

УДК 691.33

Пименов А.И. – аспирант

E-mail: kreation02@mail.ru

Ибрагимов Р.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: v_s_izotov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Влияние активации воды затворения и сульфата натрия на свойства цементного раствора

Аннотация

В работе рассмотрено влияние электромагнитной и электрохимической активации воды затворения на сроки схватывания и нормальную плотность цементного теста, а также на свойства цементно-песчаного раствора. Приведено сравнение составов, затворенных на активированной воде с добавкой сульфата натрия. Выявлено влияние активации воды затворения как без добавок, так и с добавкой сульфата натрия на кинетику тепловыделения и контракцию цементного теста.

Ключевые слова: активация, вода затворения, сульфат натрия.

Среди многочисленных способов решения совершенствования приготовления бетонной смеси является модифицирование свойств цементных систем механическими, физическими, химическими и комбинированными воздействиями. Одним из направлений, а именно активации ее компонентов, является электромагнитная (ЭМА) [1] и электрохимическая (ЭХА) активация воды затворения.

Наиболее доступной и технологичной из них является электрохимическая активация воды и водных растворов с последующим использованием их в качестве жидкости затворения строительных смесей. Однако систематические исследования в этом направлении до настоящего времени не достаточны.

Известно, что активация воды затворения, а именно повышение ее рН приводит к повышению прочности цементного камня до 20 % [6]. Отмечалось [2, 7], что регулирование параметров электрообработки воды затворения дает возможность управлять твердением и физико-механическими свойствами вяжущих материалов. Исследованиями автора [3] показано, что затворение цемента активированной водой и водно-солевыми растворами повышает растекаемость, одновременно наблюдается повышение пластической прочности цементного теста в 2,2 раза и прочности цементного камня до 70 %.

В данной статье приведены результаты сравнительной оценки влияния ЭМА и ЭХА воды на свойства цементного теста и цементно-песчаного раствора.

Электромагнитная активация воды затворения проводилась в специальном приборе, где находился магнитный сердечник, который питался от электрической сети переменного тока. Приготовление кислой и щелочной воды (электрохимическая активация) проводилось в приборе «Мелеста-М». Оптимальное время электрохимической активации составляло 20 минут, и 40 минут – при электромагнитной активации.

Исследовано влияние активации воды затворения на сроки схватывания и нормальную плотность цементного теста, рН воды затворения как на обычном портландцементе, так и с добавлением сульфата натрия (СН). В эксперименте применялся портландцемент Ульяновского завода ПЦ400 Д20. Результаты эксперимента приведены в табл. 1, из которой видно, что активация воды затворения влияет на сроки схватывания цементного теста и на нормальную плотность. Так, начало и конец схватывания сокращаются на воде, активированной электромагнитным полем на 10 и 15 мин, и щелочной воде – на 20 и 35 мин. На кислой воде начало и конец схватывания замедляются на 20 мин.

Таблица 1

**Влияние активации воды затворения и добавки сульфата натрия
на свойства цементного теста**

№	Наименование среды	рН	Состав без добавок			1,5 % СН			2 % СН		
			Н.С., мин	К.С., мин	Н.Г.	Н.С., мин	К.С., мин	Н.Г.	Н.С., мин	К.С., мин	Н.Г.
1	Обычная воды	7,4	260	370	0,27	120	245	0,27	108	220	0,27
2	Кислая вода	3,2	280	390	0,27	125	255	0,27	116	228	0,27
3	Щелочная вода	10,1	240	335	0,26	86	195	0,26	63	154	0,26
4	ЭМА вода	9,4	250	355	0,26	90	205	0,26	70	175	0,26

