

Рис. 5. Аппроксимация функции критической нагрузки от длины трещины.

3. Интенсивность высвобождения упругой энергии G и, как следствие, трещиностойкость древесины K_{IC} для испытанных образцов зависят от их толщины; значения трещиностойкости для данного типа образцов находятся в диапазоне от 0,15 до 0,65 МПа·м^{1/2}.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974. – 312 с.
2. Древесина (химия, ультраструктура, реакции): Пер. с. англ. / Д. Фенгел, Г. Вегенер; Под. ред. д-ра техн. наук, проф. А.А. Леоновича – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 512с.

3. Экспериментальные исследования и расчет строительных конструкций: Сборник научных трудов. – М.: ЦНИИ-Промзданий, 1992. – 192 с.
4. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. – М.: Наука, 1974 – 640 с.
5. Разрушение: В 7 т. / Под ред. Г. Либовица. – Т. 7, ч. 1: Разрушение неметаллов и композитных материалов. – М.: Мир, 1976 – 634 с.
6. Сопротивление материалов деформированию и разрушению: Справочное пособие: В 2-х ч. / В.Т. Троценко и др. - Киев: Наукова думка, 1994 - 704 с. – ч. 2.

УДК 624.012.4.35

Леонович С.Н., Аль-Факих Омар А.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ КАК КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ НАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА

Целью настоящей работы являлось исследование закономерностей сопротивления напрягающего бетона развитию микро-, а затем и макротрещин из структурных дефектов пор, капилляров и пустот, сформировавшихся на этапе изготовления композита, в результате последующих воздействий циклов замораживания-оттаивания. Исследования велись методами механики разрушения в связи теоретическими гипотезами о физической модели бетона [1].

Методика исследований. Виды бетонов.

Исследования проводили на трех составах бетона. Эти составы (серия 4-6) были изготовлены на напрягающем порландцементе НЦ-20 и НЦ-40.

Составы бетона подбирались таким образом, чтобы получить различные структурные характеристики материалов при одинаковых прочностных показателях. С целью модификации структуры бетона на напрягающем цементе вводили (серия 6) пластифицирующую добавку С-3.

Проектный класс бетона по прочности на сжатие В 40. Бетонные смеси уплотняли вибрированием на лабораторной виброплощадке. Твердение образцов происходило в нормально-влажностных условиях при температуре 20°С и относительной влажности 95 %. Возраст образцов к моменту испытаний составлял не менее 28 суток. Составы бетонов, применяемых для изготовления образцов серий 4-6, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Составы бетонных смесей

Номер состава	Расход составляющих, кг/м ³					ρ_b , кг/м ³	R, МПа
	цемент	песок	щебень	вода	С-3		
Серия 4	455	680	1120	180	--	2435	50,0
Серия 5	440	695	1130	175	--	2440	50,0
Серия 6	490	670	1110	175	4,0	2340	50,0

Леонович Сергей Николаевич, д.т.н., профессор каф. технологии строительного производства Белорусского национального технического университета.

Аль-Факих Омар А.М., аспирант каф. технологии строительного производства Белорусского национального технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.

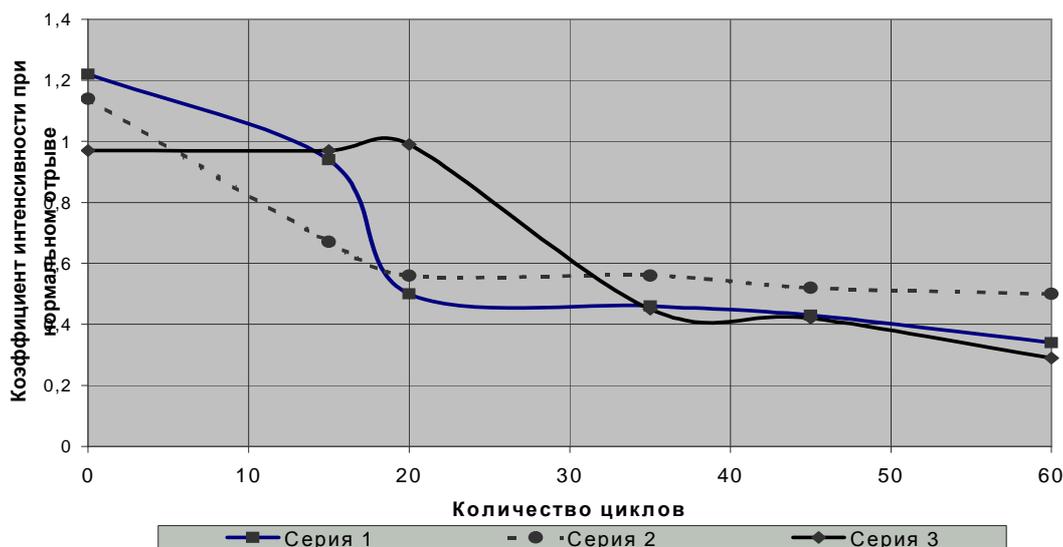


Рис. 1. Изменение коэффициентов интенсивности при нормальном отрыве.

