

Л.Я.Лаврега, канд. техн. наук,
Р.Г.Симонович, Т.А.Усольцева (БПИ)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТВЕРДЕНИЯ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Одним из наименее трудоемких и весьма эффективных способов повышения плотности бетона, его износостойкости и коррозионной стойкости является введение в бетонную смесь полимерных добавок в количестве от 0,5 до 20% от массы цемента. Повышая прочностные показатели бетона на 20–50%, в частности прочность при изгибе и растяжении, уменьшая в несколько раз водо- и газопроницаемость, а также истираемость, увеличивая сопротивление удару и стойкость в химически агрессивных средах, полимерные добавки значительно влияют на процессы коагуляционного и кристаллизационного структурообразования цементного камня. Характер этого влияния определяется природой функциональных групп, их количеством, однако установлено, что большинство полимерных добавок замедляет твердение цемента, уменьшает степень его гидратации [1].

С целью уменьшения замедляющего действия полимерных добавок на процессы твердения цемента рекомендуется ряд новых способов введения их в бетонную смесь. Так, И.Л.Кринкин предлагает вводить низкомолекулярный полиэтилен или пропилен в зоне контактов заполнителя с вяжущим [2]. В.И.Соломатов и др. предлагают вводить полимерные добавки в цементные бетоны в виде полимерминеральных веществ, представляющих собой тонкодисперсные минеральные частицы, активизированные полимерами, получаемые совместным помолом песка, горных пород, шлака, керамзита с полимерными веществами как водорастворимыми, так и водонерастворимыми [3]. Предлагаемые способы, безусловно, несколько уменьшают замедляющее действие полимерных добавок на процессы твердения цементного камня, однако в случае применения водорастворимых смол, а также дисперсий полимеров этот эффект замечен только в начальный период затворения бетонной смеси водой. В дальнейшем, надо полагать, изменение состава жидкой фазы за счет полимерной составляющей вызовет протекание соответствующих адсорбционных процессов на частичках цемента и будет способствовать замедлению его гидратации. Кроме того, указанные способы активации заполнителя полимерными веществами весьма трудоемки и заметно усложняют технологию изготовления полимерцементных бетонов.

Изучение технологических свойств полимерцементных бетонов на водорастворимых смолах (№ 89, ДЭГ-1), а также на полиэтиленовой эмульсии позволило установить, что воздействия добавок на процессы схватывания и твердения цементного камня значительно зависят от его минералогического состава и от содержания активных минеральных добавок. Так, смолы № 89 и ДЭГ-1 оказывают ускоряющее (№ 89) или незначительное замедляющее (ДЭГ-1) действие на портландцементы с высоким содержанием C_3A и C_3S , в пуццолановых цементах смола № 89 не вызывает интенсификации твердения, а смола ДЭГ-1 значительно замедляет процессы схватывания и твердения [4].

Изучение технологических свойств и кинетики структурообразования полиэтиленцементных бетонов на цементах различного минералогического состава показало, что указанные характеристики могут колебаться в широких пределах. Так, при введении полиэтиленовой эмульсии в портландцементы нормальная плотность их уменьшается на 25%, в пуццолановых же и шлакопортландцементах пластичность практически не изменяется, при этом сроки схватывания сокращаются в 3 раза, в то время как в смесях с портландцементом они замедляются в 1,5 раза. Аналогично изменяется стабильность смесей, определяемая по методике Г.Ф.Слипченко [5]. Системы "портландцемент - ПЭЭ - вода" стабильны, "шлакопортландцемент, пуццолановый цемент - ПЭЭ - вода" с течением времени коагулируют (табл. 1). Причины указанного поведения полиэтиленовой эмульсии объясняются различной химической активностью ее при изменении минералогического состава цемента и вследствие этого - различными физическими явлениями на границе раздела фаз. Так, при введении ПЭЭ, представляющей собой частички полиэтиленового воска размером до 1 мкм, стабилизированные в воде оксиэтилированными спиртами и триэтаноламином в присутствии щелочей ($pH=9$) с концентрацией их в жидкой фазе цементного теста соответственно полиэтиленового воска - 1500-3200 мг/л, оксиэтилированных спиртов - 500-1300 мг/л и триэтаноламина - 100-240 мг/л, химическую активность, прежде всего, проявляют оксиэтилированные спирты и триэтаноламин, образующие с C_3A и $Ca(OH)_2$ нерастворимые соли металла [1], оказывая гидрофобизирующее действие на цемент.

Для регулирования стабильности полимерцементных смесей и сроков их схватывания и твердения необходимо изменить характер адсорбции полимерной составляющей на цементных зернах, что может быть достигнуто путем химической активации, т. е. дополнительного введения поверхностно-активных веществ, элект-

Таблица 1

Стабильность систем "ПЭЭ - цемент - вода"

Проба цемента	Активаторы				Диаметр расплыва смеси на вискозиметре Сутгарда	
	ОП-7	CaCl ₂	NaNO ₂	K ₂ CO ₃	через 45 мин t = 50°C	через 3 ч t = 20°C
Пуццо- лановый	-	-	-	-	смесь коагу- лирует	смесь коа- гулирует
порт- ланд- цемент	+	-	-	-	смесь коагу- лирует	смесь коа- гулирует
	-	+	-	-	12	11
	+	+	-	-	-	22
Порт- ланд- цемент № 1	-	-	-	-	-	8
	-	+	-	-	8	9,5
	+	+	-	-	8	-
	-	+	+	-	9	-
Порт- ланд- цемент № 2	-	-	-	-	-	14
	+	-	-	-	-	22
	-	+	-	-	22	15
	+	+	-	-	22	22
	-	-	-	+	-	16
Шлако- порт- ланд- цемент	-	-	-	-	смесь коагу- лирует	смесь коа- гулирует
	+	-	-	-	смесь коагу- лирует	-
	-	+	-	-	-	11
	+	-	-	+	-	22

Примечание. Добавка ОП-7 вводилась в количестве 10% от ПЭЭ (по сухому веществу), соли-электролиты вводились в количестве 2% от массы цемента.

