

УДК 666.972.162

К. С. Шинтемиров, доктор технических наук, профессор,

А. А. Бакушев, кандидат технических наук,

Е. А. Асылғали, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, РК

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

Аннотация

Потребность в высокопрочных бетонах растет по мере совершенствования методов расчета и возведения большепролетных и сильно нагруженных несущих конструкций. Высокопрочные бетоны в этих случаях позволяют перейти на более малые сечения элементов, уменьшить расход стали и существенно снизить собственный вес конструкций, что может повысить конкурентоспособность железобетона с другими современными конструкционными материалами и расширить область его применения.

Ключевые слова: высокопрочные бетоны, заполнители, цементно-водное отношение, суперпластификаторы, комплексные добавки.

В современных условиях возможно получать высокопрочные бетоны с прочностью 50...100 МПа и особо высокопрочные с прочностью более 100 МПа. На практике более широкое применение получили высокопрочные бетоны с прочностью 50 ... 80 МПа. Для получения высокой прочности необходимо создать особоплотную, прочную и монолитную структуру бетона. Этого можно достигнуть при выполнении ряда условий, вытекающих из физических основ структурообразования бетона: 1) применением высокопрочных цементов и заполнителей; 2) предельно низким водоцементным отношением; 3) высоким предельно допустимым расходом цемента; 4) применением суперпластификаторов и комплексных добавок, способствующих получению плотной структуры бетона; 5) особо тщательным перемешиванием и уплотнением бетонной смеси, 6) созданием наиболее благоприятных условий твердения бетона.

Для высокопрочных бетонов следует принять цементы активностью >50 МПа желательно с низкими значениями нормальной плотности. В зависимости от назначения бетона для его приготовления целесообразно использовать цемент определенного минералогического состава. При изготовлении сборных железобетонных изделий небольших и средних размеров применяют высокопрочные тонкомолотые портландцементы с повышенным содержанием C_3S и быстротвердеющие цементы. Для массивных изделий и конструкций, изготавливаемых на полигонах без тепловой обработки, рекомендуется применять цементы с пониженным содержанием C_3A и ограниченным содержанием C_3S (менее 50%), лучше всего белитовые. Такие цементы твердеют в течение длительного срока, обеспечивая высокую конечную прочность бетона. В первые сутки твердения имеют низкое тепловыделение и, соответственно низкую усадку цементного камня, небольшие объемные деформации и вредные собственные напряжения. Для обеспечения более равномерного твердения могут также использоваться пластификаторы и замедлители твердения.

Заполнители для высокопрочного бетона должны быть чистыми и обладать хорошим зерновым составом, малой пустотностью, не содержать по возможности слабых зерен. Предел прочности крупного заполнителя должен быть на 20 % выше заданной прочности бетона [1].

С повышением прочности бетона влияние заполнителя на структуру бетона и результаты испытаний постепенно увеличиваются. Для каждого заполнителя имеется предельное значение прочности бетона, выше которого на данном заполнителе получить бетон трудно и экономически невыгодно, так как незначительное повышение прочности бетона сопровождается значительным увеличением расхода цемента. Обычно этот предел наступает, когда прочность на растяжение бетона приближается к прочности заполнителя. Для особо высокопрочных бетонов применяют заполнители повышенной прочности из диабазы и базальта.

Высокая плотность и прочность бетона достигаются применением предельно низкого водоцементного отношения. Однако с уменьшением В/Ц повышается вязкость цементного теста, ухудшаются условия приготовления и уплотнения бетонной смеси, увеличивается воздухововлечение. В результате нарушается прямолинейная зависимость прочности бетона от цементно-водного отношения и после достижения определенных значений В/Ц дальнейшее его снижение практически мало способствует повышению прочности бетона [2].

Для получения высокопрочных бетонов необходимо применять более низкие В/Ц, что требует использования специальных приемов, позволяющих плотно укладывать бетонные смеси в этом случае.

К таким приемам относится применение суперпластификаторов или комплексных добавок, содержащих повышенную дозу пластификатора, ускорителя твердения и антивоздуховлакающий компонент, либо использование особо интенсивных способов уплотнения бетонной смеси, например прессования или роликового проката. В результате достигается высокая плотность и прочность бетона. При применении суперпластификаторов прямолинейная зависимость прочности бетона от цементно-водного отношения сохраняется до Ц/В = 4.

Существенное значение для технологии бетона имеет тот факт, что при низких В/Ц нарушается закон постоянства водопотребности бетонной смеси, т. е. при увеличении расхода цемента свыше 400 кг/м³ приходится для получения равноподвижных смесей увеличивать одновременно и расход воды, чтобы компенсировать резкое повышение вязкости цементного теста. Соответственно возрастает расход цемента, что приводит к ухудшению структуры бетона, увеличению тепловыделения и усадки, к росту вредных внутренних напряжений и деструктивных явлений. В результате снижается эффективность использования цемента.

