

УДК 691.33

**А. М. БАЙСАРИЕВА**

Казахская головная архитектурно-строительная академия, г. Алматы, Казахстан

**СВОЙСТВА МАЛОКЛИНКЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ С  
МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ДОБАВКАМИ**

**Аннотация.** В статье рассматривается применение модифицирующих добавок Сикамент-FF-N, МВ-Д15, МВ-Д20. Влияние добавок на реологические свойства бетонной смеси, сроки схватывания, а также на прочность бетона.

**Ключевые слова:** малоклинкерное вяжущее, активность вяжущего, модифицированные добавки.

Большинство активных минеральных добавок и наполнителей обладают повышенной реологической избираемостью к суперпластификаторам ПМС и ПНС типов. Увеличение дисперсности их до 600...700 м<sup>2</sup>/кг позволяет существенно повысить гидратационную активность и способность к самостоятельному твердению в нормальных температурно-влажностных условиях.

По изменению глубины погружения иглы прибора Вика установлено влияние добавок на кинетику процесса структурообразования цементного теста во времени. Опытные данные показывают, что введение добавок существенно влияет на процессы структурообразования цементного теста [1]. Введение суперпластификатора «Сикамент-FF-N» ускоряет начало схватывания цементного теста и сокращает период структурообразования. При этом период от начала до конца схватывания сокращается на 60 мин, в сравнении с цементным тестом без добавки (табл.).

**Таблица** – Влияние содержания добавок на свойства малоклинкерных модифицированных вяжущих

Вид вяжущего вещества	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час-мин	
		начало	конец
ПЦ 500 Д0	26,0	2–20	4–30
ПЦ 500 Д0 + 2 % СП «Сикамент-FF-N»	24,0	1–30	2–40
МВ-Д15	25,5	2–35	3–40
МВ-Д20	26,5	3–15	5–10

Модифицированное вяжущее МВ-Д15 очень незначительно влияет на скорость структурообразования в начальный период, что подтверждается почти идентичным углом наклона кривых к оси времени. К концу периода схватывания МВ-Д15 заметно уменьшает скорость структурообразования. В этом случае период от начала до конца схватывания составляет 1 ч 05 мин, что на 65 мин меньше в сравнении с цементным тестом без добавки.

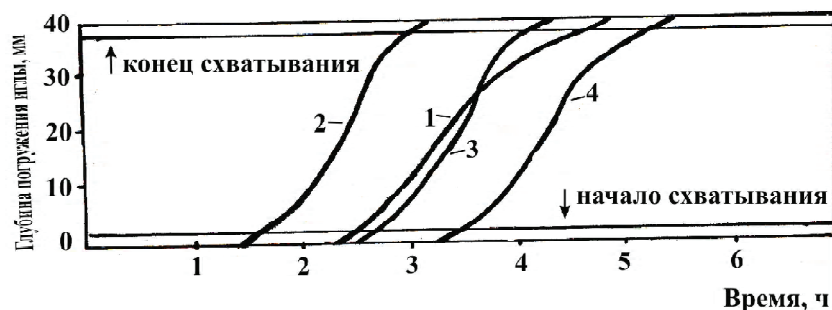
Цементное тесто с комплексной добавкой МВ-Д20 в конце периода снижает скорость структурообразования и увеличивает период от начала до конца схватывания. Период схватывания при этом уменьшается на 15 мин.

Введение в состав цемента комплексных добавок увеличивает водопотребность смеси. Это обусловливается не только отвлечением воды на смачивание добавок, но и тем, что они вследствие действия поверхностных сил изменяют свойства прилегающих к нему слоев цементного теста. Изменяя

нормальную плотность цементного теста, добавки оказывают заметное воздействие и на сроки схватывания, скорость структурообразования.

На основе этих опытных данных, можно предположить, что характеристика водопотребности добавок является общим критерием влияния их на строительно-технические свойства цемента.

Все многокомпонентные вяжущие выдержали испытание на равномерность изменения объема в соответствии с ГОСТ 310.3 (рис.).



