

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА ЗАТВОРЕННЫХ НА АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЕ

Бектемирова М.А.¹, Исмаилова Н.Т.²

¹магистрант Ошского технологического университета, mayramkan.bektemirova@mail.ru

²старший преподаватель кафедры «Строительство» Гуманитарно-технического колледжа Ошского технологического университета, ismailova_nuriyla@mail.ru

В работе приведены результаты экспериментальных исследований механических свойств бетона на активированной воде затворения. Установлено, что применение в бетоне воды затворения, обработанной постоянным электрическим током напряжением 110 В, позволяет интенсифицировать процессы растворения и гидратации цемента, увеличить содержание гидросиликатов кальция и, как следствие, повысить прочность бетонов. Из результатов исследования следует, что для бетона характерно повышение прочности в случае применения активированной воды затворения. При использовании в строительных конструкциях бетона рекомендуется использовать при затворении воду, обработанную постоянным электрическим током напряжением 110 В.

Ключевые слова: цемент, бетон, активированная вода затворения, активатор воды, кубиковая прочность бетона.

АКТИВДЕШТИРИЛГЕН СУУНУ КОЛДОНУУ МЕНЕН ЖАСАЛГАН БЕТОНДУН БЫШЫКТЫК МУНӨЗДӨМӨЛӨРҮН ИЗИЛДӨӨ

Бектемирова М.А.¹, Исмаилова Н.Т.²

¹Ош технологиялык университетинин магистранты,

²Ош технологиялык университетинин Гуманитардык-технологиялык коллежинин «Курулуш» кафедрасынын ага окутуучусу.

Макалада активдештирилген сууда даярдалган бетондун механикалык касиетин эксперименталдык изилдөөсүнүн жыйынтыгы берилген. Туруктуу 110 В ток менен даярдалган активдештирилген сууну бетонду даярдоодо колдонулса, эрүү процессин жана гидратацияны жандандырып, кальцийдин гидросиликатын кобойтуу менен бетондун бышыктыгын күчөтөт. Изилдөөнүн жыйынтыгынан бетонду даярдоого активдештирилген сууну колдонсо, бетондун бышыктыгынын күчөтүлүшү мүнөздүү. Курулуш конструкцияларына бетон колдонулса, аны даярдоого 110 В туруктуу электр тогу менен даярдалган активдештирилген сууну колдонуу сунушталат.

Ачкыч сөздөр: цемент, бетон, активдештирилген суу, сууну активдештиргич, бетондун кубиктик бышыктыгы.

STUDY OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF CONCRETE GATHERED ON ACTIVATED WATER

Bektemirova M.A.¹, Ismailova N.T.²

¹graduate student of the Osh Technological University,

²Senior Lecturer, Department of Construction, Humanitarian and Technological College, Osh Technological University.

The paper presents the results of experimental studies of the mechanical properties of concrete on activated mixing water.

It is established that the use of mixing water in concrete treated with a direct electric current of 110 V allows intensifying the processes of cement dissolution and hydration, increasing the content of calcium hydrosilicates and, as a result, increasing the strength of concrete. From the results of the study it follows that concrete is characterized by an increase in strength in the case of using activated mixing water. When using concrete in building structures, it is recommended to use water treated with DC electric voltage of 110 V.

Бетон представляют собой неоднородное капиллярно-пористое тело. Его структура и свойства определяются водоцементным отношением, объемной концентрацией наполнителя и цемента, их зернового состава и т.д. Процесс структурообразования бетона регулируется подбором оптимальных структурных показателей, применением разных технологических приемов, одним из которых является активизация твердения вяжущих.

Научной основой теории активизации может служить современные представления о процессах твердения минеральных вяжущих, исследования закономерностей и механизма образования и развития пространственных структур с учетом комплекса превращений цементного камня, воды затворения, раствора и бетона. Активация вяжущих веществ можно начать с момента их производства и продолжаться в течение всего периода твердения материалов [2, 6, 10], т.е. вследствие активационной обработки ощущается в композиционных материалах в течение длительного времени их службы благодаря явлениям структурной наследственности и сохранения определенной направленности гидратационного процесса, заданного на первоначальных этапах преобразования вяжущего в пластичной цементной дисперсии [1, 5].

Присутствие в жидкой фазе цементного теста различных ионов и молекул, поступающих в систему в результате различных воздействий (введение добавок, обработка воды магнитным и другими полями и т.д.), определенным образом влияет не только на структуру воды затворения, но и на процессы адсорбции, растворения и поверхностной гидратации, а в итоге – и на свойства самого цементного композита [4].

