

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/22649

Лаптева С.Н., ст. преподаватель,
Павленко В.И., д-р техн. наук, проф.,
Гладких Ю.П., канд. хим. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СВЧ-ОБРАБОТКА ПОВЕРХНО-МОДИФИЦИРОВАННОГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТВЕРДЕНИЕ И ПРОЧНОСТЬ ГИПСО-ПЕСЧАНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

lapteva1202@mail.ru

В настоящей работе изучено влияние СВЧ (сверхвысокочастотной) - обработки модифицированного кварцевого заполнителя на твердение гипсо-песчаных смесей и их прочностные характеристики. Замечено, что СВЧ(сверхвысокочастотная) - обработка поверхностно-модифицированного кварцевого заполнителя способствует заметной его активации, проявляющейся в изменении физико-химических процессов продуктов твердения. Данное обстоятельство позволяет научно-обосновано управлять этими процессами и достигать весьма высоких физико-механических характеристик гипсо-песчаных композиций.

Ключевые слова: СВЧ-обработка, КПАВ, нанослои, гипсо-песчаная смесь.

Введение. Перспективным методом повышения физико-механических характеристик цементного бетона является изменение поверхностных свойств кварцевого заполнителя. Ранее в работах [1–5] было показано, что при модифицировании поверхности кварцевого песка растворами химических веществ различной природы и УФ-облучением изменяются его ионообменные и гидрофильно-гидрофобные свойства, которые в значительной степени определяют процессы формирования прочных цементно-песчаных структур.

Основная часть. Модифицирование кварцевого заполнителя осуществляли следующим

образом. Высушенный в естественных условиях кварцевый песок (модуль крупности 1,08) тщательно смешивали с раствором катионоактивного ПАВ (КПАВ) различной концентрации. Полученную влажную массу подвергали СВЧ обработке в микроволновой печи Samsung CE101R с частотой 2,45 ГГц и мощностью 900 Вт. Количество поглощенной энергии СВЧ излучения составляло 200–800 кДж/кг.

Кинетику твердения гипсо-песчаной смеси изучали методом электросопротивления [6], измеряемого с помощью моста переменного тока Е7-11.

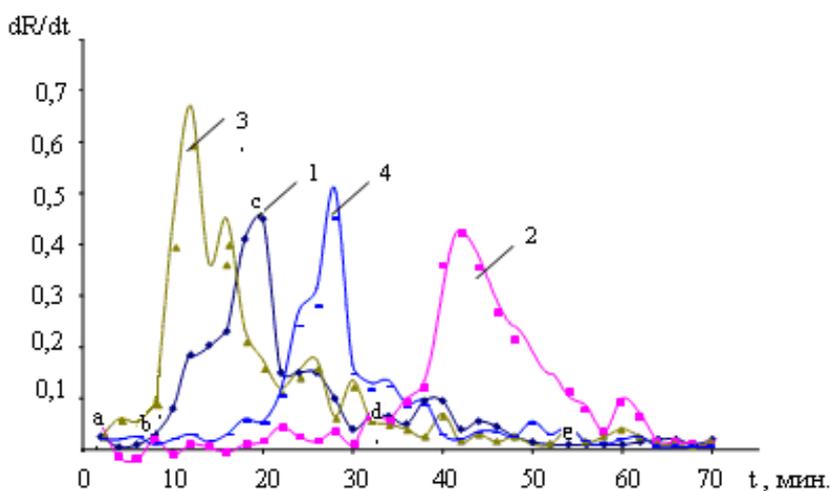


Рис. 1. Зависимость скорости изменения электросопротивления в процессе твердения гипсо-песчаной композиции:

1 – с отсутствующими на поверхности песка нанослоями;
2 – со сформированными на поверхности песка нанослоями КПАВ толщиной: 2 – 100 нм; 3 – 10 нм; 4 – 1 нм.

