



Оценка влияния водоцементного отношения на прочность бетона с активированным цементом

Е.А. Кожникова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Рассмотрен вопрос зависимости влияния водоцементного отношения на прочность. Проведён ряд экспериментов с целью определения оптимального водоцементного отношения и подтверждения достоверности известных данных, полученных другими исследователями. Полученные лабораторные результаты подтвердили, что при увеличении водоцементного отношения прочность уменьшается.

Ключевые слова: цемент, вода, водоцементное отношение, активный цемент, бетон, песок, прочность, сжатие, дисперсный состав, портландцемент.

Цемент – основной строительный материал, который является неорганическим искусственным вяжущим веществом.

Популярность цемента обусловлена его свойствами, присущими только ему, а именно: цемент набирает прочность даже во влажных условиях.

Наиболее распространён цементный бетон.

Бетон – это смесь, которая является сложной многокомпонентной системой. В эту смесь входят такие компоненты как: цемент, вода, заполнитель – песок, гравий, щебень, вводимые специальные добавки, которые вводят в ряде случаев, а также вовлечённый воздух [1].

Эта система приобретает связанность вследствие сил взаимодействия между дисперсными частицами твёрдой фазы и воды, и может рассматриваться как единое физическое тело с определёнными физическими и механическими свойствами.

К механическим свойствам бетона относятся прочность при растяжении и при сжатии. На прочность бетона немалое воздействие оказывают плотность и однородность цементного камня, которые в свою очередь, зависят от дисперсного состава.



Однако, вместе с тем, бетоны имеют ряд таких недостатков как повышенный расход вяжущего вещества и рост водопотребности бетонных смесей [2-4].

Существующий метод расчета прочности бетона по активности цемента и водоцементному отношению (далее В/Ц) не учитывают воздействия многих факторов, влияющих на физико-механические свойства бетонов, особенностей протекания химических реакций, при использовании различных базовых составляющих, в частности цемента.

Определить прочность бетона можно как на образцах, так и непосредственно в изделиях и конструкциях. Образцы для испытаний могут изготавливаться из бетонной смеси, а также извлекаться сверлением и пилением из затвердевшего бетона. Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 10180-2012.

Готовый бетон представляет собой осколки прочных каменных пород, полости между которыми заполнены песком, а полости (почти микроскопические) между песчинками заполнены цементом.

Цемент держит и песок, и крупные каменные фракции. Разумеется, речь идет о цементе, смоченном водой. Для того чтобы прошла реакция затвердения цемента, необходимо воды всего 30% от его массы. Но при таком количественном отношении смесь невозможно сделать пластичной, никакое трамбование и перемешивание не сможет заставить приготовленную смесь, в которую, к тому же, входят еще и песок с гравием, требующие смачивания для скольжения и контакта с цементом, качественно заполнить форму. Из этих соображений воды берется значительно больше. При добавлении большего или меньшего количества воды можно получить либо пластичный (текучий) бетон, либо жесткий.

Если воды при замесе взять избыточное количество, то бетон буквально самотеком заполняет форму. Часть воды просачивается сквозь



щели опалубки, унося с собой некоторую часть цемента. Потом идет достаточно длительный период испарения, в результате которого в бетоне образуются поры, ведущие впоследствии к растрескиванию. В таком случае о прочности бетона можно забыть.

От водоцементного соотношения бетонной смеси зависит в первую очередь прочность затвердевшего бетона. Чтобы понять эту зависимость, придется немного углубиться в физико-химические процессы, происходящие в бетоне жестком по мере его укладки, уплотнения и затвердевания, чтобы потом со знанием дела произвести правильный замес.

Вода, добавляемая к остальным составляющим бетонной смеси, выполняет две основные функции: участвует в химических процессах, происходящих во время схватывания и затвердевания цемента (примерно 30% веса воды от веса используемого цемента), и обеспечивает бетонной смеси некоторую пластичность (или текучесть), необходимую для того, чтобы можно было распределить смесь так, чтобы в ней не осталось воздушных пузырей при укладке. Поэтому можно заключить, что часть воды, избыточная для цемента, выполняет чисто технологическую функцию [10].

Таким образом, определение оптимального водоцементного содержания в растворе является основным параметром для достижения наилучших показателей прочности [9].

Комплексно исследуя влияние характеристики цементно-песчаной смеси (состава, соотношения компонентов смеси), характеристики компонентов смеси (активность цемента, состав и свойства песка), водоцементное отношение и прочие факторов бетона, автором было определено, что прямо пропорциональное отношение объема пор бетона к объему гидратированного цемента при постоянном значении с применением плотных заполнителей и практическом отсутствии вовлеченного или остаточного воздуха в бетонной смеси даёт увеличение прочности [8].



С этой целью в рамках данной статьи были определены методы исследования, составлен план эксперимента и обработаны экспериментальные данные.

В эксперименте использовались традиционные методы исследования, методы стандартных испытаний и специально разработанные методики:

- плотность бетонной смеси по ГОСТ 10181.1 «Смеси бетонные. Методы определения плотности»;
- прочность на сжатие по ГОСТ 10180 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»;
- соблюдение технических условий по ГОСТ 25328-82 «Цементы для строительных растворов. Технические условия»;
- подбор состава по ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава»;
- определение тонкости помола по ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола».

