

## СТОЙКОСТЬ ЗРЕЛЫХ БЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ

Панасюк В.А.<sup>1</sup>, ассистент, Сильченко С.В.<sup>2</sup>, к.т.н.,  
Закорчемная Н.О.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
<sup>2</sup>ООО «Интерпойнт Девелопмент» Одесса, Украина

**Введение.** Важной, всегда актуальной и экономически обоснованной задачей строительства является обеспечение проектных показателей строительных конструкций с учетом их эксплуатации в неблагоприятных воздействиях окружающей среды. К таким воздействиям специалисты относят многократное замораживание и оттаивание бетонных и железобетонных изделий. Это обосновывается тем, что если при изменении влажности или температуры происходит изменение объема самого материала, то при замораживании насыщенных водой строительных материалов наблюдается два противоположно направленных процесса – уменьшение объема твердой составляющей при снижении температуры и увеличение объема жидкой фазы при ее переходе в твердое состояние. К основным причинам снижения сопротивления бетонов морозному разрушению специалисты относят давление замерзающей воды на стенки пор и капилляров, миграции воды вглубь капилляров при продвижении фронта замерзания в тело бетона, различие коэффициентов термического расширения составляющих бетона [3, 6, 7, 8].

В работах [2, 7] отмечается, что в результате физико-механических и физико-химических процессов структурообразования в системе самозарождаются новые элементы структуры – технологические трещины и внутренние поверхности раздела. Эти элементы отнесены к активным элементам структуры, которые участвуют в процессах структурных изменений в период действия на материал эксплуатационных нагрузок. Присутствие трещин в структуре бетона предполагает, как показано в [1, 3, 6, 7], что они в значительной мере определяют его стойкость в условиях циклического замораживания и оттаивания. В работах [4, 5] показано, что в течение длительного времени твердения бетона в нем реализуется широкий спектр структурных преобразований. Отмечается, что трещины и внутренние поверхности раздела является неотъемлемой частью структуры бетонов разных составов. В

связи с этим была определена задача проанализировать поведение зрелого бетона в условиях попеременного замораживания и оттаивания.

#### Методика организации эксперимента.

Для количественной и качественной оценки влияния замораживания и оттаивания на стойкости бетона была выполнена серия экспериментов. Испытания велись на образцах – балочках размером 4x4x16 см из бетона в возрасте 37 лет. Для испытаний были приняты два состава бетонов с водоцементным отношением В/Ц=0,4 и В/Ц=0,7 одинаковой удобоукладываемости. После изготовления образцы хранились в камере нормального твердения 37 лет. Составы бетонов и характеристики бетонной смеси приведены в табл. 1.

Таблица 1

Составы бетона

№№ составов	Расходы материалов в кг на 1 м <sup>3</sup> бетона				Характеристики составов		
	Ц	П	Щ (5-10 мм)	В	В/Ц	Ц/П	ОК, см
1	500	677	1015	200	0,4	0,738	4
2	280	745	1126	196	0,7	0,376	4

При проведении исследования контролировали изменение поврежденности образцов, изменение прочности при сжатии  $f_{cm}$  и прочности на растяжение при изгибе  $f_{ctm}$ . Морозостойкость оценивали по коэффициентам морозостойкости,  $K_{ст}^M = f/f^n$ , где  $f^n$  - прочностные свойства после определенного количества циклов замораживания и оттаивания,  $f$  – прочностные свойства до начала испытаний.

**Результаты исследований.** Многократное замораживание и оттаивание вызывает структурные изменения бетонов. Экспериментальные результаты показали, что с увеличением количества циклов морозного воздействия изменяет поврежденность бетонов, рис. 1.

После твердения бетонов в течение 37 лет сохраняется влияние исходных составов на изменение поврежденности. Бетоны с повышенным расходом цемента невысоким начальным водосодержанием (В/Ц = 0,4) практически не изменили поврежденность эксплуатационными трещинами и внутренними поверхностями раздела (кривая 1, рис. 1).

Поврежденность бетонов с начальным В/Ц = 0,7 изменяется после первых циклов замораживания и оттаивания. После 50-ти циклов коэффициент поврежденности изменился более чем на 3%, что свиде-

тельствует о влиянии морозного воздействия на структуру бетона (кривая 2, рис1).

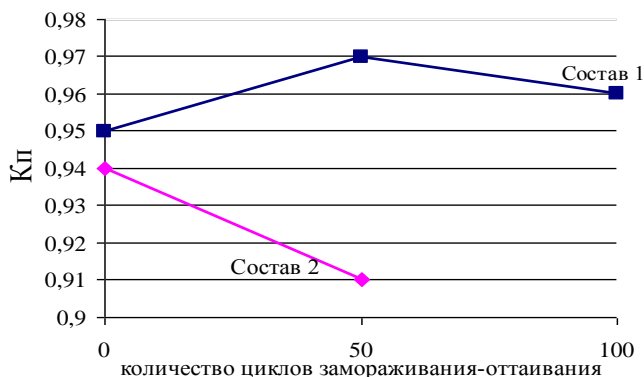


Рис. 1. Влияние количества циклов замораживания и оттаивания на изменение поврежденности разного состава

Изменение структуры бетонов при воздействии на них периодического замораживания и оттаивания вызывает изменение механических характеристик. Как показали проведенные исследования, наиболее чувствительной характеристикой, реагирующей на морозные воздействия, является прочность при изгибе. Анализ экспериментальных результатов подтвердил влияние исходных составов на способность бетонов сопротивляться циклам замораживания и оттаивания, рис. 2.

