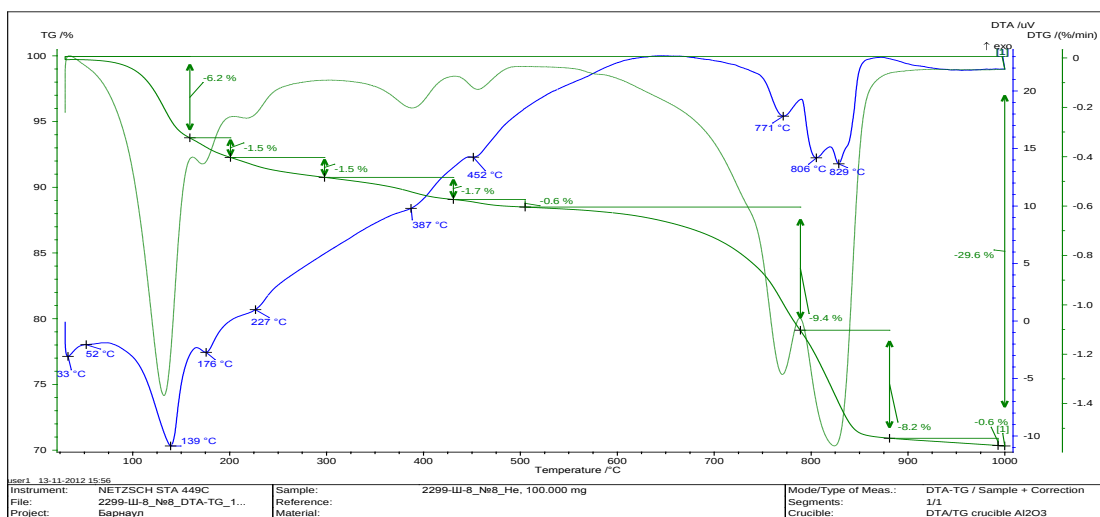
Изучение состава продуктов гидратации гипсоцементнозольных вяжущих веществ, твердеющих в течение 28 сут в нормальных условиях, выполнено с помощью дифференциально-термического и термогравиметрического методов анализа. Для изготовления бездобавочного цемента использовался портландцементный клинкер цементного завода ОАО «Искитимцемент» (коэффициент насыщения – 0,9; силикатный модуль – 2,2; глиноземный модуль – 1,25). В качестве добавок использовались зола от сжигания бурых углей КАБ (Ирша-Бородинского разреза), строительный гипс Г5АII, доломит Таензинского месторождения. Дериватограммы продуктов гидратации приведены на рисунках 1-3.

Особенностью состава высококальциевых зол от сжигания бурых углей Канско-Ачинского бассейна, предлагаемых в качестве минеральной добавки при изготовлении гипсоцементнозольных вяжущих веществ, является одновременное наличие в них, карбоната и сульфата кальция, которые могут активно участвовать в процессе гидратации вяжущего.

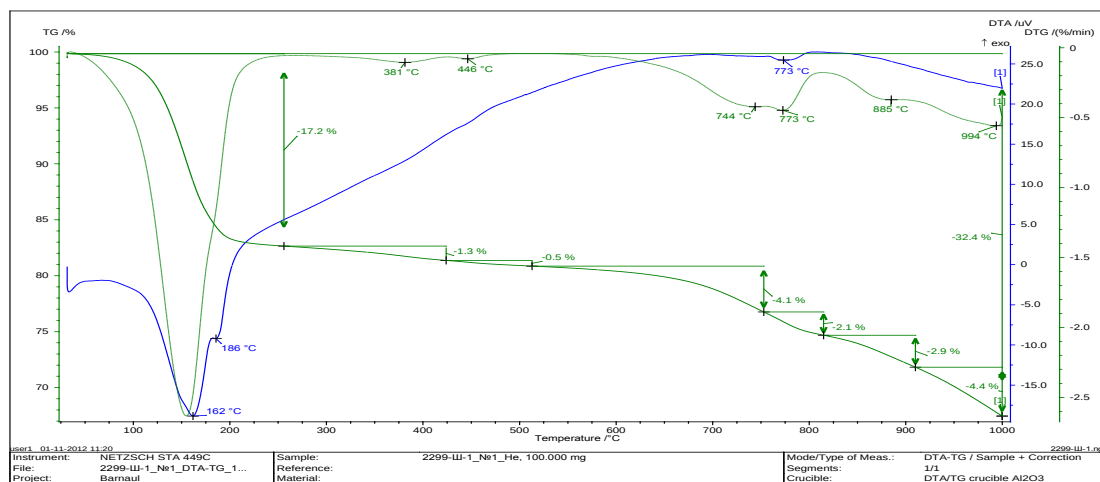
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ГИДРАТАЦИИ ГИПСОЦЕМЕНТНОЗОЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ



а) высококальцевой золы

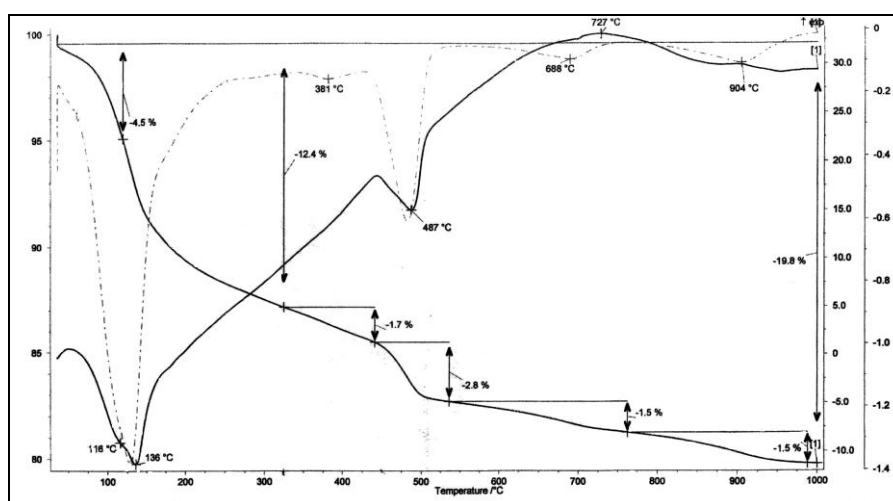


б) смеси золы с доломитом

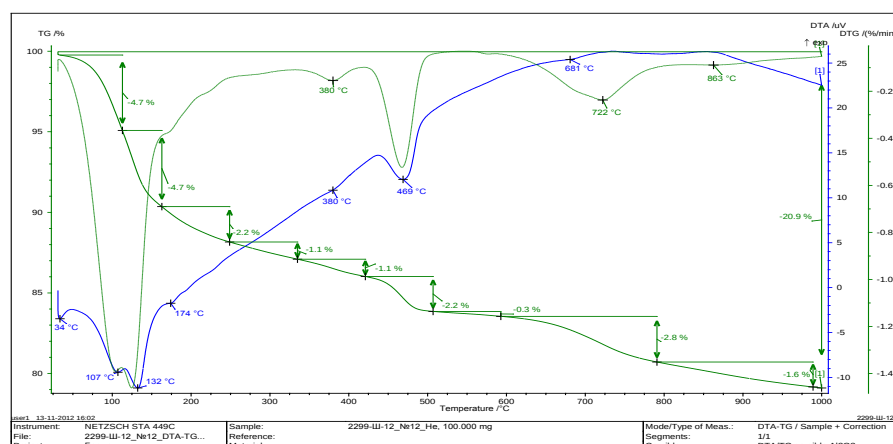


в) смеси высококальцевой золы с полуводным гипсом в соотношении 1:1

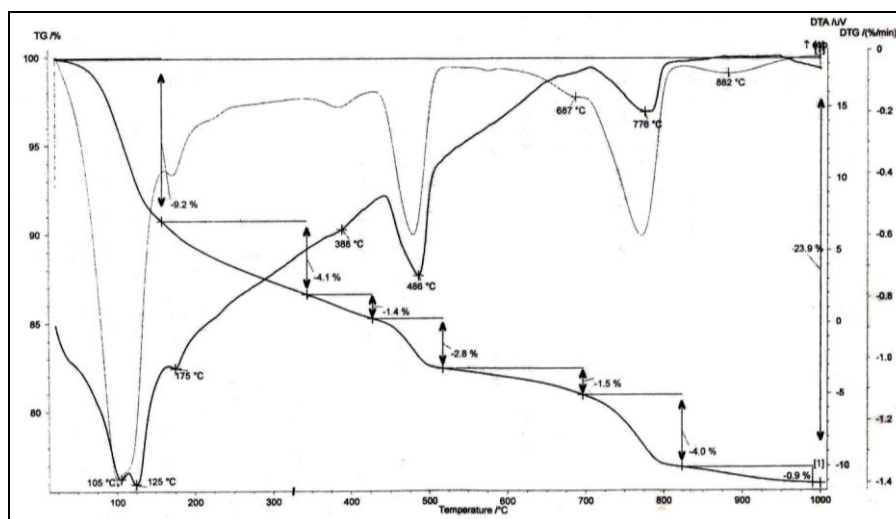
Рисунок 1 – Дериватограммы продуктов гидратации



