

Лесовик В. С., д-р. техн. наук, проф.,
 Дегтев Ю.В. аспирант,
 Воронов В. В., инж.

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ ИЗ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ

degtev-yuriy@mail.ru

Малые формы архитектуры приводят окружающее пространство к нужной стилистике и настроению. Декоративные элементы, органично вписанные в ландшафт сада, не только украшают его, но и несут глубокий смысл, способствуя оптимизации системы «Человек-материал-среда обитания».

В связи с ростом массового коттеджного строительства, а также стремлением отойти от эстетического однообразия крупнопанельных зданий и типовых макрорайонов, потребуется большое количество малых архитектурных форм на основе современных строительных материалов.

Ключевые слова: малые архитектурные формы, самоуплотняющийся бетон, композиционные вяжущие, современные строительные материалы.

Требования, предъявляемые к декоративным композитам и бетонным смесям для малых архитектурных форм (МАФ) существенно отличаются от рядовых бетонов (рис. 1).



Рис. 1. Требования к бетонным смесям и бетонам для МАФ

При проектировании бетонов для МАФ особое внимание необходимо уделить обеспечению одновременного выполнения разнородных

требований.

Одним из путей достижения требуемого результата является оптимизация состава бетон-

ной смеси за счёт применения необходимых функциональных химических и минеральных добавок. Данный подход является традиционным, однако не всегда удаётся обеспечить выполнение всего комплекса требований. Причиной этого является то, что в основе материала остаются лежать всё те же компоненты (портландцемент и заполнители), а вводимые добавки лишь корректируют их свойства в ограниченном диапазоне. Целенаправленное создание специализированных ингредиентов для подобных смесей, при данном подходе, не производится.

Особенностью МАФ является сравнительно небольшой объём производства, несравнимый с потреблением бетона и ЖБИ в жилищном строительстве. В связи с этим приемлемым с экономической точки зрения, и прогрессивным с технической, является создание гаммы специальных композиционных вяжущих, учитывающих особенности каждого из видов декоративных изделий.

Данный путь – целенаправленное создание материала под конкретную задачу, хорошо согласуется с перспективным направлением развития строительной науки геоникой-геомиметикой, предлагающей любой вопрос создания новых материалов рассматривать сквозь призму системы «человек – материал – среда обитания» [1-4]. При этом традиционные строительные материалы, в частности портландцемент, подвергаются глубокой переработке, придающий им новые свойства, более полно раскрывается их потенциал, снижается их расход и, следовательно, экологическая нагрузка на окружающую среду.

Ключевым направлением при разработке декоративных бетонов для МАФ является обеспечение возможности их самоуплотнения.

Проф. Баженовым Ю.М. высказано мнение, что при получении самоуплотняющихся бетонных смесей, наряду с применением водоредуцирующих добавок, важным фактором является оптимизация гранулометрического состава портландцемента [5,6]. Она заключается в обеспечении определённого содержания частиц размерами менее 16 мкм. Результаты проведённых экспериментов показывают, что в рядовом цементе содержание данных частиц недостаточно, что приводит к повышению объёма пустот между частицами вяжущего. Для заполнения этих пустот требуется дополнительная вода, которая в итоге ухудшает прочие показатели. Введение дополнительного количества частиц указанных размеров повышает эффективность действия суперпластификаторов, повышает седиментационную устойчивость смеси, обеспечивая, в итоге, возможность её самоуплотнения и

высокие эксплуатационные показатели.

