

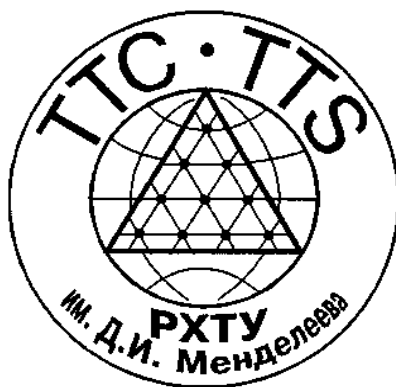
ISSN 2076-0655

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

*МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ
ПО ВЯЖУЩИМ, КЕРАМИКЕ, СТЕКЛУ И ЭМАЛЯМ*

1

2020



МОСКВА

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ВЯЖУЩИМ, КЕРАМИКЕ, СТЕКЛУ И ЭМАЛЯМ

Том 27, № 1

Январь - Март, 2020

Журнал издаётся с 1994 г. В нем публикуются актуальные материалы по проблемам современного производства, информация по экономическим и финансовым вопросам, новости науки и техники, сообщения о новых сырьевых материалах и изделиях. Журнал оказывает поддержку аспирантам, докторантам, молодым ученым и специалистам промышленности и публикует их работы по широкому кругу вопросов техники и технологии силикатов в первую очередь.

Главный редактор КРИВОБОРОДОВ Ю. Р., д-р техн. наук, проф.,

РХТУ им. Д. И. Менделеева. E-mail: ykriv@muctr.ru

Редактор-консультант КУЗНЕЦОВА Т. В., д-р техн. наук, проф. E-mail: tkouz@mail.ru

Издательский консультационный совет

БУРЛОВ Ю.А., ОАО «Подольск-Цемент», генеральный директор, д-р экон. наук; ГУСЕВ Б.В., Международная инженерная академия, президент, чл.-корр. РАН; КОЛЕСНИКОВ В.А., РХТУ им. Д. И. Менделеева, д-р техн. наук, проф.; КРАСНЫЙ Б.Л., ЗАО НТЦ «Бакор», генеральный директор, д-р техн. наук; СИГАЕВ В.Н., д-р хим. наук, РХТУ им. Д. И. Менделеева, проф.; СОЛНЦЕВ С.С., ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ, советник генерального директора, д-р техн. наук, проф.

Редакционная коллегия

БЕЛЯКОВ А.В., проф., РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия; БОБКОВА Н.М., проф., Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь; ВЕРЕЩАГИН В.И., проф., Томский политехнический университет, Россия; КУРДОВСКИЙ В., проф., Горно-металлургическая академия, Краков, Польша; НИЯЗБЕКОВА Р.К., проф., Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан; ПАЛЕАРИ А., проф., Университет Милано-Бикокка, Милан, Италия; САМЧЕНКО С.В., проф., Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия; САНИЦКИЙ М.А., проф., Национальный университет «Львовская политехника», Украина; СВИДЕРСКИЙ В.А., Национальный технический университет Украины «КПИ», проф., Киев, Украина; СИВКОВ С.П., канд. техн. наук, доцент, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

Издатель – Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Выходит 4 раза в год

Подписной индекс 87947
в объединенном каталоге «Пресса России»

Адрес редакции: 125480, Москва,
ул. Героев Панфиловцев, 20, корпус 3
«Силикатный факультет», комн. 209а
Тел./факс: (495) 496-60-09
E-mail: ykriv@muctr.ru, ykriv@rambler.ru,
journal_tts@mail.ru

Интернет: <http://it.muctr.ru/pubcenter/silikaty>

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Потапова Е.Н., Кривобородов Ю.Р.</i> Получение комплексных экологических разрешений предприятиями промышленности строительных материалов: первые итоги	2
<i>Самченко С.В., Кудряшов Н.И., Гуркин А.Ю.</i> Термодинамическая оценка влияния карбоната кальция на гидратацию цемента	6
<i>Кондращенко В.И., Титов С.П., Казаков А.А.</i> Активация цемента в мельнице вихревого типа. Часть 2. Изменение формы цементных частиц	12
<i>Сафронова Т.В., Лукина Ю.С., Сивков С.П., Тошев О.У., Казакова Г.К., Шаталова Т.Б., Филиппов Я.Ю., Малютин К.В., Азизян-Каландаряг Я.</i> Керамика на основе пиррофосфата кальция, полученная обжигом цементного камня	17
<i>Алимов Л.А., Воронин В.В., Ларсен О.А.</i> Оценка влияния компонентов бетона на формирование его структуры и свойств.....	20
<i>Самченко С.В., Абрамов М.А., Егоров Е.С.</i> Особенности протекания гидратации и твердения цементных паст с добавкой гидратированного цемента	24
<i>Гусев Б.В., Кривобородов Ю.Р., Потапова В.А.</i> Возможность вторичного применения бетонолома	28

