

УДК 691

**ИЗМЕНЕНИЕ РАСТЕКАЕМОСТИ
ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
С ДОБАВКОЙ
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО
МОДИФИКАТОРА**

Касторных Л. И., Черепанов В. Д.

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

likas9@mail.rutamara.ch-p@yandex.ru

Выполнена оценка реологической активности и влияния полифункционального модификатора ПФМ-НЛК на свойства композиций из белого цемента. Установлено, что при увеличении дозировки модификатора растекаемость композиций на белом цементе увеличивается. Рациональная дозировка добавки ПФМ-НЛК для архитектурного бетона на белом цементе — 0,5% массы цемента, так как при дальнейшем увеличении расхода модификатора композиция приобретает коричневатый оттенок.

Ключевые слова: цементные композиции, полифункциональный модификатор, растекаемость, реологическая активность

Введение. В современных условиях строительного производства неотъемлемой составляющей бетонных смесей являются химические и минеральные добавки. Высокая эффективность однокомпонентных или комплексных (органоминеральных) добавок достигается за счет повышения их функциональности — способности осуществлять конкретные технологические функции. Именно концепция высокой функциональности добавок заложена в основу создания высокофункциональных бетонов (High Performance Concrete), к которым относятся самоуплотняющиеся (Self-Compacting Concretes), самозалечивающиеся (Self-healing Concretes), самоочищающиеся (Self-cleaning Concretes), самодиагностирующиеся (Self-sensing Concretes) и саморегулируемые (Self-regulated Concretes) бетоны [1–2].

Отличительной чертой самоуплотняющихся бетонных смесей являются их продолжительно сохраняющиеся реологические характеристики (растекаемость, вязкость), которые достигаются при условии правильно подобранной пары «вяжущее — химическая добавка». Установлено, что для приготовления самоуплотняющихся бетонов необходимо использовать суперпластифицирующие добавки с высоким показателем водоредуцирующей способности (более 29%) [3]. Эффективность суперпластификаторов зависит не только от количества вводимой добавки, но и от химического и минералогического состава выбранного цемента [4]. Максимальная реологическая активность суперпластификаторов в самоуплотняющихся смесях достигается при использовании низкоалюминатных цементов [5].

UDC 691

**CHANGING THE SPREADABILITY OF
CEMENT COMPOSITIONS WITH THE
ADDITION OF A MULTIFUNCTIONAL
MODIFIER**

Kastornykh L.I., Cherepanov V. D.

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

likas9@mail.rutamara.ch-p@yandex.ru

The paper evaluates the rheological activity and the effect of the polyfunctional PFM-NLK modifier on the properties of white cement compositions. It was found that the spreadability of compositions on white cement increases with increasing the dosage of the modifier. The rational dosage of PFM-NLK additive for architectural concrete on white cement is 0.5 % of the cement mass, since with the further increase of the modifier, the composition acquires a brownish tint.

Keywords: cement compositions, multifunctional modifier, spreadability, rheological activity

Бетон на основе белого цемента по классификации ГОСТ 25192 относится к декоративным бетонам. В последнее время в профессиональной среде архитекторов для обозначения строительного материала на белом цементе сформировался термин «архитектурный бетон». Архитектурный бетон несет и конструктивную нагрузку, и выполняет декоративно-прикладную задачу, имеющую художественную и эстетическую ценность.

Производственный опыт показывает, что для достижения высоких показателей качества бетона требуются химические добавки — модификаторы структуры, в значительной степени изменяющие его физико-механические характеристики и формирующие себестоимость железобетонных изделий.

В технологии бетона наиболее эффективны и целесообразны комплексные добавки-модификаторы на основе суперпластификаторов, способные локализовать отрицательное действие монодобавок, а при необходимости придать бетону новые свойства. К таким модификаторам относится ПФМ-НЛК — комплексная добавка на основе суперпластификатора, воздухововлекающего и гидрофобизирующего компонентов. Добавка, выпускаемая в виде водорастворимого порошка коричневого цвета или водного раствора темно-коричневого цвета, позволяет получать высокоподвижные смеси и отказаться от дополнительных энергозатрат на уплотнение.

Главное достоинство модификатора ПФМ-НЛК, сочетающего добавки гидрофильной и гидрофобной природы — универсальность по отношению к цементам различного минералогического состава и его расхода в бетоне. Одновременно с высоким пластифицирующим действием модификатор способен изменить в нужном направлении структуру и свойства бетона. Первоначальная подвижность смесей с комплексом ПФМ-НЛК сохраняется в течение 2–3 ч, что имеет важное значение при транспортировании смесей на большие расстояния и при бетонировании в условиях сухого жаркого климата. Наличие гидрофобизирующего компонента в модификаторе повышает коррозионную стойкость бетона, увеличивает его морозостойкость на 2–3 марки и водонепроницаемость на 1–2 марки [6].

