

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ БЕТОНОВ**

**Ткаченко Г.Г.** (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса).

**Представлены результаты совместного влияния внешних и внутренних факторов и влияния качественного состава наполнителей на свойства твердеющей микроструктуры бетонов.**

### **Введение.**

Ранее проведенные исследования показали, что изменение параметров внешних электромагнитных воздействий оказывает влияние на начальную организацию структуру моделей цементно-водных композиций как открытых систем [1,2]. В силу того, что зерна цемента моделировались химически инертными частицами, был сделан вывод, что структурные изменения обусловлены в основном физико-механическими процессами, протекающими в системе. Твердение вяжущих сопровождается генерированием собственных (внутренних) электромагнитных полей различных видов. Это дает основание предположить, что внешние электромагнитные воздействия, взаимодействуя с внутренними электромагнитными полями, могут подавлять или инициировать источники генерации внутренних полей. Процессы генерации внутренних полей связанные с процессами гидратации вяжущих. Это позволяет заключить, что изменение параметров внешних электромагнитных воздействий изменяет не только физико-механику процессов организацию структуры, но и оказывает влияние на физико-химические явления гидратации. Такое участие должно оказать влияние на изменение свойств твердеющих цементных композиций.

Одним из важных свойств микроструктуры бетонов является начало и конец схватывания цементных вяжущих. Важность заключается в оценке технологических свойств смесей и в темпах набора прочности растворов и бетонов. Сроки схватывания косвенно характеризуют скорость и глубину протекания физико-химических явлений гидратации. В связи с этим периоды формирования структуры были приняты в качестве базовых свойств твердеющей микроструктуры бетонов. Поэтому была определена задача – изучение влияния качественного составов наполнителей и изменение внешних электромагнитных воздействий на начало и конец схватывание цементных композиций (микроструктуры бетонов).

### **Организация экспериментов.**

В опытах использовали бездобавочный портландцемент (ПЦ) М400 и шлакопортландцемент (ШПЦ) М400 ООО «Цемент» с  $S_y = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

При проведении экспериментальных работ были приняты следующие значения начального водосодержания:

- для портландцемента водовязущие отношения составляют,  $В/Ц=0.3$  и  $В/Ц=0.35$ ;
- для шлакопортландцемента  $В/Ц=0,3$ ;  $В/Ц=0,32$ ;  $В/Ц=0,37$ .

Результаты внешних факторов на изменение сроков схватывания портландцемента и шлакопортландцемента с различным водосодержанием приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние внешней активации водоцементного отношения  
на сроки схватывания цементных композиций

№	Вид цемента	Способ активация	В/Ц	Тн час. мин.	Тк, час. мин.
1	ПЦ	-	0,3	5ч.16мин.	8ч.1мин
2	ПЦ	-	0,35	5ч.40мин.	8ч.5мин
3	ПЦ	А	0,3	2ч.56мин.	8ч.3мин
4	ПЦ	А	0,35	3ч.10мин.	8ч.7 мин.
5	ШПЦ	-	0,3	4ч.07мин.	6ч.15мин.
6	ШПЦ	-	0,32	4ч.05мин.	6ч.10мин
7	ШПЦ	-	0,37	5ч.23мин	7ч.25мин.
8	ШПЦ	А	0,3	2ч.29мин	6ч.01мин.
9	ШПЦ	А	0,32	2ч.55мин	6ч.00 мин.
10	ШПЦ	А	0,37	4ч.20мин.	6ч.45мин.

На 2 ч. 20 мин. сократилось начало схватывания цементных композиций на основе портландцемента с В/Ц=0.3 за счет использования матричных активаторов. Увеличение водоцементного отношения до В/Ц=0.35 привело к сокращению времени начала схватывания на 2 ч. 30 мин. При этом активация практически не оказала влияние на конец схватывания исследуемых цементных композиций.

Аналогичные результаты получены для цементных композиций на основе шлакопортландцемента. В среднем сокращение начала схватывания составляло от одного до полутора часов в зависимости от начального водосодержания. Активация практически не оказала влияние на изменение конца схватывания.

Использование фрактальных матричных резонаторов в качестве активаторов ведет к изменению периодов формирования структуры цементных композиций с добавками – пластификаторами, табл. 2.

Таблица 2.