По решению ВАК Министерства образования и науки РФ журнал включен в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук»

© РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020

TECHNIQUE AND TECHNOLOGY OF SILICATES

INTERNATIONAL JOURNAL OF BINDERS, CERAMICS, GLASS AND ENAMELS

Vol. 27, no. 1

January – March, 2020

Journal is published since 1994. It publishes relevant materials on the problems of modern production, information on economic and financial issues, science and technology news, reports of new raw materials and products. Journal provides support for students, doctoral students, young scientists and specialists of industry and publishes their works on a wide range of questions of technique and technology of silicates in the first place.

Editor-in-Chief KRIVOBORODOV Yu. R., Dr. Sci., prof., D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (MUCTR). E-mail: ykriv@muctr.ru
Editor-consultant KOUZNETSOVA T. V., Dr. Sci., prof. E-mail: tkouzn@mail.ru

Publishing advisory board

BURLOV Yu. A., JSC «Podolsk-Cement», general director, Dr. Econ. Sci.; GUSEV B. V., president of REA, academician; KOLESNIKOV V. A., MUCTR, Dr. Sci., prof.; KRASNY B. L., JSC «Bakor», general director, Dr. Sci.; SIGAEV V. N., MUSTR, Dr. Sci., prof.; SOLNTSEV S. S., FGUP «VIAM» GNZ RF, adviser of general director, Dr. Sci., prof.

Editorial board

BELAKOV A. V., prof., MUCTR, Moscow; BOBKOVA N. M., prof., Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus; VERESHCHAGIN V. I., prof., Tomsk Polytechnical University; KURDOWSKI W., prof., Academia Gorniczo-Hutnicza, Krakow, Poland; MELKONYAN R. G., academician of RAEN, foreign member of Armenian Academy of Sciences, prof., MGGU, Moscow; NIYAZBEKOVA R. K., prof., L. N. Gumilyov Eurasian University, Astana, Kazakhstan; PALEARI A., prof., University of Milano-Bicocca, Milan, Italy; SAMCHENKO S. V., prof., National Research University MGSU, Moscow; SANITSKIY M. A., prof., Lviv Polytechnic National University, Ukraine; SVIDERSKIY V. A., prof., National Technical University of Ukraine «KPI», Kiev, Ukraine; SIVKOV S. P., Ph. D., Associate Professor, MUCTR, Moscow

Publisher – D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (MUCTR)

Issue: 4 number a year

Subscription: Union catalogue «Press of Russia», index 87947

Address of editorial office: 20 Geroev Panfilovtsev str., Moscow, 125480
Tel./fax +7(495) 496-60-09
E-mail: ykriv@muctr.ru, ykriv@rambler.ru,
journal_tts@mail.ru
Internet: <http://it.muctr.ru/pubcenter/silikaty>

CONTENTS

<i>Potapova E.N., Krivoborodov Yu.R.</i> Obtaining complex environmental permissions by enterprises industry of building materials: First results	2
<i>Samchenko S.V., Kudryashov N.I., Gurkin A.Yu.</i> Thermodynamic evaluation of the effect of calcium carbonate on cement hydration	6
<i>Kondrashenko V.I., Titov S.P., Kazakov A.A.</i> Activation of cement in the mill of the vortex type. Part 2. Changing the shape of cement particles	12
<i>T. V. Safronova, Yu.S. Lukina, S.P. Sivkov, O.U. Toshev, G.K. Kazakova, T.B. Shatalova, Ya. Yu. Filippov, K.V. Malyutin, Ya. Azizyan-Kalendarag.</i> Calcium pyrophosphate ceramics obtained via firing of cement stone	17
<i>Alimov L.A., Voronin V.V., Larsen O.A.</i> Assessment of the influence of concrete components on the formation of its structure and properties	20
<i>Samchenko S.V., Abramov M.A., Egorov E.S.</i> Features of cement paste hydration and hardening processess with the addition of hydrated cement	24
<i>Gusev B.V., Krivoborodov Yu.R., Potapova V.A.</i> Possibility of secondary application concrete breaker	28

ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ГИДРАТАЦИИ И ТВЕРДЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ С ДОБАВКОЙ ГИДРАТИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА

Самченко С.В., Абрамов М.А., Егоров Е.С.