В данной работе предлагается обеспечивать в вяжущем необходимое количество частиц указанных размеров за счёт помола. При этом к исходному портландцементу будут сделаны необходимые добавки (минеральные и химические), за счёт которых достигаются требуемые свойства. Таким образом, будет осуществлён переход от традиционного сырья на композиционное вяжущее целенаправленно разработанное для получения декоративных бетонных смесей и бетонов для МАФ. [7]

Для создания оптимального состава самоуплотняющегося бетона для МАФ необходимо установить содержание клинкерной части в композиционных вяжущих. В качестве минеральных добавок: мел (М) и отсев дробления кварцитопесчаника (КВП) и их сочетание. Принятые составы композиционных вяжущих показаны в табл. 1

Таблица 1

Составы композиционных вяжущих

Обозначение	Содержание, % по массе			Вид ПЦ
	ПЦ	КВП	М	
КВ-80КВП	80	20		Серый
КВ-80КВП(Б)	80	20		Белый
КВ-80М	80		20	Серый
КВ-80М(Б)	80		20	Белый
КВ-60КВП	60	40		Серый
КВ-60КВП+М	60	20	20	Серый
КВ-60КВП+М(Б)	60	20	20	Белый
КВ-60М(Б)	60		40	Белый

Точность дозировки любых химических добавок в бетоны напрямую связана с качеством конечного продукта. Особое значение это имеет при приготовлении самоуплотняющихся бетонных смесей, в которых отклонение от оптимальных реологических показателей может привести к браку. Количество пластифицирующей добавки и воды, в данном случае, являются инструментами оперативного корректирования вязкости формовочной массы.

Оптимальное количество пластифицирующей добавки в составе композиционного вяжущего зависит от ряда факторов, таких как: минеральный состав клинкерной составляющей; вид и количество минеральной добавки; дисперсность всех компонентов системы. Данная вели-

чина была определяться для всех рассматриваемых составов КВ по методу миниконуса. Данный метод имеет относительно невысокую точность, однако отличается простотой и оперативностью, что даёт возможность поддерживать постоянным качество получаемого вяжущего при изменении входных параметров (вида портландцемента, минеральных и химических добавок).

Сравнение величин оптимальной дозировки суперпластификатора у различных составов КВ, в свою очередь, может дать дополнительную информацию об особенностях их строения и свойствах. Под оптимальной дозировкой в данном случае следует понимать такое количество суперпластификатора от массы вяжущего, до которого значение отношения

$$\frac{\text{Кол} - \text{во суперпластификатора}}{\text{Расплав миниконуса}}$$

возрастает. Т.е. добавка работает с максимальной отдачей. На графике, как правило, это точка перегиба. Увеличение количества суперпластификатора сверх выявленного оптимума, будет обеспечивать дополнительный эффект, неуклонно снижающийся по мере роста количества добавки.

Кривые зависимости диаметра расплыва миниконуса от дозировки суперпластификатора при В/Вяз=0,37 представлены на рис. 1.

Как видно из графиков оптимальное количество суперпластификатора варьируется в зависимости от состава композиционного вяжущего, и, в большинстве случаев, отличается от унифицированного значения 0,65% принятого при определении активности вяжущих. Проанализировав данные можно выявить ряд закономерностей. Так, при одинаковом виде и содержании минеральной добавки, значение оптимальной дозировки выше для белого цемента. Возможной причиной этого является повышенное содержание трёхвалентного алюмината в белом цементе и несколько большее содержание мелких частиц.

Составы, содержащие в качестве минеральной добавки отсева дробления КВП, требуют меньшего количества суперпластификатора. Вероятно, это связано с более низкой адсорбцией молекул СП на их поверхность, ввиду большого количества кварца, имеющего преимущественно отрицательный заряд поверхности.

Наибольшее значение оптимальной дозировки добавки СП имеют составы, содержащие в качестве минеральной добавки мел. Это может быть связано, как с наличием на поверхности частиц мела положительно заряженных центров,

так и с большей дисперсностью его частиц.

Также следует иметь ввиду, что при оптимальной дозировке СП, различные составы КВ имеют неодинаковый диаметр расплыва миниконуса (рис. 2). В данном случае процесс растекания цементного теста по поверхности стекла под действием силы тяжести, упрощённо моделирует самоуплотнение бетонной смеси после заливки в форму. И является результирующим величиной напряжения сдвига при которой начинается течение и вязкости смеси.

