

ВЛИЯНИЕ ПОРЯДКА СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЦЕМЕНТНОЙ ПАСТЫ НА ЕЁ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Ал-Маршди Косай, аспирант

Национальный аграрный университет, Луганск, Украина

Введение. Современная строительная область характеризуется ростом применения цементного бетона, который стал основным материалом для различных видов капитального строительства, что выдвигает более высокие требования к качеству бетонных смесей и бетонов. Смесей, подаваемые, как правило, на строительную площадку с бетоносмесительных узлов должны иметь требуемую удобоукладываемость, стабильную в течении необходимого времени, и высокую однородность. К бетонам из таких смесей зачастую предъявляются высокие требования по прочности и деформативным свойствам, характеризующие их работу в конструкциях. Сочетание таких показателей возможно при применении комплексов современных эффективных химических добавок и высокорекреационных мелкодисперсных материалов, позволяющих изменить структуру и свойства бетонов [1].

Исходя из того, что бетон является материалом конгломератного строения, его структура, имеющая многочисленные внутренние дефекты различных размеров и форм, и состоящая из материалов, сильно различающихся между собой по своим прочностным и деформативным свойствам, является неоднородной. В результате его фактическая прочность гораздо ниже теоретической [2].

В цементно-песчаных композициях наибольшую крупность имеют частицы кварцевого песка и более дисперсным материалом является цемент. Наименьшими частицами могут служить различные наполнители со средним диаметром зёрен не более 0,1 микрон, т.е. в 50...100 раз мельче цемента. В композиции таких минеральных материалов достигается очень высокая степень упаковки этих частиц, т.е. этот "физический фактор" может благоприятно влиять на формирование структуры бетона на поздней (кристаллизационной) стадии, учитывая то, что ультрадисперсный материал, заполнив поры в структуре твердеющего камня, способствует повышению его плотности [3].

Однако, применение в бетонах тонкодисперсных материалов существенно повышает водопотребность бетонной смеси, что является не-

желательным фактором. Для устранения этого недостатка возможно применение химических модификаторов бетонной смеси – современных суперпластификаторов, которые принадлежат к новому поколению водопонижителей, способных снизить водопотребность до 30 %.

Вызывает большой интерес вопрос совместимости суперпластификаторов с добавками других видов: ускорителями, замедлителями, снижающими усадку бетона и др. В некоторых случаях при этом наблюдается синергетический эффект. Следует, однако, для практического использования экспериментально подбирать соответствующие комплексы химических добавок.

Известно, что технологические свойства бетонных смесей зависят от водоцементного отношения, типа цемента, его удельной поверхности, технологии приготовления и времени, прошедшего от момента смешивания, а также температуры.

Использование суперпластификаторов в комплексе с другими химическими и минеральными компонентами вызывает необходимость проверки традиционной технологии бетонной смеси, в частности порядка смешивания её компонентов.

Цель работы заключается в изучении эффективности порядка смешивания химических добавок с компонентами модифицированных вяжущих паст (цемент + микрокремнезём), как наиболее представительной части бетонной смеси, на их технологические свойства.

Характеристика исходных материалов. Для экспериментальных исследований были использованы следующие материалы:

- портландцемент (Ц) производства ПАО «Хайдельберг Украина» марки ПЦ I 500;

- активный наполнитель в виде микрокремнезёма (МК) – промышленный отход Стахановского завода ферросплавов с содержанием SiO_2 более 85%;

- суперпластификаторы (СП):

- а) модифицированный акриловый полимер Dynamon SR-3 производства итальянской фирмы “Mapei”, который представляет собой раствор плотностью 1,08 кг/л;

- б) раствор Conmix SP1B производства английской фирмы “Conmix” на основе сульфированного меламинаформальдегида плотностью 1,18 кг/л;

- химическая добавка, снижающая усадку бетонов, на основе этиленгликолевого полимера SRA производства фирмы “Mapei” – раствор плотностью 0,9 кг/л;

- техническая вода (В).

Методики исследований. Технологические свойства модифицированных цементных паст, а именно: подвижность и её потеря во времени определяли по диаметру расплыва пасты на встряхивающем столике. Предел прочности при сжатии цементных паст определяли на образцах-кубах с размером ребра 0,03 м, твердевших в нормальных условиях 3, 7, 28 и 56 суток.

Для исследований приняты два варианта состава цементной пасты по виду суперпластификаторов SR-3 и Conmix (проценты указаны от массы цемента):

- 1) Ц + 10% МК + 1,5% SRA + 1% SR-3;
- 2) Ц + 10% МК + 1,5% SRA + 2% Conmix

Порядок смешивания компонентов в настоящее время определен ДБН В. 2.7- 64-97 «Правила применения химических добавок в бетонах и строительных растворах», а также ранее существовавшими нормативными документами, которые рекомендуют химические добавки вводить в бетонную смесь с водой затворения, а при применении суперпластификаторов их водный раствор возможно вводить в предварительно перемешанную с большей частью воды бетонную смесь.