**Рисунок** – Влияние добавок на кинетику схватывания цементного теста: 1 – ПЦ500Д0; 2 – ПЦ500Д0 + 2 % СП «Сикамент-FF-N»; 3 и 4 – соответственно с добавками МВ-Д15 и МВ-Д20.

Известно, что применение модифицированных вяжущих в технологии бетона по сравнению с обычными цементами позволяет значительно снизить водопотребность бетонных смесей и повысить их водоудерживающую способность, интенсифицировать твердение бетона, увеличить его прочность и улучшить эксплуатационные свойства. При этом свойства модифицированных вяжущих веществ и бетона в значительной мере определяются пластифицирующей добавкой и наполнителем [1]. Ниже рассматриваются водопотребность бетонных смесей и нарастание прочности бетона с использованием комплексной модифицирующей добавки: 60 % отходы обогащения Карагайлинского ГОК + 38 % микрокремнезем + 2 % суперпластификатор «Сикамент-FF-N», при нормальном твердении. Комплексную добавку вводили при затворении бетонной смеси в количестве 15 и 20 % от массы вяжущего вещества.

Рассматриваемые комплексные добавки значительно снижают водопотребность бетона на модифицированном вяжущем веществом. Наименьшей водопотребностью характеризуется вяжущее МВ-Д20, что вполне согласуется с влиянием этих комплексных добавок на нормальную плотность теста из модифицированного вяжущего.

Наблюдается типичная для модифицированных вяжущих высокая чувствительность к изменению расхода воды затворения с стремительным ростом подвижности при незначительном увеличении расхода воды, что диктует необходимость тщательного подбора как состава бетона, так и технологического дозирующего оборудования.

Добавка только суперпластификатора «Сикамент-FF-N», незначительно влияет на подвижность бетонных смесей, снижая их водопотребность на 15 л/м<sup>3</sup>. Высокая активность модифицированного вяжущего предопределяет целесообразность его применения для получения беспропарочного высокопрочного бетона. Введение в состав цемента комплексной добавки в количестве 15 и 20 % повышает прочность бетона, как в ранние сроки нормального твердения, так и в 28-суточном возрасте.

Прочность бетона с использованием комплексной модифицирующей добавки: 60 % отходы обогащения Карагайлинского ГОК + 38 % микрокремнезем + 2 % суперпластификатор «Сикамент-FF-N», с подвижностью 6 см осадки стандартного конуса в зависимости от расхода вяжущего. Введение комплексных модифицирующих добавок на 15 и 20 % снижает водопотребность бетона соответственно на 55 и 45 л/м<sup>3</sup>. При этом начальная (3 сут) прочность бетона повышается до 2,5 раза. Марочная прочность бетонов с использованием модифицированных вяжущих МВ-Д15 и МВ-Д20 повышается соответственно на 29 и 17 %.

Для изучения влияния способа введения суперпластификатора использовался портландцемент марки ПЦ-500Д0 ТОО «Хайдельберг Восток Цемент», как наиболее активный по реологической эффективности в паре с суперпластификатором «Сикамент-FF-N».

Помимо цемента ПЦ-500Д0 заводского помола использовались модифицированные вяжущие (МВ-Д15 и МВ-Д20), полученные дополнительным помолом цемента до удельной поверхности 400... 420 м<sup>2</sup>/кг. Введение суперпластификатора производилось следующими способами:

ВСП – традиционный способ введения добавок с водой затворения;

ПСН – способ предадсорбционного сухого нанесения суперпластификатора при совместном помоле, реализуемый посредством получения модифицированных вяжущих низкой водопотребности);

ДРС – способ дискретного распределения пластификатора, смешиванием сухого порошка СП с цементом;

СДН – способ введения суперпластификатора на дисперсных носителях (органоминеральные модификаторы).

При введении суперпластификатора в МВ по методу ВСП, в количестве 2,5 %, В/Ц повышается до 0,186, т. е. почти на 20 % по отношению к первым двум составам. Водопотребности МВ и исходного цемента (ПЦ500Д0) практически одинаковы, несмотря на большое различие в тонкости помола или дисперсности.