Цель настоящей работы — установить рациональную дозировку и влияние многокомпонентной полифункциональной добавки ПФМ-НЛК на свойства композиций из белого цемента.

Материалы и методика исследований. В процессе исследования растекаемости цементных композиций использовался белый цемент класса СЕМ I 52,5 R (страна-производитель — Турция). Основные характеристики белого цемента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики белого цемента

Показатель	Величина
Предел прочности при сжатии, МПа:	
— в возрасте 2 суток	38,0
— в возрасте 28 суток	59,8
Тонкость помола:	
— остаток на сите №008, %	8,8
— удельная поверхность, м ² /кг	380
Сроки схватывания, мин.:	
— начало	120
— конец	215
Белизна, %	85
Признаки ложного схватывания	нет

Высокая дисперсность и однородность зернового состава белого цемента позволяют получить цементный камень качественной структуры. Это препятствует его разрушению при попеременном замораживании и оттаивании, при воздействии атмосферной влаги, агрессивных растворов органических и минеральных соединений. Белый цемент обладает высокой сульфатостойкостью.

Полифункциональный модификатор ПФМ-НЛК использовался в виде водного раствора темно-коричневого цвета концентрацией 32%.

Для определения растекаемости (диаметра расплыва) цементных композиций применялся прибор, в состав которого входят сферическая чаша, вискозиметр Суттарда, стеклянное основание с разметкой окружностей (рис. 1).

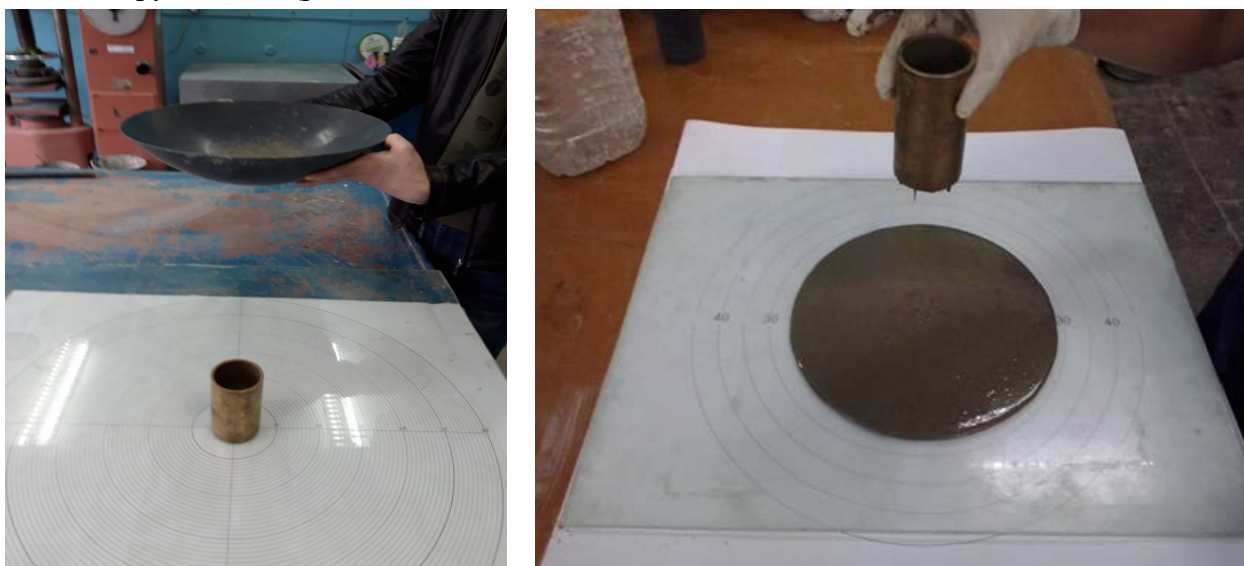


Рис. 1. Прибор для определения растекаемости цементной композиции

Для оценки совместимости (реологической активности) модификатора ПФМ-НЛК с белым цементом согласно [7] выбрана доступная и опробованная другими исследователями [8–9] методика определения предельных напряжений сдвига цементных суспензий τ_0 , Па:

$$\tau_0 = \frac{hd^2}{kD^2\rho}, \quad (1)$$

где h , d – высота и диаметр вискозиметра Суттарда, м;

ρ – средняя плотность цементной суспензии, кг/м³;

$k = 2$ – по [7];

D – диаметр расплыва цементной суспензии, м.

