

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ИЗДЕЛИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

Елькин А.В., асп., Выровой В.Н., д.т.н., проф.,
Суханов В.Г., к.т.н., проф., Острая Т.В., к.т.н., Чернега А.С. асп.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Введение. Технологический период получения строительных материалов самой широкой номенклатуры (материалы на основе неорганических и органических вяжущих, керамические материалы и т.п.) и переработки их в изделия сопровождается возникновением и развитием в них начальных (первичных, технологических, предварительных, остаточных) напряжений и деформаций. Эти напряжения присутствуют в изделиях и конструкциях до приложения к ним внешних нагрузок и несут ответственность за обеспечение их эксплуатационной долговечности [1, 2].

По мнению специалистов [3,4,5] одной из причин возникновения технологических деформаций являются объемные изменения твердеющего материала. При этом отмечается, что на распределение интегральных начальных деформаций оказывает влияние геометрия изделия или конструкции. Поэтому существует реальная возможность управления распределением остаточных деформаций за счет изменения геометрических характеристик изделий и конструкций. В связи с этим была определена задача анализа – анализ влияния особенностей геометрии конструкций на развитие интегральных технологических деформаций и их влияние на формирование свойств бетона.

Методика проведения исследований. Анализ распределения интегральных технологических деформаций проводили в бетонных изделиях размером $100 \times 150 \times 1200$ мм с различными коэффициентами формы [6,7]. Коэффициент формы K_ϕ определяли отношением длины нижней грани образца l_0 к измененной длине нижней грани l : $K_\phi = l_0/l$. При анализе приняты следующие значения коэффициентов формы: $K_{\phi 1} = 1,0$; $K_{\phi 2} = 0,997$. (рис.1)

Контролировали прочность бетона в различных сечениях изделия неразрушающим методом. Испытания проводились неразрушающими методами по определению скорости прохождения ультразвука и при помощи прибора ИПС-МГ 4.03. Скорость ультразвука в каждой точке вычисляли как среднее из трех определений. По методике определения

прочности при сжатии, при помощи прибора ИПС-МГ 4.03, среднее значение вычисляли из шести показаний. Определена скорость ультразвука в бетонных балках с $K_f=1$ и $K_f=0,997$.

Контролировали водопоглощение отдельных сегментов данных изделий

Изделия изготавливали из бетона класса В25, подвижностью П4. Плотность бетона составила 2400 кг/м^3 , водопоглощение – 5,9%. Твердение бетонных и железобетонных изделий проходило в нормальных условиях в течении 7 суток. После распалубки изделия хранились в естественных условиях ($t= 20\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительная влажность $\phi=80\pm 15 \%$) в течении 360 суток.

Анализ механизмов формирования интегральных остаточных деформаций.

Распределение объемных изменений, вызванных физико-химическими превращениями твердеющих вяжущих, определяется формой образца, формируя поле остаточных деформаций. Возникающие на уровне образца градиенты деформаций изменяют условия организации структуры в локальных объемах материала.

Для экспериментального подтверждения выдвинутых положений были определены прочностные свойства бетонных балок.

На Рис.1 приведена схема расположения характерных точек на бетонных балках в которых определяли скорость прохождения ультразвука и прочность при сжатии.

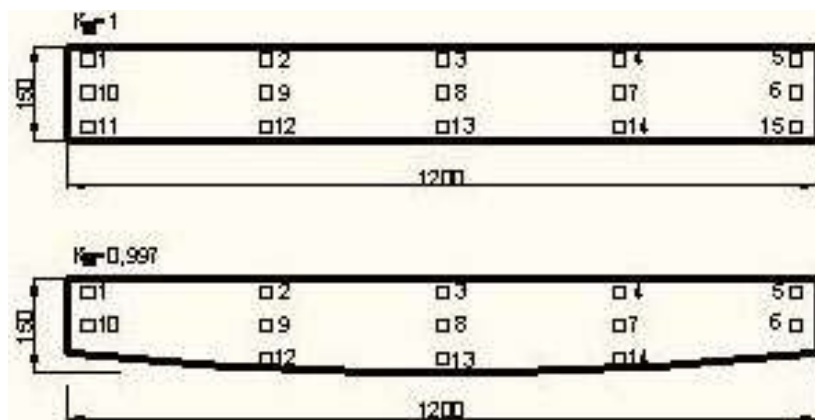


Рис.1. Точки измерения скорости ультразвуком в бетонных балках с $K_f=1$ и $K_f=0,997$

В таблице 1 приведены результаты по изменению скорости ультразвука и предела прочности бетона при сжатии в бетонных балках с различными коэффициентами формы нижней продольной грани.