Расчет водоредуцирующего действия суперпластификатора «Сикамент-FF-N» системах по отношению к модифицированным вяжущим веществам, показывает, что максимальное значение его (более 3) одинаково для (ДРСП – 2,5 %). Модифицированные вяжущие МВ-Д15 и МВ-Д20 (ДРСП – 2,5 %) имеют практически одинаковые В/Ц и поэтому их значения Вд по отношению к контрольному ПЦ500 Д0 также одинаковы, хотя водоцементные отношения несколько повышаются по сравнению с чистыми МВ.

## ВЫВОДЫ

Способ введения суперпластификатора «Сикамент-FF-N» в тонкомолотые чистые цементы не столь существенно изменяет водоредуцирующую активность его при оптимальных (повышенных) дозировках. При недостатке суперпластификатора «Сикамент-FF-N» в вяжущем водопотребность значительно возрастает.

Для модифицированного вяжущего вещества наиболее рациональным, как следует из результатов, является введение суперпластификатора «Сикамент-FF-N» на дисперсных носителях. Можно полагать, что введение суперпластификатора на дисперсном носителе в рядовой цемент будет также эффективно.

Относительное реологическое действие суперпластификатора «Сикамент-FF-N» в цементных системах уменьшается по мере повышения степени наполнения цементного теста наполнителями. Однако для конкретного вида цемента отмечается тесная корреляционная связь между эффективностью суперпластификатора «Сикамент-FF-N» в цементных пастах и бетонных смесях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Прогнозирование свойств бетонных смесей и бетонов с техногенными отходами [Текст] / Ю. М. Баженов, Л. А. Алимов, В. В. Воронин / Изв. вузов. Строительство. – 1997. – № 4. – С. 68–72.
2. Чистов, Ю. Д. Системный подход при разработке прогрессивных композиционных вяжущих веществ [Текст] / Ю. Д. Чистов, А. С. Тарасов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2004. – № 7. – С. 60–61.
3. Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика [Текст] / В. Г. Батраков. – М. : Теплопроект, 1998. – 768 с.

Получено 07.05.2018

А. М. БАЙСАРИЄВА

ВЛАСТИВОСТІ МАЛОКЛІНКЕРНИХ В'ЯЖУЧИХ З МОДИФІКОВАНИМИ ДОБАВКАМИ

Казахська головна архітектурно-будівельна академія, м. Алмати, Казахстан

**Анотація.** У статті розглядається застосування добавок, що модифікують Сікамент-FF-N, МВ-Д15, МВ-Д20. Вплив добавок на реологічні властивості бетонної суміші, терміни схоплювання, а також на міцність бетону.

**Ключові слова:** малоклінкерно в'яжуче, активність в'яжучого, модифіковані добавки.

ANARA BAISARIYEVA  
PROPERTIES OF MONOCLINIC BINDERS WITH MODIFIED ADDITIVES  
Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** The application of modifying additives Sikament-FF-N, MB-D15, MB-D20 is considered in the article. The effect of additives on the rheological properties of the concrete mixture, the setting time, as well as the strength of the concrete.

**Key words:** low-clinker binders, binder activity, modified additives.

**Байсариева Анара Мырзакуловна** – магистр технических наук, ассистент профессора, старший преподаватель кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Казахской головной архитектурно-строительной академии, г. Алматы, Республика Казахстан. Научные интересы: производство материалов, изделий на основе отходов (золы, шлака и т. д.), исследование в области производства самоуплотняющихся бетонов.

**Байсарієва Анара Мирзакуловна** – магістр технічних наук, асистент професора, старший викладач кафедри виробництва будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Казахської головної архітектурно-будівельної академії, м. Алматы, Республіка Казахстан. Наукові інтереси: виробництво матеріалів, виробів на основі відходів (золи, шлаку тощо), дослідження в галузі виробництва бетонів, що самоущільнюються.

**Baisariyeva Anara** – Master, Technical Sciences, Assistant Professor, Senior Lecturer, Production of Construction Materials, Products and Structures Department, Kazakh Head Architectural and Construction Academy, Almaty, Republic of Kazakhstan. Scientific interests: production of materials, products based on waste (ash, slag, etc.), research in the production of self-compacting concrete.