Влияние полифункционального модификатора ПФМ-НЛК на свойства композиций из белого цемента. Для оценки реологической активности и влияния модификатора на растекаемость были приготовлены цементные композиции с дозировкой модификатора от 0,1 до 0,7% массы цемента.

Графическая зависимость растекаемости цементных композиций от расхода модификатора представлена на рис. 2.

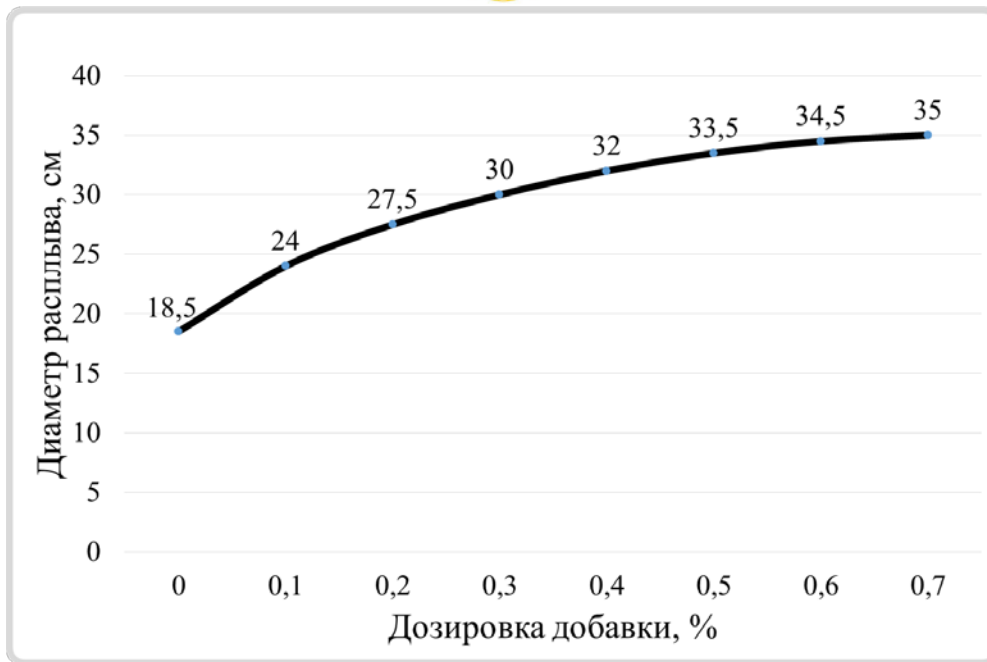
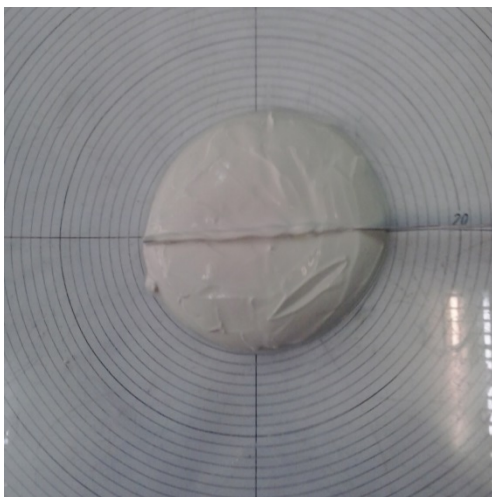


Рис. 2. Изменение растекаемости композиций на белом цементе в зависимости от расхода модификатора

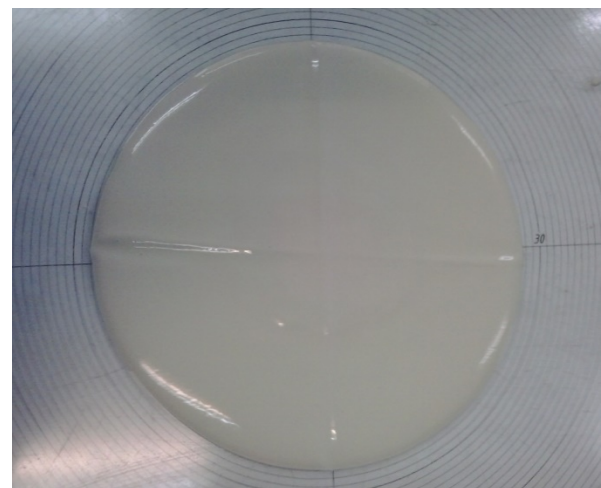
В ходе исследований установлено влияние дозировки полифункционального модификатора на изменение растекаемости (рис. 3) и на изменение цвета композиций на белом цементе (рис. 4).

