



## Методы предупреждения «ложного схватывания» цементов

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

**В статье рассматриваются преимущества новой сильнопластифицирующей добавки ЭкспрессПласт и суперпластификатора ПЕТРОЛАФС. Обе добавки позволяют решить целый ряд задач, стоящих перед современными бетонщиками.**

Применение пластифицирующих добавок и комплексов на их основе в последние десятилетия стало признанным фактором совершенствования технологии производства бетона, так как это направление позволяет улучшить физико-механические свойства бетонов и бетонных смесей, направленно формировать структуру цементного камня и, в ряде случаев, снизить себестоимость производства.

На рынке России пока не получили широкого распространения гиперпластификаторы на основе поликарбонилатов и акриловых сополимеров, основными пластифицирующими добавками остаются лигносульфонаты и продукты конденсации сульфированного нафталина с формальдегидом (С-3). Повышая удобоукладываемость, эти добавки одновременно замедляют схватывание портландцемента, что является принципиально важным при монолитном бетонировании в летний период.

Вместе с тем, в связи изменениями в технологии на большинстве цементных заводов, в последнее время участились случаи ненормально быстрой потери подвижности бетонной смеси при использовании пластифицирующих добавок, особенно технических лигносульфонатов. В технологии бетона такое явление получило название «ложное схватывание», так как за ним следует длительный индукционный период без набора прочности. «Ложное схватывание» является нежелательным явлением, так как препятствует качественной укладке и уплотнению бетона.

Причиной «ложного схватывания» является воздействие компонентов добавки на скорость гидратации клинкерных минералов, прежде всего, на трехкальциевый алюминат. На ранней стадии ускоряется образование этtringита, что и приводит к потере удобоукладываемости. После образования этtringита он адсорбирует компоненты добавки и соответственно тормозит гидратацию трехкальциевого алюмината вследствие замедления превращения этtringита в моносульфоалюминат кальция. В дополнение к этому концентрация компо-

нентов добавки остается на таком уровне, что одновременно тормозится гидратация трехкальциевого силиката. Воздействие этих факторов и приводит к увеличению длительности индукционного периода.

На первый взгляд, выходом из ситуации при наличии «ложного схватывания» может послужить применение комплекса лигносульфонатов с суперпластификатором С-3, так как в этом случае удастся уменьшить расход каждого из компонентов для достижения высокого пластифицирующего эффекта. Однако такой подход не учитывает известного факта, что добавки обоих типов адсорбируются на одних и тех же компонентах, прежде всего, на продуктах гидратации трехкальциевого алюмината.

В строительной практике для предотвращения «ложного схватывания» и быстрой потери подвижности рекомендуется раздельное введение добавок, применение повторного перемешивания, повторное введение добавки, изменение ее концентрации, введение добавки со второй половиной воды затворения, использование других видов цемента.

Исходя из механизма образования явления «ложного схватывания» в присутствии пластифицирующих добавок, в Петербургском государственном университете путей сообщения (ПГУПС) совместно с ООО «ФОРТ» разработана комплексная добавка ЭкспрессПласт, включающая, кроме ЛСТ, компоненты, в значительной степени нейтрализующие раннюю потерю подвижности бетонной смеси и снижение прочности бетона в раннем возрасте.

Как следует из полученных результатов испытаний, при равной пластифицирующей способности предрасположенность к ложному схватыванию теста с добавкой ЛСТ в пять раз больше, чем при использовании добавки ЭкспрессПласт.

Кроме этого, при применении добавки ЭкспрессПласт подвижность бетонной смеси повышается от П1 до П4, конечный рост прочности (28 суток) составляет 20%, экономия цемента – до 15%, повышается морозостойкость, водонепроницаемость и сульфатостойкость изделий.

**Принципы выбора комплексных добавок для беспробочной технологии производства бетона и железобетона**

85% сборного бетона и железобетона в России производится по технологии, основанной на тепловлажностной обработке изделий при температуре около 80°C, что позволяет обеспечить быстрый набор предаточной прочности бетона в раннем возрасте. Вместе с тем, названная 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 сегодня сформулировать пути совершенствования технологии производства сборного бетона и железобетона [2]. Наиболее перспективным из них является внедрение беспробочной или малопробочной 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.