Статья посвящена определению влияния добавки предварительно гидратированной цементной суспензии (ПГД) на тепловыделение при гидратации цемента. Предварительная гидратация цемента происходила в течение 2, 4, 6 часов при В/Ц равном 0,7 и при принудительном перемешивании. Результаты измерения тепловыделения были получены с помощью простого калориметра, а испытание проводилось в течение 28 часов. Введение добавки ПГД2-10%, ПГД4-10% и ПГД6-10% приводит к смещению пика тепловыделения на 1,5, 2,4, 2,5 часа раньше контрольного. Сделаны выводы о том, что эта добавки приводит к интенсификации тепловыделения и, следовательно, оказывает влияние на гидратацию цемента, а также свойства цементной пасты и камня. Полученные выводы об ускорении гидратации, схватывания и твердения цементной пасты соотносятся с ранее проведенными испытаниями прочности и сроков схватывания.

Ключевые слова: добавки в бетоны, тепловыделение, гидратация, кинетика твердения, сроки схватывания, калориметр.

Введение. Минеральные и химические добавки в бетонные смеси, так или иначе, оказывают влияние на гидратацию цемента. Для установления влияния различных видов добавок на физико-механические свойства получаемых материалов традиционно используются стандартные методы испытания, требующие большое количество времени (от 3 до 28 суток и более), а также специализированное оборудование (гидравлический пресс, виброплощадка и др). В настоящее время для исследования свойств бетонов одним из вариантов ускорения исследования прибегают к таким методам, как например, измерение тепловыделения образцов. На основе результатов этого метода идентифицируют протекающие процессы и прогнозируют изменение кинетики твердения [3–6]. Известно, что увеличение показателя тепловыделения соотносится с повышением степени гидратации цемента, которое определяет такие характеристики бетонов как пористость и, следовательно,

прочность [7]. Так же известно, что для перехода от коагуляционной структуры цементной пасты к кристаллической необходимо образование достаточного количества и размеров кристаллов-новообразований, в результате которого уменьшится пространство между ними и в результате их срачивания установится прочная связь [8,9]. В тоже время на процесс кристаллизации новообразований оказывает влияние выделяющаяся теплота, скоростью её отвода и др. [2]. Эти явления являются обоснованием для использования метода измерения тепловыделения для оценивания и прогнозирования влияния различных видов добавок на свойства бетонов.

Целью данного исследования было определение влияния добавки предварительно гидратированной цементной суспензии (ПГД) на тепловыделение при гидратации цемента.

Материалы и методы. Для исследования физико-химических закономерностей твердения вяжущих композиций использовался цемент марки 500 Д0 (СЕМ I 42,5 Н) АО «Подольск-Цемент» следующего минералогического состава (%): C_3S – 60,00; C_2S – 12,00; C_3A – 3,00; C_4AF – 21,00. Химический состав клинкера представлен в таблице 1.

Получение предварительно гидратированной цементной добавки осуществлялось путём смешения цементной навески с водой. Цемент для предварительной

Таблица 1 — Химический состав клинкера АО «Подольск-Цемент»

Содержание оксидов (%)	ППП	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	R ₂ O
Клинкер	0,92	62,75	20,10	4,56	8,72	1,99	0,57	1,58

Исследовались следующие составы цементных паст: контрольный состав – исходный цемент без добавок; цементные пасты с маркировкой ПГД2-10%, ПГД4-10%, ПГД6-10% – смеси, приготовленные с применением, предварительно гидратированными добавками (ПГД) в течение 2, 4 и 6 часов соответственно, количество сухих веществ в которых равно 10% от массы цемента образца.

Тепловыделение определялось на собранной установке, представленной на рис. 1. Установка представляет собой изоляционный корпус из теплоизоляционного материала (пенопласт плотностью 10 кг/м³ толщиной 22 мм) в который помещается измерительная ёмкость – цилиндр из картона толщиной 1 мм, внутренняя сторона которого покрыта слоем фольги. Диаметр ёмкости составлял 74 мм, а высота 118 мм. Цилиндр закрывается пластиковой крышкой, в которую вставлен стержень с термопарой, как показано на рис. 1. Значение температуры выводится на дисплей регулятора-измерителя ТРМ-202. Полученные данные фиксируются с помощью фотоаппарата.

