

Таблица 5

Д, %	W/C	ОК см	Водопо- нижение, %	Состав бетона при W/C=0.586					Прочность при сжатии, % от контрольной		
				Ц, кг	П, кг	Щ, кг	В, л	Д, л	7 суток	14 суток	28 суток
0	0.586	6.1	–	350	686	1189	205	0	100	100	100
0.0075	0.537	9.3	7.2	350	686	1189	200.31	4.688	106	116	118
0.0100	0.545	9.3	8.6	350	686	1189	198.75	6.25	105	106	106

Таблица 6

№ серии	Прочность при сжатии, МПа		Коэффициент морозо- стойкости
	Контрольных образцов	основных образцов	
		Число циклов испытаний: 13 (75)	
Контрольный	25.7	26.8	1.043
С добавкой STG-3	29.4	31.0	1.054

- изменения структуры сформированного цементного камня и бетона с целью повышения водонепроницаемости и морозостойкости.
- 2. Исследования защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, выполненные в соответствии с СТБ 1168-99 по направлению 1, показали, что арматура в конструкционном бетоне, модифицированном добавкой STG-3, находится в устойчивом пассивном состоянии.
- 3. Следует предположить, что введение добавки STG-3 в подвижные бетонные смеси (ОК=6...8 см) может улучшить защитные свойства бетона за счет уплотнения и модифицирования его капиллярно-пористой структуры.
- 4. Полученные данные позволяют предположить возможность повышения стойкости бетонов, модифицированных добавкой STG-3, в условиях капиллярного подсоса растворов солей и при действии агрессивных сред, что указывает на необходимость исследования в этой области.
- 5. Дальнейшие широкомасштабные исследования позволят организовать производство добавки STG-3 и ее модификаций в промышленных условиях, а также разработать рекомендации для ее применения в конструкционных бетонах.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с.
2. Уласевич В.П., Уласевич З.Н., и др. К возможности получения модификаторов бетона из утилизированных гуминовых веществ // Вестник БГТУ № 1(19). – Брест: 2003. – С.61-63.
3. Уласевич В.П., Уласевич З.Н. Добавка для бетонов STG-3. Технические условия ТУ 02071613.379-2004. Министерство строительства и архитектуры. – Брест, 2004. – 8 с.
4. Уласевич В.П., Уласевич З.Н., Тимошевич В.В. Эффективность добавки STG-3, полученной на основе торфяных гуминовых веществ // Вестник БГТУ. №1(25): Строительство и архитектура. – 2004. – С. 177-179.
5. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавка в бетон. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1989. – 188с.
6. В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузев Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.

Статья поступила в редакцию 29.01.07

УДК 620.17:691.32

Кондратчик А.А., Романькова Т.В.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛНОЙ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА

Введение

Деформационный метод расчета сечений, определенный в СНБ 5.03.01-02 как основной, базируется не только на знании уравнений равновесий моментов и продольных сил, законов распределения напряжений и деформаций по сечению, условий деформирования бетона и арматуры между трещинами, но и зависимости между напряжениями и относительными деформациями бетона. Полная диаграмма деформирования, как обобщенная характеристика механических свойств бетона, отражая связь между напряжениями и деформациями материала вплоть до разрушения, необходима при нелинейных расчетах конструкций.

Опыт построения полной диаграммы деформирования обычного бетона

Построение полной диаграммы «σ-ε» является достаточно

сложной, с методической точки зрения, задачей, т.к. очертание кривой подвержено влиянию от принятых условий испытания – размера и формы образца, жесткости испытательной машины, выдерживания скорости нагружения-деформирования, типа и точности измерительных приборов, способа измерения деформаций и т.д. Предпринимаемые исследования методические приемы реализации эксперимента свидетельствуют не только о сложности получения информации о деформациях материала на ниспадающем участке диаграммы деформирования, но и о трудности получаемых данных.

