

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОМ МОДУЛЕ КРУПНОСТИ ПЕСКА

¹Кононова О.В.,¹ Чегаева А.И.

¹ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия (424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3) e-mail: ov-kononova@mail.ru

Выполнены исследования свойств строительных растворных смесей с учетом модуля крупности песка. Учитывались следующие условия: соотношение Песок:Цемент= 9...11, содержание метилцеллюлозы 0...0,06 % от массы цемента, содержание карбонатного наполнителя 0...20 % от массы цемента. Подвижность растворных смесей составляла 7...8 см глубины погружения конуса. Установлено, что добавка метилцеллюлозы позволяет более эффективно использовать очень мелкие пески с низким модулем крупности (1,43...1,5) в составах низкомарочных растворов (М25). Добавление метилцеллюлозы до 0,03...0,06 % в растворную смесь при соотношении Песок:Цемент=11 не снижает их прочности, сохраняет высокие показатели водоудерживающей способности растворных смесей и существенно снижает их расслаиваемость. Применение карбонатного наполнителя в количестве 10...20% от массы цемента рекомендуется для растворов марки М35, приготавливаемых на песке с повышенным модулем крупности (1,92...2,41). Это обеспечивает при соотношении Песок:Цемент=11 улучшение качества составов по водоудерживающей способности и нераслаиваемости при сохранении прочности.

Ключевые слова: строительная растворная смесь, модуль крупности песка, предел прочности при сжатии, расслаиваемость, водоудерживающая способность, метилцеллюлоза, карбонатный наполнитель

THE DIFFERENT MODULE SIZE SAND MORTAR INVESTIGATION

¹Kononova O.V., ¹Chegaeva A.I.

¹Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia (424000, Yoshkar-Ola, Lenin square,3) e-mail: ov-kononova@mail.ru

The studies of the different module size sand mortar properties made. The following conditions are into account: the Sand:Cement ratio = 9 ... 11, methylcellulose content = 0.06% of the cement weight, carbonate filler content = 0 ... 20% of the cement weight. The mortars movability was at 7... 8cm of the cone sediment. Found that the methylcellulose addition makes the use of low fineness modulus sands (1,43...1,5) in low grade mortars (M25) more efficient. Adding up to 0.03 ... 0.06% methylcellulose in the mortar mix at a ratio of Sand:Cement = 11 does not reduce their strength, maintains mortars high water-holding capacity and significantly reduces their stratification. 10 ... 20% by the cement weight carbonate filler application, is advisable for M35 grade mortars based on the increased fineness modulus (1,92...2,41) sands. This improves the compositions water-holding capacity and reduces their stratification while maintaining the strength when the ratio of Sand:Cement = 11.

Keywords: construction mortar mix, sand fineness modulus, compressive strength, stratification, water-holding capacity, methylcellulose, carbonate filler

Введение

Рациональное применение местного минерального сырья для производства сухих строительных смесей актуально с точки зрения снижения их стоимости, так как значительно снижает транспортные расходы [1, 3, 4, 6]. Необходимый набор качественных характеристик строительного раствора обеспечивается оптимизацией состава по виду и содержанию основных компонентов и функциональных добавок: пластифицирующих, водоудерживающих, структурирующих и др. [5]. В частности, исследователи отмечают целесообразность применения полимерных модификаторов, обладающих способностью удерживать воду, что создает благоприятные условия для твердения строительных растворов. К ним относят водные эфиры целлюлозы [2]. Их влияние на водоудерживающую

способность и прочность растворов необходимо оптимизировать с учетом применения местного сырья и содержания цемента. В ряде случаев, с целью улучшения фракционного состава заполнителя вместо того, чтобы увеличивать долю вяжущего, целесообразнее вводить минеральные наполнители – тонкодисперсные материалы с размером частиц 0,05...0,16 мм. Исследователи отмечают положительную роль дисперсных наполнителей как "затравок" кристаллизации новообразований в структуре строительных растворов [8]. Эффективность использования добавок минеральных наполнителей в составе строительных растворных смесей в значительной степени зависит от зернового состава песка, в частности от его модуля крупности [7]. Оптимальный с точки зрения формирования физико-технических свойств растворов гранулометрический состав заполнителя достигается, если его характеристика совпадает с «идеальной» кривой просеивания, соответствующей такому зерновому составу заполнителя, у которого упаковка зёрен наиболее плотная.

