

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СВОЙСТВА НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА

Савеня Д.Н. Плосконосов В.Н.

Введение. Многочисленными исследованиями и практическим опытом подтверждена высокая эффективность применения напрягающих бетонов, как для компенсации усадочных деформаций, так и для достижения самоупрочнения. Наиболее эффективно использовать напрягающий бетон в стыках сборно-монолитных конструкций, когда небольшой расход материала обеспечивает объемное напряжение арматуры. Известно, что для максимальной реализации прочностных и энергетических параметров бетонов на напрягающем цементе (НЦ) необходимо обеспечить оптимальный, строго контролируемый во времени и благоприятный температурно-влажностный режим его выдерживания (температура 20 ± 5 °С, влажность близкая к 100%). Эти достаточно жесткие требования к среде ограничивают область применения бетонов на НЦ в технологии монолитного бетонирования при пониженных и близких к нулю температурах.

Предварительные исследования [1] динамики самоупрочнения и линейного расширения составов НЦ цементно-песчаных образцов, изготовленных согласно СТБ 1335 [2] на базе «Брестского государственного технического университета», показали, что составы, подобранные по рекомендациям [3, 4], для нормальных температур твердения с низкой и средней энергией расширения при температуре $+5 \pm 2$ °С разрушились в начальные сроки (3 суток), а с высокой энергией расширения – на 7 сутки.

Известно, что для бетона на обычном портландцементе с целью обеспечения проектных его параметров при пониженных плюсовых и отрицательных температурах в монолитном строительстве широко применяются «противоморозные» химические добавки и, прежде всего, неорганические соли соляной, азотной кислоты, а также органические соли различных кислот. Соли соляной кислоты вызывают коррозию стальной арматуры в бетонах на портландцементе, а в бетоне на НЦ частично связываются в нерастворимые комплексные соли ГХАК. Выполненные исследования в работе [5] показали, что неполное связывание ионов хлора приводит к меньшей, но язвенной коррозии. Поэтому применимость данной соли ограничена в армированных конструкциях. Соли азотной кислоты являются хорошими ингибиторами коррозии стальной арматуры, их применимость наиболее целесообразна в напрягающих бетонах.

Применение добавок электролитов для напрягающего цемента непредсказуемо, так как они изменяют растворимость многокомпонентного вяжущего. Состав продуктов гидратации изменяется, соответственно может и измениться порядок и интенсивность химических реакций и продуктов кристаллизации, отвечающих за рост прочности и расширения. Нарушение баланса этих двух показателей может привести к разрушению или отсутствию самоупрочнения. Для бетонов же на НЦ подобные данные практически отсутствуют.

Экспериментальные исследования и анализ результатов. Были выполнены исследования в соответствии с методикой [2] по влиянию пониженных температур на величину самоупрочнения с добавкой нитрата кальция и формиата кальция. Добавки электролитов вводились в % от массы цемента. Образцы-балочек с размерами $31,5 \times 31,5 \times 95$ мм твердели в динамометрических

цах, эквивалентных по жесткости продольному армированию в количестве 1,0 %. Образцы выдерживались в условиях низких положительных ($+5\pm 2^{\circ}\text{C}$) и нормальных температур твердения ($+20\pm 5^{\circ}\text{C}$) в качестве эталона сравнения.

Исследования проводились на цементно-песчаных образцах. В качестве вяжущего применялся напрягающий цемент НЦ-4-32,5 СТБ 1335-2002 лабораторного приготовления. Концентрации добавок электролитов приведены в таблице 1. Для получения напрягающего цемента были использованы: портландцемент ПЦ 500 Д0 Красносельского цементношиферного завода; глиноземистый цемент ГЦ 40 Пашийского металлургического-цементного завода; природный гипс (Г) 1-го сорта Сауриешского карьера и речной песок с модулем крупности $M_k = 1,8$.

Таблица 1 – Концентрации добавок электролитов

№ состава	Содержание добавки, %	Расход материалов ПЦ:ГЦ:Г, %
1	-	83:10:7
2	1,5% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	
3	3% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	
4	3% формиат кальция	

Образцы каждого состава выдерживались в разных условиях твердения:
 – при температуре $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ - (образцы 1 – 4)
 – при температуре $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ – (образцы 1' – 4').