Влияние активации на изменение периодов формирования структуры  
пластифицированных цементных композиций

№	В/Ц	Добавки		Внешние воздействия		Сроки схватывания, час.	
		Вид	%	К	М	Y <sub>н</sub>	Y <sub>к</sub>
1	0,2 7	-	-	-	+	4.20	6.35
2	0,2 7	-	-	+	-	4.00	6.05
3	0,2 2	СЗ	1%	-	+	0.45	4.45
4	0,2 2	СЗ	1%	+	-	1.00	5.00
5	0,2 4	Суп.Флуд	1%	-	+	1.20	5.50
6	0,2	Суп.Флуд	1%	+	-	1.40	6.10

	4						
7	0,2 4	Суп.Флуд	1%	-	+	4.00	6.30
8	0,2 4	Суп.Флуд	1%	+	-	4.00	6.40

Сокращение времени начала схватывания активированных композиций с добавками составляет 15...20 минут. На такое же время изменяется время конца схватывания.

Для определения времени, необходимого для активации, были проведены специальные эксперименты. В опытах использовались цементные композиции с В/Ц=0.3. Время активации составляло  $\tau = 0.5, 1.0, 2.0$  и 4 часа. Опыты показали, что достаточно в течение 30 минут воздействовать матрицей на цементные композиции, чтобы сокращение времени начала схватывания сократилось на 1ч. 30мин Увеличение времени активации не привело к заметному изменению сроков начала схватывания. Опыты подтвердили, что активация практически не оказывает влияние на изменение времени конца схватывания.

Одним из эффективных методов изменение условий организации микроструктуры бетонов и, следовательно, периодов ее структурообразования, является использование минеральных наполнителей рациональных количества и удельной поверхности. Этот метод отнесен к внутренней активации цементных систем, что определило задачу исследований – изучить влияние комплексной (внешней и внутренней) активации на изменение сроков схватывания цементных композиций.

Опыты проводились по двухфакторному плану. В качестве независимых переменных приняты:  $X_1$  - количество кварцевых наполнителей ( $X_1=25\pm 10\%$  от массы цемента); удельная поверхность наполнителей ( $X_2=300\pm 200 \text{ м}^2/\text{кг}$ ) [3].

На основании проведенных работ были получены математические модели влияния принятых факторов на начало  $\tau_n$  и конец  $\tau_k$  схватывания цементных композиций, коэффициенты которых приведены в табл.3.

Таблица 3.

Коэффициенты моделей влияния комплексной активации на периоды формирования структуры цементных композиций.

Контролируемые характеристики		Коэффициенты моделей					
		$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_{11}$	$B_{22}$	$B_{12}$
$T_n$	к	1.6	-0.01	0.9	-0.1	0.5	0.4
	м	1.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3
$T_k$	к	6.4	0.2	-0.3	1.0	-0.7	0.3
	м	5.4	-0.6	0.3	1.0	0.7	-0.1

Периоды формирования структуры цементного теста нормальной плотности без наполнителя составили:  $\tau_n=1ч15мин$ ;  $\tau_k=6часов$ .

Анализ влияния наполнителей на начало схватывания цементного теста показал, что  $\tau_n$  зависит как от количества наполнителей, так их удельной поверхности, рис.1.1. Для контрольных составов время начала схватывания определяется в основном удельной поверхностью кварцевых наполнителей, рис. 1.1.

При  $S_y=100\text{м}^2/\text{кг}$  и  $H=5\%$  время начала схватывания цементного теста соответствует  $\tau_n$  теста нормальной плотности. По мере увеличения удельной поверхности наполнителей до  $S_y=500\text{м}^2/\text{кг}$  время начала схватывания увеличивается до  $\tau_{n-к}=3ч 2мин$ . При этом количество наполнителя практически не влияет на изменение времени начала

схватывания. Опыты показали, что за счет внутренней активации путем использования наполнителей различной дисперсности можно увеличивать время начала схватывания более чем на 1,5 час.