Целью исследования являлось снижение стоимости и повышение качества строительных растворов на основе местного минерального сырья за счет использования органических модификаторов и минеральных наполнителей с учетом модуля крупности песка и расхода цемента.

Задача исследования состояла в изучении закономерностей формирования свойств растворных смесей, приготовленных на песке с различным модулем крупности, под влиянием метилцеллюлозы и карбонатного наполнителя.

Методика и применяемые материалы

В качестве минерального наполнителя применялся карбонатный наполнитель, полученный помолом местных карбонатных пород до удельной поверхности 350 м²/кг. В качестве модифицирующей добавки использовалась метилцеллюлоза, соответствующая требованиям ТУ 6-05-1857-78. Исследования выполнены с применением двух партий портландцемента производства ОАО «Мордовцемент» ЦЕМ I 42,5Б ГОСТ 31108-2003. В качестве мелкого заполнителя в составах строительных растворов применялись природные кварцевые пески республики Марий Эл с модулем крупности 1,43...2,41. Изучено влияние метилцеллюлозы и карбонатного наполнителя на формирование водоудерживающей способности, расслаиваемости растворных смесей, а также прочности растворов при сжатии. Исследования свойств выполнялись по методике ГОСТ 5802-86 на равноподвижных смесях с подвижностью 7...8 см (марка Пк2).

Результаты исследования и их обсуждение

Влияние добавки метилцеллюлозы на свойства растворных смесей выполнено при ее введении в количестве до 0,06 % от массы цемента. При варьировании модуля крупности песка в пределах 1,43...2,41 в составах растворов с массовым соотношением Песок: Цемент

=9...11 были получены растворные смеси с высокой водоудерживающей способностью (ВУС) 98...96 %. Установлено, что в присутствии добавки метилцеллюлозы эта высокая ВУС сохраняется.

На рисунке 1 приведены результаты исследования влияния добавки метилцеллюлозы на прочность растворов при сжатии. Результаты получены в процессе реализации трехфакторного математического плана эксперимента. Фактор X_1 – соотношение Песок: Цемент варьировалось в диапазоне 9...11:, что соответствует изменению расхода цемента в составах – от 150 до 180 кг/м³ раствора. Фактор X_2 – содержание метилцеллюлозы изменялось в диапазоне от 0 до 0,06 % от массы цемента. Фактор X_3 – модуль крупности песка варьировался от 1,43 до 2,41.