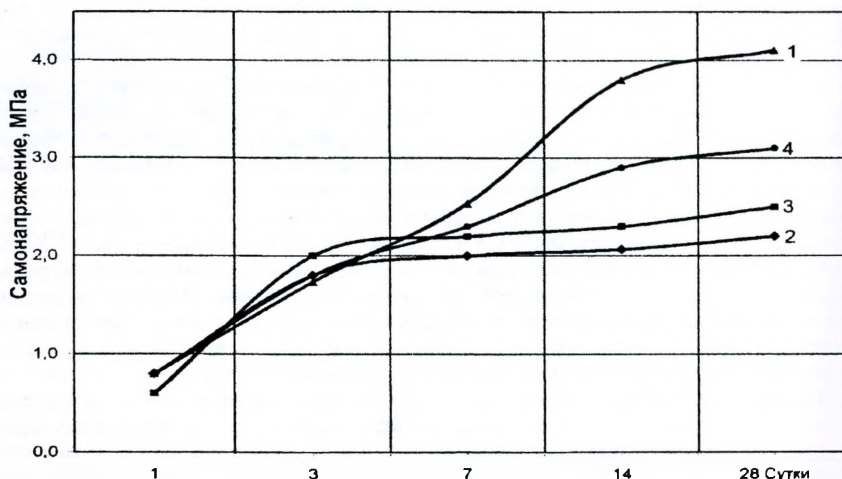


Рисунок 1 – Кинетика самонапряжения цементно-песчаных образцов на НЦ состава 1–4 в зависимости от концентрации добавок электролитов при температуре $+20\pm 5^{\circ}\text{C}$

Как следует из рисунка 1, интенсивное расширение образцов базового состава (состав 1) в нормальных температурных условиях происходило до возраста 14 суток. Затем происходила стабилизация процессов расширения. Из рисунка 2 видно, что образец, изготовленный на базовом составе, разрушился на 3-е сутки испытаний.

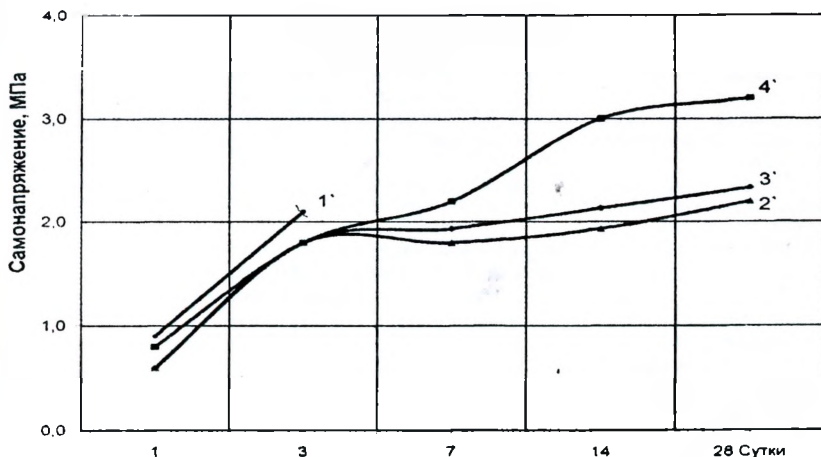


Рисунок 2 – Кинетика самонапряжения цементно-песчаных образцов на НЦ состава 1'–4' в зависимости от концентрации добавок электролитов при температуре $+5\pm 2^{\circ}\text{C}$

Самонапряжение образцов состава 2 и 3 на рисунках 1 и 2 показали интенсивный рост расширения в начальные сроки (3 суток), после чего наступила стабилизация независимо от концентрации добавки и температуры твердения. Как известно, добавка нитрата кальция увеличивает растворимость минералов напругающего цемента, что привело к ранней стабилизации самонапряжения.

Как следует из рисунков 1 и 2, образцы состава 4 показали интенсивный рост самонапряжения на протяжении 14 суток. Затем происходила стабилизация процессов расширения.