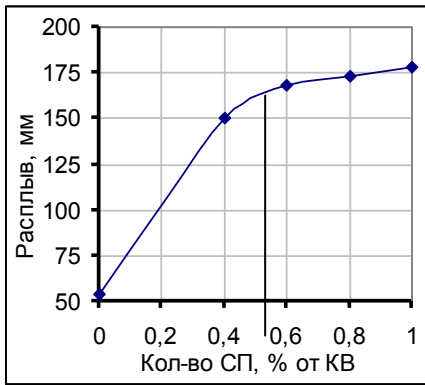
Как видно из диаграммы наибольший диаметр расплыва показывают составы, содержащие в своём составе мел. Увеличение содержания отсева дробления кварцито-песчаника с 20 до 40%, значительно снижает диаметр расплыва, что ещё раз позволяет рекомендовать ограничить его содержание в композиционном вяжущем для самоуплотняющихся смесей на уровне 20%.

При сопоставлении диаграмм оптимальной дозировки СП (рис. 3) и диаметра расплыва миниконуса при оптимальной дозировке СП (рис. 2) становится видно, что данные величины в значительной степени взаимосвязаны. Так, составы имеющие наибольший расплав миниконуса, имеют наибольшие значения оптимальных дозировок добавки суперпластификатора. Справедливо и обратное, состав КВ-60КВП имеющий наименьший диаметр расплыва, имеет и наименьшую оптимальную дозировку суперпластификатора.

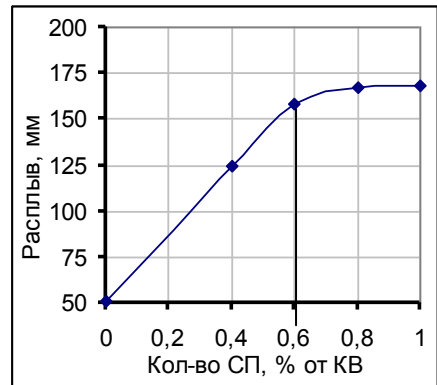
Данные факты свидетельствуют о том, что каждый из составов имеет определённую ёмкость по адсорбции суперпластификатора. Это, в определённой мере, позволяет выявить из ряда родственных составов композиционных вяжущих, наиболее пригодные для приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей. Другими словами, добиваясь максимальных значений оптимальной дозировки суперпластификатора за счёт варьирования вида и количества минеральных добавок в составе КВ, можно повышать их эффективность для получения самоуплотняющихся бетонных смесей, при прочих равных условиях.

Определённый интерес представляет величина расплыва миниконуса при дозировке суперпластификатора 0,65% от массы вяжущего, принятой при определении основных физико-механических показателей.

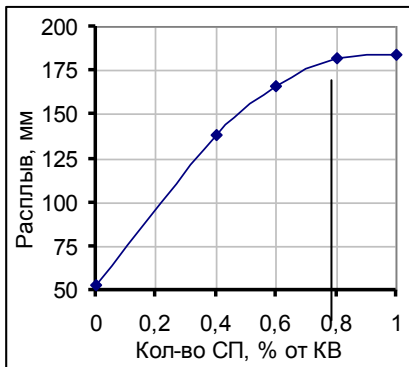
Для упрощения, данная величина была вычислена методом линейной интерполяции по исходным данным графиков изображённых на рис. 1. Результаты расчёта приведены на рис. 4



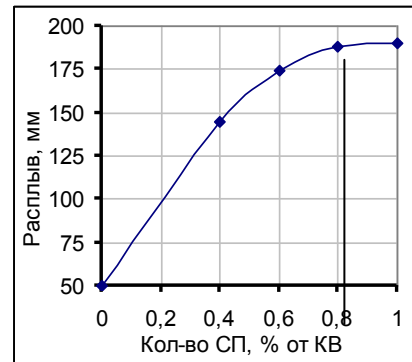
KB-80KBП (отп. доз. СП=0,58%)