В Донбасской государственной академии строительства и архитектуры В.И. Веретенников, А.А. Бармотин [1] также проводили исследования по получению диаграмм деформирования бетона. Испытанию подвергались образцы различных форм и размеров: прямоугольной, ромбовидной и сегментной. В методике своих испытаний было предложено ис-

Романькова Татьяна Вячеславовна, аспирант кафедры технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

пользовать приспособление к стандартному гидравлическому прессу, которое представляет собой 4 консоли, закрепленные по двум углам верхней и нижней плит прессы, и двух вертикально-расположенных тяг, шарнирно соединенных с консолями. Т.о., испытуемый образец нагружался тремя силами N_1 , N_2 , N_3 . Изменяя в ходе испытания соотношения между силами, Веретенников, Бармотин получили возможность изменить не только величину, но и положение их равнодействующей, обеспечивая желаемое распределение деформаций по сечению. Для измерения продольных деформаций образцов были применены специально сконструированные тензометры рычажного типа, которые крепились с помощью гибкой ленты, что создавало условия для независимой работы приборов. Испытуемые образцы загружались продольной сжимающей силой ступенями: величина первых двух = 0,05 от разрушающей нагрузки $N_{раз}$, далее величину ступени увеличивали вдвое. Величины усилий в тягах определялись через их деформации. Для этого к тягам крепились индикаторы часового типа. Анализ опытных данных показал, что форма сечения не оказывает существенного влияния на параметры диаграммы сжатия бетона [1].

В МИСИ совместно с НИИЖБом с целью изучения особенностей работы внецентренно сжатых элементов с продольной высокопрочной и поперечной арматурой в виде сеток при статическом и кратковременном динамическом нагружении Н.Н. Попов, Н.Г. Матков, А.А. Гончаров [2] исследовали образцы и получили полные диаграммы деформирования. Для эксперимента использовали образцы квадратного сечения размером $800 \times 200 \times 200$ мм с симметричным армированием нормальных сечений. Статические испытания образцов осуществляли в специальной установке, позволяющей поддерживать постоянную скорость прироста деформаций и получать ниспадающие участки диаграммы деформирования. Нагрузку на образец прикладывали ступенями по 0,1...0,01 от разрушающей с выдерживанием на каждом этапе по 10 мин. Продольные и поперечные деформации бетона измеряли тензорезисторами с базой 50 мм и фотоэлектрическими датчиками. В результате проведенного эксперимента были получены фактические полные диаграммы деформирования с автоматической записью при статическом и динамическом нагружении, позволяющие применять аналитические способы расчета с составлением алгоритма расчета на ЭВМ.

А.А. Гвоздев, А.В. Шубик, Н.Г. Матков [3] проводили исследования для получения диаграмм сжатия, особенно с нисходящими участками. Для проведения исследований НИИЖБ при участии ЦНИИСК и МИСИ разработали специальную установку, оснащенную автоматическими средствами измерения. Исследования выполняли на сжатых бетонных элементах (призмы размером $150 \times 150 \times 600$, $200 \times 200 \times 800$ мм), армированных поперечными сетками в сочетании с продольной арматурой, по новой методике на специальной установке с динамометрическими вставками, совместно загружаемой с образцом в прессе при достижении определенного уровня нагружения $\eta = 0,7 \dots 0,9 N_p^T$. На образцы наклеивали тензорезисторы, устанавливали датчики перемещений, индикаторы и внутренние датчики напряжений с динамометром для контроля деформаций и силы во времени с дистанционной записью полной диаграммы сжатия на двухкоординатнике и осциллографе. В качестве упругих вставок использовали отгарированные стойки, которые включались в работу не с самого начала загрузки образца, а при появлении микротрещин.

При такой методике загрузки образцов и записи процесса их деформирования под нагрузкой от начала загрузки до полного разрушения А.А. Гвоздев, А.В. Шубик, Н.Г. Матков получили возможность построения полных реальных диаграмм деформирования бетона при сжатии с нисходящими участками.

Г.В. Мурашкин, С.А. Бутенко, И.Д. Яворский [4] занимались исследованием деформативности бетона. В своих работах они предложили использовать установку, которая позволяет на традиционном прессовом оборудовании получить полную диаграмму « σ - ϵ » бетона. Для исключения резкого разрушения бетона при переходе от восходящей ветви диаграммы « σ - ϵ » к ниспадающей использовалась тензометрическая труба с тензорезисторами, наклеенными на ее стенки, для фиксирования значения деформаций. В качестве опытных образцов были изготовлены образцы-цилиндры различного состава и технологии изготовления. Результаты данных испытаний доказали, что с помощью предлагаемого устройства возможно получение диаграммы с ниспадающим участком и оценка предельной деформативности бетонов различных видов.