Улучшение структурных показателей, физико-механических свойств и долговечности бетонов достигается применением активированной воды затворения. Для получения активированной воды используются механические, термические, магнитные, электромагнитные, электрохимические, лазерные, ультразвуковые, плазменные, разрядно-импульсные и другие методы активации [3, 4, 7, 8, 9].

Одним из перспективных направлений активации воды является получение щелочной воды при помощи двухуровневого активатора воды обработкой постоянным электрическим током напряжением 110 В.

Пименов А.И., Ибрагимов Р.А., Изотов В.С. в своих исследования по влиянию активированной воды (Известие КазГАСИ, 2013, №2, с 247-252) отмечают в кислой воде понижение прочности бетона на сжатие (3%) и изгиб (2-8%), в щелочной повышение на 8-10% и 10-11%, соответственно. Также повышение наблюдается при омагничивании затворной воды при изгибе на 3-5% и сжатии 3-4%. О чем свидетельствуют данные приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние на прочность бетона воды затворения

| №п/п | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|--------------------|-------------------------|--------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Наименование среды | | Обычная вода | Кислая вода | Щелочная вода | ЭМА вода | |
| рН | | 7,4 | 3,2 | 10,1 | 9,4 | |
| Контроль- ный | Масса, г | 560 | 566 | 565 | 560 | |
| | Прочность при сжатии | 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% |
| | Масса, г | 566 | 567 | 570 | 565 | |

В наполненных композитах одновременно с развитием структуры в твердеющем тесте вяжущего протекают процессы по границам контакта с поверхностью заполняющей части. Под их влиянием происходит формирование структуры окаймляющих и омоноличивающих слоев вокруг зернистого заполняющего материала. Были изготовлены партии цементных образцов с размерами 2×2×7 и 4×4×16 см, которые выдерживали для набора прочности в емкости с гидравлическим затвором. Прочность полученных образцов определяли через 7 и 28 дней отверждения методом разрушения. Значения прочности цементных композитов представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Прочность при сжатии цементного камня в различные сроки твердения

| Режим активации | Прочность при сжатии цементного камня в различные сроки твердения | | | | Примечание |
|-----------------|---|-------|--------------------|-----|------------|
| | 7 суток твердения | | 28 суток твердения | | |
| | Рсж, МПа | % | Рсж, МПа | % | |
| Неактив. | 61,10 | 100 | 79,50 | 100 | |
| Э + М (1-1) | 69,00 | 112,9 | 96,20 | 121 | |
| Э + М (3-3) | 67,21 | 110 | 91,40 | 115 | |
| Э + М (6-6) | 70,30 | 115 | 100,20 | 126 | |

Из результатов исследований видно, что совместное действие электрического тока и магнитного поля различной интенсивности на воду затворения активно влияет на процессы, обеспечивающие качественные характеристики получаемых цементных композитов. Анализ исследований влияния вида активированной воды на рост

прочности цементного камня показал, что наиболее эффективным является применение воды, обработанной аппаратом электрохимической активации с максимальной плотностью переменного тока $j_{\max} = 43,55 \text{ А/м}^2$, затем магнитным аппаратом с максимальной напряженностью переменного электромагнитного поля $H_{\max} = 150 \text{ кА/м}$. Прочность цементного камня с применением воды затворения, приготовленной по указанным режимам активации по сравнению с контрольными образцами оказалась выше более чем на 15 и 26 %, в возрасте 7 и 28 суток соответственно.

В иных экспериментальных исследованиях ученые отмечают о повышении прочности бетона до 40%.

В Ошском технологическом университете проведены экспериментальные исследования по выявлению влияния щелочной воды с разным содержанием водорода рН на прочность бетона. Для этого были изготовлены стандартные образцы кубической формы размером 100х100 мм из бетонной смеси. В качестве вяжущего использовали цемент производства Араванского цементного завода, мелкого заполнителя – кварцевый песок с $\text{Ø} = 2$, крупного заполнителя – гранитный щебень фракции 5–10 мм. Для определения влияния активированной воды на прочностные характеристики бетона, при затворении применялись одновременно питьевая активированная и неактивированная вода.

Для получения воды, обработанной постоянным электрическим током напряжением 110 В, применялась запатентованное в Кыргызпатенте (Патент № 1760 от 31.07.2015 г.) установка «Двухуровневый активатор воды ДАВ-1». В качестве затворения бетонных кубиков использовалась активированная вода трех видов с содержанием водорода рН: рН = 10,22, рН = 10,44 и рН = 11,13 (см. фиг.1).