Эксперимент состоит из 3-х блоков.

Технологический режим для блоков 2 и 3 были приняты по выводам [6, 7], а именно мелящие тела имеют отношение длины к диаметру – 10, навеска мелящих тел – 550 г, время обработки – 30 секунд.

1 блок: отношение компонентов – Ц:П:В=1:3:0,4 – контрольные образцы.

Цементный раствор заливался в стандартные формы для одного образца с размерами 0,04×0,04×0,16. В форме 3 образца. Залито 20 форм.

Вывод: результаты блока приняты за контрольные, и последующие результаты блоков 2 и 3 сравниваются с ними.

2 блок: отношение компонентов – Ц_а:П:В=1:3:0,4.

Цементный раствор заливался в стандартные формы для одного образца с размерами 0,04×0,04×0,16. В отличие от 1 блока, в состав бетона



входил активированный цемент Ц_а. Активированный цемент был получен с помощью мельящих тел в количестве 550 г в мельнице лабораторной (ЛИВ), при 30 секундах работы мельницы. Залито было 20 форм.

Вывод: при сравнении результатов с 1 блоком выявлено значительное повышение прочности, которое составило 12-20% от контрольных образцов.

3 блок: отношение компонентов – Ц_а:П:В=1:3:0,4.

Цементный раствор заливался в стандартные формы для одного образца с размерами 0,04×0,04×0,16. В отличие от 1 и 2 блоков, в состав раствора входил активированный цемент, а также с каждым разом увеличивали количество воды с 1% до 20% от начального объёма воды. Активированный цемент был получен с помощью мельящих тел в количестве 550 г в мельнице лабораторной (ЛИВ), при 30 секундах работы мельницы. Залито было 20 форм.

Вывод: при сравнении результатов с 1 блоком выявлено уменьшение прочности на 15-30%, которое обратно пропорционально увеличению В/Ц.

Полученные лабораторные результаты подтвердили, что при увеличении В/Ц прочность уменьшается на 15-30. Большая область уменьшения прочности также обусловлена не только уменьшением В/Ц, но и многими не учитываемыми параметрами, такие как время замеса, интенсивность перемешивания, непостоянная влажность цемента и др.

Литература

1. Горчаков Г.И, Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986. 254 с.
 2. Власов В.К. Механизм повышения прочности бетона при введении микронаполнителя // Бетон и железобетон. –1988.–№10. С. 156-159.
 3. Каримов И. Влияние тонкодисперсных минеральных наполнителей на прочность бетона (Литературный обзор) URL: masterbetonov.ru/content/view/525/239/.
-



4. Шляхова Е.А., Холостова А.И. К вопросу повышения качества мелкозернистых бетонов на мелких песках // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2110.

5. Филонов И.А., Явруян Х.С. Механическая активация портландцемента в аппарате вихревого слоя // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/969.

6. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. 3 изд. М.: Стройиздат, 1976. С. 130-137.

7. Торлин Р. А., Новожилов А. А., Шуйский А. И., Торлина Е. А. Активизация частично гидратированного цемента в установке обработки материалов // Материалы международной научно-практической конференции «Строительство-2008». 80 с.

8. Технология вяжущих веществ / Бутт Ю.М., Окорочков С.Д., Сычев М.М., Тимашев В.В., под ред. Бутта Ю.М. М.: Высшая школа, 1965. с. 69-84

9. Dr. S.N. Ghosh Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. 34 p.

10. P.F.G. Banfill Rheology of Fresh Cement and Concrete // Proceedings of the international conference organized by the british society of rheology university of Liverpool UK, 1990. pp. 26-28.

References

1. Gorchakov G.I, Bazhenov Ju.M. Stroitel'nye materialy [Construction Materials]. М.: Strojizdat, 1986. 254 p.

2. Vlasov V.K. Mehanizm povysheniya prochnosti betona pri vvedenii mikronapolnitelja. Beton i zhelezobeton. 1988. №10. pp. 156-159.

3. Karimov I. Effect of finely dispersed mineral fillers on the strength of concrete URL: masterbetonov.ru/content/view/525/239/.

4. Shljahova E.A., Holostova A.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2110.



5. Filonov I.A., Javrujan H.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/969.
6. Volzhenskij A.V., Burov Ju.S., Kolokol'nikov V.S. Mineral'nye vjazhushhie veshhestva [Mineral binders]. 3 izd. M.: Strojizdat, 1976. pp. 130-137.
7. Torlin R. A., Novozhilov A. A., Shujskij A. I., Torlina E. A. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Stroitel'stvo-2008». 80 p.
8. Tehnologija vjazhushhih veshhestv. [Technology of binders]. Butt Ju.M., Okorokov S.D., Sychev M.M., Timashev V.V.,; pod red. Butta Ju.M. M.: Vysshaja shkola, 1965. pp. 69-84
9. Dr. S.N. Ghosh Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. 34 p.
10. P.F.G. Banfill Rheology of Fresh Cement and Concrete. Proceedings of the international conference organized by the british society of rheology university of Liverpool UK, 1990. pp. 26-28.