Ивашенко Ю.А., Лобанов А.Д. [5] предложили свой способ исследований в области построения диаграмм деформирования бетона. Авторами испытан бетон с применением системы «бетон-кондуктор», в которой благодаря смене упругих элементов меняется жесткость кондуктора и соответственно скорость деформирования. Скорость нагружения всей системы оставалась постоянной. Сравнение результатов испытаний производили по коэффициенту продольного стеснения $n_{ст} = V_k / V_0$, где V_k , V_0 – жесткость кондуктора и бетонного образца.

В качестве бетонного образца использовали призмы размером $100 \times 100 \times 400$ мм. В процессе испытания измеряли продольные и поперечные деформации по четырем граням, а также время прохождения ультразвуковых импульсов в поперечном направлении относительно направления сжимаемого усилия.

Анализом результатов испытания установлено, что при изменении коэффициента продольного стеснения от 0 до 0,85 меняется вид диаграммы « σ - ϵ », а также обнаруживаются критические значения коэффициентов $n_{ст}^1$ и $n_{ст}^2$. Первое характеризует момент, когда на диаграмме появляется нисходящий участок. При $n_{ст} < n_{ст}^1$ бетон деформируется без появления нисходящего участка, при $n_{ст} > n_{ст}^1$ предельная деформация продолжает расти, появлялся нисходящий участок.

Ивашенко Ю.А., Лобанов А.Д. установили влияние режима деформирования на напряженно-деформированное состояние бетона при наличии нисходящего участка на диаграмме и существование двух критических значений коэффициента продольного стеснения, определяющих также режимы деформирования, при которых появляется нисходящий участок и меняется характер разрушения и накопления повреждений в структуре бетона.

На рис. 1 приведено сравнение зависимостей, представленных исследователями и нормативными документами ряда стран [6].

Анализ данных свидетельствует об отсутствии единой методики получения полных диаграмм деформирования бетона.

Получение диаграммы деформирования для напрягающего бетона

Исследования напрягающего бетона в этой области представлены весьма малым количеством опытов.

Загуляев С.В. [7] занимался изучением прочностных и деформативных характеристик бетона на напрягающем цементе. Были проведены следующие исследования: на растяжение при раскалывании, на осевое растяжение образцов, твердевших в условиях одноосного ограничения деформаций и в свободных условиях.

Испытания на одноосное растяжение были проведены по следующей схеме: для получения ниспадающей ветви диаграммы использовалось стальное кольцо большой жесткости; для испытания образцов испытывающих одноосное ограничение деформаций использовался специально разработанный

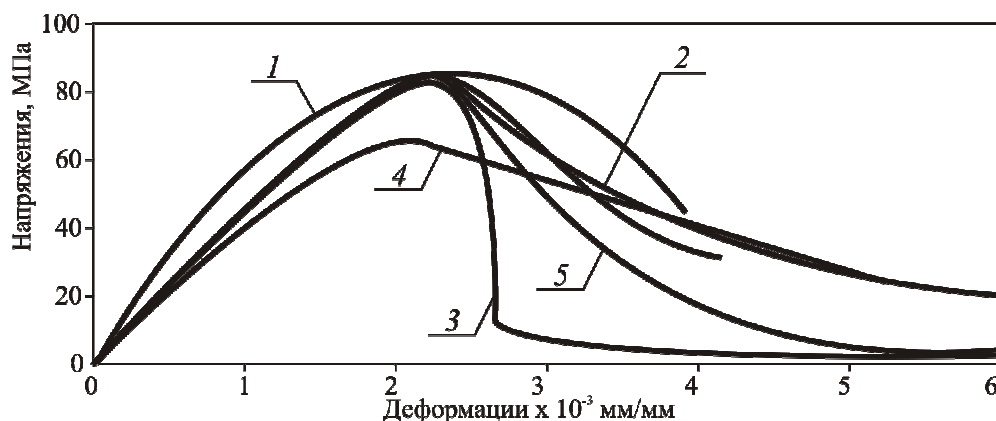


Рис. 1. Диаграммы деформирования бетона прочностью 80 МПа [6]:

$$1 - \text{Hognestad, 1951. } f_c = f_c' \left[2\kappa_4 - \kappa_4^2 \right]; 2 - \text{Wang et al., 1978. } f_c = f_c' \left[\frac{A\kappa_4 + B\kappa_4^2}{1 + C\kappa_4 + D\kappa_4^2} \right];$$

$$3 - \text{CEB, 1990. } f_c = f_c' \left[\frac{\kappa_3\kappa_4 - \kappa_4^2}{(1 + \kappa_3\kappa_4 - 2\kappa_4)} \right]; 4 - \text{Carreira and Chu, 1985. } f_c = f_c' \left[\frac{\beta\kappa_4}{\beta - 1 + \kappa_4^\beta} \right];$$

$$5 - \text{T.H.We, M.S.Chin, M.A.Mansur, 1997. } f_c = f_c' \left[\frac{\kappa_1\beta\kappa_4}{\kappa_1\beta - 1 + \kappa_4^{\kappa_2\beta}} \right],$$

где $\kappa_4 = \varepsilon / \varepsilon_0$; $\kappa_3 = E_{it} / E_0$, ε и ε_0 – относительные деформации бетона.

захват. Деформации бетона фиксировались в системе «образец - двухкоординатный потенциометр самопишущий ПДС-021». Сигнал, получаемый с датчиков, усиливаясь на тензоусилителе, поступал на двухкоординатный самописец. На разрывной машине ИР 5145-500-11 была получена диаграмма деформирования бетона на напрягающем цементе.

В лаборатории самоупроченных конструкций Новиковой С.Д. под руководством В.В.Тура [8] были проведены испытания напрягающего бетона с косвенным армированием. В результате эксперимента были построены диаграммы деформирования бетона, рассчитаны пиковые напряжения и деформации по различным методикам и проведено сравнение с опытными данными. Для эксперимента были изготовлены образцы-цилиндры 100×200 мм, усиленные спиральной арматурой. Испытания проводились на прессе П-250. Предложенная методика позволила получить полные диаграммы деформирования напрягающего бетона усиленного косвенным армированием.

Полученные результаты исследований по определению параметрических точек диаграммы деформирования отличаются от расчетных значений, получаемых по различным методикам. Наиболее близкие результаты к опытным значениям параметрических точек дает методика расчета, предложенная в СНБ 5.03.01-02. Но, несмотря на это, расхождения между расчетными и опытными значениями достаточно велики. Например, значение пиковых напряжений, полученное в ходе эксперимента, превышает расчетное значение в соответствии с СНБ 5.03.01-02 в 1,5 раза, значение деформаций в пиковой точке диаграммы – в 2,1 раза, а предельных деформаций – в 6 раз. Исходя из вышесказанного, следует сделать вывод о том, что требует дальнейшего уточнения и развития как методика проведения испытаний, так и расчетные зависимости по определению параметрических точек диаграмм деформирования.

Особенностью напрягающего бетона является способность формировать в конструкции собственное поле внутренних напряжений, что должно быть учтено при получении диаграммы «σ-ε». В то же время необходимо выяснить степень

влияния получаемого самоупрочения на очертание кривой «σ-ε». Испытание контрольных образцов в кондукторе представляет известную сложность и нежелательно для применения в лабораториях. Планируется варьирование не только величиной контрольного образца – призмы, но и их испытание после снятия ограничения расширения, т.е. в условиях моделирования разгруженной структуры бетона.

Методика испытания опытных образцов

Выполнены постановочные опыты с целью обработки методики испытаний с использованием гидравлического пресса ПСУ-250 (ГОСТ 8905-7).

Для проведения пробных испытаний в опытах использовались домкраты грузоподъемностью 100 т ($D_{\text{поршня}} = 151$ мм), установленные на нижнюю плиту стандартного гидравлического пресса, для повышения жесткости установки и избегания хрупкого разрушения образца. Начальная жесткость бетонного образца и домкратов определялась экспериментально при раздельном их нагружении. При подаче нагрузки на призму верхняя траверса пресса соприкасалась и с образцом и с домкратами, что привело к получению совместно загружаемой системы. В процессе испытания по индикаторам, установленным на образце, замерялись продольные и поперечные деформации (по четырем граням) до момента близкого к разрушению образца. При достижении бетоном начальной стадии разрушения нагрузка на образец уменьшалась, но деформации продолжали расти. В ходе проведения пробного эксперимента планировалось достичь постепенного разрушения образца за счет работы домкратов и потенциальной энергии, накопленной в прессе во время проведения эксперимента. Но получить диаграмму с плавной нисходящей ветвью не удалось вследствие высокой скорости нагружения образца, несовершенства испытательного оборудования и недостаточной жесткости системы.