Таблица 1

Влияние коэффициентов формы балок на изменение прочности бетона

№ т.	Скорость ультразвука, м/с		Предел проч-ти при сжатии, МПа	
	$K_f=1$	$K_f=0,997$	$K_f=1$	$K_f=0,997$
1	23,4	25,2	35,6	42,0
2	24	24,5	35,8	42,0
3	23,1	24,5	34,9	38,0
4	22,6	25	35,6	30,9
5	22,9	25,8	34,8	34,0
6	23,5	24,5	39,2	46,0
7	23	24	36,1	38,0
8	22,9	24	38,2	37,0
9	24,3	23,5	37,1	45,0
10	23,4	24,1	36,2	41,0
11	22,7	-	35,9	-
12	22,7	24,1	36,1	43,0
13	21,8	23,3	37,0	50,5
14	22,5	23,8	36,8	47,0
15	21,6	-	35,9	-

Анализ результатов показывает, что скорость ультразвука в различных точках в бетонной балке с $K_f=1,0$ практически одинаковы. Это свидетельствует о достаточно однородной плотности бетона в балке.

Скорость ультразвука в балке с измененной формой нижней грани вдоль грани с $K_f=1,0$ (точки 1,2,3,4,5) практически не изменяются по сравнению с балкой $K_f=1,0$. По мере перехода к нижней грани балки скорость ультразвука увеличивается. Максимальных значений скорости ультразвука достигает в точке 13 и до 11% выше чем в точке 3.

Проведенные исследования позволяют заключить, что при изменении коэффициента формы одной из продольных граней балки происходит такое распределение остаточных деформаций, при котором происходит самоуплотнение твердеющего бетона о чем свидетельствует увеличение скорости ультразвука.

Анализ полученных результатов показывает, что изменение прочности при сжатии бетона в балке с $K_{\phi}=1,0$ не превышает 11%.

Прочность бетона в центральном сечении балки с $K_{\phi}=1,03$ (точки 3,13) изменяется на 12,5 МПа. При этом увеличение прочности до 32% (точка 13) соответствует участку бетонной балки с повышенной скоростью прохождения ультразвука. Проведенные исследования подтвердили влияние геометрических особенностей изгибаемого элемента на перераспределение в нем остаточных деформаций, что самопроизвольно приводит к изменению плотности и прочности бетона по сечению изделия.

Для подтверждения влияния геометрических характеристик балок на перераспределение технологических деформаций и, тем самым, на изменение физико-механических свойств бетона, бетонная балка была распиlena по схеме, представленной на рис.2.

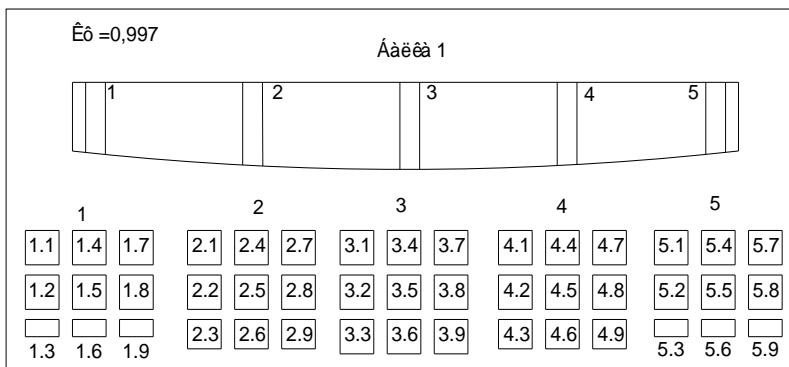


Рис.2. Схема распила балки с $K_{\phi}=0,997$

Контролировали водопоглощение отдельных фрагментов через 2ч., 24ч., 48ч. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Исследования показали, что формирование интегральных полей остаточных деформаций вызывает изменение водопоглощения по сечению изделия, что свидетельствует об изменении плотности бетона в этих же сечениях.

Выводы

Проведенные исследования позволяют заключить, что распределение объемных изменений, вызванных физико-химическими превращениями твердеющих вяжущих, определяется формой образца, изделия или конструкции, формируя поле остаточных (наследственных, технологических, начальных) деформаций. При этом происходит взаимовли-

яние различных по виду и природе явлений и процессов, обуславливающих создание интегральной структуры образцов.

