

УДК 666.972 + 691.32

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ПЕСКА НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

М.Д. Бутакова

Приведены данные о результатах влияния непрерывного и прерывистого зернового состава песка на технические характеристики мелкозернистого бетона. Показано, что повышенная удельная поверхность песка усиливает действие поверхностных сил, особенно это наблюдается в составе мелкозернистого бетона на песке с прерывистым зерновым составом, в котором отсутствует фракция 0,315 мм.

Ключевые слова: фракция, мелкозернистый бетон, прерывистый и непрерывный зерновой состав, насыпная плотность, прочность.

Мелкозернистый бетон представляет собой затвердевшую смесь цемента, воды и песка. Цемент, будучи смешан с водой приобретает свойства клея и скрепляет отдельные зерна песка в плотный и прочный монолит. Естественно, что свойства цементного камня в значительной степени определяют свойства мелкозернистого бетона.

На свойства мелкозернистого бетона оказывает заметное влияние также качество песка. Крупность зерен, гранулометрический состав, загрязненность, прочность, качество поверхности и водопоглощение в известной степени определяют плотность и прочность упаковки зерен песка и сцепление между ними и цементным камнем и, следовательно, свойства мелкозернистого бетона [1–4]. Наиболее слабым местом в мелкозернистом бетоне является контакт между цементным камнем и песком по поверхности его зерен, поскольку здесь наблюдается больше всего дефектов структуры [5].

Количество воды, добавляемое в цементно-песчаную смесь, определяется различными факторами: качеством цемента и песка, составом бетона, требуемой удобоукладываемостью, наличием или отсутствием специальных добавок. Следовательно, все эти факторы будут влиять на количество избыточной воды, и тем самым, на качество цементного камня, структуру бетона и его свойства. Например, применение мелких песков с высокой удельной поверхностью будет увеличивать техническую вязкость цементно-песчаной смеси. Для обеспечения одинаковой удобоукладываемости в цементно-песчаную смесь на мелком песке придется добавлять больше воды, чем при использовании песка средней крупности. А это в свою очередь повысит пористость цементного камня и понизит его прочность.

Непосредственное влияние мелкого песка на структуру бетона (ухудшение структуры вследствие повышенной площади поверхности и менее

плотной упаковки зерен) складывается с его влиянием на качество цементного камня (повышение пористости последнего из-за увеличения избыточной воды). В результате либо заметно понижается прочность бетона (если расход цемента оставить без изменения), либо приходится увеличивать расход цемента, чтобы сохранить прочность бетона. В последнем случае снижаются экономические показатели бетона [6].

Конечно, степень отрицательного влияния мелкого песка на структуру и свойства мелкозернистого бетона будет также зависеть от прочности песка, его зернового состава и ряда других факторов, которые необходимо учитывать при проектировании состава и технологии цементно-песчаного бетона.

В жирном бетоне (состав 1:1) зерна песка раздвинуты на значительное расстояние, количество песка и, следовательно, суммарная величина поверхности его зерен меньше, чем в составе 1:3. Поэтому здесь влияние песка на структуру и свойства бетона меньше и, значит, отрицательное влияние мелких песков также меньше, чем в более тощих смесях. Влияние песка наиболее заметно проявляется в составах 1:5–1:6, т. е. в обычных растворах. Микроструктура такого раствора показывает, что важное значение приобретает плотность упаковки зерен песка, их прочность, количество и характер контактов между ними. Поэтому на свойства раствора песок оказывает большее влияние. Например, водопотребность раствора определяется главным образом качеством песка.

В мелкозернистом бетоне, особенно в жирных составах, более решающее влияние на прочность и другие свойства бетона оказывает качество цементного камня. Кроме этого, на структуру и свойства такого бетона влияет также количество цементного камня. Чем больше его содержится в бетоне, тем при меньшем В/Ц может быть уложена цементно-песчаная смесь и достигнута более высокая прочность бетона. Но при этом общая пористость материала, его усадка выше, а морозостойкость ниже.

Структура бетона определяется структурой и свойствами цементного камня, песка и соотношением между ними [7].

Целью проведенного исследования явилось определение влияния прерывистого зернового состава песка на технические характеристики мелкозернистого бетона.

В работе в качестве вяжущего использовался портландцемент со шлаком (Ш) от 21 % до 35 %, класса прочности 32,5 нормальноотвердеющий ЦЕМ II/В-Ш 32,5Н по ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные. Технические условия». В качестве заполнителя был применен природный песок с месторождения «Хдебороб-2» в городе Челябинск, отвечающий требованиям ГОСТ 8736-93. В качестве добавки, уменьшающей количество затворяемой воды, применялся суперпластификатор Штайнберг МР-4 (1,6–2 % от массы в пересчете на сухое вещество добавки) [3].