Поэтому при проведении испытаний с помощью гидравлического пресса для получения диаграмм деформирования

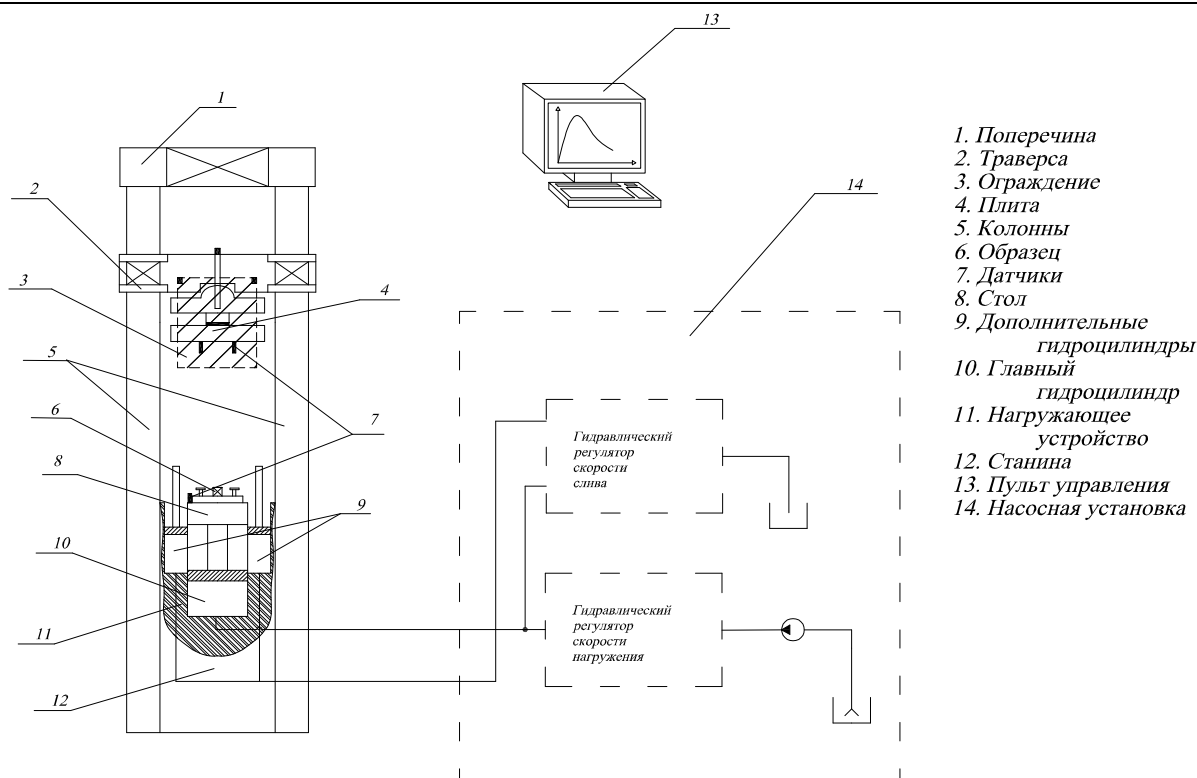


Рис. 2. Технологическая схема пресса П-250 [9]

бетона необходимо усовершенствовать методику проведения испытаний и стремиться к тому, чтобы жесткость машины была по возможности большей.

На основании данного требования были даны следующие рекомендации по выбору конструктивных параметров проектируемых машин:

- габариты машины и ход исполнительного гидроцилиндра должны быть минимально возможными (для увеличения жесткости);
- гидроцилиндр должен иметь по возможности больший диаметр и использоваться только для деформирования образца;
- силовые элементы машины, воспринимающие нагрузку, должны иметь по возможности меньшую длину и большее поперечное сечение.