тролитов или физической активации - наложением внешнего электромагнитного поля.

Влияние различных химических активаторов на стабильность систем "ПЭЭ - цемент - вода" видно из табл. 1.

Аналогично изменяются сроки схватывания. Характерно, что пуццолановые портландцементы при введении ПЭЭ быстро схватываются и твердеют, начало схватывания у них наступает через 45 мин, в то время как у портландцементов без добавки

онно наступает через 3 ч 40 мин, у портландцементов с ПЭЭ – через 4 ч 30 мин. Соответственно изменяются показатели конца схватывания: 2 ч 10 мин, 6 ч 30 мин и 8 ч 35 мин.

Введение электролитов CaCl_2 , BaCl , NaNO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CO_3 и др. позволяет регулировать сроки схватывания и твердения в необходимом направлении. При этом прочность при сжатии полиэтиленцементных бетонов в возрасте одних суток увеличивается в 2–3 раза, оставаясь к 28 суткам на 10–20% выше прочности обычных бетонов, прочность при изгибе полиэтиленцементных бетонов без солей – электролитов и с солями соответственно в 1,3 и в 1,45 раза выше, чем у обычных бетонов. Одновременно возрастает коррозионная стойкость бетонов и уменьшается истираемость [8].

Улучшению технологических свойств и ускорению процессов твердения полимерцементных бетонов способствует обработка полимерной составляющей в электромагнитном поле.

Наложение электромагнитного поля на полимерводный раствор вызывает возбуждение двойного диффузионного слоя заряженных сферических коллоидных частиц, происходит ориентация макромолекул и раскручивание их с образованием фибриллярной надмолекулярной структуры [9]. При этом перераспределение ионов диффузионной части двойного электрического слоя вдоль поверхности частицы приводит к ее поляризации и возникновению дополнительного электрического поля. В результате поляризации общий энергипотенциал макромолекулярной частицы значительно увеличивается, макромолекула с освобожденными функциональными группами становится более реакционноспособной [10].

Так, обработка полимерводного раствора смолы ДЭГ-1 в постоянном электрическом поле напряженностью 5–50 В/см в течение 5–15 мин способствует, как показали опыты, значитель-

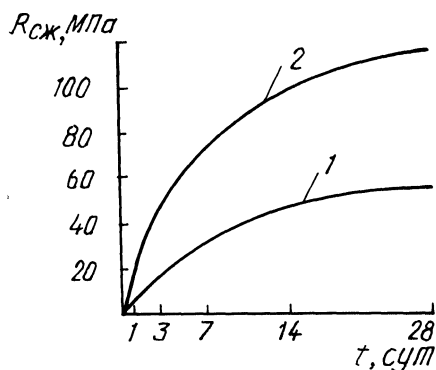


Рис. 1. Кинетика твердения полимерцементного вяжущего:
1 – без добавки; 2 – с обработкой в электромагнитном поле.

ной активации ее воздействия: увеличивается подвижность полимерцементных смесей, сокращаются сроки схватывания и твердения (рис. 1). Обработка ПЭЭ в электромагнитном поле способствует увеличению стабильности смесей и некоторой интенсификации процессов твердения, однако эффект обработки здесь меньший.

В результате исследований установлены эффективные методы регулирования технологических свойств и процессов твердения полимерцементных смесей в зависимости от минералогического состава цемента и вида полимерной составляющей.

Л и т е р а т у р а

1. Черкинский Ю.С., Слипченко Г.Ф. Гидратационное твердение цемента в присутствии полимеров: Доклад на Международном конгрессе по химии цемента. - М.: Ротапринт ВНИИНСМ, 1974, с. 1-8.
2. Кринкин И.Л. Бетоны, модифицированные низкомолекулярными полиолефинами, и опыт их применения в строительстве. - В кн.: Реферат. информ. Сер. Промышленность сборного железобетона. М., 1979, вып. 9, с. 5-6.
3. Соломатов В.И., Глаголева Л.М., Обьедков А.Е. Новая технология приготовления полимерцементных бетонов. - Там же, с. 16-17.
4. Ахвердов И.Н., Лаврега Л.Я. Механизм твердения полимерцементного камня на водорастворимых смолах. - Докл. АН БССР, 1971, т. XV, № 10, с. 916-919.
5. Слипченко Г.Ф. Определение стабильности латекса к цементу. - В сб.: Полимерные строительные материалы. М.: Ротапринт ВНИИНСМ, 1975, вып. 40, с. 35-38.
6. А. с. 908763 (СССР). Бетонная смесь / И.В.Бориславская, Л.Я.Лаврега. - Оpubл. в Б. И., 1982, № 8.
7. Штаудингер М. Физическая химия высокомолекулярных соединений. - М.: Химия, 1964, с. 82-115.
8. А. с. 718414 (СССР). Способ изготовления полимерцементных изделий / И.В.Бориславская, Л.Я.Лаврега, С.Г.Соболевская. - Оpubл. в Б. И., 1980, № 8.

УДК 691.322:620.168.3

Г.Я.Данько (МОНИЛ НСМ БПИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОНОВ

Искусственные материалы типа конгломератов в своей основе состоят из вяжущего и заполнителей. Применительно к бетонам и строительным растворам заполнители (щебень, песок) предназначены уменьшить расход вяжущего.