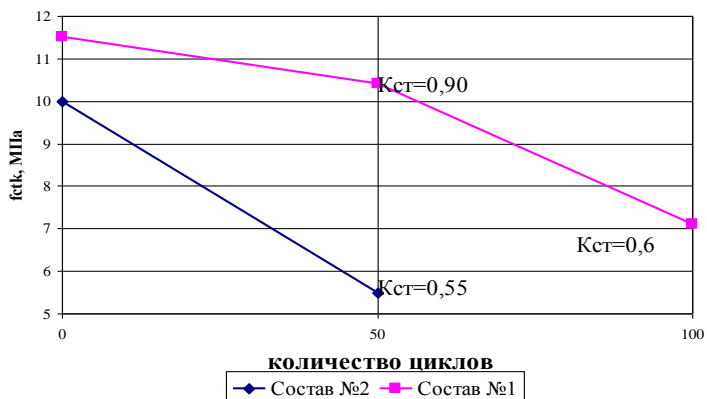


Рис. 2. Влияние количества циклов замораживания и оттаивания на изменение прочности на растяжение при изгибе

После 50-ти циклов прочность на растяжение при изгибе бетонов с В/Ц = 0,4 снизилась на 10 %. Дальнейшее увеличение количества циклов замораживания и оттаивания привело к уменьшению  $f_{ctm}$  более, чем на 40 %.

Периодическое замораживание и оттаивание образцов из бетона с начальным В/Ц = 0,7 вызвало уменьшение  $f_{ctm}$  в два раза (кривая 2, рис. 2).

Аналогичное влияние многократного замораживания и оттаивания оказывает на изменение прочности при сжатии, рис. 3.

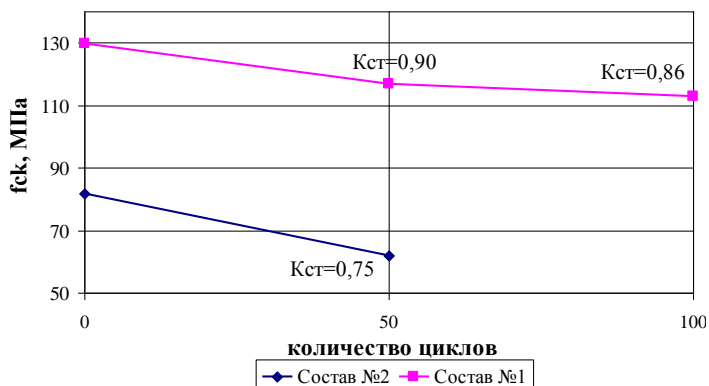


Рис. 3. Характер изменения прочности при сжатии бетонов при их многократном замораживании и оттаивании.

Прочность при сжатии образцов из бетона с В/Ц = 0,4 снизилась после 50-ти циклов на 10 %. Увеличение количества циклов до 100-та вызвало снижение  $f_{cm}$  на 14 %. Более чем на 25 % снизилась прочность при сжатии бетонов с начальным В/Ц = 0,7 после 50-ти циклов замораживания и оттаивания. Подобное изменение прочности при сжатии свидетельствует о снижении морозостойкости бетонов, рис. 3.

### **Выводы**

Проведенные исследования позволяют заключить, что общее увеличение прочностных характеристик бетонов в течение длительных, до 37 лет, периодов времени не ведет к повышению сопротивляемости морозному разрушению. Проведенные исследования показали, что в условиях попеременного замораживания и оттаивания происходят структурные изменения бетонов, о чем свидетельствует изменение их поврежденности. Экспериментальные результаты показали, что в зре-

лом бетоне сохраняется влияние исходного состава (особенно водоцементного отношения) на изменение прочностных характеристик в условиях циклического морозного воздействия. Подтверждены выводы многих исследователей о большей чувствительности  $f_{ctm}$  по сравнению с  $f_{cm}$  к структурным изменениям происходящим при многократном замораживании и оттаивании.

### Summary

**The problems of low-cycle impact of freezing and thawing on the fatigue resistance of concrete. Proposed to account for the change in the evaluation of the damage resistance of concrete.**

### *Литература*

1. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1961 – 456 с.
2. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций./ Выровой В.Н. – Одесса: Город мастеров, 1998. – 165с.
3. Кунцевич О.В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. -Л.: Стройиздат, 1983. -130 с.
4. Панасюк В.А. Усталостная стойкость зрелого бетона в условиях многократного увлажнения-высушивания.// Тенденции формирования науки нового времени. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Часть 4. –Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – С. 183-187.
5. Панасюк В.А. Стойкость бетона длительного твердения в условиях многократного увлажнения и высушивания./ Воронов Ю.Н., Загориченная Н.О., Выровой В.Н.// Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, №47, частина 2 – Одеса: «Зовнішрекламсервіс», 2012. – С. 278-281.
6. Подвальный А.М. Об испытании бетона на морозостойкость // Бетон и железобетон.-1996.-№ 4. -С. 26,29, № 5. -С. 27-29.
7. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов./ Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. – М.: Стройиздат,1979. – 344 с.
8. Шейкин А. Е., Цементные бетоны высокой морозостойкости// Добшиц Л. М. - Л.: Стройиздат, 1989. – 128с.