Таблица 2

**Влияние активации воды затворения и добавки сульфата натрия
на прочность цементно-песчаного раствора**

№ п/п		1	2	3	4	
Наименование среды		Обычная вода	Кислая вода	Щелочная вода	ЭМА вода	
Контрольный	Масса, г	560	566	565	560	
	Прочность при изгибе, кг/см ²	R7	32,3 100 %	30,8 95 %	35,9 111 %	33,8 105 %
		R28	53,3 100 %	49,2 92 %	58,9 110 %	56,8 107 %
	Прочность при сжатии, кг/см ²	R7	278,5 100 %	269,2 97 %	307,4 110 %	298,3 107 %
		R28	337,6 100 %	329,3 97 %	364,5 108 %	351,1 104 %
	1,5 % СН	Масса, г	566	567	570	565
Прочность при изгибе, кг/см ²		R7	34,9 100 %	32,6 94 %	39,3 113 %	36,4 104 %
		R28	56,8 100 %	55,6 98 %	62,2 110 %	60,2 106 %
Прочность при сжатии, кг/см ²		R7	311 100 %	303,6 98 %	339,1 109 %	333,1 107 %
		R28	353,2 100 %	343,7 97 %	387,8 110 %	368,4 104 %
2 % СН		Масса, г	560	566	565	560
	Прочность при изгибе, кг/см ²	R7	36 100 %	33,8 94 %	39,9 111 %	37,3 104 %
		R28	59,4 100 %	57,2 96 %	64,7 109 %	61,6 104 %
	Прочность при сжатии, кг/см ²	R7	324,1 100 %	310 96 %	343,2 106 %	335,9 104 %
		R28	359,1 100 %	348,7 97 %	390,2 109 %	369,9 103 %

Примечание: показатели рН воды затворения указаны в табл. 1

При введении добавки сульфата натрия на активированной и щелочной воде значительно сокращаются сроки схватывания, особенно на щелочной воде. Начало схватывания цементного теста, затворенного щелочной водой при дозировке 1,5 % СН, сокращается на 34 мин, конец схватывания на 50 мин, а при дозировке 2 % начало схватывания сокращения на 45 мин, а конец схватывания на 66 мин. Сроки схватывания цементного теста, затворенного ЭМА водой с добавкой 1,5 % СН, сокращает: начало схватывания на 30 мин, конец схватывания на 40 мин, при дозировке 2 % СН начало и конец схватывания сокращаются на 38 и 45 мин. На кислой воде эффекта ускорения сроков схватывания не наблюдается.

Таким образом, видно, что цементное тесто, приготовленное на щелочной (ЭХА) воде, имеет более короткие сроки схватывания, чем тесто, полученное на ЭМА воде, как с добавкой СН, так и без нее.

Исследовано влияние активированной воды затворения как без добавок, так и с добавкой СН на прочность при изгибе и сжатии цементно-песчаного раствора в возрасте 7 и 28 суток. Цементные образцы были выполнены согласно ГОСТ 310.4-81. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

В качестве мелкого заполнителя использовался песок Камско-Устьинского месторождения с модулем крупности 2,7. Из табл. 2 видно, что активация воды приводит к повышению прочности раствора при изгибе и сжатии. Так, наибольшее повышение прочности наблюдается в составах, затворенных щелочной водой: прочность при изгибе повышается, относительно контрольного, на 10-11 %, а при сжатии – на 8-10 %. При этом наименьшее повышение прочности раствора наблюдается в составах, затворенных кислой водой.

С добавкой 1,5 % сульфата натрия также наблюдается повышение прочности раствора при активации воды. При этом наибольшее повышение прочности раствора наблюдается в составах, затворенных щелочной водой. Так, прочность при изгибе повышается, относительно обычной воды с добавкой 1,5 % СН, на 10-13 %, а прочность при сжатии – 9-10 %. Наименьшее повышение прочности раствора наблюдается в составах, затворенных кислой водой.

С добавкой 2 % сульфата натрия прочность при изгибе повышается, относительно обычной воды с 2 % СН, на 9-11 %, а прочность при сжатии – 6-9 %. Следовательно, оптимальной дозировкой добавки СН является 1,5 %.

Таким образом, предварительная активация воды затворения позволяет повысить прочность цементных композиций, особенно в образцах, выполненных на ЭХА воде (щелочной воде). Прочность увеличивается, относительно контрольного (в составе без СН), при добавке 1,5 % СН на сжатие на 15-22 %, при изгибе на 17-22 %. При добавке 2 % СН прочность увеличивается при сжатии на 16-23 %, при изгибе на 21-23 %.

Для оценки влияния активации воды затворения и добавки сульфата натрия на процессы гидратации цементного теста применялись методы контракции и тепловыделения.

Определение контракции цементного теста на активированной воде затворения проводилась в приборе «Цемент-прогноз». Результаты испытаний приведены на рис. 1-2.

