

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ:

1. Исследование влияния токов утечки и блуждающих токов на здания и сооружения, расположенные возле электрифицированных железнодорожных путей / А.Н. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Дудин, О.С. Борзяк, А.А. Плугин, Д.А. Плугин // Вісник НТУ «ХПИ». – Харків, 2009. – № 40. – С. 88 – 104.
2. Блуждающие токи на конструкциях, зданиях и сооружениях, расположенных вблизи электрифицированных постоянным током участках железных дорог / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А. Калинин, Д.А. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Дудин, О.С. Борзяк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 131 – 143.
3. Research of influence of leakage currents and stray currents on railways on buildings and constructions / A.N. Plugin, A.A. Plugin, O. Plugin, O. Dudin, O. Borzyak // 17 Internationale Baustofftagung, 23-26 September 2009, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. – Weimar, 2009. – Band 2. – P. 1151 – 1156.
4. Механизм электрокоррозии бетонных конструкций пульсирующим однонаправленным блуждающим током или током утечки / [А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко и др.] // Науковий вісник будівництва. – Харків, 2007. – Вип. 42. – С.106 – 111.
5. Борзяк О.С. Исследование механизма воздействия токов утечки на конструкции пассажирской платформы / О.С. Борзяк // Зб.наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип.134. – С.271 – 276.

УДК 691.327

Сопов В.П., д-р техн. наук, Толмачев Д.С., аспирант
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Известно, что высокие температуры и низкая относительная влажность окружающей среды приводят к ухудшению эксплуатационных свойств твердеющих цементных бетонов. Причины этого не ограничиваются потерями влаги вследствие испарения и сопутствующими этому деформациями усадки [1]. Существуют также внутренние причины этого влияния, которые требуют дальнейшего изучения. В первую очередь, это обусловлено процессами влагопереноса в твердеющем бетоне [2].

Вода, испаряясь из цементного камня, образует в его структуре капиллярные поры. Капиллярные поры, являясь по сути транспортными путями для молекул атмосферных газов и паров воды, оказывают существенное влияние на снижение долговечности и коррозионной стойкости бетона.

Целью данной работы является исследование влияния условий твердения (влажность, температура) на характер образования продуктов гидратации це-

мента и процессы их взаимодействия с окружающей средой.

Исследование характера влияния условий твердения на свойства твердеющих цементных композитов было проведено на основе данных термического анализа цементного камня. Для этого из цементного теста нормальной густоты изготавливали образцы, твердевшие в различных условиях:

– Состав 1 – контрольный, твердел при + 20°C и относительной влажности 70...80%, был защищен от испарения влаги полиэтиленовой пленкой;

– Состав 2 – твердел при +6...12°C с ветром при относительной влажности 80...90%, не был защищен от испарения влаги;

– Состав 3 – твердел при +30...35°C с ветром и при относительной влажности 70...80% также не был защищен от испарения влаги.

Поскольку основные изменения в структуре цементного камня происходят в течение первых 3 суток, то были иссле-

дованы образцы цементного камня в этом возрасте. Дериватограммы образцов представлены на рис. 1-3. Интерпретация

и анализ дериватограмм проводились с учетом результатов, полученных авторами [3-7].