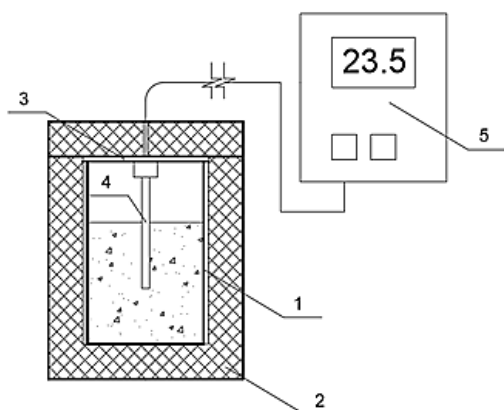


Рисунок 1 – Установка для измерения тепловыделения цемента

1 – измерительная ёмкость; 2 – теплоизоляционный корпус; 3 – крышка; 4 – термопара; 5 – регулятор-измеритель

Методика проведения эксперимента заключается в следующем. Исходные компоненты и оборудование перед началом эксперимента выдерживаются в одинаковых условиях до выравнивания их температуры.

Из исходных компонентовготавливаются составы цементного теста с водоцементным отношением 0,4 с использованием добавок ПГД2-10%, ПГД4-10%,

гидратации в количестве 10% от массы цемента для получения образца смешивали с необходимым количеством воды. Водоцементное отношение принято равным 0,7. Предварительная гидратация происходила в течение 2, 4-х и 6-ти часов и принудительном перемешивании смеси. Готовую добавку смешивали с необходимым количеством воды для приготовления цементного теста. Полученным таким образом раствором затворяли цемент.

ПГД6-10%, а также контрольный состав без добавки. Концентрация гидратированного цемента в воде для приготовления теста равняется 210 г/л. Момент времени затворения цемента фиксируется.

В измерительную ёмкость помещается образец приготовленного состава цементного теста объёмом 220 см³. Ёмкость закрывается крышкой с термопарой. В течение двух часов с периодичностью 2 минуты фиксируются показания с прибора ТРМ-202 с помощью фотоаппарата. По прошествии 2 часов периодичность регистрации показаний увеличивается до 5 минут. Эксперимент завершается через 24 часа. После завершения эксперимента данные обрабатываются и составляются графики относительного и дифференциального показателя тепловыделения образцов.

Обработка результатов эксперимента заключается в следующем. По формуле 1 рассчитывается относительный показатель тепловыделения образца в каждый момент времени с пересчетом на массу активных веществ (гидратированного и не гидратированного цемента):

$$Q = \frac{t_i - t_0}{m}, \quad (1)$$

где: t_i – температура в момент времени τ , °С;

t_0 – температура в начальный момент времени, °С;

m – масса активного вещества для получения теста, г. Для контрольного состава равен 320 г, для составов с добавкой 352 г.

По полученным по формуле 1 значениям строится график зависимости относительного показателя тепловыделения, Q от времени τ .

Дополнительно к этому графику построен дифференциальный график зависимости отношения приращений температуры к интервалу снятия отсчетов ($\Delta t / \Delta \tau$), от времени τ . Эти графики были сглажены с помощью скользящей средней функции с интервалом 8.

Результаты и обсуждение.

Результаты определения влияния добавки предварительно гидратированной цементной суспензии (ПГД) на тепловыделение при гидратации цемента представлены на графиках относительного и дифференциального показателя тепловыделения образцов (рис.2 и 3).

В результате проведенного эксперимента по исследованию протекания экзотермических реакций при гидратации цементного теста установлено, что использование ПГД полученной при продолжительности гидрата-

ции 2 часа и более приводит к снижению количества теплоты выделяемого в самом начале гидратации (сразу после затворения). Это объясняется тем, что введенные гидратированные частицы прошли первый период тепловыделения (гидратации), и находятся на более поздних периодах (на втором – индукционном и в начале третьего) и не так энергично реагируют, как свежезатворенный цемент, в комплексе показывая с ним более низкий показатель. Второй период характеризуется ма-

лыми тепловыделениями, которые объясняются формированием и дальнейшим ростом гидратных оболочек вокруг цементных частиц, препятствующих реакции цемента с водой. Начало третьего периода так же характеризуется не большими тепловыделениями, которые со временем будут нарастать за счет возобновления реакций гидратации ввиду разрушения гидратных оболочек от сброса энергии поверхностного натяжения при их критическом размере и ростом кристаллогидратов.

