

системе. Осадка активированной смеси стабилизировалась через 30 мин, а обычной – через 60.

Исследования показали, что активированная смесь не имеет водоотделения при  $V/C \leq 0,6$ , тогда как обычная – только при  $V/C \leq 0,4$ .

Таким образом, обработка с помощью введения в смесь воздухововлекающих добавок и наложения значительного градиента скорости при ее перемешивании является эффективным методом интенсификации структурообразования песчаных бетонов с целью повышения его морозостойкости.

### Л и т е р а т у р а

1. Рыбьев И.А., Васильченко В.Т., Васильченко С.В. Натурные исследования песчаных бетонов в конструкциях сельскохозяйственных зданий западных районов Белоруссии. – В сб.: Проблемы сельскохозяйственного строительства. Минск: Ураджай, 1980, с. 96–101. 2. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. – М.: Высшая школа, 1978, с. 65.

УДК 666.972.16

Н.И.Довнар, В.Ф.Довнар (БИСИ)

### УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА БЕТОНА ВВЕДЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

Эффективным способом повышения качества и долговечности бетона является применение комплексных добавок, состоящих из поверхностно-активных веществ и электролитов, которые обладают полифункциональным действием и не вызывают коррозии арматуры в железобетонных сооружениях и изделиях, подвергающихся тепловой обработке, либо твердеющих в естественных условиях.

Введение ПАВ и электролитов в бетон позволяет регулировать его структурообразование, повышать удобоукладываемость смеси и тем самым улучшать свойства затвердевшего бетона практически на всех видах цемента [1, 2].

В последние годы строителям предложены многие виды добавок ПАВ и электролитов, однако наиболее широкое применение в строительстве для изготовления железобетонных изделий из всех известных поверхностно-активных веществ получила добавка СДБ. Проведенные ранее многочисленные исследования показали, что смеси с этой добавкой имеют повышенную плас-

тичность, улучшающую их формуемость, а бетоны обладают повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью [3].

Указания по применению бетона с добавкой СДБ [4] рекомендуют вводить ее в бетонные смеси в количестве до 0,25–0,4% от массы цемента, так как большее количество добавки весьма резко замедляет твердение цементного камня и снижает прочность бетона [2–4]. Однако использование в бетоне добавки СДБ и в рекомендуемых количествах имеет существенный недостаток, особенно в бетонах, твердеющих под действием паротепловой обработки, так как вызываемое добавкой замедление процессов твердения цемента требует удлинения цикла тепловой обработки изделий, что не всегда приемлемо из-за экономических соображений. В этой связи применение добавки СДБ станет значительно эффективней, если ее вводить совместно с ускорителем твердения цемента, обеспечивающим быстрый набор прочности, особенно в начальные сроки.

Для этой цели нами выбран ускоритель твердения нитрит-нитрат кальция (ННК), ценным свойством которого, помимо ускоряющего эффекта твердения, является пассивация стали, вследствие чего повышается стойкость арматуры железобетонных конструкций в агрессивных средах [5].

Ориентировочный расход индивидуальной добавки ННК в бетонах, согласно рекомендациям по применению химических добавок [6], не должен превышать 4% от массы цемента и устанавливается экспериментально.

Оценка эффективности комплексной добавки СДБ и ННК производилась нами по следующим направлениям:

изучалось влияние различных дозировок добавки на эффект пластификации цементного геля по изменению В/Ц нормальной густоты цементного геля и расплыву конуса цементно-песчаной смеси на встряхивающем столике;

исследовалось влияние добавки на кинетику начального твердения цемента в возрасте до 1 сут при нормальных условиях твердения, т. е. производилась оценка эффекта ускорения и замедления темпа начального твердения;

изучалось влияние добавок на прочность затвердевшего цементного камня и цементно-песчаного раствора в более поздние сроки твердения.