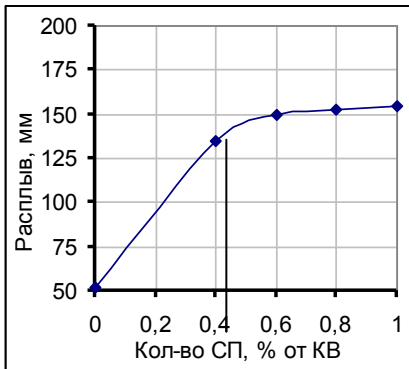
KB-80KBП(Б) (отп. доз. СП=0,65%)



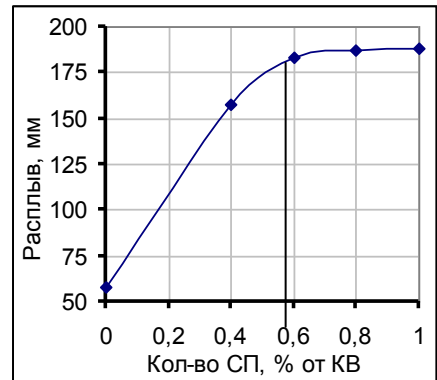
KB-80М (отп. доз. СП=0,8%)



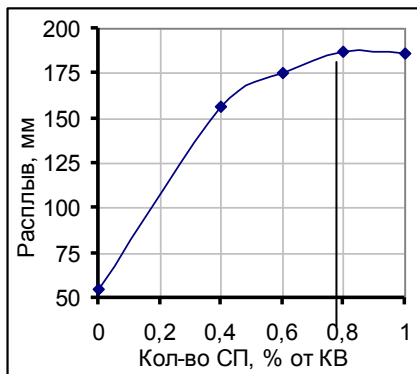
KB-80М(Б) (отп. доз. СП=0,82%)



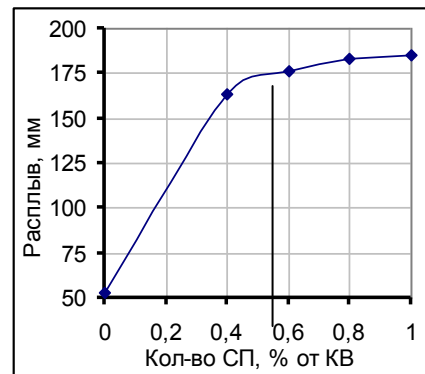
KB-60KBП (отп. доз. СП=0,48%)



KB-60KBП+М (отп. доз. СП=0,62%)



KB-60KBП+М(Б) (отп. доз. СП=0,8%)



KB-60М(Б) (отп. доз. СП=0,6%)

Рис. 1 Кривые зависимости распльва миниконуса композиционных вяжущих от дозировки СП

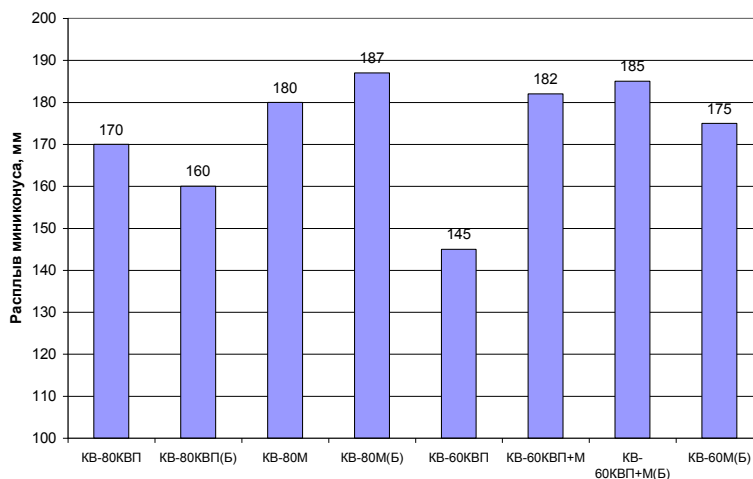


Рис. 2 Величина диаметра распыла миниконуса различных составов KB при оптимальной дозировке добавки СП