Анализ исследований различных составов НЦ при температурах $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ и $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ показал:

Изменение нормальной температуры твердения базового состава напругающего цемента привело к снижению скорости роста прочности и увеличению скорости расширения. В результате баланс был нарушен, что и привело к разрушению. По данным [6], растворимость гидроксида кальция при пониженных температурах увеличивается, а скорость гидратации гидроалюминатов прямо пропорционально зависит от концентрации гидроксида кальция.

Введение добавки нитрата кальция увеличивает растворимость клинкерных минералов, в результате прочность состав 2 и 3 возрастает. Увеличение растворимости, вероятно, и приводит к раннему образованию этtringита и снижению энергии расширения. Известно, что после образования гидросульфалюминатов кальция в данных составах образуются гидронитроалюминаты кальция, что, вероятно, и объясняет незначительный рост самонапряжения на 14–28 суток.

Заключение. Введение добавки формиата кальция позволило увеличить энергию расширения состава 4' на рисунке 2 по сравнению с составом 2' и 3' на 30% в условиях низких положительных температур. Следует также отметить, что в предварительных опытах увеличение концентрации добавки приводит к позднему расширению с максимумом на 14–28 суток, когда значительный запас прочности уже был реализован. Такие составы показывают значительный сброс показателей прочности.

Список цитированных источников

1. Плосконосов, В.Н. Исследование кинетики твердофазового расширения материалов напрягающего цемента в условиях низких положительных температур / В.Н. Плосконосов, Д.Н. Савеня // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь. Новые технологии, ресурсо- и энергосбережение в строительной отрасли: материалы XV Международного научно-методического семинара, Полоцк, 27–28 ноября 2008 г. / Полоцк гос. ун-т; под ред. Д.Н. Лозовского [и др.]. – Полоцк, 2008. – 283 с.
2. Цемент напрягающий. Технические условия: СНБ 1335 – 2002. – Введ. 28.06.02 – Минск: Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 28 июня 2002 г. № 281. – 17 с.
3. Михайлов, В.В. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции / В.В. Михайлов, С.Л. Литвер. – М.: Стройиздат, 1974. – 312 с.
4. Тур, В.В. Экспериментально-теоретические основы предварительного напряжения конструкции при применении напрягающего бетона / В.В. Тур. – Брест: Изд. БПИ, 1998. – 244 с.
5. Савеня, Д.Н. Исследование коррозии стальной арматуры бетонов на напрягающем цементе с добавкой хлористого / Д.Н. Савеня, В.Н. Плосконосов // Проблемы строительства и архитектуры: сборник конкурсных работ студентов и аспирантов / Брестский гос. тех. ун-т; под ред. В.В. Тура [и др.]. – Брест, 2005. – 170 с.
6. Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор. – М.: Мир, 1996. – 560 с.

УДК 666.972.16

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сафончик Д.И., Заяц В.В.

Введение. В настоящее время при изготовлении железобетонных изделий на заводах ЖБИ получить требуемое качество лицевых поверхностей, используя стандартные металлические формы, весьма затруднительно.

Действующие нормативные документы ограничивают наличие на поверхности дефектов. Для оценки качества лицевых поверхностей предложен принцип деления их на категории А1–А7 [1]. При этом размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности и околос ребра бетона ребер конструкций не должны превышать значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1 – Деление на категории качества лицевых бетонных поверхностей конструкций

Категория бетонной поверхности	Диаметр или наибольший размер раковины, мм	Высота местного наплыва (выступа) или глубина впадины, мм	Глубина окола бетона на ребре, мм	Суммарная длина околос ребра бетона на 1 м ребра, мм
А1	глянцевая (по эталону)			20
А2	1	1	5	50
А3	4	2	5	50
А4	10	1	5	50
А5	не регламентируется	3	10	100
А6	15	5	10	100
А7	20	не регламентируется	20	не регламентируется

Поверхности многих изделий массового производства – лицевые поверхности плит перекрытий, поверхности наружных и внутренних стен должны быть в