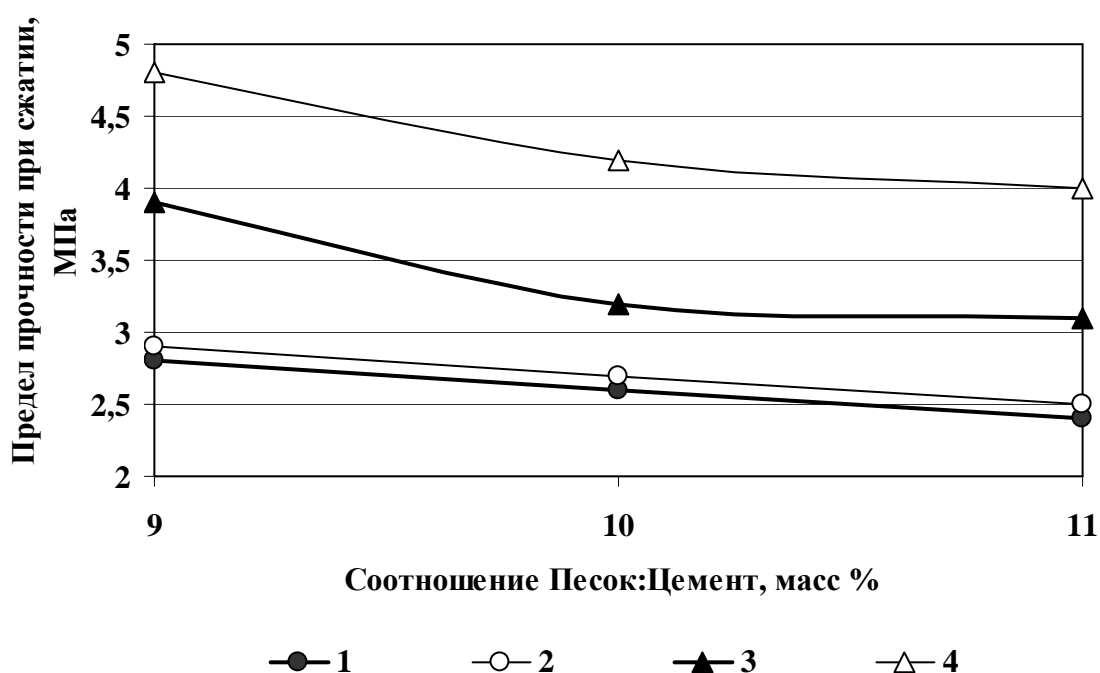


Рисунок 1. Предел прочности при сжатии строительного раствора, МПа, в зависимости от модуля крупности песка $M_{кр}$ и содержания метилцеллюлозы МЦ:

1, 2 – $M_{кр}= 1,43$; 3, 4 – $M_{кр}=2,41$; 1, 3 – МЦ=0,06%; 2, 4 – МЦ= 0

Анализ полученных результатов, позволяет сделать вывод о том, что добавление метилцеллюлозы в составы растворных смесей марки М25 при использовании мелкозернистого песка с модулем крупности 1,43 (составы 1 и 2) и при постоянном соотношении Песок: Цемент практически не приводит к снижению прочности растворов. Таким образом, экономичные составы модифицированных растворов марки М25, с добавкой метилцеллюлозы можно получить на мелкозернистом песке с модулем крупности до 1,43, что способствует рациональному использованию мелкозернистых природных песков в

регионе. Экономичные по расходу цемента составы растворов марок М 35 и выше требуют увеличения модуля крупности песка.

На рисунке 2 представлены результаты исследования влияния добавки карбонатного наполнителя на прочность при сжатии раствора, выполненные также в рамках трехфакторного эксперимента с математическим моделированием прочности раствора от трех переменных параметров: X_1 – соотношения Песок : Цемент в диапазоне от 9 до 11; X_2 - содержания карбонатного наполнителя в пределах от 0 до 20 % массы цемента, и X_3 – модуля крупности песка – от 1,43 до 2,41.