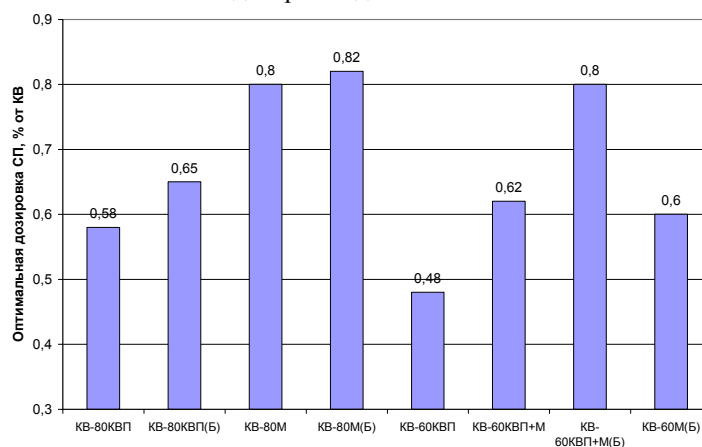


Рис. 3 Оптимальная дозировка СП для различных составов KB

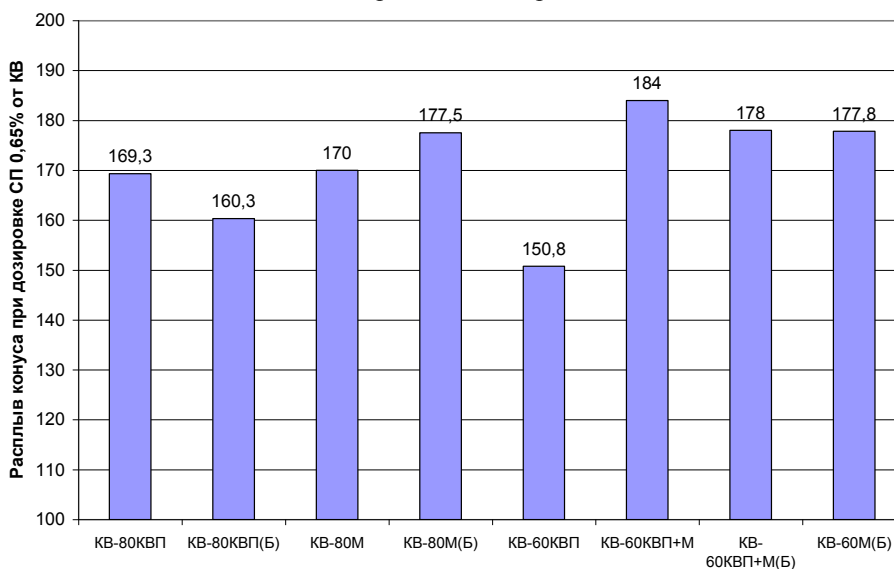


Рис. 4 Величина диаметра распыла миниконуса при дозировке СП 0,65%

Указанная дозировка не обеспечивает одинаковой подвижности всех составов. Однако, для большинства из них (за исключением KB-80КВП(Б) и KB-60КВП) отклонение от среднего значения лежит в пределах от -6% до +7,5%, что позволяет признать справедливость результатов определения физико-механических показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи : монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 214 с.
2. Боженов П.И. Использование попутных продуктов обогащения железных руд в строительстве на Севере. Л.: Стройиздат, 1986. 176 с.

3. Николаевская И.А. Благоустройство территорий. М.: Академия Мастерство, 202. – 268 с.

4. Голиков В.Г. Особенности использования малых архитектурных форм // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2004. С. 39–43.

5. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Яковлев Е.А., Шейченко М.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 30-33.

6. Mechtcherine, V.: Novel cement-based composites for the strengthening and repair of concrete structures. *Construction and Building Materials*. 41 (2013). 365–373.

7. Сталефибробетон для сборно-монолитного строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им В.Г. Шухова. 2011. №2. С.60-63.

8. Фролова М.А. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники Северо-Арктического региона // Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов. 2014. С. 29-33.