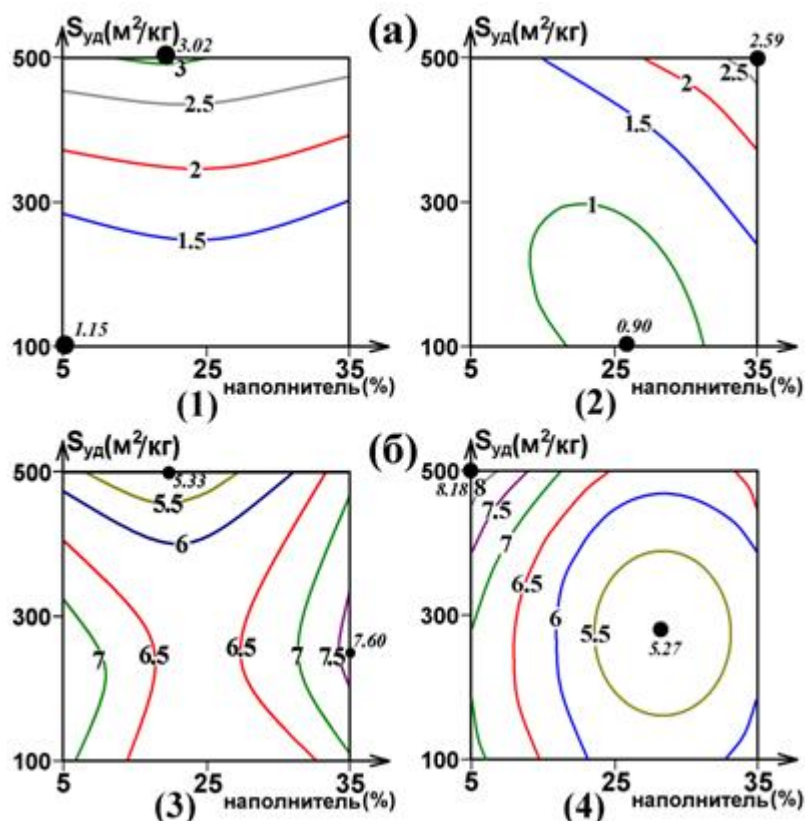


Рис. 1. Влияние комплексной активации на начало (а) и конец (б) схватывания цементных композиций.

1,3 – внутренняя активация; 2,4 – комплексная активация

На 25 минут сокращается время начала схватывания при использовании наполнителей с  $S_{уд}=100 м^2/кг$  ( $H=5\%$ ) по сравнению с временем начала схватывания цементного теста нормальной плотности.

Изменение времени начала схватывания зависит как от количества, так и от удельной поверхности кварцевых наполнителей. При этом, при  $H=15\%$  с  $S_{уд}=300 м^2/кг$  их количество может быть увеличено до  $H=35\%$  при сохранении постоянного времени начала схватывания. Комплексная активация микроструктуры бетона позволяет сокращать и удлинять время начала схватывания, что подтверждает эффективность предлагаемых методов управления структурообразованием цементных композиций.

Количественный и качественный состав наполнителей оказывает влияние на время конца схватывания цементных композиций. Анализ показал, что в зависимости от состава наполнителей конец схватывания может меняться от 5,3 до 7,6 часа. Это раскрывает возможности управления периодами формирования структуры в достаточно широких пределах.

Использование матриц ведет к сокращению времени конца схватывания. За счет изменения количества и состава наполнителей  $\tau_k$  активированных составов может изменяться от 5.3 часа до 8 часов.

## **Заклучение.**

Проведенные экспериментальные работы и их анализ подтвердили выдвинутое предположение, что изменения параметров внешних электромагнитных воздействий за счет использования фрактальных матриц-резонаторов оказывает влияние на свойства твердеющих цементных композиций. При этом следует учитывать внутренний фактор воздействия наполнителей на процессы спонтанной организации структуры твердеющих цементных систем. Совместное действие внешних и внутренних факторов позволяет регулировать периодами структурообразования. Это косвенно свидетельствует об их влиянии на физико-механические и физико-химические явления и процессы, происходящие в период формирования структуры цементных систем.

### **Литература.**

1. Ткаченко Г.Г. Свойства активизированных и затвердевающих композиций / Г.Г. Ткаченко, С.Д. Бородулин // Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури, Вип.23, Одеса: Місто майстрів. 2006 – С. 318-323.
2. Ткаченко Г.Г. Изучение влияния активации и наполнителей на изменения физико-механических свойств затвердевших строительных материалов / Г.Г. Ткаченко, С.Д. Бородулин // Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури, Вип.31, Одеса: Місто майстрів. 2008 – С. 357-360.
3. Вознесенский В.А. Методические указания по моделированию систем „смеси - технология - свойства” / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, В.В. Абакумов В.В. – Одесса, 1985. – 64 с.