

АРТАМОНОВ Д. А., КОРОВКИН Д. И., АНДРОНЫЧЕВ Д. О., МОЛОКОВ М. В.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПОНИРОВАНИЯ
НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ**

Аннотация. Приведены результаты натурных испытаний составов мелкозернистых бетонов. Определено действие климатических факторов на изменение температуры поверхности образцов. Изучено влияние длительности экспонирования в натурных условиях на изменение упруго-прочностных характеристик мелкозернистых бетонов.

Ключевые слова: климатические факторы, мелкозернистый бетон, температура, длительность экспонирования, предел прочности при сжатии и на растяжение при изгибе.

ARTAMONOV D. A, KOROVKIN D. I., ANDRONYCHEV D. O., MOLOKOV M. V.

**ANALYSIS OF EFFECTS OF EXPOSURE DURATION
ON CLIMATIC RESISTANCE OF FINE-GRAINED CONCRETES**

Abstract. The results of fine-grained concretes composition testing are presented. The effects of climatic factors on the change in temperature of the sample surfaces are defined. The effects of exposure duration in testing conditions on the change in the elastic-strength properties of fine-grained concretes are studied.

Keywords: climatic factors, fine-grained concrete, temperature, exposure duration, compressive strength and flexural strength.

Оценка долговечности изделий и конструкций из бетона и железобетона, которые подвержены воздействию климатических факторов, крайне затруднена из-за многообразия взаимодействующих с материалами в естественных условиях агрессивных факторов. Расчет сроков службы изделий и конструкций в настоящее время проводится на основании степени агрессивности внешней среды согласно принятым нормативным документам. Существующие методы защиты от агрессивного воздействия внешних сред нормируются СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Для определения изменения свойств строительных композитов в условиях действия агрессивных факторов, как правило, проводят экспонирование образцов в лабораторных условиях путем создания модельных сред и т.д. В реальных климатических условиях на строительные изделия и конструкции оказывается непрерывное воздействие множества агрессивных факторов (перепада температур, солнечного света, проникающей радиации, влаги, кислорода) и их комбинаций [1–10]. Именно поэтому проведение исследований изменения свойств строительных материалов, изделий и конструкций в условиях действия натурных климатических факторов имеет особое значение.

Для установления изменений, происходящих в структуре мелкозернистого бетона в процессе натурального экспонирования, были изготовлены образцы-балочки размером 40×40×160 мм. План экспериментального исследования и уровни варьируемых факторов приведены, соответственно, в таблицах 1 – 2. При проведении экспериментальных исследований использовались следующие материалы: портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Мордовцемент»; высокоактивный метакраин – ВМК; речной песок (Республика Мордовия, Ичалковский район, посёлок Смольный); поликарбоксилатный пластификатор Melflux 1641 F [1; 2]. Для ряда составов (4–9) проводилась механоактивация смесей в шаровой барабанной мельнице (скорость вращения составляла 73 об/мин.) по режиму: цемент + MF 1641 + ВМК (15 мин.); + песок (15 мин.).

Таблица 1

План экспериментального исследования составов мелкозернистого бетона, экспонируемых в условиях натуральных климатических воздействий

Номер состава	Варьируемые факторы			
	ВМК (X_1)	песок (X_2)	Melflux 1641 F (X_3)	режим помола (X_4)
1	-1	0	-1	-1
2	-1	+1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1
4	0	0	0	+1
5	0	+1	0	+1
6	0	-1	0	+1
7	+1	0	+1	+1
8	+1	+1	+1	+1
9	+1	-1	+1	+1

Таблица 2

Уровни варьирования переменных факторов

Факторы		Уровни варьирования		
		-1	0	+1
X_1	высокоактивный метакраин (ВМК), % от массы цемента	0	5	10
X_2	песок, % от массы твердой фазы	55	65	75
X_3	суперпластификатор Melflux 1641 F, % от массы вяжущего	0	0,4	0,8
X_4	режим помола	без помола	-	с помолотом

Для экспонирования образцов в климатических условиях были изготовлены испытательные стенды, размещенные на базе эколого-метеорологической лаборатории Национального Исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва [11]. Фиксирование метеорологических (температура, относительная влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, осадки) и

экологических (концентрации загрязняющих веществ) параметров осуществлялось с помощью автоматической станции контроля загрязнения атмосферного воздуха с актинометрическим комплексом в состав с частотой 20 минут в круглосуточном режиме.

Для контроля температуры и влажности поверхности исследуемых образцов использовалась система мониторинга на основе датчиков DS 1923-F5, состоящая из: комплекса iButton Data Logger Revisor (модель iBDLR-U), адаптера 1w-2/3-iButton_1923, считывателя данных с регистраторов iB-Flash и портативного транспортера данных iButton Data Logger Transporter (iBDLT).