В данной работе порядок смешивания компонентов модифицированной цементной пасты разработан по следующим четырём вариантам, которые схематично представлены на рис.1.

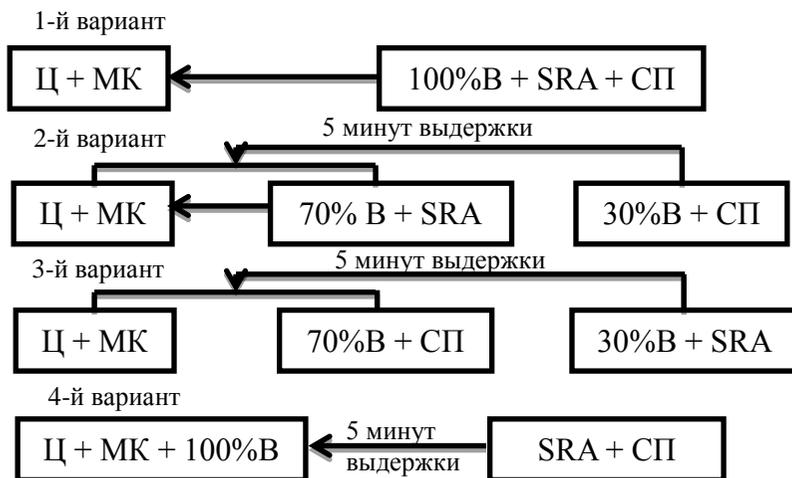


Рис.1. Варианты смешивания компонентов модифицированных цементных паст

Время введения суперпластификаторов также влияет на реологию цементных паст. Хотя они эффективны и при введении с водой затворения, лучшие результаты получают при добавлении суперпластификатора через несколько минут после смешения цемента с водой. Однако введение добавок в период от 5 до 50 минут после затворения цемента водой приводит к снижению подвижности цементных композиций [4].

Результаты экспериментов. Подвижность цементных паст и её изменение во времени по вариантам смешивания компонентов в присутствии комплексных химических добавок на основе суперпластификаторов Sopmix и SR-3 представлены на рис.2 и рис.3 соответственно.

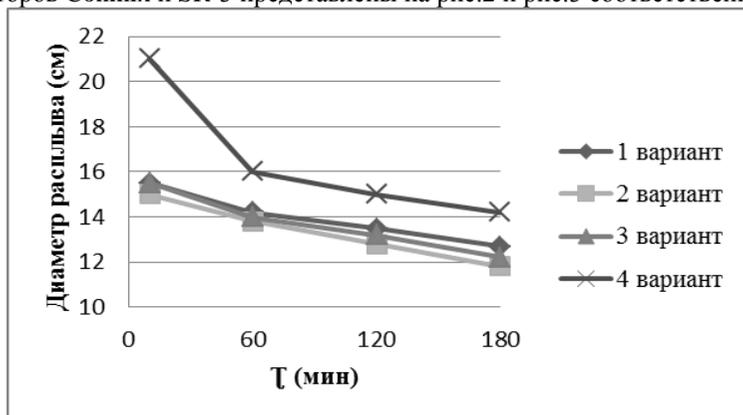


Рис.2. Подвижность цементной пасты на основе суперпластификатора Sopmix

Смешивание компонентов цементной пасты по 4-му варианту даёт её максимальное разжижение (21 см), а также максимальное сохранение подвижности в течении 3-х часов (14 см).

Варианты 1, 2 и 3 по подвижности практически равнозначны с начальным расплывом цементной пасты 14...15 см и потерей подвижности через 3 часа в диапазоне расплыва 11...13 см.

Повышение эффективности суперпластификаторов при их введении через несколько минут после затворения цемента водой возможно объяснить следующим: при введении суперпластификатора он взаимодействует с продуктами реакции C_3A с гипсом, поэтому в жидкой фазе остается только небольшая часть этой добавки, недостаточная для диспергирования силикатных фаз. При более позднем введении суперпластификатора уменьшается его адсорбция на алюминийсодержащих фазах и остающейся добавки хватает для диспергирования силикатов и снижения вязкости системы. [4,5].

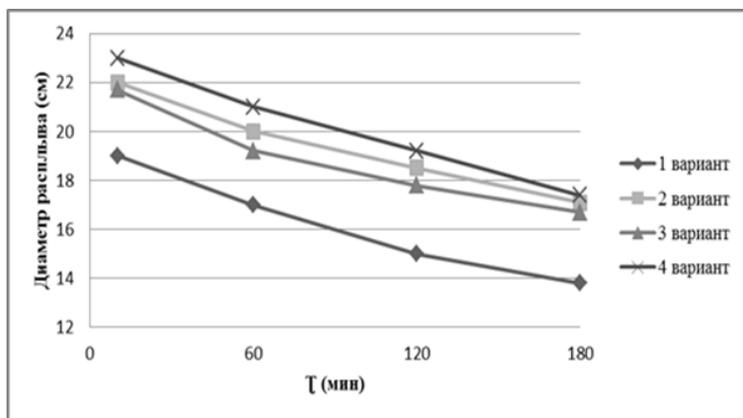


Рис.3. Подвижность цементной пасты на основе суперпластификатора SR-3

Присутствие в составе пасты суперпластификатора SR-3 существенно влияет на её технологические свойства по сравнению с действием суперпластификатора Conmix и повышает показатели диаметра распыла от 19 до 23 см в начале экспериментов, а по окончанию выдерживания цементной пасты – от 14 до 17 см.