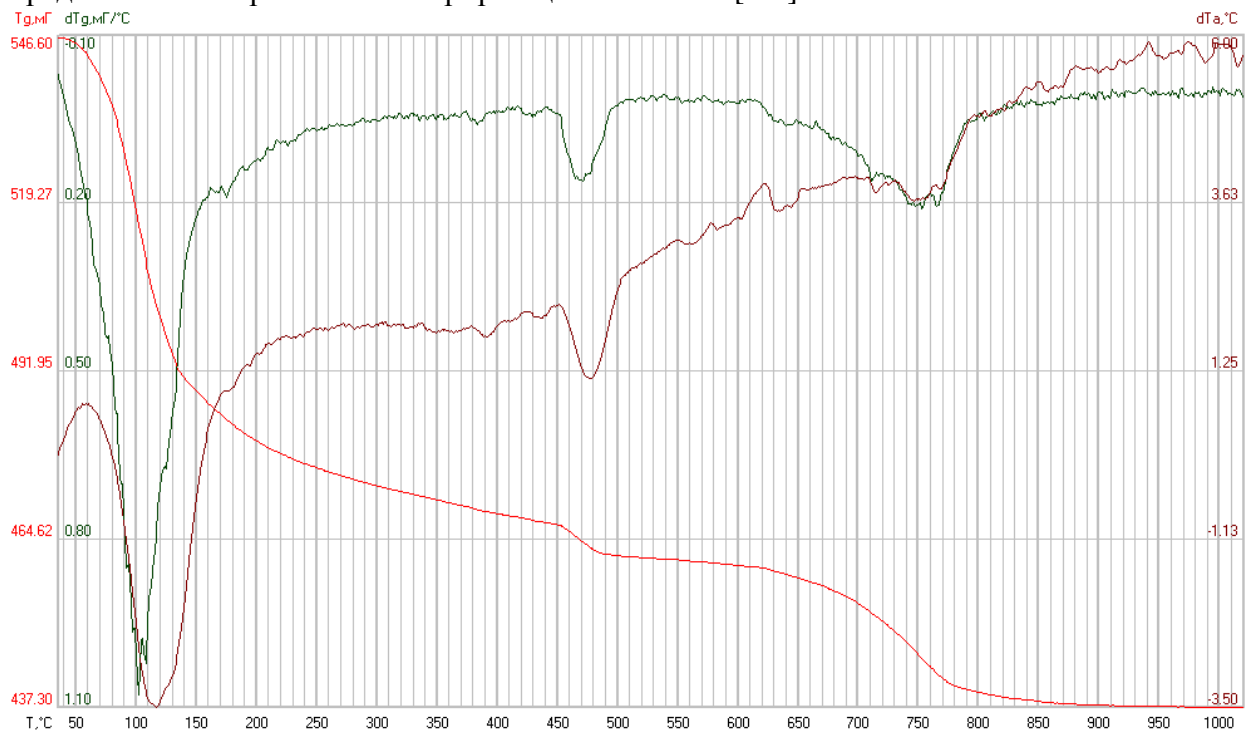


Рис. 1 – Дериватограмма образца состава 1

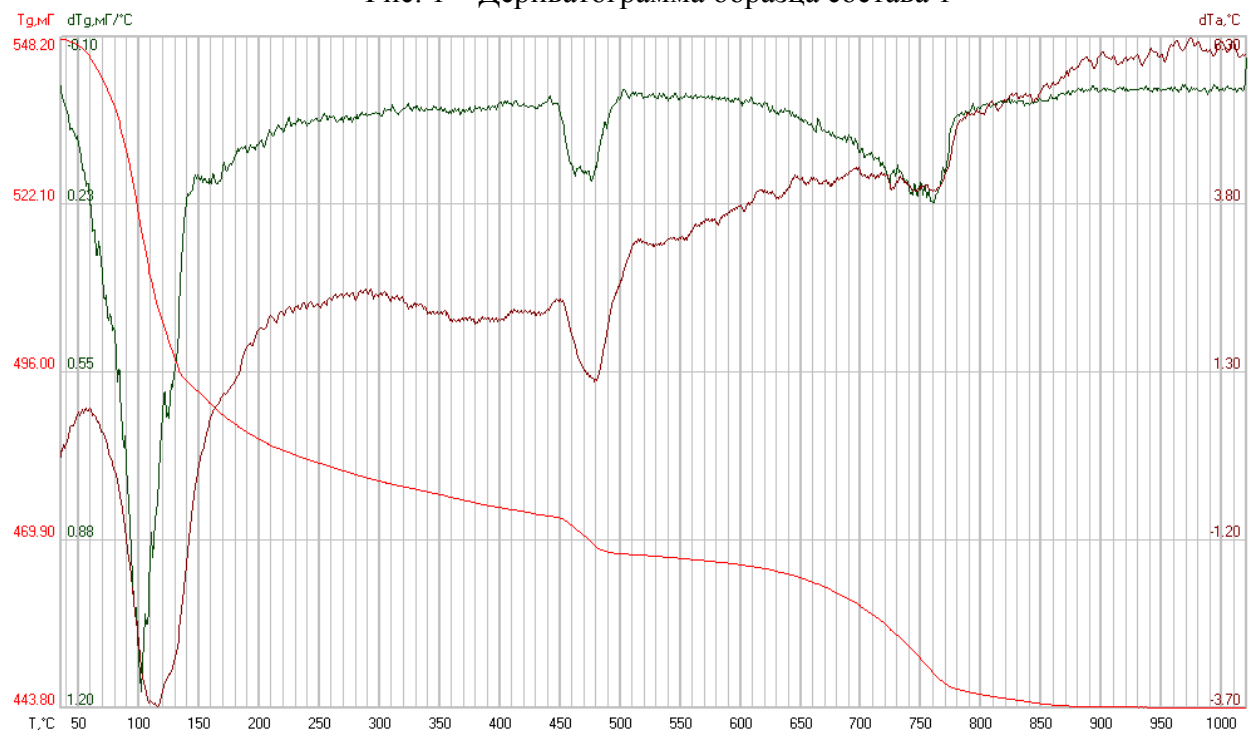


Рис. 2 – Дериватограмма образца состава 2

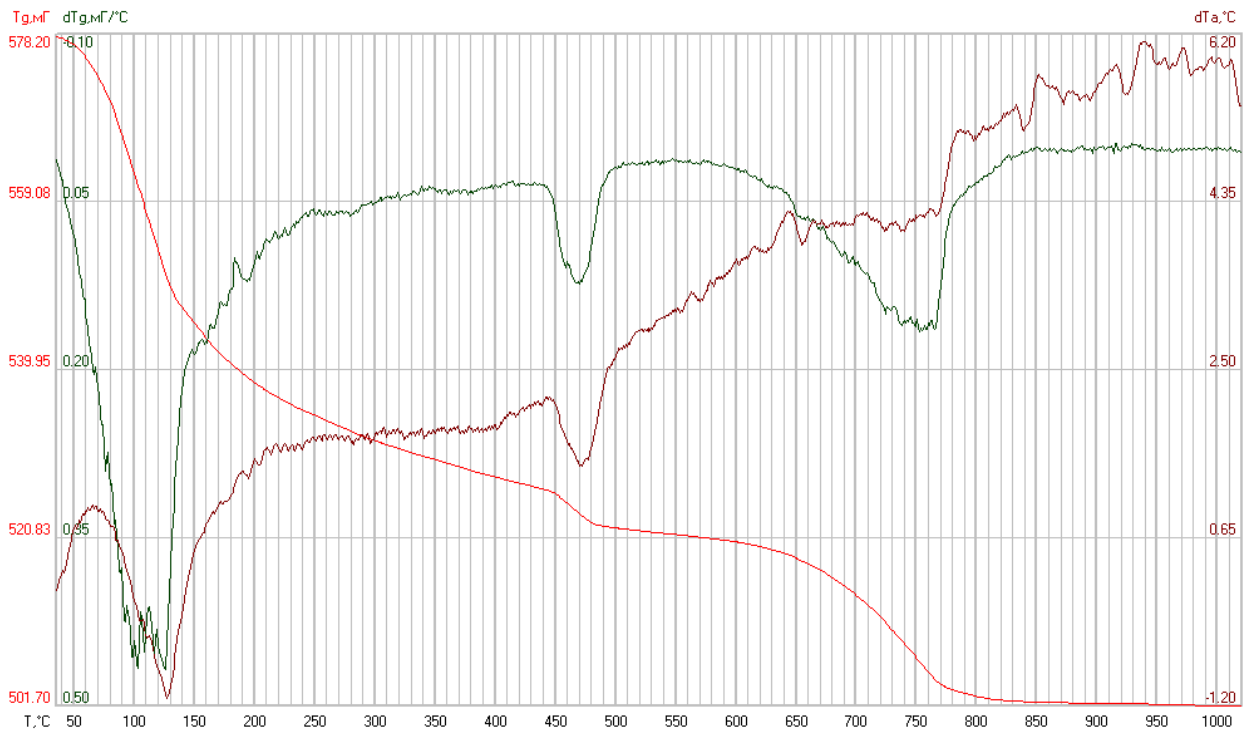


Рис. 3 – Дериватограмма образца состава 3

Характерной особенностью представленных образцов является наличие эндоэффекта на интервале 90...140°C, обусловленного наличием в составе продуктов гидратации высокосульфатной сульфогидроалюминатной фазы. Это подтверждается расчетом количества этtringита в образцах: в составе 1 - 25,29 кв.град., в составе 2 – 15,71 кв.град., в составе 3 – 12,94 кв.град. Это свидетельствует о том, что при недостаточном количестве воды (состав 3) реакция образования этtringита протекает не в полной мере.