а) портландцемента



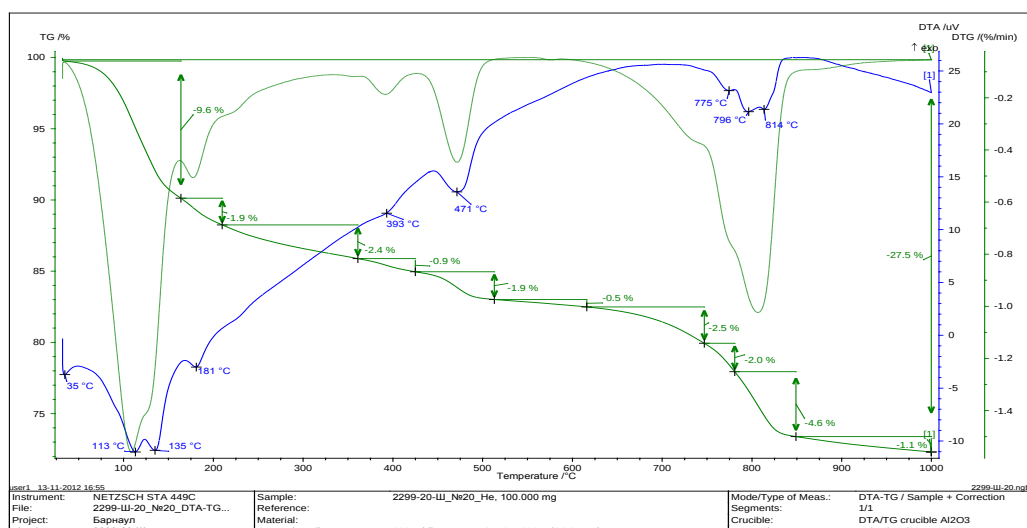
б) смеси портландцемента с высоко-кальцевой золой в соотношении 1:1



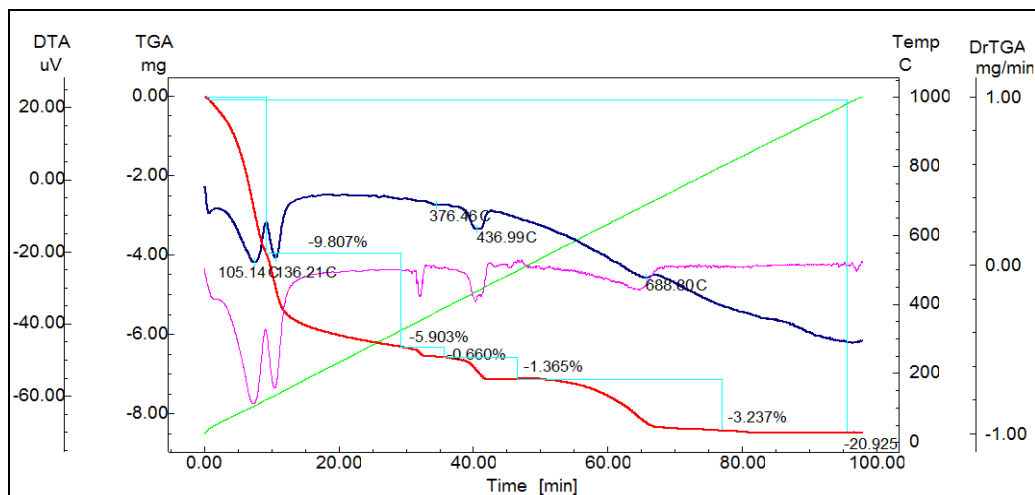
в) портландцемента с добавкой 10% доломита

Рисунок 2 – Дериватограммы продуктов гидратации

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ГИДРАТАЦИИ ГИПСОЦЕМЕНТНОЗОЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ



а) портландцемента с золянодоломитовой добавкой



б) гипсоцементнозольного вяжущего

Рисунок 3 – Дериватограммы продуктов гидратации

Сравнивая кривые ДТА гидратированной золы и гидратированной золы с добавкой доломита (рисунки 1, а и 1, б), можно отметить, что основной низкотемпературный эндозэффект принадлежит эттрингиту, в присутствии доломита появляется дополнительный эндозэффект гидрокарбоалюмината кальция. Потери массы в интервале температур до 300°С практически одинаковы. Добавка доломита к золе не приводит к изменению характера эндотермического эффекта при 140°С.

На дериватограмме продуктов гидратации смеси золы с гипсом (рисунок 1, в) имеется глубокий эндотермический эффект в интервале температур от 100 до 200°С, с максимумом при 162°С, являющимся совокупным эндозэффектом двуводного гипса и эттрингита.