Таблица 2. Изменение скорости распространения ультразвука и прочности на растяжение при изгибе в процессе циклических испытаний

Кол-во циклов	Серия 4		Серия 5		Серия 6	
	$V, \%$	$R_{bif}, \%$	$V, \%$	$R_{bif}, \%$	$V, \%$	$R_{bif}, \%$
0	100	100	100	100	100	100
10	99	89	98	96	102	91
20	98	88	98	77	99	83
30	96	87	97	71	99	80
40	96	84	97	68	98	74
50	93	80	97	61	96	71
60	90	71	94	50	95	53

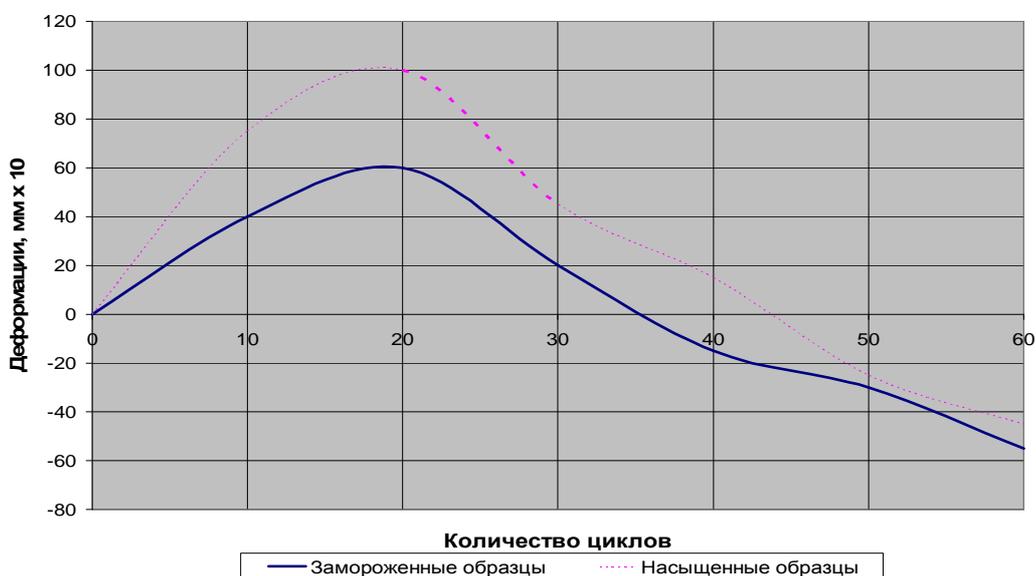


Рис. 2. Деформации насыщенных и замороженных образцов серии 5.

Экспериментальные образцы для проведения исследований.

Для проведения исследований применялись образцы двух типов: тип А и тип Б (рис. 1). Опытные образцы кубы с ребром 100 мм (тип А) и образцы пластины размером 100x100x50 мм (тип Б) имеют по два надреза, которые являются инициаторами трещин.

Методика определения коэффициентов интенсивности напряжений при нормальном отрыве и поперечном сдвиге.

В настоящей работе использована методика неравновесных испытаний, изложенная в статье «Оценка морозостойко-

сти бетона с использованием коэффициентов интенсивности напряжений при нормальном отрыве и поперечном сдвиге».

Методика температурно-влажностных испытаний.

Испытания на стойкость при циклическом замораживании и оттаивании производили в термовлагокамере. Опытные образцы перед испытанием в течение 96 часов насыщались водой. Замораживание производилось до достижения температуры в центре образца минус 50 С.

Таблица 3. Показатели пористости образцов на напрягающем цементе

Номер серии	W_m , % по массе	ρ , кг/м ³	W_o , % по объему	λ	α	$D \times 10^{-8}$, см ² /с
Серия 4	3,9	2410	9,4	0,8	0,7	2,8
Серия 5	3,2	2430	7,8	0,8	0,65	1,3
Серия 6	2,85	2460	7,0	0,45	0,8	0,9

Перед испытаниями на морозостойкость определялись прочностные, деформационные характеристики и показатели пористости образцов, а также начальные деформации образцов.