Эндоэффект в диапазоне 450...510°C (пик 470°C) характеризует наличие Ca(OH)₂. Его величина согласуется с расчетным количеством Ca(OH)₂ в образцах: состав 1 – 33,73 кв.град., состав 2 – 30,5 кв.град., состав 3 – 25,96 кв.град. Интенсивное испарение воды в образце состава 3 не позволило гидролизироваться трехкальциевому силикату C₃S в такой же степени, как в составе 1. Меньшее содержание гидросиликатного геля в составе 2 обусловлено более низкой температурой, при которой проходили реакции гидролиза и гидратации, чем в составе 1. Кроме того, Ca(OH)₂ в составе 3 интенсивно карбонизировался под действием

углекислого газа воздуха (что подтверждает анализ количества карбонатов в составах цементного камня).

Еще один эндоэффект в области 570°C, соответствующий разложению Ca(OH)₂, также показывает наличие гидросиликатного геля. Площадь пика в составе 1 (2,55 кв. град.) больше, чем в составе 3 (1,43 кв.град) в 1,8 раза. В составе 2 он практически отсутствует. Учитывая то, что в основном гидросиликатный гель – продукт гидратации C₃S, можно предположить, что в составе 3 в реакцию вступило в 2 раза меньше C₃S, а в составе 2 некоторое количество образовавшегося Ca(OH)₂ было карбонизировано углекислым газом воздуха.

Эндоэффект при 800°C свидетельствует о декарбонизации MgCO₃. Эндоэффекты при более высоких температурах (840°C и 950°C) свидетельствуют о разложении CaCO₃. Эффект декарбонизации MgCO₃ в составе 1 (защищенном от взаимодействия с воздухом) выражен незначительно. Он присутствует в составе 2 и 3, причем количество разложившегося MgCO₃ в составе 3 в 1,5 раза больше, чем в составе 2. Это подтверждает то, что при повышенной температуре в составе 3 образовалось большее количество

карбоната магния, чем в составах 1 и 2. Эндоэффект при 840°C свидетельствует о разложении карбоната кальция. Этот эффект четко выражен для состава 3. Площадь эндоэффекта для состава 3, твердевшего при повышенной температуре, без защиты составила 4,01 кв. град., для состава, твердевшего при +6...12°C с ветром площадь уменьшилась до 1,06 кв.град., а для контрольного состава уменьшилась до 0,34 кв.град. Это свидетельствует о том, что в составе 3 количество CaCO₃ в 3,8 и 11,8 раза больше, чем в составах 2 и 1.

Эндоэффект при 925°C свидетельствует о разложении CaCO₃. Как видно из приведенных кривых ДТА, в контрольном составе, который был защищен от испарения влаги и взаимодействия с воздухом (в котором находится CO₂ – компонент, приводящий к карбонизации)

этот эффект практически отсутствует. В незначительной степени этот эффект выражен пиком с площадью 1,09 кв. град. для состава 2, твердевшего в воздушных условиях при пониженной температуре. Наибольшая площадь этого эффекта наблюдается у состава 3 – твердевшего при температуре +30...35°C с ветром. Она составила 4,99 кв.град., что в 5 раз больше, чем у состава 2. Это свидетельствует о том, что в составе 3 в первый период твердения (3 суток) интенсивно проходили процессы карбонизации выделенного гидроксида кальция.

Эндоэффект в области 50...200°C свидетельствует не только о наличии этрингита, но и о потерях влаги из гидросиликатов. Для количественного определения гидросиликатов составим таблицу потерь массы при нагреве (табл. 1).

Таблица 1 - Потери массы

№ состава	Навеска, мг	Потеря массы на температурном интервале, мг		
		50-200°C	450-510°C	800-850°C
1	546,6	63,3	5,0	-
2	548,2	45,0	5,0	0,42
3	578,2	35,23	4,24	0,54

Аналогично поступим для оценки количества кристаллического Ca(OH)₂, который определяется по потерям массы в области температур 450...500°C. Количество кальцита можно определить по потерям массы при нагреве до 800...850°C.