В ходе испытаний было определено, что наибольшие значения прочности при сжатии и изгибе и наименьшие значения водоцементного отношения достигаются при использовании суперпластификатора «Штайнберг МР-4» в количестве 2 % по массе цемента.

Полученные данные сведены в иллюстрационно-сравнительный материал, представленный на рис. 1, 2.

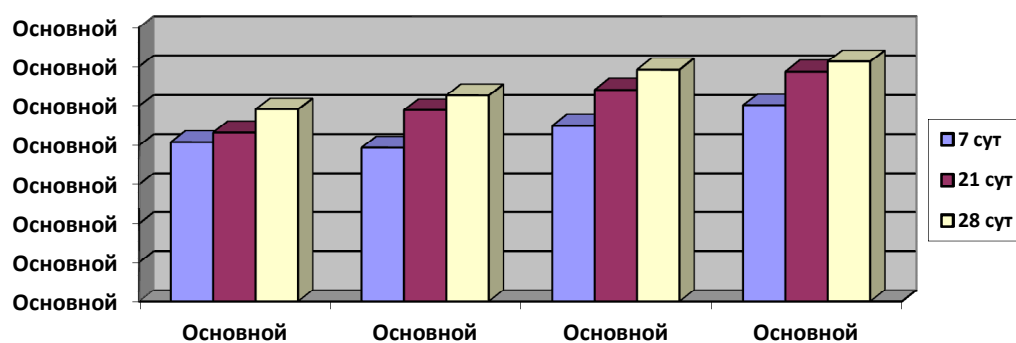


Рис. 1. Зависимость $R_{сж}$ бетона с исходным песком в возрасте 7, 21 и 28 суток от количества введенной добавки

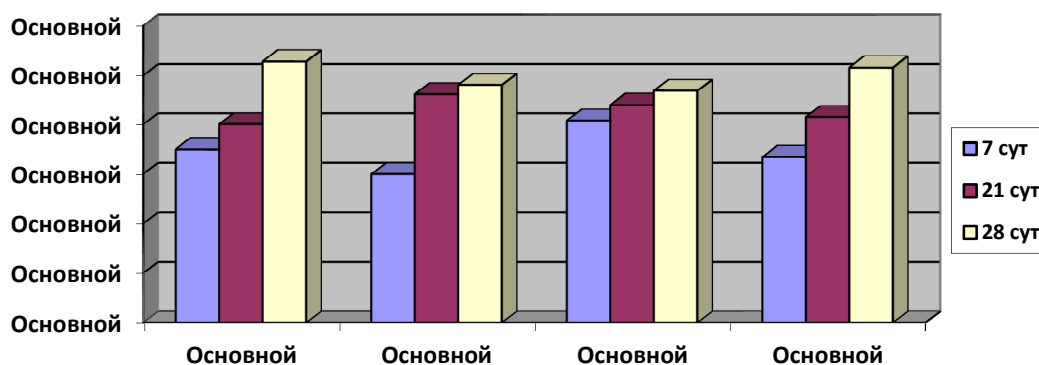


Рис. 2. Зависимость $R_{изг}$ бетона с исходным песком в возрасте 7, 21 и 28 суток от количества введенной добавки

Чтобы улучшить технические характеристики мелкозернистого бетона, было принято решение сделать рассев песка на фракции и искусственно создать песок с наименьшей и наибольшей насыпной плотностью

Результаты эксперимента приведены на рис. 3, где 1, 2, 3, 4, 5 – это искусственно созданные пески прерывистого состава.

По диаграмме видно, что самые плотные это составы № 1 и № 4, а наименее плотный состав № 5. Далее работали только с выбранными составами.

Для наглядности результатов ниже представлены иллюстрационные материалы (рис. 4), сравнивающие прочностные характеристики составов песка № 1, № 4, № 5 с количеством добавки 0 %, 0,5 %, 1,5 % и 2 % в 28 суток твердения бетона.