Чтобы оценить эффективность комплексной добавки, сравнивали изменения указанных свойств цементного теста и камня при использовании индивидуальных добавок СДБ и ННК. Для экспериментов применяли портландцемент М 400 Волковьского завода, плотность  $3,15 \text{ г/см}^3$  с  $K_{\text{НГ}} = 0,29$ .

Исследования проводились на цементном тесте нормальной густоты и цементно-песчаном растворе состава 1:3, приготовленном на нормальном кварцевом песке с постоянным В/Ц. Добавки вводились в количествах, не превышающих рекомендуемые в руководстве НИИЖБ по применению химических добавок [6] с интервалом в 1% для ускорителя твердения ННК и 0,05% для СДБ. Прочность цементного камня определялась испытанием образцов-кубов с ребром 2 см и образцов балочек размерами 4 x 4 x 16 см в цементно-песчаном растворе.

Опыты показали (рис. 1), что при введении индивидуальных добавок лучшим пластифицирующим эффектом обладает добавка СДБ. Для достижения максимального эффекта пластификации цементного теста достаточно вводить 0,25% добавки от массы цемента. Дальнейшее увеличение добавки уже не сказывается на снижении водоцементного отношения нормальной густоты теста.

Добавка-ускоритель ННК также пластифицирует цементный гель, но, как видно из результатов испытаний, 4% введенной добавки явно недостаточно для достижения полного пластифицирующего эффекта цементного геля. При введении комплексной добавки наибольшая пластификация цементного геля достигается при дозировке добавки, равной 0,2% СДБ и 2% ННК. Достигнутый при этом эффект практически не изменяется с увеличением той или иной составляющей добавки.

Анализируя полученные результаты испытаний, можно заключить, что действие комплексной добавки, состоящей из ускорителя твердения и ПАВ, обладает суммирующим пластифицирующим

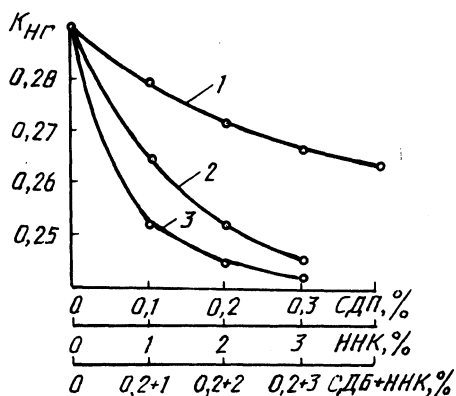


Рис. 1. Влияние добавок на изменение коэффициента нормальной густоты цементного теста:  
1 — ННК; 2 — СДБ; 3 — СДБ+ННК.

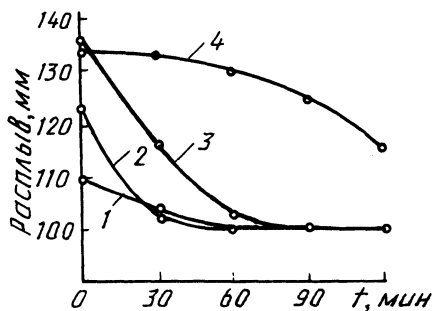


Рис. 2. Изменение во времени пластичности раствора с добавками:  
1 — без добавки; 2 — 2% ННК; 3 — 0,2% СДБ + 2% ННК; 4 — 0,2% СДБ.

шим эффектом, в результате которого в оптимальном составе добавки может быть снижено содержание как пластификатора, так и ускорителя твердения.

Сохранение во времени пластичности цементного геля с добавками изучали на цементно-песчаных растворах по расплыву стандартного конуса. За оптимальное количество комплексной добавки было принято по результатам вышеизложенных исследований 0,2 % СДБ и 2 % ННК. Для сравнения эти же количества добавок вводились в растворы индивидуально, а также испытывалась в качестве контрольной растворная смесь без добавок.