Из рис. 1 видно, что наибольшая контракция цементного теста наблюдается в составах, затворенных на ЭХА (щелочной) и ЭМА воде. Наименьшая контракция цементного теста наблюдается на ЭХА (кислой) воде.

По данным, приведенным на рис. 2, видно, что с добавкой СН увеличивается удельная контракция цементного теста по сравнению с составом без добавок, и наибольшая контракция цементного теста наблюдается на составах, затворенных ЭХА (щелочной) и ЭМА водой.

Тепловыделение цементного теста проводилось на измерительном комплексе «Термохрон». Результаты испытаний приведены на рис. 3-4.

Из рис. 3 видно, что наибольший температурный максимум наблюдается в составах, затворенных ЭХА (щелочной) водой. В составах, затворенных обычной водой, температурный максимум ниже на 5°C, а в составах, затворенных кислой водой, – на 8°C. Смещение температурного пика кривых на рисунке свидетельствует о более быстрой гидратации составов, затворенных ЭХА (щелочной) и ЭМА водой, по сравнению с другими составами.

По данным, приведенным на рис. 4, видно, что добавка сульфата натрия практически на всех составах увеличивает температурный максимум гидратации цемента, также заметен сдвиг влево пика на 4 часа в составах, затворенных щелочной, кислой и обычной водой, а в составах, затворенных ЭМА водой, не происходит сдвига, наименьшее значение температурного максимума гидратации наблюдается в составе, затворенном на кислой воде.

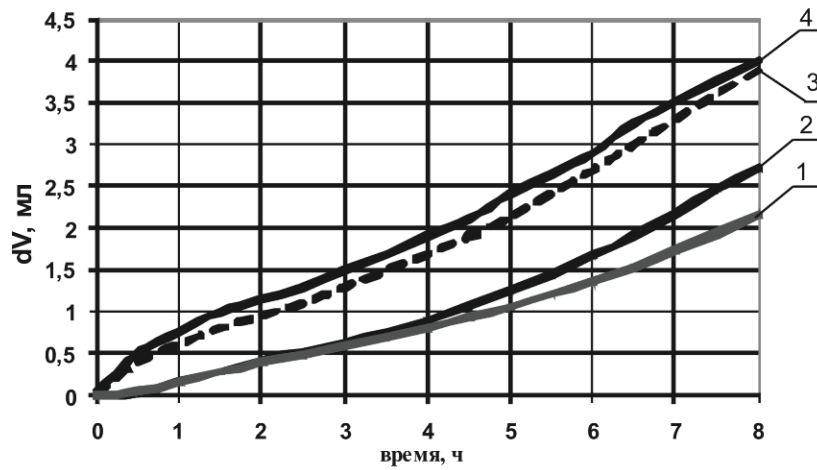


Рис. 1. Контракция цементного теста без добавок: 1 – кислая вода, 2 – неактивированная вода, 3 – вода электромагнитно активированная, 4 – щелочная вода

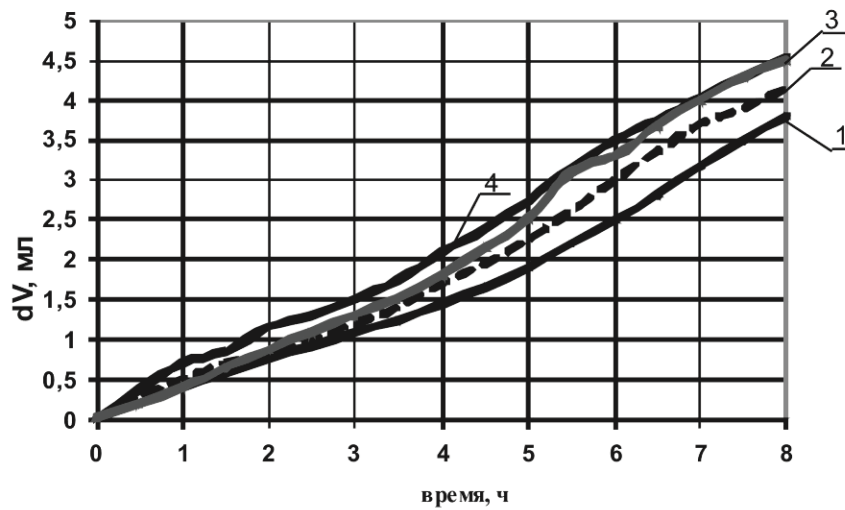


Рис. 2. Контракция цементного теста с добавкой 1,5 % СН: 1 – кислая вода, 2 – неактивированная вода, 3 – вода электромагнитно активированная, 4 – щелочная вода