Таблица 2
Водопоглощение отдельных фрагментов балки с $K_f=0,997$

		Водопоглощение отдельных фрагментов, %									
№ ф.	01.01	01.02	01.03	01.04	01.05	01.06	01.07	01.08	01.09	02.01	02.02
W											
Через 2ч.	7	6,6	8,3	8,3	8	6,2	7,4	6,6	6,1	8	7,2
Через 24ч.	7,4	7,1	8,5	8,6	8,4	6,4	7,8	6,7	6,4	8,5	7,7
Через 48ч.	7,8	7,3	8,7	8,9	8,6	6,9	8,3	6,8	6,5	8,7	8,5
№ ф.	02.03	02.04	02.05	02.06	02.07	02.08	02.09	03.01	03.02	03.03	03.04
W											
Через 2ч.	6,6	8,3	8,6	7,3	7,6	7	8,1	7,5	7,3	6,7	5,7
Через 24ч.	6,7	8,6	8,9	7,5	8,1	7,3	8,15	8	7,6	6,9	8,1
Через 48ч.	7,1	8,9	9,2	7,8	8,4	7,8	8,2	8,2	8	7,3	8,5
№ ф.	03.05	03.06	03.07	03.08	03.09	04.01	04.02	04.03	04.04	04.05	04.06
W											
Через 2ч.	7,5	7	7,7	7,2	5,2	8,2	6,6	6,3	8,2	8,2	8,5
Через 24ч.	8	7,3	8,2	7,5	6	8,5	7,1	6,5	8,4	8,4	8,6
Через 48ч.	8,2	7,5	8,6	8	6,4	8,9	7,3	6,7	8,7	8,7	8,8
№ ф.	04.07	04.08	04.09	05.01	05.02	05.03	05.04	05.05	05.06	05.07	05.08
W											
Через 2ч.	7,5	7	7,4	8	6,7	6,7	8	8	7,1	7,3	7,1
Через 24ч.	7,9	7,3	7,6	8,3	7,1	6,9	8,2	8,3	7,4	7,8	7,4
Через 48ч.	8,5	7,7	7,9	8,5	7,7	7,1	8,5	8,5	7,7	8,1	7,8

Проведенный анализ подтвердил, что изменение характера формирования технологических деформаций за счет изменения геометриче-

ских характеристик изгибаемых элементов вызывает изменение прочности бетона по сечению изделия.

Экспериментальные исследования показали, что скорость ультразвука на трансформируемой грани балки выше по сравнению со скоростью ультразвука на ровной грани. При этом прочность бетона увеличилась до 32%.

Summary

Was analyzed the effect of geometric shape of concrete structures in the distribution of the residual (technological, hereditary, initial) deformations. Found that changing the geometric characteristics, it is possible to control the field of integral technological deformations of structure, thereby changing the nature of structure and properties of concrete in construction.

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. – Одесса: Город мастеров, 1998. – 168 с.
2. В.М. Виноградов. Остаточные напряжения в деталях из пластических масс / Ж. Пластические массы, 1975, №4. – С.20-31
3. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Фиц С.Б. Бетон в условиях ударных воздействий. Одесса: Внешрекламсервис, 2004.–270 с.
4. Остаточные деформации и их роль в формировании свойств композиционных материалов и конструкций. Выровой В.Н., Макарова С.С., Мартынов В.И., Дорофеев А.В., Острая Т.В., Резникова Л.И. / Сб. науч. тр. Современные строительные конструкции из металла и древесины. Часть 2. – Одесса – 2006. – С. 6-13.
5. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Моделирование конструкций как сложных систем // Вестник ОГАСА, выпуск № 28, 2007. – С. 64 – 70.
6. Поздеев А.А., Няшин Ю.И., Трусов П.В. Остаточные напряжения: теория и приложения. – М.: Наука, 1982. -112 с.
7. Острая Т.В., Выровой В.Н. Характер распределения технологических деформаций в строительных изделиях // Вестник ОГАСА, выпуск № 27, 2007. – С. 252 – 260.
8. И.А. Биргер. Остаточные напряжения / И.А. Биргер. - М.: Машгиз, 1963.-232 с.
9. Роуланс Р. Остаточные напряжения / Роуланс Р. // Экспериментальная механика. - М.: Мир, 1990. - С. 283-335.
10. Давиденков Н.Н. Об остаточных напряжениях / Давиденков Н.Н. // Заводская лаборатория. - 1935. - IV. - №6. - С. 688-693.
11. Томашевский В.Т. О задачах механики в технологии композитных материалов / Томашевский В.Т. // Механика композитных материалов, 1982. - №3. - С. 486-503.

УДК 697.331