В работах [12; 13] показано, что в процессе натурального экспонирования бетонных образцов происходит разогрев поверхности, зависящий от температуры окружающего воздуха и интенсивности солнечного излучения. Для месяцев с низкой среднесуточной температурой (менее 5 °C) разность между температурами воздуха и поверхности образца минимальна. По мере повышения температуры воздуха разброс показателей возрастает (рис. 1); в летние месяцы данный параметр может достигать 20÷30 °C; наибольший разогрев поверхности образцов, как правило, происходит с 10:00 до 16:00, т.е. в момент наибольшего воздействия солнечной радиации (рис. 2).

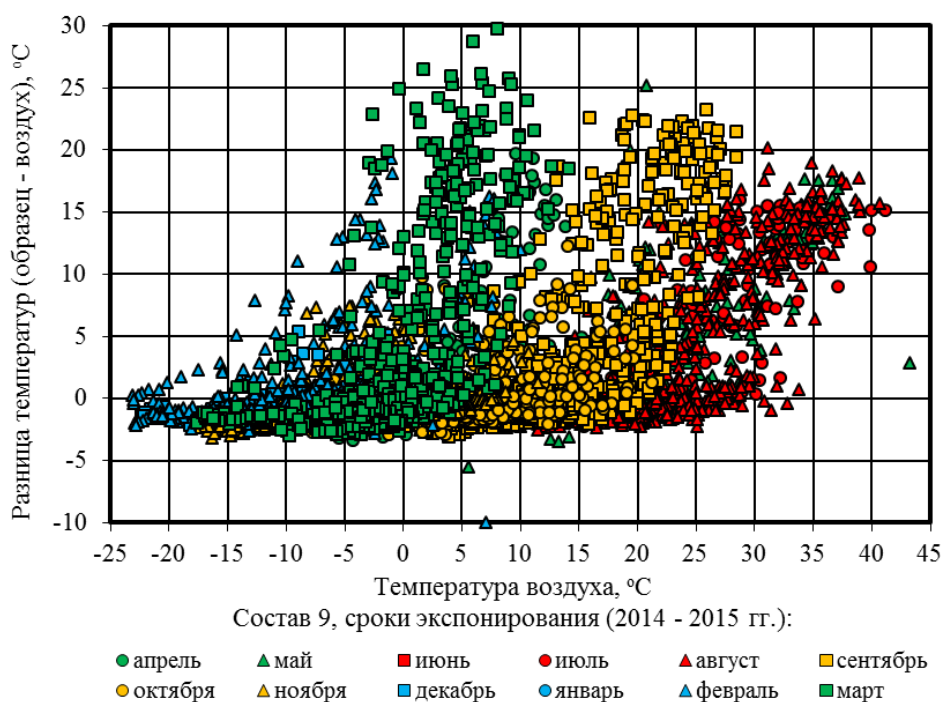


Рис. 1. Изменение прироста температур поверхности образца в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Для контрольных составов, а также через 60 и 210 суток экспонирования бетонных образцов на натурной площадке фиксировались следующие упруго-прочностные показатели: плотность, предел прочности при сжатии и растяжение при изгибе, модуль упругости и максимальная деформативность при сжатии. Экспериментально установлено, что в процессе

экспонирования в течение 210 суток наблюдалось, в целом, повышение предела прочности при сжатии (рис. 3), связанное, прежде всего, с продолжением процессов гидратации. Наибольший прирост характеристики, достигающий, соответственно, 73 и 100% к 210 суткам, наблюдается для составов 2 и 8 с максимальным содержанием песка (75% от твердой фазы смеси). Для контрольных образцов этих же составов зафиксированы наименьшие прочностные показатели при сжатии – 30 и 22 МПа.