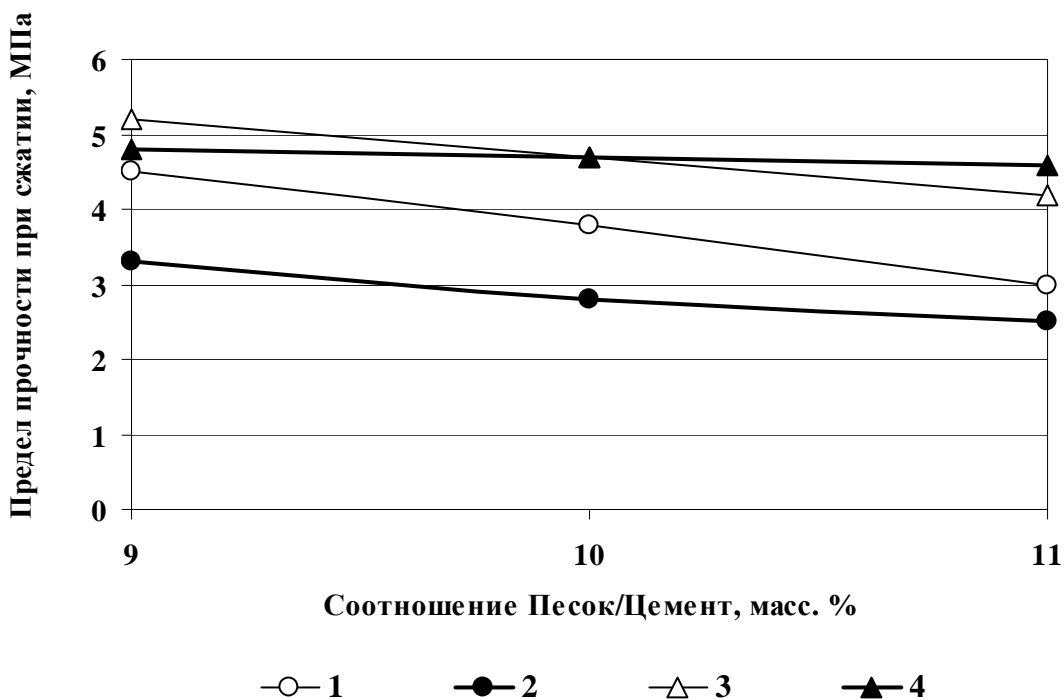


Рисунок 2. Предел прочности при сжатии строительного раствора, МПа, в зависимости от модуля крупности песка $M_{кр}$ и содержания карбонатного наполнителя КН:

1, 2 – $M_{кр}= 1,43$; 3, 4 – $M_{кр}=2,41$; 1, 3 – КН=0 %; 2, 4 – КН= 20%

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что для исследуемых составов растворов на песке с модулем крупности 2,41 при постоянном соотношении Песок: Цемент дополнительное введение карбонатного наполнителя в количестве 10...20 % от массы цемента в растворы марки М35 (при соотношении П:Ц=9...10) не снижает их прочности. ВУС этих составов достаточно высока – 96...98 %. В составах растворов, не содержащих карбонатного наполнителя, повышение модуля крупности песка и соотношения Песок/Цемент при сохранении прочности составов повышает расслаиваемость растворных смесей. На рисунках 3 и 4 представлены результаты исследования расслаиваемости растворных смесей с добавками метилцеллюлозы и карбонатного наполнителя.

