

Т.М. ПЕТРОВА, доктор технических наук, **А.Ф. СЕРЕНКО**, кандидат технических наук, Петербургский государственный университет путей сообщения;
М.И. МИЛАЧЁВ, технолог, **Д.М. МИЛАЧЁВ**, директор ООО «ФОРТ»
(г. Новозыбков Брянской обл.)

ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ БЕСПРОГРЕВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В России 85% сборного бетона и железобетона производится по технологии, основанной на тепловлажностной обработке изделий при температуре около 80 °С, что позволяет обеспечить быстрый набор прочности бетона в раннем возрасте. Вместе с тем, эта технология имеет ряд недостатков, связанных с ухудшением структуры цементного камня и снижением конечной прочности и морозостойкости бетона, большими энергозатратами, ослаблением контактной зоны цементного камня с преднапряженной арматурой и полимерными закладными элементами [1].

Развитие научных достижений в области направленного формирования структуры и свойств бетонов позволяет сформулировать пути совершенствования технологии производства сборного бетона и железобетона [2]. Наиболее перспективным из них является внедрение беспрогревной или малопрогревной технологии, так как это направление потребует наименьших инвестиций и способно быстро дать ощутимый экономический эффект за счет экономии энергоресурсов.

Анализ научных данных и выполненные в ПГУПС исследования позволили выделить три основные группы факторов, определяющих набор бетоном высокой ранней прочности:

- применение комплексных добавок полифункционального действия;
- целенаправленный выбор цемента и учет его совместимости с добавками;
- оптимальная температура твердения.

Правильный выбор и сочетание этих факторов позволяет уменьшить длительность индукционного периода и сформировать структуру цементного камня, обеспечивающего высокую раннюю прочность бетона.

Применение ускорителей твердения бетона давно известно в строительной практике. Однако, ускоряя схватывание и твердение бетона в начальный период, они практически не влияют на водоцементное отношение и могут снижать относительную прочность на более поздних этапах твердения. Как правило, к ускорителям твердения относятся добавки-электролиты. Эффективность их применения зависит как от катионной и анионной составляющих, так и от минералогического и вещественного состав портландцемента. Следует отметить, что применение только ускорителей твердения не позволяет обеспечить требуемую высокую раннюю прочность бетона в возрасте 12 часов при беспрогревной технологии производства бетона и железобетона на обычных портландцементах.

Появление суперпластификаторов, а в последнее десятилетие и гиперпластификаторов, произвело революцию в науке о бетоне, позволило ввести термин «модифицированный бетон» [3]. Снижая до 30-35% расход воды при обеспечении равной подвижности бетонной смеси, они существенно увеличивают прочность бетона или позволяют экономить цемент. На рис. 1 приведены модели распределения зерен цемента в равноподвижном цементном тесте без добавки и с добавкой суперпластификатора.

Как видно из **рис.1**, применение суперпластификатора значительно уменьшает объем межзернового пространства и, следовательно, капиллярную пористость, которая является определяющим фактором, как для прочности, так и для морозостойкости и коррозионной стойкости бетона.

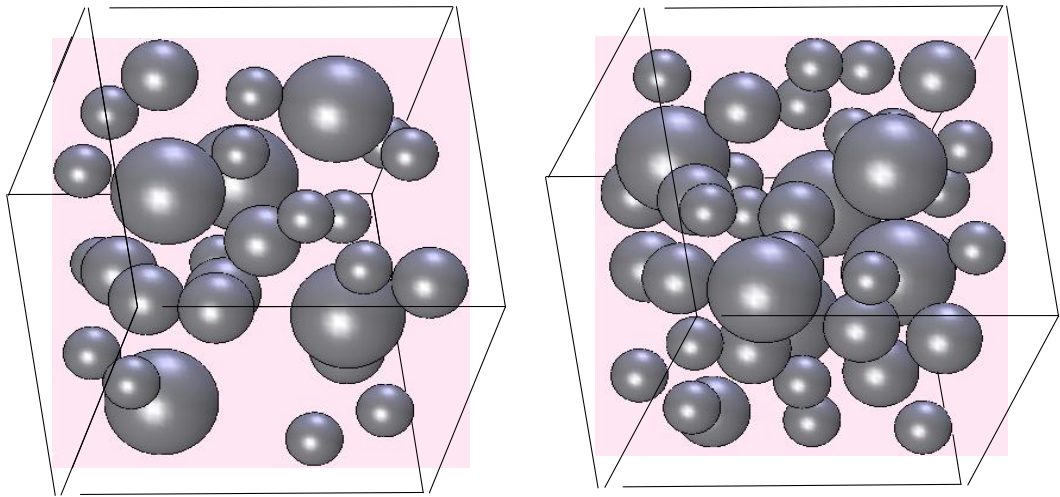


Рис.1 Влияние водоцементного отношения на объем межзернового пространства цементного теста (слева – без добавки суперпластификатора, справа – с добавкой суперпластификатора)

К сожалению, все пластифицирующие добавки увеличивают индукционный период твердения портландцемента, т.е. замедляют набор пластической прочности цементного теста в ранний период **рис.2**