На рис. 1 представлены кинетические кривые изменения скорости электросопротивления при твердении гипсо-песчаных образцов с отсутствующими (кривая 1) и со сформированными на поверхности песка нанослоями различной толщины (кривые 2–4).

Из рисунка 1 следует, что процесс твердения гипсо-песчаной смеси сопровождается рядом сложных параллельных процессов: растворением, гидратацией, коллоидацией, кристаллизацией и перекристаллизацией продуктов твердения.

Выделенные участки на рисунке (кривая 1) отражают преимущественное протекание тех или иных процессов в твердеющей гипсовой композиции. Сравнение кривых рисунка показывает, что отмеченные выше стадии, характеризующие преимущественное протекание соответствующих физико-химических процессов имеют место и в случае использования песка с нанесенными на его поверхность нанослоями. Однако, в зависимости от толщины нанослоев, наблюдается изменение длительности и интенсивности указанных процессов твердения смеси. Так, при формировании на поверхности песка нанослоя толщиной 100 нм (кривая 2) наблюдается значительное увеличение участка (индукционного периода), соответствующего участку ab на кривой 1. Последнее свидетельствует о замедлении физико-химических процессов, описываемых этой стадией. В первую очередь это относится к процессам гидратации и гидроксигидратации. Замедление процессов гидратации и гидроксигидратации может быть объяснено образованием гидрофобных слоев на поверхности песка и значительным экранированием подложки. При достижении необходимой концентрации гидратированных и гидроксигидратированных частиц становится возможным протекание физико-химических процессов, соответствующих стадиям bc , cd и de . Интенсивность протекания указанных процессов и процессов, описываемых кривой 1 практически одинакова. Вместе с тем, можно полагать, что различие индукционных периодов в рассматриваемых случаях должно приводить к формированию иных структур.

При образовании на песчаной подложке поверхностного слоя толщиной 10 нм (кривая 3) наблюдается заметный рост интенсивности всех физико-химических процессов, характеризующих твердение гипсо-песчаной смеси. Наблюдаемое увеличение скорости твердения рассматриваемой композиции можно связать с тем, что поверхностные слои указанной толщины имеют большую площадь удельной поверхности и поэтому обладают высокой реакционной способ-

ностью и, по-видимому, проявляют каталитические свойства.

Формирование на поверхности песка слоя толщиной 1 нм (кривая 4), как и в случае образования на песчаной подложке слоя толщиной 100 нм, приводит к замедлению процессов растворения, гидратации и гидроксигидратации. Однако, скорость указанных процессов, описываемых кривой 4, равно как и процессы коллоидации и кристаллизации заметно выше по сравнению со скоростью процессов, описываемых кривой 2. Это обстоятельство свидетельствует о том, что гидрофобность нанослоев и экранирование ими песчаной подложки в этом случае заметно ниже.

Изменение длительности и интенсивности физико-химических процессов, ответственных за формирование гипсо-песчаных структур, вследствие наличия наноразмерных слоев (КПАВ) на поверхности песка, должно приводить к соответствующим изменениям и физико-механических характеристик затвердевших образцов [7-8]. Определение прочностных характеристик затвердевших гипсо-песчаных образцов производили через 24 часа их твердения в воздушно-сухих условиях на образцах кубической формы, размер сторон которых составлял $2,5 \cdot 10^{-2}$ м.

Таблица 1.

Физико-механические испытания гипсопесчаных образцов

Толщина нанослоев на поверхности песка, нм	$R_{сж}$, МПа	Прирост прочности, %
–	3,3	–
100	5,3	60
10	6,6	100
1	5,9	78

Действительно, из табл.1, в которой отражены прочностные показатели образцов с отсутствующими и со сформированными на поверхности песка нанослоями различной толщины следует, что прочность образцов с нанесенными на поверхность песка нанослоями значительно больше по сравнению с контрольным образцом. Вместе с тем, имеет место определенное соответствие максимумов кинетических кривых рис.1 и прочностных характеристик образцов. Более высокой величине максимума кинетической кривой соответствует и большее значение прироста прочности образцов. Увеличение прочности образцов с наполнителем, на поверхности которого имеется нанослой толщиной 100 нм, по сравнению с контрольным образцом при практически одинаковой интенсивности протекающих в них конденсационно-кристаллизационных [9–10] процессов, связано с

удлинением индукционного периода и образования, по-видимому, в этом случае более мелкокристаллической структуры.