Фиг. 1. Бетонные кубиковые образцы и испытательный стенд

Согласно [6] количество мелкого заполнителя в составах раствора было выбрано из соотношения 1:3, а состав бетона был принят из соотношения 1 : 1,053 : 1,789 (цемент : кварцевый песок : гранитный щебень). В каждом случае приготавливались равноподвижные составы.

Ниже приведены результаты исследований кубической прочности бетона на сжатие затворенные на питьевой и активированной воде с набором прочности 7 суток и 28 суток (см. табл. 3)

Таблица 3 - Прочность при сжатии цементного камня в различные сроки твердения

| Режим активации | Прочность при сжатии цементного камня в различные сроки твердения | | | | Примечание |
|---------------------------------|---|-------|--------------------|-----|------------|
| | 7 суток твердения | | 28 суток твердения | | |
| | Рсж, МПа | % | Рсж, МПа | % | |
| Питьевая вода | 20,2 | 100 | 27,6 | 100 | |
| Активированная вода рН=10,22 | 20,6 | 102 | 29,0 | 105 | |
| Активированная вода рН=10,44 | 20,8 | 103 | 30,7 | 111 | |
| Активированная вода рН=11,13 | 21,1 | 104,5 | 31,2 | 113 | |

Существенную роль в упрочнении оптимальных наполненных структур играют такие факторы, как избыточная поверхностная энергия, минимум пор в контактной зоне, хорошая адгезия между вяжущим и заполнителем и т.д. Все это определяется характером протекания разных реакций, одну из определяющих ролей в которых играют свойства воды. Важным в этом случае является установление влияния активированной воды затворения на сохраняемость эффектов повышения прочности при введении мелких и крупных заполнителей. Проведены экспериментальные исследования по установлению влияния мелкого и крупного заполнителя на формирование прочности цементных композитов на активированной воде затворения. Результаты испытаний приведены в табл. 2. Из результатов исследования следует, что для всех материалов – цементного камня, раствора и бетона – характерно повышение прочности в случае применения активированной воды затворения.

Заключение: В результате проведенного экспериментального исследования гидратированных цементов на активированной постоянным электрическим током 110 В воде затворения установлены особенности фазовых превращений в твердеющих композитах, а также их количественные зависимости от режимов активации и длительности твердения. Установлено, что применение в цементных композитах воды затворения активированной водой полученным использованием установки активатор воды ДАВ-1, позволяет интенсифицировать процессы растворения и гидратации цемента, увеличить содержание гидросиликатов кальция и тем самым повысить

прочность цементных композитов. При использовании в строительных композитах в качестве вяжущего цемента, произведенного в Араванском цементном заводе, рекомендуется использовать при затворении активированную воду полученным аппаратом ДАВ-1 постоянным электрическим током 110 В с содержанием водорода $pH=11,13$. Из результатов исследования следует, что для всех материалов – цементного камня, раствора и бетона – характерно повышение прочности в случае применения активированной воды затворения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вагнер Г.Р.** *Физико-химия процессов активации цементных дисперсий.* – Киев: Наукова думка, 1980. – 200 с.
2. **Глуховский В.Д., Пахомов В.А.** *Шлакощелочные цементы и бетоны.* – К.: Будівельник. – 1978, - 184 с.
3. **Ерофеев В.Т., Митина Е.А. и др.** *Композиционные строительные материалы на активированной воде затворения //Строительные материалы.* – 2007. № 11. – С. 56–57.
4. **Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А., Емельянов Д.В., Юдин П.В.** *Долговечность цементных композитов на активированной воде // Промышленное и гражданское строительство.* – 2008. – № 7. – С. 51–54.
5. **Классен В.И.** *Омагничивание водных систем.* – М.: Химия, 1982. – 296 с.
6. **Остриков М.С.** *Проблемы физико-химической механики волокнистых и пористых структур и материалов.* – Рига, 1967. – 320 с.
7. **Помазкин, В.А. Макаева А.А.** *Магнито-активированная вода в строительных технологиях // Вестник ОГУ.* – 2000. – № 1. – С. 109–114.
8. **Сафронов В.Н., Петров Г.Г., Кугаевская С.А. и др.** *Свойства твердеющих композиций на омагниченной воде// Вестник ТГАСУ.* – 2005. – № 1. – С. 134–142.
9. **Семенов В.Д., Семенова Г.Д., Павлова А.Н. и др.** *Электрохимически активированная вода в технологии цементных систем / под ред. Ю.С. Саркисова.* - Томск: ТУСУР, 2007. – 251 с.
10. **Урьев Н.Б., Дубинин И.С.** *Коллоидные цементные растворы.* – Л.: Стройиздат, Ленинград. отделение, 1980. – 192 с.