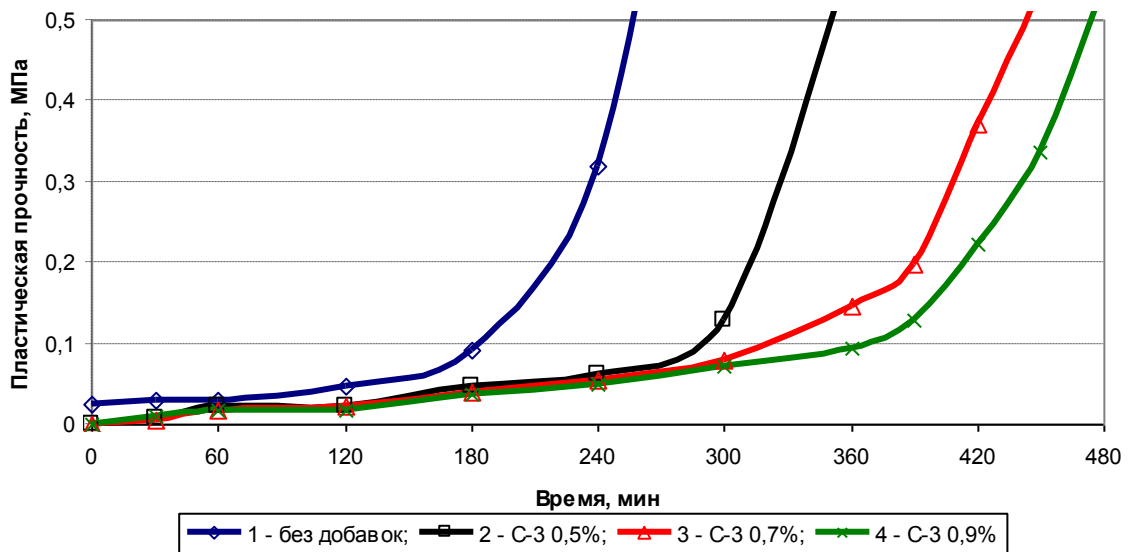


Рис. 2 Влияние суперпластификатора С-3 на кинетику нарастания пластической прочности цементного теста при постоянном В/Ц

Этот эффект часто наблюдается даже при снижении водоцементного отношения, причем, чем выше расход пластифицирующей добавки, тем в большей степени отодвигается период начала набора пластической прочности цементного теста. Таким образом, применение только суперпластификатора не позволяет решить задачу необходимой высокой ранней прочности бетона для внедрения беспрогревных технологий при производстве сборного бетона и железобетона.

В этой связи наиболее перспективным представляется сочетание ускорителей твердения и суперпластификаторов, так как только комплексные добавки полифункционального действия, способствуют снижению водоцементного отношения и не увеличивают индукционный период твердения.

К такому же выводу пришло большинство производителей суперпластификаторов в нашей стране, наладивших выпуск комплексных добавок пластифицирующе-ускоряющего действия.

На кафедре «Строительные материалы и технологии» Петербургского государственного университета путей сообщения разработана комплексная добавка «Петролафс», предназначенная для внедрения в беспрогревных и малопрогревных технологиях производства бетона. Сравнительные испытания бетонов с различными комплексными добавками, твердевших при температуре 30 °С, приведены в таблице.

Расход комплексных добавок подбирали из условия обеспечения равной жесткости бетонной смеси и одинакового водоредуцирующего эффекта относительно контрольного состава бетона при фиксированном содержании цемента. В зависимости от вида комплексной добавки прирост прочности бетона в возрасте 12 часов составил от 9 до 45%. Однако требуемая передаточная прочность бетона (36 МПа) достигнута только при использовании комплексной добавки «Петролафс», что говорит о ее высокой эффективности и возможности применения для внедрения беспропарочной и малопрогревной технологии производства предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Таблица 1. Эффективность влияния комплексных добавок на раннюю прочность бетона (температура твердения 30 градусов)

Добавка	Кол-во добавки, % массы цемента	Расход цемента, кг/м ³	Водоцементное отношение	Жесткость, с	Предел прочности в возрасте 12 ч, МПа %
Без добавок	–	470	0,35	5-7	$\frac{24,8}{100}$
Петролафс	1,25	470	0,30	5-7	$\frac{36,1}{145,6}$
Лигнопан	1,25	470	0,30	5-7	$\frac{29,9}{120,6}$
Реламикс	1,25	470	0,30	5-7	$\frac{28,1}{113,3}$
Мегалит С-3 РТ	1,0	470	0,30	5-7	$\frac{27,0}{108,9}$

Примечание: Испытания выполнены в Испытательном центре «Прочность» (г. Санкт-Петербург) в соответствии с ГОСТ 10180-90.

Внедрение беспропарочной и малопрогревной технологии производства железобетонных конструкций на основе применения комплексных добавок в настоящее время технически возможно и экономически оправдано. Кроме экономии ресурсов и снижения себестоимости достигается упрощение технологии и повышение качества и долговечности продукции.

Список литературы:

1. Петрова, Т.М., Серенко А.Ф., Егоров В.Н. Ресурсосберегающие технологии при изготовлении шпал // Путь и путевое хозяйство. 2006. № 9. С. 2-3.
2. Серенко, А.Ф. О совершенствовании технологии производства железобетонных шпал // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2006. № 1. С. 107-111
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1990. 400 с.