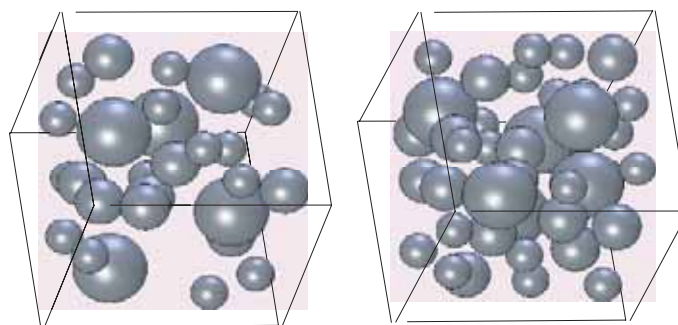


Рис. 1. Влияние водоцементного отношения на объем межзернового пространства цементного теста

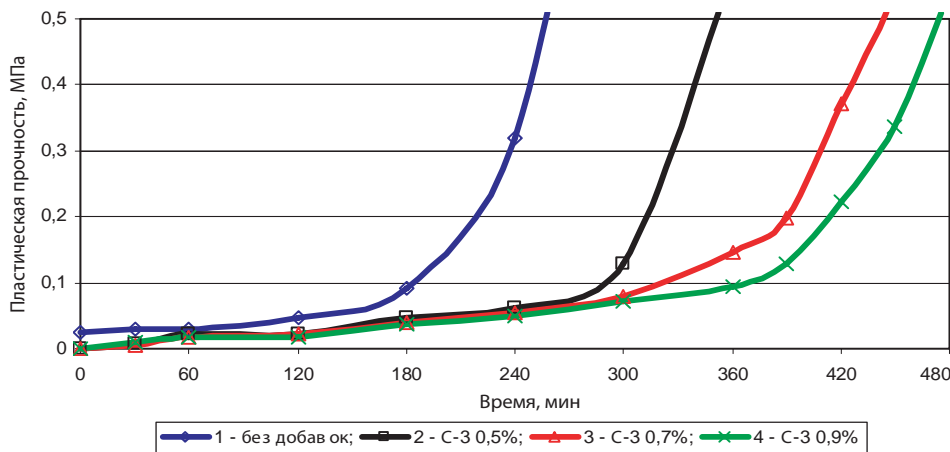


Рис. 2. Влияние расхода суперпластификатора C-3 на кинетику нарастания пластической прочности цементного теста при постоянном В/Ц

Применение добавок-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 состава 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 добавок-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.

К сожалению, все пластифицирующие добавки увеличивают индукционный период твердения портландцемента, то есть замедляют набор пластической прочности цементного теста в ранний период (рис. 2). 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 добавок-суперпластификаторов 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, способствующие снижению водоцементного отношения и не увеличивающие индукционный период твердения, способны решать задачу достижения высокой прочности бетона в раннем возрасте без применения тепловлажностной обработки (ТВО).

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

На кафедре «Строительные материалы и технологии» Петербургского государственного университета путей сообщения разработана комплексная добавка ПЕТРОЛАФС, пред-

назначенная для внедрения беспрогревных и малопроегривных технологий производства бетона. Сравнительные испытания бетонов с комплексными добавками различных производителей, твердевших при температуре 30°C, приведены в таблице.

Расход комплексных добавок подбирался 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 малопроегривной технологии производства предварительно напряженных железобетонных конструкций.

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

**Библиографический список:**

1. Петрова Т.М. Ресурсосберегающие технологии при изготовлении шпал [Текст] / Т.М. Петрова, А.Ф. Серенко, В.Н. Егоров // Путь и путевое хозяйство. – 2006, № 9, с. 2–3. – ISSN 0033-4715.
2. Серенко А.Ф. О совершенствовании технологии производства железобетонных шпал [Текст] / А.Ф. Серенко // Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб.: ПГУПС, 2006, № 1, с. 107–111. – ISSN 1815-588X.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. [Текст] / М.: Стройиздат, 1990. – 400 с. – ISBN 5-274-00-733-3.

Эффективность влияния комплексных добавок на раннюю прочность бетона (температура твердения 30°C)					
Добавка	Расход, в % от массы цемента	Расход цемента, кг/м³	Водоцементное отношение	Жесткость, сек.	Предел прочности в возрасте 12 часов, МПа
Без добавок	–	470	0,35	5–7	24,8 100
ПЕТРОЛАФС	1,25	470	0,30	5–7	36,1 145,6
ЛИГНОПАН	1,25	470	0,30	5–7	29,9 120,6
РЕЛАМИКС	1,25	470	0,30	5–7	28,1 113,3
МЕГАЛИТ C-3 РТ	1,0	470	0,30	5–7	27,0 108,9

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