Без добавки

ПФМ – 0,3%



ПФМ – 0,4%



ПФМ – 0,5%

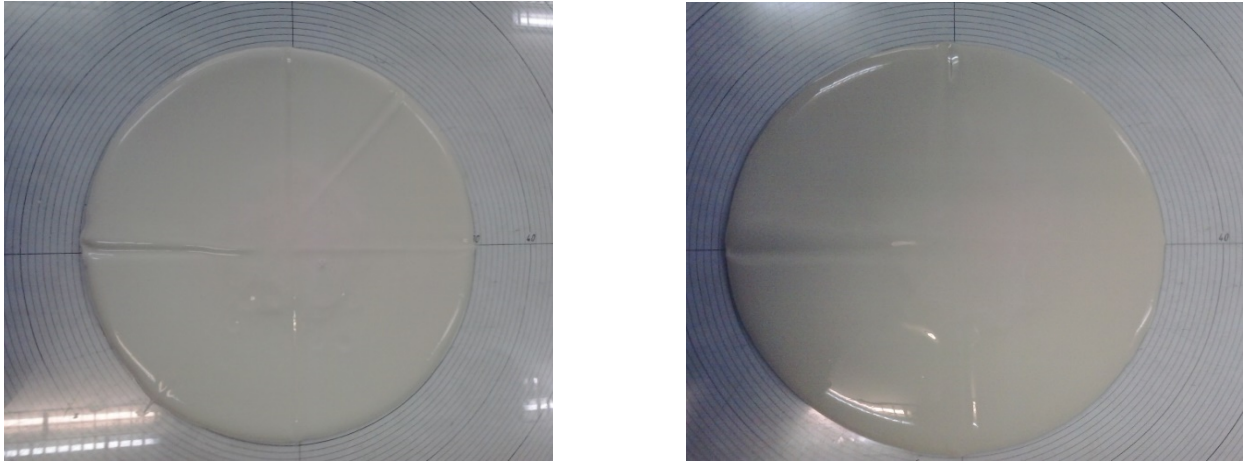


Рис. 3. Влияние дозировки модификатора на растекаемость композиций на белом цементе

ПФМ – 0,6%

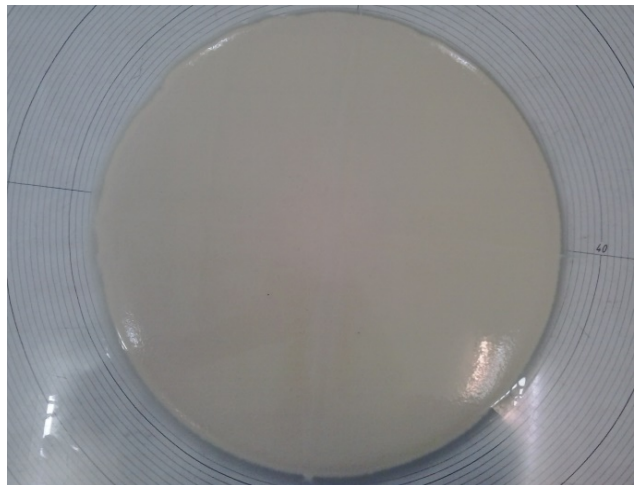


Рис. 4. Влияние дозировки модификатора на изменение цвета цементной композиции

Выполненные исследования показывают, что при увеличении дозировки полифункционального модификатора от 0,1 до 0,5% растекаемость цементных композиций увеличивается, а цвет не изменяется.

При введении модификатора ПФМ-НЛК в количестве 0,6% массы цемента композиция приобретает коричневатый оттенок.

Влияние дозировки модификатора ПФМ-НЛК на предельные напряжения сдвига цементных композиций представлено на рис. 5.