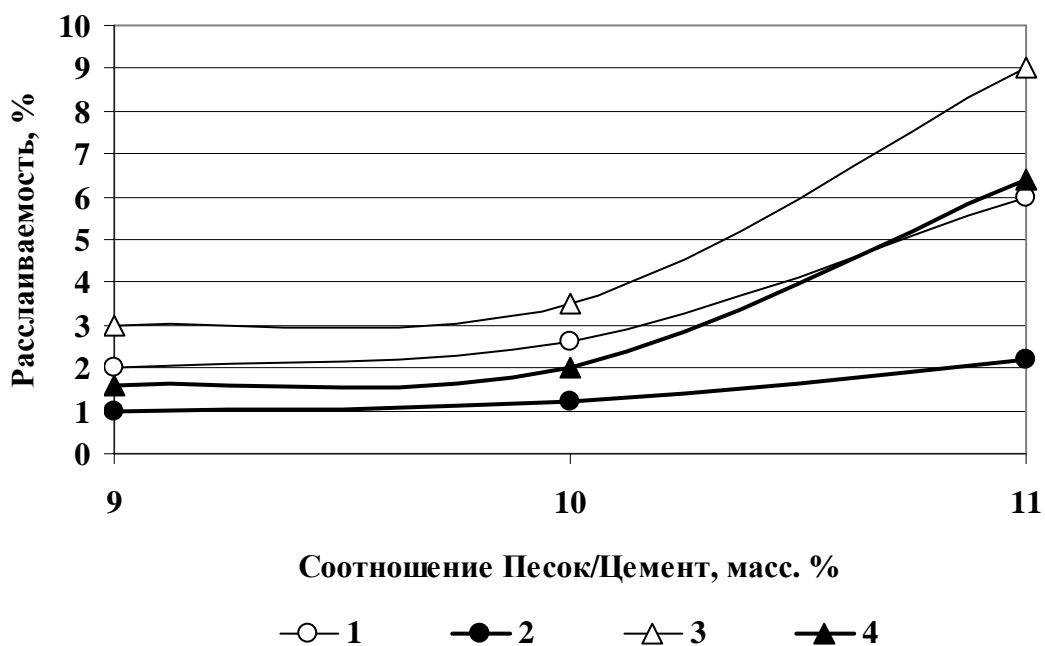


Рисунок 3. Расслаиваемость растворяемых смесей в зависимости от модуля крупности песка $M_{кр}$ и содержания метилцеллюлозы МЦ:
 1, 2 – $M_{кр} = 1,43$; 3, 4 – $M_{кр} = 2,41$; 1, 3 – МЦ=0 %, 2, 4 – МЦ= 0,06 %

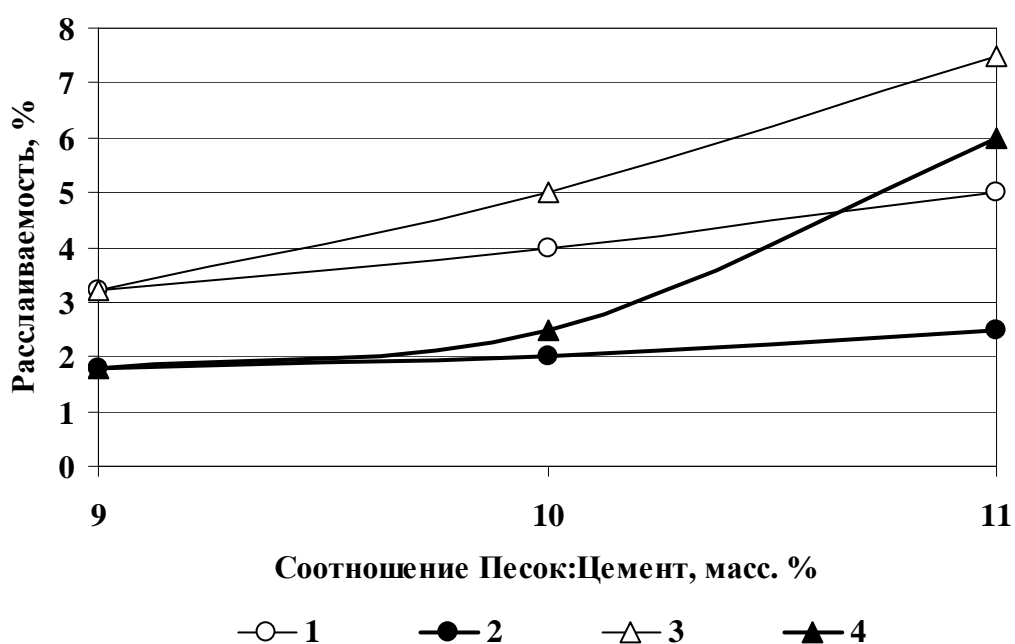


Рисунок 4. Расслаиваемость растворяемых смесей в зависимости от модуля крупности песка $M_{кр}$ и содержания карбонатного наполнителя КН:
 1, 2 – $M_{кр} = 1,43$; 3, 4 – $M_{кр} = 2,41$; 1, 3 – КН= 0%, 2, 4 – КН= 20%.

Установлен существенный рост расслаиваемости растворяемых смесей без добавок при повышении модуля крупности песка от 1,43 до 2,41 и при увеличении соотношения Песок:

Цемент от 9 до 11. Положительное влияние метилцеллюлозы на снижение расслаиваемости растворных смесей возрастает с понижением модуля крупности песка.