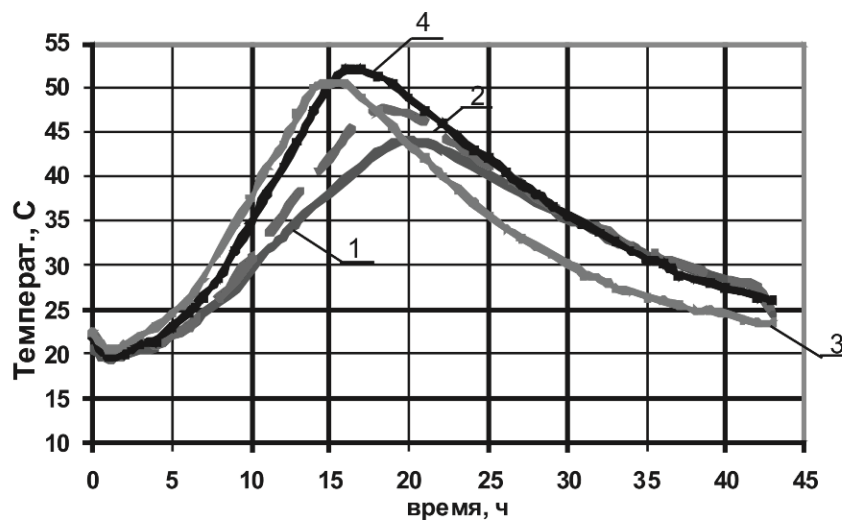


Рис. 3. Тепловыделение цементного теста без добавок: 1 – кислая вода, 2 – неактивированная вода, 3 – вода электромагнитно активированная, 4 – щелочная вода

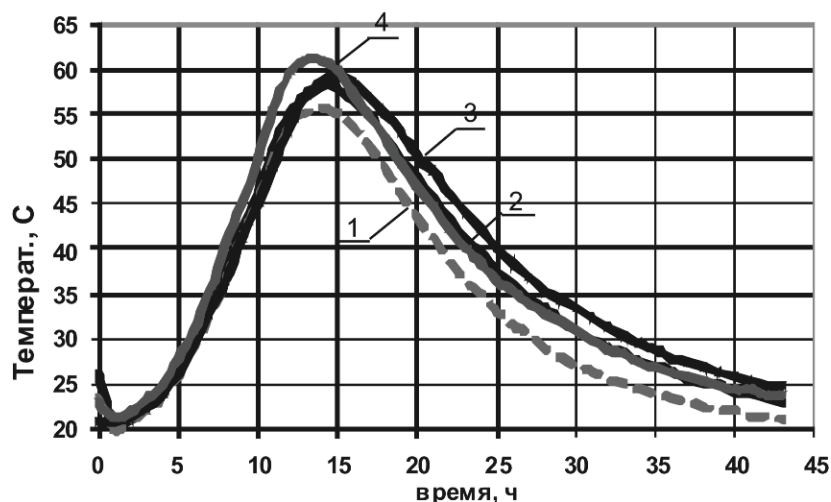


Рис. 4. Тепловыделение цементного теста с добавкой 1,5 % СН: 1 – кислая вода, 2 – неактивированная вода, 3 – вода электромагнитно активированная, 4 – щелочная вода

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1) вода затворения, активированная различными способами, влияет на свойства цементного теста и раствора. Так, составы, полученные на щелочной воде, имеют более короткие сроки схватывания, по сравнению с другими составами (начало схватывания на 10-40 мин и конец схватывания 20-55 мин);

2) прочность при сжатии и изгибе цементно-песчаного раствора увеличивается во всех составах, полученных на активированной воде, при этом наибольшее увеличение прочности наблюдается на составах, приготовленных на щелочной воде (прочность при сжатии увеличивается на 10-11 %, при изгибе – 8-10 %);

3) кинетика тепловыделения и контракции цементного теста свидетельствует о более быстрой гидратации портландцемента, затворенного щелочной и активированной водой;

4) добавка 1,5 % СН оказывает лучшее влияние на свойства цементного теста и раствора, приготовленного ЭХА (щелочной) водой. Так, начало и конец схватывания сокращаются на 174 и 175 мин, а прочность при изгибе и сжатии увеличивается на 17-22 % и 15-22 % соответственно, по сравнению с контрольным составом.