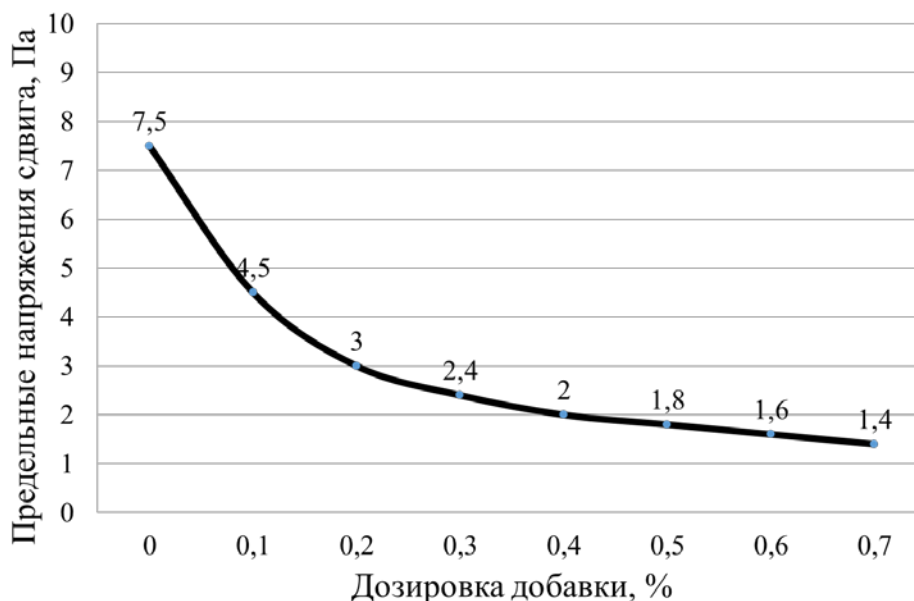


Рис. 5. Изменение предельных напряжений сдвига цементных композиций в зависимости от расхода полифункционального модификатора

Анализ полученных результатов свидетельствует, что значительное уменьшение предельных напряжений сдвига цементных композиций происходит при расходе модификатора в диапазоне от 0,1 до 0,5%. При дальнейшем увеличении дозировки добавки интенсивность изменения τ_0 снижается.

Заключение. Проведенными исследованиями установлено, что при увеличении дозировки полифункционального модификатора ПФМ-НЛК растекаемость композиций на белом цементе увеличивается. Рациональной дозировкой многокомпонентной добавки ПФМ-НЛК для архитектурного бетона на белом цементе следует считать 0,5% массы цемента, так как при расходе модификатора 0,6% массы цемента композиция приобретает коричневатый оттенок.

Выполненные эксперименты показали, что при выборе химических модификаторов для архитектурного бетона необходимо проводить исследования реологической совместимости добавок с конкретным цементом, так как эффективность добавок весьма чувствительна к химическому и минералогическому составу вяжущих.

Библиографический список

1. Ушеров-Маршак, А. В. Взгляд в будущее бетона / А. В. Ушеров-Маршак // Строительные материалы. — 2014. — № 3. — С. 4–5.
2. Модифицированные бетоны нового поколения в сооружениях ММДЦ «Москва-Сити» / С. С. Каприелов [и др.] // Строительные материалы. — 2006. — № 10. — С. 13–18.
3. Несветаев, Г. В. Технология самоуплотняющихся бетонов / Г. В. Несветаев // Строительные материалы. — 2008. — № 3. — С. 24–28.
4. Ушеров-Маршак, А. В. Совместимость — тема бетоноведения и ресурс технологии бетона / А. В. Ушеров-Маршак, М. Циак // Строительные материалы. — 2009. — № 10. — С. 12–15.
5. Несветаев, Г. В. Самоуплотняющиеся бетоны: некоторые факторы, определяющие текучесть смеси / Г. В. Несветаев, А. Н. Давидюк, Б. А. Хетагуров // Строительные материалы. — 2009. — № 3. — С. 54–57.
6. Ткаченко, Г. А. Опыт применения модифицированных бетонов в условиях ООО «КСМ-10» г. Ростова-на-Дону / Г. А. Ткаченко, Л. И. Касторных, А. А. Белодедов // Бетон и железобетон

в третьем тысячелетии : сб. трудов IV Междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону, 2006. — Т. 2. — С. 462–469.

7. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. — Москва : Издательство Ассоциации строит. вузов, 2006. — 368 с.

8. Рауткин, А. В. Выбор химических модификаторов для обеспечения растекаемости самоуплотняющихся бетонных смесей / А. В. Рауткин, Л. И. Касторных // Молодой исследователь Дона. — 2017. — № 4(7). — С. 118–126.

9. Касторных, Л. И. Влияние суперпластификаторов на водоудерживающую способность цементов и свойства самоуплотняющегося бетона / Л. И. Касторных, В. Э. Березовой, Г. О. Будагянц [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. — Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2018/5189 (дата обращения: 04.09.2019).