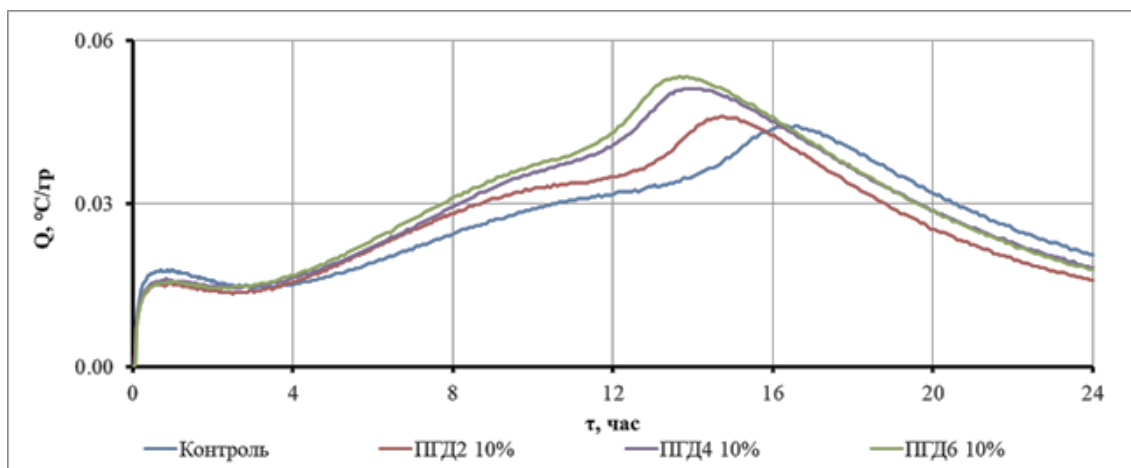


Рисунок 2 – Изменение относительного показателя тепловыделения образцов

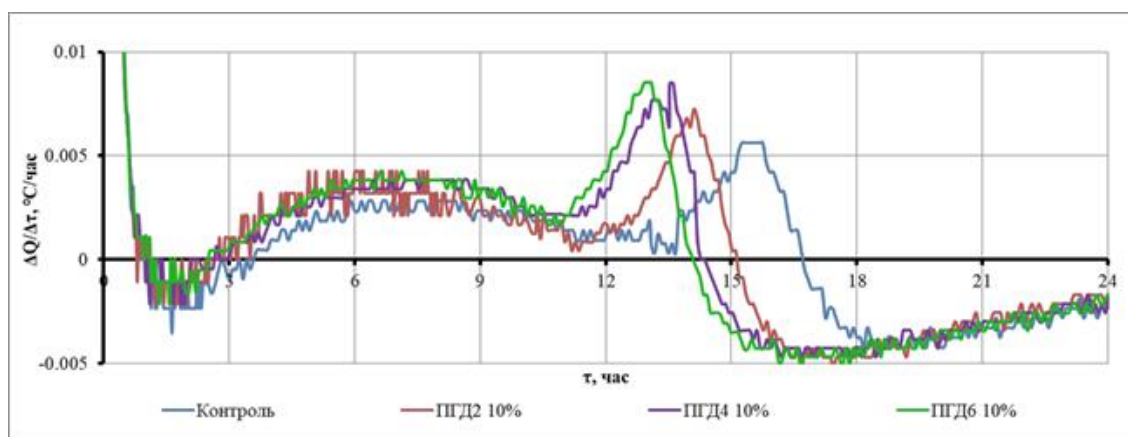


Рисунок 3 – Дифференциальная кривая изменения показателя тепловыделения

Падение температуры после первого пика для всех составов объясняется значительным замедлением протекания реакции (в этом случае количества выделяемой теплоты недостаточно, чтобы компенсировать теплообмен с окружающей средой). Таким образом, после 0,5 часа гидратации вне зависимости от исследуемого состава начинается индукционный период, характеризующийся замедлением процессов взаимодействия частиц цемента с водой. Необходимо отметить, что у составов с использованием ПГД падение температуры происходит несколько медленнее, чем у контрольного образца (рис. 4). Это обусловлено тем, что в этих образцах реакции гидратации продолжают протекать, и тем они интенсивнее, чем дольше проходила предварительная гидратация.

Сравнение можно произвести по коэффициенту k , определяемому как тангенс угла наклона аппроксимирующей прямой. Для контрольного образца этот коэффициент равен $-0,15 \cdot 10^{-2}$, а для ПГД2-10%, ПГД4-10% и

ПГД6-10% – $0,09 \cdot 10^{-2}$, $-0,07 \cdot 10^{-2}$ и $-0,05 \cdot 10^{-2}$ соответственно.