Для гарантированного получения плотной и прочной структуры расход цемента в высокопрочном бетоне ограничивают: для сборных железобетонных изделий малых и средних размеров максимально допустимый расход цемента 550 кг/м³, для изделий большой массивности — 450 кг/м³. В высокопрочных бетонах следует особо уделять внимание снижению расхода цемента, так как при прочих равных условиях это способствует получению более плотной и менее дефектной структуры бетона и повышению его прочности. Для снижения расхода цемента используют: 1) применение более высокопрочных цементов, повышение их активности механическим или химическим путем (с добавкой 2...3% гипса или с комплексной добавкой на основе суперпластификаторов по удельной поверхности 4000...5000 см²/г, активацию в специальных установках, введение кренгов); 2) применение специально подобранной смеси заполнителей с минимальной пустотностью и водопотребностью; 3) введение в бетонную смесь суперпластификаторов и комплексных добавок; 4) назначение класса бетона, если это возможно, по его прочности в большем возрасте, чем 28 сут.

Введение суперпластификаторов особенно эффективно снижает расходы цемента, так как этому способствуют не только резкое повышение подвижности и улучшение уплотняемости бетонной смеси, но и тот факт, что в этом случае постоянство водопотребности сохраняется при высоких расходах цемента (до 550 кг/м³), т. е. в этом случае не требуется дополнительного расхода цемента для компенсации повышенной вязкости бетонной смеси. В результате повышается эффективность использования цемента в высокопрочных бетонах [3].

Наилучшими условиями для твердения высокопрочного бетона являются нормальные температура 20...25°C, с влажностью 100%. С повышением температуры и особенно при тепловой обработке в твердеющем бетоне возникают градиенты температуры и влажности, приводящие к миграции влаги, к температурно-влажностным деформациям и неравномерной усадке цементного камня. В результате увеличиваются деструктивные явления, поэтому при применении для ускорения твердения высокопрочного бетона тепловой обработки необходимо применять более длительную предварительную выдержку, очень мягкие режимы: постепенным подъемом и спуском температуры, снижать температуру прогрева до 50...60°C, обеспечивать высокую влажность среды [4]. Не следует назначать слишком длительных режимов прогрева, ограничивая его продолжительность моментом, когда прочность бетона достигнет 50...70% его класса. В этом случае высокопрочные бетоны удовлетворительно твердеют в дальнейшем. Оптимальные режимы прогрева назначают по результатам предварительных опытов.

При соблюдении рассмотренных условий прочность бетона может превысить марку цемента в 1,5...1,7 раза. Применение высокопрочного бетона позволяет сократить массу и материалоемкость железобетонных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Фаликман В.Р., Калашников О.О. Строительно-технические свойства особовысо-копрочных быстротвердеющих бетонов // Бетон и железобетон. – 2004. – №5. – С.5-10.
- 2 Иссерс Ф.А., Булгакова М.Г., Вершинина Н.И. Прочностные и деформативные свойства высокопрочных бетонов с модификатором МБ 10-01 // Бетон и железобетон. – 1999. – № 3. — С. 6-9.
- 3 Калашников В.И. Классификационная оценка цементов в присутствии суперпластификаторов для высокопрочных бетонов/ В.С. Демьянова, А.А Борисов //Изв. вузов. Строительство, 1999. – №1. – С.22-25.
- 4 Несветаев Г.В., Виноградова Е.В. Сверхбыстротвердеющий высокопрочный бетон // Строительство . — 2005. Материалы межд. конф. — Ростов-на-Дону: РГСУ, 2005. – С. 35-37.

ТҮЙІН

Есептеу әдістерінің жетілдіруіне орай және аралығы қашық пен өте үлкен жүк қабылдайтын құрылымдар салынуынан беріктігі жоғары бетондарға сұраныс арта түсуде. Беріктігі жоғары бетондарда қолданылатын қимасы шағын элементтер, яғни болат шығынын азайту және жеке салмағын жеңілдету арқасында бұл темірбетон бұйымдарының басқа қазіргі заманғы құрылымдар арасында бәсекелестігін арттырып, қолдану аймағын кеңейте түсетіні анық.

RESUME

The need for high-strength concrete increases with the improvement of methods of calculation and construction of large-span and highly stressed load-bearing structures. High-strength concrete in these cases allows to pass the smaller cross-section elements, and reduce the consumption of steel to significantly reduce its own weight structures that can increase the competitiveness of concrete with other modern construction materials and extend its application field.