Определение прочностных характеристик затвердевших гипсо-песчаных образцов производили согласно ГОСТ 310.4-76, 10180-74.

Выводы. СВЧ – обработка поверхностно-модифицированного кварцевого заполнителя способствует заметной его активации, проявляющейся в изменении физико-химических процессов продуктов твердения, что позволяет научно-обосновано управлять этими процессами и достигать весьма высоких физико-механических характеристик гипсо-песчаных композиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушеров-Маршак А.В., Урженко А.М. и др. Кинетика тепловыделения при гидратации полуводного гипса // Строительные материалы. 1979. № 10. С. 27–28.
2. Ядыкина В. В., Гладких Ю.П., Завражина В. И. Активация кварцевого заполнителя азотной кислотой и ее влияние на процессы твердения и прочность цементно-песчаного бетона // Журнал прикладной химии. 1987. № 2. С. 331–337.
3. Лаптева С.Н. и Гладких Ю.П.. Влияние модифицированного наполнителя на твердение и прочность гипсопесчаных композиций / 1-ая Международная научно-практическая конференция «Строительство: Тенденции и перспективы», Курск. 2014. С. 19–23.
4. Завражина В.И., Гладких Ю.П. О гидроксировании поверхности сульфатов кальция в водных средах и процессах их твердения // Журнал прикладная книга. 2010. № 2. С. 184–187.
5. Воробьев Н.К., Гольцшмидт В.А и др. Практикум по физической химии. М.: Изд. «Химия», 1964. 385 с.
6. Маслов А.Ф., Гладких Ю.П., Куликова С.Н. Влияние обработанной микроволновым облучением воды на кинетику твердения гипса / Действие электромагнитных полей на пластичность и прочность материалов: Сборник трудов VII Международной конференции // Воронежский государственный технологический университет, Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2007. С. 112–117.
7. Синюков В.В.. Вода известная и неизвестная. М.: Знание, 1987. 118 с.
8. Гладких Ю.П., Ядыкина В.В., Завражина В.И.. Повышение качества кварцевого заполнителя путем облучения // Журнал Строительные материалы. 1986. № 6. С. 32–33.
9. Слесарев В.И. и Шабров А.В.. Влияние структуры воды на ее статические и динамические свойства // Фонд развития новых медицинских технологий «Aires», Москва. 2002. С. 80–90.
10. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.

Lapteva S.N., Pavlenko V.I., Gladkikh Yu.P.

MICROWAVE PROCESSING OF SURFACE-MODIFIED QUARTZ SAND AND ITS INFLUENCE ON THE HARDENING AND STRENGTH OF GYPSUM-SAND COMPOSITIONS

In the present work we studied the influence of microwave (ultra high frequency) - processing the modified quartz filler in hardening of gypsum-sand mixtures and strength characteristics. Observed that microwave (ultra high frequency) - processing of surface-modified quartz filler contributes to a marked activation, which is manifested in the change of physico-chemical processes of hardening of products. This fact allows a scientifically-justified to manage these processes and to achieve a very high physical-mechanical characteristics of gypsum-sand compositions.

Key words: microwave treatment, KAV, nanolayers, gypsum-sand mixture.

Лаптева Светлана Николаевна, старший преподаватель кафедры физики.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: lapteva@mail.ru

Павленко Вячеслав Иванович, доктор технических наук, профессор, директор Химико-технологического института.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: ISMTB@intbel.ru

Гладких Юрий Петрович, кандидат химических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: beglavyu@mail.ru