Для дальнейших исследований за базовый способ введения химических добавок в состав цементной пасты принят наиболее эффективный 4-й вариант, т.е. смешивание сухих компонентов с полным объёмом воды и выдержкой продолжительностью 5 минут с последующим введением добавок. На основе базового варианта порядка смешивания №4 приняты также 4 варианта цементных паст по виду химических добавок, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика составов цементной пасты

№ состава	Вид добавок для цементной пасты	Диаметр распыла, см
1	SR-3	20
2	SR-3 + SRA	23
3	Conmix	19
4	Conmix + SRA	21

Данные таблицы 1 показывают, что комплексная химическая добавка с присутствием в ней такого компонента как SRA, рекомендуемого как снижающего усадку цементного камня, обеспечивает повы-

шение подвижности цементных паст. Так для состава №2 диаметр расплава увеличивается на 15 % , а для состава №4 – на 11%.

Показатели предела прочности цементного камня во времени по вариантным составам таблицы 1 иллюстрируется на рис.4.

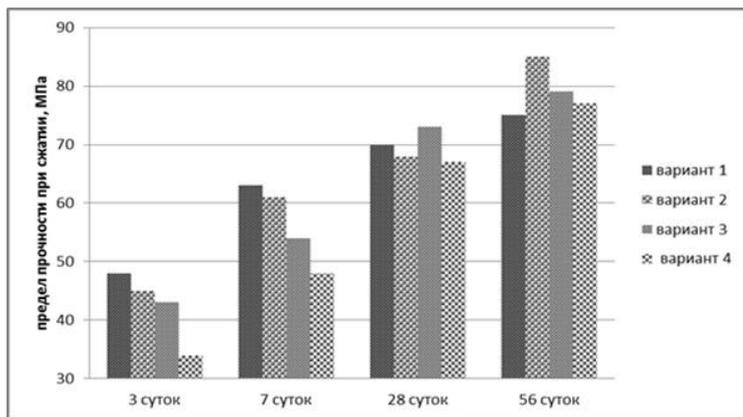


Рис.4 Набор прочности цементного камня по вариантам видов добавок

Анализ представленных на рис. 4 данных показывает, что комплексные химические добавки, включающие SRA, в зависимости от вида суперпластификатора, обладая несколько большим технологическим эффектом, в то же время в раннем возрасте снижают прочность цементного камня, а именно: в возрасте 3-х суток твердения на 6...19%, а в возрасте 7-ми суток – на 3...9 %.

В марочном возрасте эта тенденция снижается, а при дальнейшем твердении пасты вариант состава с комплексной добавкой (SRA + SR-3) даже превосходит прочностные показатели других паст на 3...16 %.

Выводы

1. Экспериментально установлено, что наиболее эффективное смешивание компонентов цементной пасты для обеспечения повышенных технологических свойств определяется следующим порядком: смешивание сухих компонентов с водой затворения с введением через несколько минут жидких химических добавок.

2. Комплексная химическая добавка (суперпластификатор + SRA) улучшает технологические свойства цементных паст, однако несколько

снижает предел прочности цементного камня при сжатии как в раннем, так и в марочном возрасте.

3. Необходимо получить дополнительные данные, касающиеся поведения модифицированных бетонов при их длительной эксплуатации, что позволит разработать стандарты и технические условия на комплексные модификаторы бетонных смесей.

Summary

Installed the order of mixing of cement pastes modified with complex chemical additives, the most effective influence on the technological properties of mixtures.

Литература

1. Л.И. Дворкин, И.В. Лужникова. Свойства высокопрочных бетонов с добавкой метакаолина //Химические и минеральные добавки в бетон. Сборник статей Международной научно-практической конференции «Дни современного бетона» - Запорожье, 2005 – с.78-83.

2. Коваленко М.Г. Теоретическое и экспериментальное обоснование и механические свойства цементного бетона прочностью 120...150 МПа – Автореферат дисс. канд. техн. наук – 05.23.05 – Харьков, 1990 – 24с.

3. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон. – 1995, №4 – с.16-20.

4. <http://www.masterbetonov.ru>

5. В.Рамачадран, Р.Фельдман, Дж.Бодуэн Наука о бетоне. М. Стройиздат, 1986 – 278с.