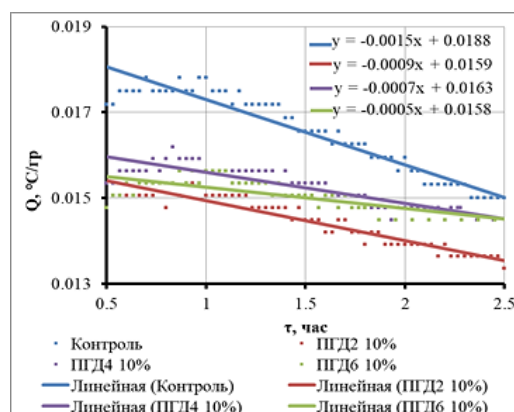


Рисунок 4 – Увеличенный фрагмент графика изменения относительного показателя тепловыделения образцов от времени твердения

В дальнейшем образцы с добавлением ПГД показали более интенсивное тепловыделение, которое характеризовалось достижением более высокой температуры и смещением второго по величине температурного пика на более ранний период времени. Смещение пика для ПГД2-10% составило 1,5 часа, для ПГД4-10% – 2,4 часа и для ПГД6-10% – 2,5 часа (рис.3).

Увеличение тепловыделения обычно свидетельствует об ускорении гидратации и в то же время это приводит к ускорению схватывания [1]. Этот факт необходимо, несомненно, учитывать при проектировании бетонных и растворных смесей с применением предварительно

но гидратированной добавки цемента. Изменение показателей тепловыделения позволяют говорить об изменении в динамике роста прочности [10], а также о сокращении сроков схватывания и ускорении набора прочности [11,12].

Изменение свойств цементного теста при введении предварительно гидратированной цементной суспензии приведены в табл. 2. В графиках прочности на сжатие в числителе представлен показатель в МПа, а в знаменателе отношение показателя исследуемого состава к контрольному в процентах.

Таблица 2 – Изменение свойств цементного теста при применении ПГД

Состав	Начало схватывания, мин	Конец схватывания, мин	Прочность на сжатие через 7 суток, МПа	Прочность на сжатие через 14 суток, МПа	Прочность на сжатие через 28 суток, МПа
К	195	315	69,94/100%	73,08/100%	77,91/100%
ПГД2 10%	175	270	72,42/104%	75,47/103%	78,63/101%
ПГД4 10%	135	195	74,89/107%	77,86/107%	79,35/102%
ПГД6 10%	155	180	77,37/111%	80,25/110%	80,07/103%

Как видно из представленных данных предварительно гидратированная добавка цемента ускоряет процессы потери подвижности цементной пасты, что приводит к сокращению сроков схватывания. Это обусловлено ускоренным развитием коагуляционной и кристаллизационной структуры цементного теста, что сопровождается приростом прочности на сжатие. Так прирост прочности через 7 и 14 суток фиксируется на 3 – 11%, а в 28 суток лишь на 1 – 3%, что свидетельствует о влиянии ПГД на начальных стадиях структурообразования и набора прочности образцами.

Заключение.

Изучено влияние предварительно гидратированной суспензии (ПГД) в количестве 10% с продолжительностью

предварительной гидратации 2, 4 и 6 часов на тепловыделение цементной пасты. Установлено, что добавка ПГД приводит к интенсификации тепловыделения, что фиксируется смещением пика тепловыделения на 1,5, 2,4, 2,5 часа раньше контрольного.

Введение добавки ПГД2-10%, ПГД4-10% и ПГД6-10% оказывает влияние на гидратацию цемента, и, следовательно, модифицирует свойства цементной пасты и приводит к ускорению гидратации, схватывания и твердения цементной пасты за счет более интенсивного протекания коагуляционных процессов в цементной пасте с меньшим индукционным периодом, чем у контрольного цемента.

Литература:

1. Аяпов У.А., Бутт Ю.М. Твердение вяжущих с добавками интенсификаторами. Алма Ата: «Наука» КазССР, 1978. 256 с.
2. Самченко С.В. Формирование и генезис структуры цементного камня / Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49874>
3. Фомина Н.Н., Кебедов М.Б. Применение методов калориметрии в исследовании процессов гидратации портландцемента // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2016. Т. 1, № 15. С. 26–28.
4. Лотов В.А. О взаимодействии частиц цемента с водой или вариант механизма процессов гидратации и твердения цемента // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, № 1. С. 99–110.
5. Бутакова, М.Д. Влияние добавок на тепловыделение цементов / М.Д. Бутакова, Р.Ф. Галаяув, А.С. Сартаков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 38–41. DOI: 10.14529/build160407
6. Пашковский П.С., Пешитбай Г.И., Галухин Н.А. Влияние тепловыделения цементных материалов на кинетику ранней прочности взрывоустойчивой перемычки // Научный вестник НИИГД «Респиратор». 2019. Т. 1, № 56. С. 47–56.
7. Несветаев Г.В., Та Ван Фан. Тепловыделение при гидратации и предел прочности цементного камня // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 3. С. 1–5.
8. Bullard J.W. Mechanisms of cement hydration // Cem. Concr. Res. Elsevier B.V., 2011. Т. 41, № 12. С. 1208–1223.
9. Scrivener K.L., Juilland P., Monteiro P.J.M. Advances in understanding hydration of Portland cement // Cem. Concr. Res. Elsevier Ltd, 2015. Т. 78. С. 38–56.

References:

1. Ajapov U.A., Butt Ju.M. The hardening of binders with intensifiers additives. Alma Ata: «Nauka» KazSSR, 1978. 256 p.
2. Samchenko S.V. Formation and genesis of the structure of cement stone / Monografija – M.: MGSU, Aj Pi Jer Media, JeBS ASV, 2016. – 284 p. Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/49874>
3. Fomina N.N., Kebedov M.B. Application by calorimetry in the study of cement hydration ARTS // Tehnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve. 2016. V. 1, № 15. pp. 26–28.
4. Lotov V.A. Interaction of cement particles with water or mechanism of hydration and hardening of cement// Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2018. V. 329, № 1. pp. 99–110.
5. Butakova M.D., Galyauv R.F., Sartakov A.S. The Effect of Additives on Heat Emission of Concrete. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture. 2016, vol. 16, no. 4, pp. 38–41. (in Russ.). DOI: 10.14529/build160407
6. Pashkovskij P.S., Pefitbaj G.I., Galuhin N.A. Influence of heat release of cement materials on initial strength kinetics of a blast-resistant stopping // Nauchnyj vestnik NIIGD «Respirator». 2019. V. 1, № 56. pp. 47–56.
7. Nesvetaev G.V., Ta Van Fan. Heat release during hydration and compressive strength of cement stone // In-ternet-zhurnal «Naukovedenie». 2013. № 3. pp. 1–5.
8. Bullard J.W. Mechanisms of cement hydration // Cem. Concr. Res. Elsevier B.V., 2011. V. 41, № 12. S. 1208–1223.
9. Scrivener K.L., Juilland P., Monteiro P.J.M. Advances in understanding hydration of Portland cement // Cem. Concr. Res. Elsevier Ltd, 2015. V. 78. pp. 38–56.

10. Адамцевич А.О., Пашкевич С.А., Пустовгар А.П. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения // Инженерно-Строительный Журнал. 2013. Т. 3 (38). С. 36–42.
11. Самченко С.В., Егоров Е.С. Влияние ультрадисперсной добавки из предварительно гидратированного цемента на свойства цементной пасты // Техника и технология силикатов. 2019. Т. 26, № 2. С. 52–57.
12. Красникова Н.М., Морозов Н.М., Казанцева А.С. О возможности использования шлама переработки бетонных отходов // Известия КГАСУ. 2015. Т. 3, № 33. С. 121–126.

10. Adamcevich A.O., Pashkevich S.A., Pustovgar A.P. Application of calorimetry for prognosticating strength increase of fast-curing cement systems // Magazine of Civil Engineering. 2013. V. 3 (38). pp. 36–42.
 11. Samchenko S.V., Egorov E.S. Effect of ultra-dispersed additive from preliminary hydrated cement on the properties of cement paste // Technique and Technology of Silicates. 2019. V. 26, № 2. pp. 52–57.
 12. Krasnikova N.M., Morozov N.M., Kazanceva A.S. On the possibility of the use of sludge produced from concrete waste recycling // Izvestija KGASU. 2015. V. 3, № 33. pp. 121–126.
-

Самченко Светлана Васильевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»), *E-mail:* SamchenkoSV@mgsu.ru

Абрамов Михаил Андреевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология строительного производства» ФГБОУ ВО Ярославский государственный технический университет. *E-mail:* Abramovma.yar@mail.ru

Егоров Егор Сергеевич – аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ») *E-mail:* Egoroves_ystu@mail.ru

² Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (Russia, Moscow)

³ Moscow Polytechnic University (Moscow, Russia)

⁴ University of Mohaghegh Ardabili (Iran, Ardabil)

⁵ Sabalan University of Advanced Technologies (Iran, Namin)