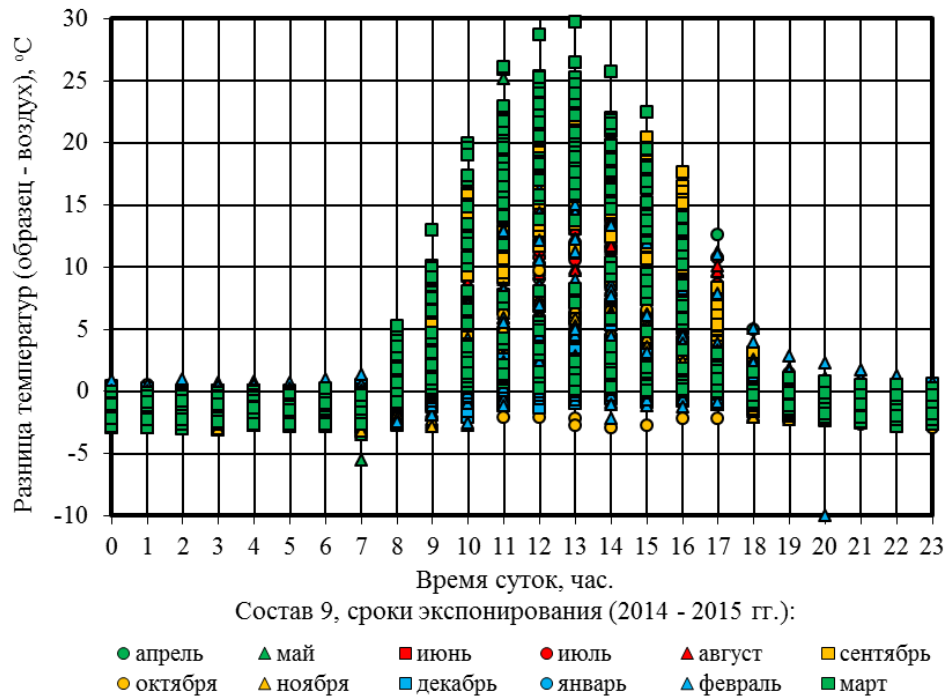


Рис. 2. Изменение прироста температур поверхности образца в зависимости от времени суток.

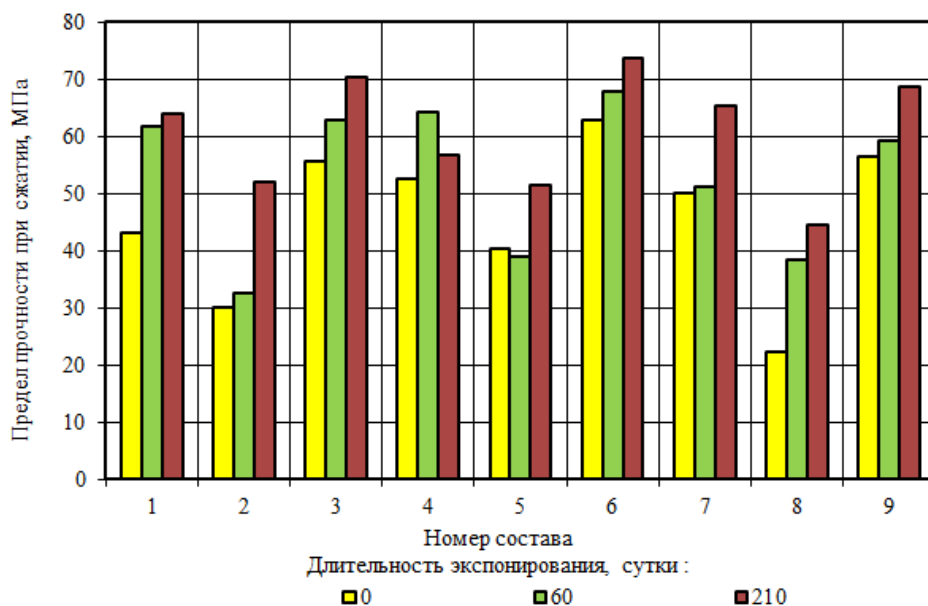


Рис. 3. Гистограммы изменения предела прочности при сжатии образцов мелкозернистого бетона в процессе экспонирования в натуральных климатических условиях.

Предел прочности на растяжение при изгибе является количественным критерием, по которому можно судить об изменении характеристик поверхностных слоев исследуемых композитов [14]. Из анализа данных, представленных на рис. 1, установлено, что к 60 суткам для всех исследуемых составов наблюдается повышение от 14 до 54% от первоначальной прочности. Однако последующее экспонирование образцов до 210 суток приводит к снижению предела прочности на растяжение при изгибе от 3 до 23% по сравнению с контрольными составами, что свидетельствует о начале накопления повреждений в поверхностных слоях образцов.