Потери массы до температуры 300°С значительно превышают возможные потери агпсы гидратированной золы и двуводного гипса. Следовательно, при гидратации этой смеси образуется дополнительное количество гидратных фаз, содержащих повышенное количество химически связанной воды.

На дериватограмме гидратированного портландцемента (рисунок 2, а) в области температур до 200°С имеется совмещенный эндотермический эффект низкоосновных гидросиликатов и эттрингита (118°С и 136°С соответственно). Содержание свободного гидроксида кальция составляет около 10% (эндотермический эффект при 467°С).

На дериватограмме гидратированной смеси портландцемента с золой (рисунок 2,

б) появляется дополнительный низкотемпературный эффект при 107°C, такой эффект отсутствует на дериватограммах портландцемента и золы при их раздельной гидратации. Эндоэффект при 132°C принадлежит эттрингиту, также намечается эндотермический эффект гидрокарбоалюмината кальция при 174°C.

Кривые ДТА гидратированных смесей портландцемента с 10% доломита и с зольно-доломитовой добавкой (рисунок 2, в и 3, а соответственно) практически идентичны кривой ДТА гидратированной смеси портландцемента с золой. На дериватограмме продуктов гидратации гипсоцементнозольного вяжущего разделение низкотемпературного эндотермического эффекта более выражено. Эндоэффект при 105°C имеет большую глубину и сопровождается большей потерей массы, чем эндоэффект при температуре 140°C (рисунок 3, б).

Самостоятельный эндоэффект при 105-107°C появляется только на дериватограммах продуктов гидратации вяжущих, содержащих карбонат кальция, вносимый в виде доломита или золы. Следовательно, для образования гидратной фазы, разложение которой сопровождается этим эффектом, необходима карбонатная составляющая и гидросиликаты кальция (гидроксид кальция). В продуктах гидратации золы содержится карбонат кальция, но практически отсутствуют гидросиликаты кальция, свободный гидроксид кальция содержится в незначительном количестве. По этой причине при ее гидратации не образуются гидратные фазы, разложение которых сопровождается эндоэффектом при 105-107°C. В продуктах гидратации смеси портландцемента с золой, а также портландцемента с карбонатной добавкой такие фазы появляются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при гидратации портландцемента с данными добавками образуются гидрокарбосиликаты кальция и минерал дефернит. При гидратации гипсоцементнозольного вяжущего возможно образование гидратных фаз в виде гидросульфокрбосиликатов кальция, а также минерала дефернита и фазы состава $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Динамика изменения характера низкотемпературных эндоэффектов на дериватограммах продуктов гидратации рассмотренных вяжущих веществ показывает, что введение в со-

став вяжущего высококальцевой золы приводит к таким же изменениям состава продуктов гидратации, как и введение карбонатных добавок. Наличие зольного компонента в составе гипсоцементных композиционных вяжущих, как и наличие карбонатной добавки уже в процессе гидратации и твердения приводит к частичному разрушению эттрингита и образованию гидрокарбоалюмината кальция. Формирование данных фаз, как было показано ранее в работах [3, 4], позволяет снизить масштаб деструктивных процессов во время службы строительных материалов, изготовленных с применением гипсоцементнозольных вяжущих веществ. Возникающие фазы участвуют в процессе формирования так называемого «эффекта технического иммунитета» гипсоцементнозольных композиционных вяжущих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шкробко, Е. В. Эффективные цементно-зольные композиционные вяжущие вещества / Е. В. Шкробко, А. М. Маноха, Е. Н. Гущина и др. // Ползуновский вестник. – 2012. – № 1/2. – С. 153-156.
2. Козлова, В. К. Влияние карбонатсодержащих добавок на свойства композиционных цементов / В. К. Козлова, А. М. Маноха, А. А. Лихошерстов., Е. В. Мануйлов, Е. Ю. Малова. // Цемент и его применение. – 2012. – № 3. – С. 53-57.
3. Козлова, В. К. Особенности состава продуктов гидратации композиционных портландцементов с карбонатсодержащими добавками / В. К. Козлова, А. М. Маноха, В. П. Скакун, Е. Ю. Малова, Е. В. Божок // Цемент и его применение. – 2014. – № 4. – С. 102-105.
4. Козлова, В. К. Влияние количества гипса и условий твердения на прочность композиционных портландцементов с карбонатсодержащими добавками / В. К. Козлова, А. М. Соколов, А. М. Маноха., Е. Ю. Малова, Е. В. Божок // Цемент и его применение. – 2014. – № 2. – С. 104-107.

Козлова В.К. – д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: kozlova36@mail.ru.

Вольф А.В. – к.т.н., доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: volf.anna@mail.ru.

Шкробко Е.В. – аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.