Из вышеизложенного следует, что машины для получения полновесных диаграмм деформирования бетона могут создаваться на базе существующего оборудования, не обладающего достаточной жесткостью, путем применения упругих элементов регулируемой высоты, деформируемых вместе с образцом. При этом жесткость упругих элементов выбирается по модулю близкой к жесткости образца на ниспадающей ветви диаграммы, а начальная высота меньше начальной высоты образца на величину деформации, соответствующей пику нагрузки.

На основании данных требований можно на базе гидравлического пресса П-250 создать испытательную установку, которая соответствовала бы представляемым требованиям.

Усовершенствованный пресс представляет собой установку, состоящую из нагружающего устройства 11, насосной установки 14 и пульта управления 13. Нагружающее устройство предназначено для деформирования и разрушения испытуемого образца. Пульт управления служит для управления процессом нагружения образца и контроля за величинами нагрузок (деформаций). Насосная установка представляет собой насос и гидравлическую систему, которая соединяется маслопроводами с нагружающим устройством и падает дав-

ление на главный 10 и дополнительные 9 гидроцилиндры [9]. Технологическая схема пресса приведена на рис. 2.

Испытание образцов происходит в автоматическом режиме работы двигателя. Данная схема испытаний позволяет получить диаграмму деформирования бетона на экране ЭВМ.

Выводы

Анализ материалов исследований свидетельствует об ограниченном количестве данных по определению полных диаграмм деформирования бетона на напрягающем цементе.

Получение диаграммы « σ - ϵ » с ниспадающей ветвью по традиционной методике не представляется возможным.

При получении диаграммы необходимо стремиться к тому, чтобы жесткость оборудования была по возможности большей.

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Веретенников В.И., Бармотин А.А. О влиянии размеров и формы сечения элементов на диаграмму деформирования бетона при внецентренном сжатии // Бетон и железобетон - № 5. – 2000. – с.27-30.
2. Попов Н.Н., Матков Н.Г., Гончаров А.А. Внецентренно сжатые элементы с продольной высокопрочной арматурой при статическом и динамическом нагружении // Бетон и железобетон - № 10. – 1990. – с.32-34.
3. Гвоздев А.А., Шубик А.В., Матков Н.Г. О полной диаграмме сжатия бетона, армированного поперечными сетками // Бетон и железобетон - № 4. – 1988. – с.37-39.
4. Мурашкин Г.В., Бутенко С.А., Яворский И.Д. К определению диаграммы « σ - ϵ » бетона с ниспадающим участком // Железобетонные конструкции. Экспериментально-теоретические исследования. Межвузовский сборник научных трудов. – Куйбышев: Куйбышевск. гос. у-нт, 1984. – 140 с.
5. Ивашенко Ю.А., Лобанов А.Д. Исследование процесса разрушения бетона при разных скоростях деформирования // Бетон и железобетон - № 11. – с.14-15.

6. Тур В.В., Рак Н.А. Прочность и деформации бетона в расчетах конструкций: Монография. – г. Брест; Издательство БГТУ, 2003. – 252 с.
7. Загуляев С.В. Прочностные и деформативные характеристики бетона на напрягающем цементе // Вестник БГТУ, Строительство и архитектура. – 2004. № 1 – с. 74-80.
8. Новикова С.Д. Исследование прочности центрально-сжатых элементов из напрягающего бетона с косвенным армированием. Пояснительная записка // Брест, 2002. – 58 с.
9. Прокопеня О.Н., Макул В.В. Автоматизация испытания бетонных образцов: Дипломный проект: 1-53.01.01 // БГТУ, Брест, 2006. – 105 с.

Статья поступила в редакцию 15.02.07

УДК 691.322

Кравченко В.В., Филимонова Н.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ВНУТРЕННЕГО УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Введение

Развитие строительных технологий за последние десятилетия привело к появлению и практическому использованию новой группы бетонов, так называемых «высококачественных бетонов» (общепринятое сокращение *HPC* – *High Performance Concrete*). Основными отличительными признаками бетонов данной группы, по сравнению с обычными бетонами, являются:

- повышенная прочность при сжатии (примерно от 60 МПа и более);
- низкое водоцементное отношение (менее 0,3);
- низкая проницаемость.