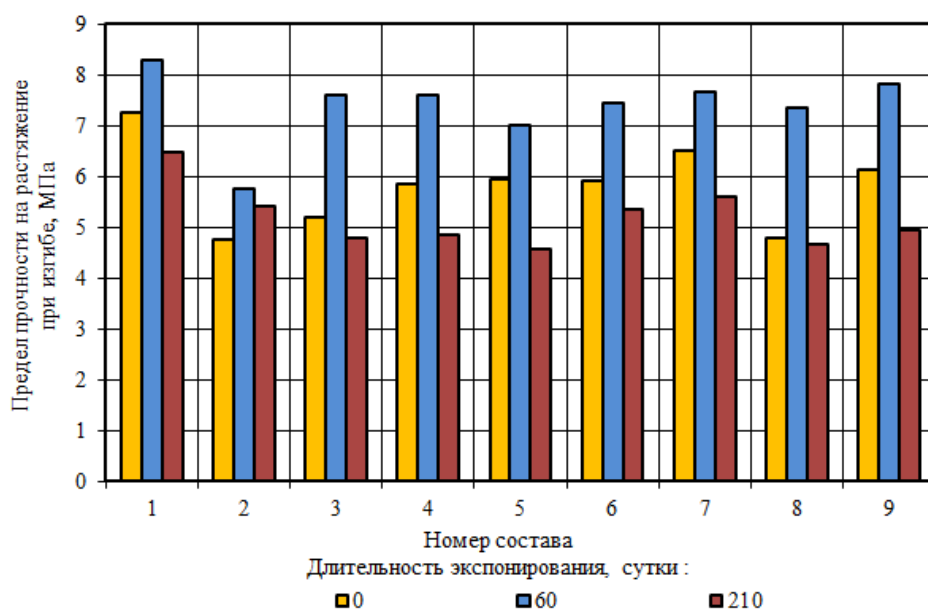


Рис. 4. Гистограммы изменения предела прочности на растяжение при изгибе образцов мелкозернистого бетона в процессе экспонирования в натуральных климатических условиях.

Сбор данных о климатическом воздействии натуральных факторов поможет в решении проблемы оценки степени влияния отдельно взятых агрессивных факторов на конструкции из мелкозернистых бетонов. Дальнейший анализ параметров агрессивного воздействия, влияющих на строительные материалы в натуральных условиях эксплуатации, поможет подобрать оптимальные составы для защиты конструкций и изделий, находящихся во взаимодействии с естественной средой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов И. Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. – М.: Химия, 1982. – 220 с.
2. Низина Т. А. Защитно-декоративные покрытия на основе эпоксидных и акриловых связующих. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 258 с.

3. Мелкумов А. Н., Татевосьян Г. О. Старение изделий из пластмасс в климатических условиях Узбекистана. – Т.: Узбекистан, 1975. – 177 с.
4. Низина Т. А., Старцев В. О., Низин Д. Р., Молоков М. В., Артамонов Д. А. Исследование изменения цветовых характеристик модифицированных эпоксидных композитов, экспонированных в условиях морского климата // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всеросс. науч.-техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 107–114.
5. Низина Т. А., Селяев В. П., Низин Д. Р., Артамонов Д. А. Климатическая стойкость полимерных композиционных материалов на основе эпоксидных связующих // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – № 1. – С. 34–42.
6. Низин Д. Р., Артамонов Д. А., Чернов А. Н., Низина Т. А. Результаты натурных испытаний полимерных композиционных материалов на основе эпоксидных связующих // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – Спецвыпуск. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/rezultaty-naturnykh-ispytaniij-polimernykh-kompozicionnykh-materialov-na-osnove-ehpoksidnykh-svyazuuyushhikh>.
7. Каблов Е. Н., Старцев О. В., Кротов А. С., Кириллов В. Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. III. Значимые факторы старения // Деформация и разрушение материалов. – 2011. – № 1. – С. 34–40.
8. Старцев О. В., Медведев И. М., Кротов А. С., Панин С. В. Зависимость температуры поверхности образцов от характеристик климата при экспозиции в натурных условиях // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 7. – С. 43–47.
9. Низина Т. А., Селяев В. П., Низин Д. Р., Чернов А. Н. Влияние цвета полимерных композиционных материалов на режим эксплуатации защитно-декоративных покрытий в условиях воздействия натурных климатических факторов // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – № 1. – С. 59–67.
10. Низина Т. А., Селяев В. П., Низин Д. Р., Артамонов Д. А. Климатическая стойкость композиционных строительных материалов в натурных условиях эксплуатации // Фундаментальные и прикладные исследования коррозии и старения материалов в климатических условиях: проблемы и перспективы: сборник докладов II Всероссийской научно-технической конференции. – ФГУП ВИАМ, 2015. – С. 1.
11. Низина Т. А., Селяев В. П. Материальная база вуза как инновационный ресурс развития национального исследовательского университета // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всеросс. науч.-техн. конф. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 115–121.

12. Селяев В. П., Низина Т. А., Артамонов Д. А., Коровкин Д. И., Андронычев Д. О. Результаты испытания составов мелкозернистых бетонов, экспонированных в условиях воздействия климатических факторов // Строительство и реконструкция. – 2015. – № 3. – С. 158–165.

13. Низина Т. А., Артамонов Д. А., Коровкин Д. И., Андронычев Д. О. Результаты натурных испытаний составов мелкозернистых бетонов // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2015. – № 6(14). – Режим доступа: trts.esrae.ru/25-134.

14. Селяев В. П., Низина Т. А., Уткина В. Н. Химическое сопротивление и долговечность строительных материалов, изделий, конструкций: учеб. пособие. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 48 с.