Список литературы

1. Макаева А.А., Помазкин В.А. Об использовании магнитоактивированной воды для затворения бетонных смесей // Бетон и железобетон, 1998, № 3. – С. 26-28.
2. Макаева А.А., Помазкин В.А. Использование физической активации воды затворения бетонных смесей // Известия вузов. Строительство, 2004, № 3. – С. 31-33.
3. Еремина А.Н. Влияние активированной жидкости затворения на гидравлическую активность и твердение цементных систем. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2002. – 154 с.
4. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
5. Чулкова И.Л., Адеева Л.Н., Бердов Г.И. Влияние добавки сульфата натрия на состав жидкой фазы в процессе гидратации в процессе гидратации клинкерных минералов алита и белита // Строительство, 2008, № 11-12. – С. 14-19.
6. Сафронов В.Н., Кугаевская С.А., Румянцева Е.В. Цикловая магнитная активация жидких сред затворения с нарушенной структурой различного химического состава // Вестник ТГАСУ, 2012, № 3. – С. 133-142.
7. Баженов Ю.М., Фомичев В.Т. и др. Теоретическое обоснование получения бетонов на основе электрохимически- и электромагнитноактивированной воды затворения // Интернет-вестник ВолгГАСУ, 2012, Вып. 2 (22). – 5 с.

Pimenov A.I. – post-graduate student

E-mail: kreation02@mail.ru

Ibragimov R.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: v_s_izotov@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Effect of activation mixing water and sodium sulphate on the properties of cement mortar

Resume

This article presents the results of a comparative evaluation of the influence of electromagnetic activation and electrochemical activation of water on the properties of cement paste and cement-sand mortar.

These results indicate high effectiveness of the compositions, with water and electrochemical electromagnetically activated with a high pH. It is established that the introduction of additives sodium sulfate and activated by alkaline water significantly reduced setting time, especially with alkaline water. Also, the results of study of the effect of mixing water as activated without additives and with the additive in SN flexural and compressive cement-sand mortar at 7 and 28 days. Found that preactivation of mixing water can improve the strength of cement compositions, particularly in the samples produced by electrochemically activated water. Kinetics of heat contraction of the cement paste and indicates more rapid hydration of portland cement and mixing activated alkaline water, in addition, the additive 1,5 % sodium sulfate exerts the best effect on the properties of the cement paste and a solution prepared by electrochemically activated water.

Keywords: activation, mixing water, additives, sodium sulphate.

References

1. Makayeva A.A., Pomazkin V.A. About using magnitoaktivirovannoy water in mixed concrete // Beton I Zhelezobeton, 1998, № 3. – P. 26-28.
2. Makayeva A.A., Pomazkin V.A. The use of water physical activation in concrete mix production // Izvestia vuzov. Stroitelstvo, 2004, № 3. – P. 31-33.
3. Eremina A.N. Influence of activated liquid mixing the hydraulic activity and hardening of cement systems. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. – Tomsk, 2002. – 154 p.
4. GOST 310.4-81. Cements. Methods of bending and compression strength determination.
5. Chulcova I.L., Adeyeva L.N., Berdov G.I. The Influence of Sodium Sulphate Additive on the Liquid Phase Composition during Hydration of Clinker Minerals: Alit and Belit. // Stroitelstvo, 2008, № 11-12. – P. 14-19.
6. Safronov V.N., Kugayevskaya S.A., Rumyantseva E.V. Cycle magnetic activation of liquid media of mixing with the damaged structure of different chemical composition. // Vestnik TGASY, 2012, № 3. – P. 133-142.
7. Bazhenov Y.M., Fomichev V.T. and oth. Production of concrete theoretical foundation based on electrochemically-activated water and electromagnetic mixing // Internet-vestnik VolgGASY, 2012, № 2 (22). – 5 p.