При использовании мелкозернистых песков с модулем крупности 1,43...1,92 и при добавлении метилцеллюлозы при соотношении Песок: Цемент=11 получены растворы марки М25 с высокой ВУС порядка 97-98 %. Их расслаиваемость за счет введения 0,06 % метилцеллюлозы была понижена с 6 до 2 %.

Результаты исследования показали, что увеличение модуля крупности песка повышает расслаиваемость растворных смесей. Карбонатный наполнитель является полезной добавкой с точки зрения снижения расслаиваемости в исследуемых составах с соотношением Песок: Цемент = 9...11.

Полученные результаты позволяют рекомендовать применение местных природных кварцевых песков с учетом их модуля крупности для получения качественных растворных смесей с добавками метилцеллюлозы и карбонатного наполнителя, отличающиеся высокой водоудерживающей способностью и низкой расслаиваемостью.

Общие выводы

1. Повышение модуля крупности песков в исследуемых составах растворных смесей приводит не только к росту прочности, но и повышает расслаиваемость растворных смесей.
2. Применение добавок метилцеллюлозы и карбонатного наполнителя во всех случаях снижает расслаиваемость растворных смесей и способствуют рациональному применению в растворах песков с различным модулем крупности.
3. Добавка метилцеллюлозы позволяет более эффективно использовать очень мелкие пески с низким модулем крупности (1,43-1,5) в составах низкомарочных растворов (М25). Добавление метилцеллюлозы до 0,03- 0,06 % в растворную смесь при соотношении П:Ц=11 не снижает их прочности, сохраняет высокие показатели водоудерживающей способности растворных смесей и существенно снижает их расслаиваемость.
4. Применение карбонатного наполнителя в количестве 10...20% от массы цемента, рекомендуется для растворов марки М35, приготавливаемых на среднезернистом песке с модулем крупности 1,92-2,41. Это обеспечивает при соотношении П:Ц=11 повышение качества составов по водоудерживающей способности и нерасслаиваемости при сохранении прочности.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М: Издательство АСВ, 2003. – 96 с.

2. Влияние вида полимерных эфиров целлюлозы на сроки схватывания цементного теста / К.Н. Махамбетова, В.И. Калашников, М.О. Коровкин, Л.В. Швецова // Повышение эффективности строительных материалов. Теория и практика: материалы всерос. науч.-техн. конф. Часть 2. (Пенза, октябрь, 2007 г.). – Пенза, 2007. – С. 243-247.
3. Войлоков И. А. Сухие строительные смеси. Развитие и возможности // Популярное бетоноведение. – 2008. - №1 (21). – С. 79-81.
4. Войлоков И. А. Сухие строительные смеси. Развитие и возможности // Популярное бетоноведение. – 2008. - № 2 (22). – С. 59-61.
5. Зозуля П.В., Корнеев В.И. Словарь «Что» есть «что» в сухих строительных смесях. – СПб.: НП ССС, 2004. – 312 с.
6. Калашников В.И., Демьянова В.С., Дубошина Н.М. Сухие строительные смеси на основе местных материалов // Строит. материалы. – 2000. - № 5. – С 30-34.
7. Кононова О.В., Тарбушкина, А.И. Модифицированные строительные растворы на основе мелкозернистых песков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции «НАСКР-2012»: материалы междунар. конф. (Чебоксары, 14-16 нояб. 2012 г.). – Чебоксары, 2012. – С. 365-367.
8. Рыженко И.Н., Гарницкий Ю.В., Дворкин Л.И. Структурообразование кладочных растворов на основе сухих цементно-зольных смесей (Электронный ресурс] URL: <http://tib.znaimo.com.ua/docs/25500/index-10727.html> (дата обращения 31.07.13).

Рецензенты:

Салихов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Краснов А.М., д.т.н., профессор кафедры строительных материалов и технологии строительства ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.