Перечисленные свойства делают такие бетоны незаменимыми при изготовлении изделий и конструкций, применяемых в условиях, где основным требованием является обеспечение долговечности.

К сожалению, наряду с преимуществами, у высококачественных бетонов имеются и существенные недостатки. В первую очередь к ним следует отнести развитие микротрещин в структуре твердеющего бетона, особенно в раннем возрасте. Причиной появления микротрещин является возникновение и развитие деформаций аутогенной усадки.

Надо отметить, что ранее исследованиям аутогенной усадки не уделяли достаточно внимания, поскольку она является незначительной в обычных бетонах, где водоцементное отношение составляет примерно 0,4..0,45, что характерно для большинства используемых в настоящее время составов. Тщательное изучение этого явления началось лишь с появлением высококачественных бетонов.

1. Предпосылки развития аутогенной усадки

Обобщенный механизм развития деформаций аутогенной усадки, выработанный на основе анализа источников [1-3], может быть коротко представлен следующим образом.

Как известно, к моменту схватывания в цементном тесте формируется начальная пористость. Первоначально предполагается, что все поры заполнены водой (исключение составляют поры, образованные вовлеченным воздухом). Однако со временем, в процессе гидратации, поры начинают обезвоживаться из-за постоянного оттока воды (в первую очередь свободной воды, находящейся в порах под действием капиллярных сил) в зону продолжающейся гидратации клинкерных частиц цемента. Этот процесс в разных источниках называется «самовысыханием» или «самоусушкой». Следствием процесса «самовысыхания» является образование в порах менисков, что в конечном итоге приводит к возникновению капиллярных сил, которые обусловлены поверхностным натяжением воды на границе раздела фаз «вода – пар».

Возникающее при этом капиллярное давление может быть описано зависимостью:

$$P_{cap} = -\frac{2 \cdot \gamma \cdot \cos \vartheta}{r} = -\frac{R \cdot T \cdot \rho_l}{M_l} \ln\left(\frac{p_g}{p_{sat}}\right), \quad (1)$$

где γ [Н/м] – поверхностное натяжение воды; r [м] – радиус мениска; ϑ [-] – краевой угол мениска; R [8,31 Дж/К моль] – универсальная газовая постоянная; T [К] – абсолютная температура; ρ_l [1000 кг/м³] – плотность воды; M_l [кг/моль] – молярная масса воды; p_g [МПа] – давление пара в порах;

p_{sat} [МПа] – давление насыщенного пара.

Капиллярное давление возрастает с уменьшением радиуса пор. Согласно [3] проявление усадки начинается при обезвоживании пор размером порядка (350...500)Å. При этом капиллярное давление возрастает до определенного максимума, а затем убывает, так как объем воды в порах в ходе процесса гидратации уменьшается.

Отрицательное капиллярное давление обусловлено тем, что при образовании вогнутых менисков давление внутри жидкости становится меньше, чем давление пара над поверхностью мениска. Это приводит к образованию сжимающих усилий в жидкости, передаваемых на стенки пор, и всестороннему обжатию скелета цементного камня, т. е. к возникновению объемной аутогенной усадки.

Таким образом, из анализа явлений, происходящих в процессе гидратации, можно сделать вывод: аутогенная усадка – это отрицательная объемная деформация цементного камня, возникающая вследствие постоянного оттока воды из порового пространства на гидратацию цемента.

2. Концепция внутреннего увлажнения

Концепция внутреннего увлажнения бетона, предложенная рядом исследователей относительно недавно [7-10], подразумевает введение в бетонную смесь специальных компонентов, которые служат так называемыми «агентами увлажнения» (*curing agent*). Такие агенты, находясь в структуре твердеющего бетона, должны компенсировать недостаток воды, возникающий в процессе «самовысыхания», и, как следствие, привести к снижению или полному устранению деформаций аутогенной усадки в структуре твердеющего бетона.

В рамках концепции различают два вида внутреннего влажностного ухода:

- внутреннее водное увлажнение;
- внутренняя изоляция (замедленное увлажнение с блоки-

Кравченко Валентин Владимирович, аспирант кафедры технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета.

Филимонова Наталья Викторовна, к.т.н., младший научный сотрудник НИЧ Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.