Учитывая, что исходные навески исследуемых проб отличались друг от друга, в табл. 2 представлены пересчитанные значения потерь массы в процентах от навески.

Анализ показал, что количество гидросиликатов в составе 1, который твердел в нормальных условиях с защитной пленкой в 1,4 раза больше, чем в составе 2, твердевшем без защиты, но при пониженных температурах и в 1,9 раза боль-

ше, чем в составе 3, который твердел без защиты при повышенных температурах.

Таблица 2 – Сравнительная оценка потери массы

№ состава	Навеска, мг	Потеря массы на температурном интервале, %		
		50-200°C	450-510°C	800°C
1	546,6	11,6	0,91	-
2	548,2	8,2	0,91	0,08
3	578,2	6,1	0,73	0,09

Количество кристаллического Ca(OH)₂ в составах 1 и 2 больше, чем в составе 3, что можно объяснить недостатком воды в этом составе, испарившейся за время твер-

дения. В то же время в составах 2 и 3, твердевших в условиях непосредственного контакта с CO₂ количество кальцита примерно одинаково. В составе 1, изолированного от влияния внешней среды, кальцита к 3 суткам твердения не обнаружено.

По результатам анализа можно сделать выводы.

1. Быстрые потери влаги, которые сопровождали твердение состава 3 не позволили образоваться гидросульфоалюминатам кальция (ГСАК) различных форм. Недостаток ГСАК отрицательно может сказаться на ранней прочности цементного камня.

2. Наибольшее количество портландита зафиксировано в образцах, твердевших в нормальных условиях. Высокая температура и отсутствие защиты цементного камня от испарения влаги привели к тому, что реакция гидратации алита в этот период прошла не полностью, что отрицательно может сказаться на прочности камня. Пониженная температура, при которой твердел цементный камень состава 2, также не позволила в полном объеме пройти гидратации алита.

3. Отсутствие защиты твердеющего камня приводит к взаимодействию Ca(OH)₂ с углекислым газом и образованию большого количества карбонатов кальция и магния. Эти соединения практически отсутствуют в составе, твердевшем в нормальных условиях. Известно, что карбонаты не только снижают прочность цементного камня, но понижают его плотность и другие свойства.

4. Показано, что интенсивное испарение влаги способствует формированию

открытых капиллярных пор, что приводит к развитию коррозионных процессов уже в ранние сроки твердения бетонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Щерба В. В. *Технология бетонирования конструкций монолитных зданий с предохранением бетона от обезвоживания путем применения пленкообразующих материалов*. Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н., Москва. – 2005. – 119 с.
2. Кравцова О.Н., Старостин Е.Г., Тимофеев А.М. *Влагоперенос в бетонах с различным содержанием противоморозной добавки*. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, том 14, №4(5), 2012. – с. 1250-1252.
3. Рамачандран В.С. *Применение дифференциального термического анализа в химии цементов*. М.: - Стройиздат.- 1977.- 408с.
4. Зубехин А. П. *Физико-химические методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие для вузов по специальности «Химические технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»* / А. П. Зубехин. – СПб: «Синтез», 1995. – 190 с.
5. Горшков В. С. *Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: учеб. пособие* / В. С. Горшков, В. В. Тимашев, В. Г. Савельев. – М.: Высш. школа, 1981. – 335 с.
6. Ларионова З. М. *Формирование структуры цементного камня и бетона* / З. М. Ларионова. – М.: Стройиздат, 1971. – 161 с.
7. Тацки Л. Н. *Современные физико-химические методы исследования строительных материалов: учеб. пособие* / Л. Н. Тацки, Э. А. Кучерова; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Новосибирск: НГАСУ, 2005. – 80 с.

УДК 666.97 (075.8)

Юнис Башир Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМЕНЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ. ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Введение. Традиционно бетонные и железобетонные трубопроводы применяются в водоводах хозяйственно-

бытовой, ливневой, промышленной канализации, дренажных, ирригационно-мелиоративных и т.д [1]. Долговечность