Как видно из результатов испытаний (рис. 2), с введением различных добавок увеличивается исходная подвижность растворной смеси. Наибольший эффект при этом достигается введением комплексной добавки. Для индивидуальной добавки СДБ характерно более длительное (свыше 2 ч) сохранение подвижности растворной смеси, что связано со стабилизирующим действием добавки на процессы гидратации цемента [3]. Наличие в комплексной добавке ускорителя твердения ННК снимает эффект стабилизации, вызываемый СДБ, и растворная смесь с такой добавкой по времени пригодности практически не отличается от контрольной, однако ее подвижность в этот промежуток времени остается на более высоком уровне, что может быть использовано для улучшения качества и снижения трудоемкости изготовления конструкций.

Полученные данные при испытании прочности цементного камня и раствора в возрасте от 1 до 28 сут (рис. 3) показывают, что введение оптимального количества комплексной добавки позволяет не только избежать замедляющего действия СДБ в начальные сроки твердения, но уже к суточному возрасту увеличить прочность раствора примерно на 30% по сравнению с контрольными образцами. В возрасте 28 сут прочность образцов с

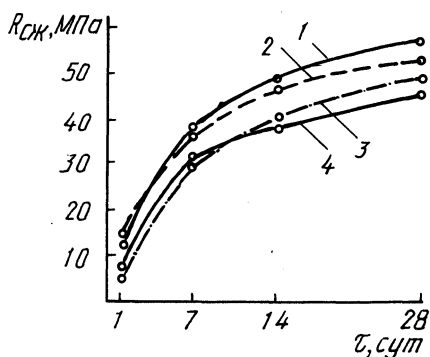


Рис. 3. Рост прочности цементно-песчаного раствора с добавками во времени: 1 - 0,2 % СДБ + 2 % ННК; 2 - 2 % ННК; 3 - 0,2 % СДБ; 4 - без добавок.

комплексной добавкой не только больше прочности образцов с СДБ и контрольных, но и несколько превышает прочность раствора с одним ускорителем твердения. Последнее, по всей вероятности, объясняется большей пластичностью, а следовательно, и лучшим уплотнением при формовании образцов с комплексной добавкой.

Таким образом, исследования показывают целесообразность применения комплексной добавки, состоящей из 0,2% СДБ и 2% НКК от массы цемента. Такая добавка обладает лучшей пластифицирующей способностью, чем одна лишь СДБ. Смеси с комплексной добавкой сохраняют эффект пластификации в течение времени, достаточного для приготовления и уплотнения бетона. Кроме того, введение добавки способствует ускорению твердения и повышению прочности затвердевшего цементного камня и бетона в среднем на 27–30%. В составе добавки не содержатся вещества, вызывающие коррозию арматуры. Такая добавка может быть применена при изготовлении железобетонных конструкций, твердеющих в паротепловой среде.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с. 2. Тринкер Б.Д., Жиц Г.Н., Тринкер А.Б. Эффективность применения комплексных добавок из ПАВ и электролитов. – Бетон и железобетон, 1977, № 10, с. 12–13. 3. Цементный бетон с пластифицирующими добавками / С.В.Шестоперов, Ф.М.Иванов, А.Н.Любимова, А.Н.Зашепин. – М.: Дориздат, 1952. – 119 с. 4. Указания по применению бетона с добавкой концентратов сульфитно-дрожжевой бражки. СН 406–70. – М.: Стройиздат, 1970. – 16 с. 5. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. – М.: Стройиздат, 1973. – 206 с. 6. Руководство по применению химических добавок к бетону. – М.: Стройиздат, 1975. – 65 с.

УДК 69.022:691.327:666.973.3

С.М.Ицкович, канд.техн.наук,  
И.А.Горячева (БПИ)

### МОНОЛИТНЫЕ СТЕНЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ ИЗ КРУПНОПОРИСТОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА

Эффективность строительных материалов и конструкций в современных условиях определяется прежде всего снижением материалоемкости и трудоемкости строительства, экономией минеральных и топливно-энергетических ресурсов. Значение этих