Ceramics based on β -calcium pyrophosphate β -Ca₂P₂O₇ were obtained by firing of samples formed from a paste including water, monocalcium phosphate monohydrate Ca(H₂PO₄)₂·H₂O and calcium citrate tetrahydrate Ca₃(C₆H₅O₇)₂·4H₂O at the molar ratio Ca/P=1. According to XRD data, the sample after hardening and drying included brushite CaHPO₄·2H₂O, monetite CaHPO₄, and monocalcium phosphate monohydrate Ca(H₂PO₄)₂·H₂O. After firing at 1000°C, the phase composition of the ceramic was represented by β -calcium pyrophosphate β -Ca₂P₂O₇. The paste of the suggested composition can be used for plastic molding of pre-ceramic samples and products, including extrusion layer-by-layer printing. Ceramics obtained by firing of cement stone formed from the described hardening paste can be used as resorbable materials for bone implants.

Keywords: monocalcium phosphate monohydrate, calcium citrate tetrahydrate, chemical binding, brushite, monetite, phase transformations, calcium pyrophosphate, ceramics

Alimov L.A., Voronin V.V., Larsen O.A. Assessment of the influence of concrete components on the formation of its structure and properties

Alimov L.A., Voronin V.V., Larsen O.A. NRU MGSU Moscow state University of civil engineering, Moscow, Russia

The main statements on structural and technological theory are considered. The influence of concrete components on structure formation and properties is obtained by their quantitative values. The presented structural and technological characteristics are common for concrete and concrete mixture. It is possible to optimize the composition of concrete, based on the dependencies of the type "composition-structure-properties". This approach creates the basis for computer modeling on the concrete structure and properties. By the use of various supplementary cementitious materials it is possible to optimize the composition by mathematical models "structure-properties" and by establishing three argumentative characteristics. These include: the volume concentration of cement paste in concrete, the affective water-cement ratio at the end of the formation period of the structure and the hydration degree of cement.

Keywords: cement paste, mortar and concrete mixture, structural and technological characteristics, period of structure formation, structure, properties.

Samchenko S.V., Abramov M.A., Egorov E.S. Features of cement paste hydration and hardening processes with the addition of hydrated cement

Samchenko S.V., Egorov E.S. NRU MGSU Moscow state University of civil engineering, Moscow, Russia

Abramov M.A. Yaroslavl State Technical University, Russia

The article is about application calorimetry method for influence investigation of the additive of pre-hydrated cement slurry (PHC) on cement hydration. Pre-hydration of the cement lasted 2, 4, 6 hours with forced mixing at W/C equal to 0.7. The results of heat measurement were obtained by using a simple calorimeter. The test was carried out for 28 hours. It is shown that the addition of PHC2-10%, PHC4-10% and PHC6-10% leads to an offset the peak of heat generation by 1.5, 2.4, 2.5 hours earlier. It is concluded that this additive leads to intensification of heat generation and, consequently, affects the hydration of cement, as well as the properties of cement paste and stone. The obtained conclusions about the acceleration of hydration, setting time and hardening cement paste are correlated with earlier tests of strength and setting time.

Keywords: addition in concrete, heat of hydration, kinetic of hardening, setting time, calorimeter.

Gusev B.V., Krivoborodov Yu.R., Potapova V.A. Possibility of secondary application concrete breaker

Gusev B.V. President of the International and Russian Engineering Academies, Doctor of Technical Sciences, Professor, member of the Russian Academy of Sciences.

Krivoborodov Yu.R. Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

The authors raised the issue of the secondary use of concrete scrap and substandard reinforced concrete products. Analysis of the experience of using concrete scrap in the practice of building materials science showed that the use of these wastes in production has not been fully explored in the field of technology for building materials and products. In this article, a physicochemical study of the properties of concrete scrap is carried out.

Keywords: secondary concrete, concrete breaker, differential - thermal analysis, physicochemical analysis, substandard construction products, compressive and bending strength, construction, concrete, cement paste.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

Международный журнал
по вяжущим, керамике, стеклу и эмалям
Том 27, № 1

Издатель РХТУ им. Д. И. Менделеева

Редактор и корректор Т. В. Кузнецова
Верстка Н. Н. Морозова

Подп. к печ. 25.03.2020. Печ. л. 4,0. Усл. печ. л. 4,1. Формат 60x90/8
Печать офсетная. Заказ 15. Тираж 100 экз.
Отпечатано в типографии РХТУ им. Д. И. Менделеева
125047, Москва, Миусская пл., 9
