

**Научный руководитель: Плосконосов В.Н., доцент, к.т.н.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК – ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ БЕТОНОВ НА НАПРЯГАЮЩЕМ ЦЕМЕНТЕ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

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  $20 \pm 5$  °С, влажность близкая к 100%). Это достаточно жесткие требования к среде ограничивают область применения бетонов на НЦ в технологии монолитного бетонирования при пониженных и близких к нулю температурах.

Известно также, 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, соли соляной и азотной кислоты. Для бетонов же на НЦ подобные данные практически отсутствуют. Поэтому нами были выполнены исследования по влиянию пониженных температур на величину самоупрежения и свободного расширения цементно-песчаного раствора с добавкой хлористого кальция и нитрита натрия.

В опытах использовался напрягающий цемент НЦ-3-32,5 (СТБ 1335), а также для сравнения портландцемент Красносельского завода марки ПЦ 500-Д0. В качестве мелкого заполнителя цементно-песчаных образцов балочек  $4 \times 4 \times 16$  см использовался речной песок с модулем крупности  $M_{кр} = 2,1$ . Состав раствора 1:2 (цемент: песок, по массе). Величина самоупрежения и свободного расширения определялись в соответствии с методикой СТБ 1335. Испытания проводились при выдерживании образцов в нормальных температурных условиях ( $+15$  °С), а также при пониженных температурах ( $+5$  °С) твердения.

Как показали результаты исследований (рис. 1), величина самоупрежения образцов на НЦ с добавкой 3%  $CaCl_2$  (от массы цемента) в начальные сроки (до 7 суток) твердения при пониженных температурах среды несколько ниже, чем у образцов без добавки, но в поздние сроки (к 28 суткам) этот показатель выше на 20%.

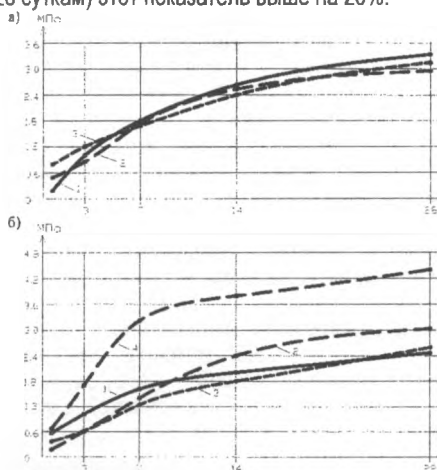


Рис. 1. Самоупрежение бетона на НЦ (а) при нормальных, б) пониженных температурах твердения: 1- без добавки, 2- с добавкой 3%  $CaCl_2$ , 3- с добавкой нитрита натрия 3%  $NaNO_2$ ; 4- с добавкой 7%  $CaCl_2$

При введении же 7%  $\text{CaCl}_2$  в состав раствора на НЦ величина самоупругения образцов существенно выше как в начале, так и в более поздние сроки твердения (в 2,2 раза). Причем необходимо отметить, что величина самоупругения бетона на НЦ с добавкой 7%  $\text{CaCl}_2$  при пониженных температурах даже выше, чем аналогичный показатель бетона на НЦ без добавки при нормальных условиях твердения.

Опытами установлено, что введение в бетон на НЦ нитратов не повлияло на его самоупругение и было сопоставимо с бетонами без добавки, как в нормальных условиях, так и при пониженных температурах твердения (рис. 1).

Введение в бетон на НЦ хлоридов и нитратов также существенно влияет и на величину его свободного расширения (рис. 2). Так, в нормальных условиях твердения образцы с этими добавками показали существенное снижение величины свободного расширения, как в начальные, так и в последующие сроки твердения по сравнению с образцами из бетона без добавок. Это, вероятно, можно объяснить снижением скорости образования этtringита в присутствии хлоридов и нитратов с образованием прежде всего гидрохлоридов и гидронитроалюминатов кальция, тем самым сдвигая процесс образования гидросульфалюмината на поздние сроки.

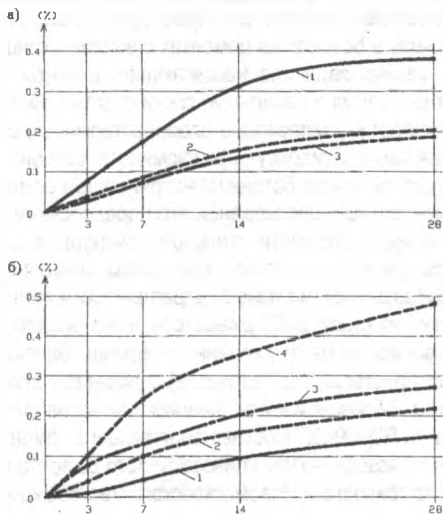


Рис. 2. Свободное расширение бетона на НЦ в нормальных условиях (а) и при пониженных температурах (б) твердения: 1- без добавки, 2- с добавкой 3%  $\text{CaCl}_2$ ; 3- с добавкой нитрата натрия 3%  $\text{NaNO}_2$ ; 4- с добавкой 7%  $\text{CaCl}_2$

При пониженных же температурах выдерживания образцов параметры свободного расширения существенно отличаются от параметров расширения бетона на НЦ в нормальных условиях его твердения. Так, свободное расширение бетона с добавкой 3%  $\text{CaCl}_2$  в среднем почти в 1,5 раза, а с добавкой 7%  $\text{CaCl}_2$  – в 3,5 раза выше, чем бетонов без добавки. Установлено, что свободное расширение образцов при пониженных температурах с 7%  $\text{CaCl}_2$  даже выше, чем свободное расширение бетона без добавок при нормальных условиях твердения.

Таким образом, при введении в бетон на напрягающем цементе добавок электролитов (хлоридов, нитритов и т.п.) возможно производство монолитных бетонных работ при пониженных температурах (0...+5 °С) без снижения параметров самоупругения и свободного расширения бетона по сравнению с нормальными температурными условиями его твердения.