Поведение образцов в процессе циклических испытаний оценивали по результатам ультразвуковых исследований и по изменению деформаций насыщенных и замороженных образцов. Через определенное количество циклов замораживания и оттаивания производили съем образцов с целью определения прочностных и деформационных показателей (коэффициентов интенсивности напряжений при нормальном отрыве и поперечном сдвиге).

Результаты испытаний.

Результаты по определению коэффициентов интенсивности напряжений приведены на рисунке 1.

Значения, полученные в процессе циклических испытаний по определению скорости прохождения ультразвука, прочности на растяжение при изгибе и деформаций замороженных и насыщенных образцов, представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Перед началом циклических испытаний определяли показатели пористости образцов на напрягающем цементе. Результаты приведены в таблице 3.

Как свидетельствуют данные, приведенные на рис. 1 и 2, коэффициенты интенсивности напряжений при нормальном отрыве и поперечном сдвиге для этих серий образцов имеют различные значения, наблюдается определенная закономерность в изменении КИН. В отличие от образцов на обычном портландцементе значения коэффициентов интенсивности напряжений для напрягающего бетона закономерно уменьшаются на всем протяжении низкотемпературных испытаний.

УДК 624.012.4.35

Леонович С.Н., Аль-Факих Омар А.М.

ОЦЕНКА МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ОТРЫВЕ И ПОПЕРЕЧНОМ СДВИГЕ

Разрушение бетона при попеременном замораживании-оттаивании происходит не за одно мгновение, а подготавливается непрерывным образованием различных дефектов структуры, их развитием в длину и ширину до критических размеров. Пристальное внимание к проблеме эксплуатации бетона при знакопеременных температурных воздействиях наряду с действием нагрузки закономерно, поскольку обусловлено ведущей ролью данного материала в строительной отрасли. Морозостойкость бетона – это свойство материала сохранять свои физико-механические и эксплуатационные свойства при действии знакопеременных температур. Прогноз долговечности бетона связан с количественным анализом процесса разрушения, когда учитывается вклад технологических, конструктивных и эксплуатационных факторов в

Это хорошо согласуется с результатами, полученными по определению изменения прочности на растяжение при изгибе образцов. При определении скорости распространения ультразвуковых колебаний для серии 6 было характерно увеличение данного показателя в течение первых 10 циклов испытаний, в последующем тенденция к снижению сохранилась. Отличие в результатах по определению изменения коэффициентов интенсивности и прочности на растяжения при изгибе от значений, полученных при определении скорости распространения ультразвуковых колебаний, может быть вызвано следующим. Показатели образцов, определенные разрушающими методами являются менее чувствительными к изменению структурных характеристик материала в процессе низкотемпературных испытаний. На величину коэффициентов интенсивности напряжений и прочность на растяжение при изгибе, могли оказать влияние внутренние напряжения в материале, развивающиеся в процессе низкотемпературных испытаний за счет продолжающейся гидратации цемента, поскольку бетоны на напрягающем цементе изначально обладают высокими внутренними напряжениями, связанными с процессами твердения материала на таком виде вяжущего.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Леонович С.Н. Трещиностойкость и долговечность бетонных и железобетонных элементов в терминах силовых и энергетических критериев механики разрушения. – Минск: Тыздзень, 1999. -264с.
2. ГОСТ 29167-91. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости.

кинетику развития микро-, мезо- и макроповреждений в структуре материала.

Целью настоящей работы являлось исследование закономерностей сопротивления тяжелого бетона развитию микро-, а затем и макротрещин из структурных дефектов пор, капилляров и пустот, сформировавшихся на этапе изготовления композита, в результате последующих тепловлажностных воздействий. Исследования велись методами механики разрушения в связи теоретическими гипотезами о физической модели бетона [1].

Методика исследований. Виды бетонов.

Исследования проводили на трех составах бетона. Эти три состава (серия 1, 2 и 3) были изготовлены на обычном портландцементе ПЦ-500-Д20. Были подобраны обычные тяжелые

Таблица 1. Составы бетонных смесей

Номер состава	Расход составляющих, кг/м ³						ρ_b , кг/м ³	R , Мпа
	цемент	песок	щебень	вода	С-3	СНВ		
Серия 1	480	680	1100	180	-	-	2440	50,0
Серия 2	465	655	1160	165	3,72	-	2445	50,0
Серия 3	528	620	1100	195	-	0,3	2350	50,0