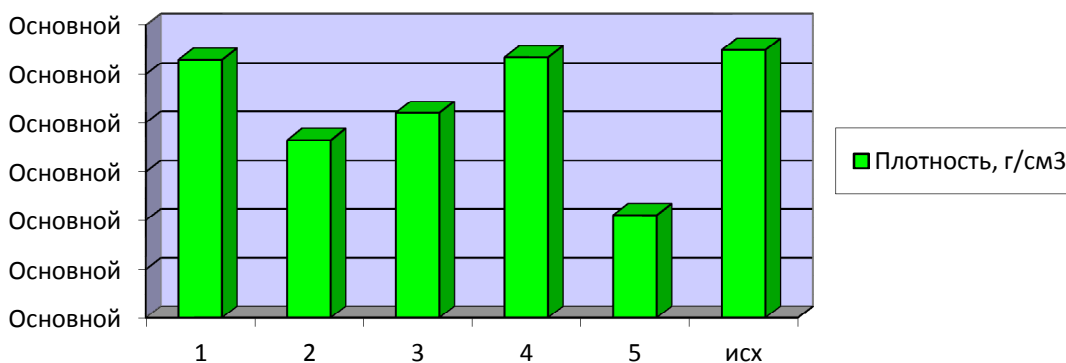


Рис. 3. Насыпная плотность разных составов песка

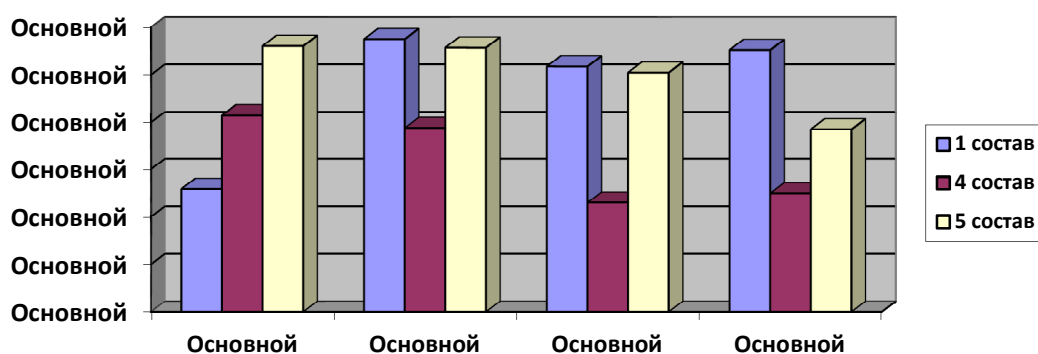


Рис. 4. Зависимость $R_{сж}$ в возрасте 28 суток от количества введенной добавки

Выводы

Эффект действия добавки сказывается в ранние сроки твердения бетона, к 28 суткам прочность контрольного образца и прочность образцов, с различным процентным содержанием добавки, практически становится одинаковым. Наибольший эффект действия суперпластификатора прочностные характеристики мелкозернистого бетона наблюдается в составе на песке без фракции 2,5 мм.

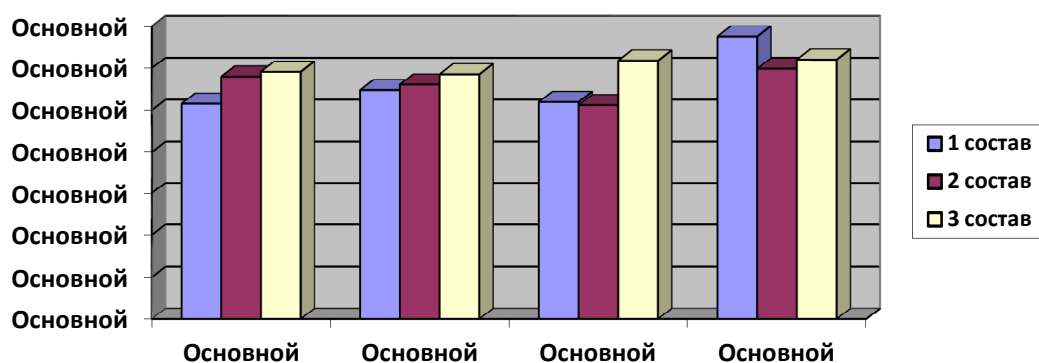


Рис. 5. Зависимость $R_{изг}$ в возрасте 28 суток от количества введенной добавки

Прочность при изгибе составов на песках с прерывистым грансоставом выше, чем у контрольного состава с непрерывным грансоставе песка

Полученные составы мелкозернистого бетона имеют прочность при сжатии сопоставимую с прочностью составов тяжелого бетона класса В40. Потому, мы можем рекомендовать их в несущих конструкциях зданий и сооружений с такими прочностными характеристиками

Библиографический список

1. ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 34 с.
2. ГОСТ 8735–88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 25 с.
3. ГОСТ 24211–2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2010. – 16 с.
4. ГОСТ 26633–2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
5. Баженов, Ю.М. Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций / Ю.М. Баженов. – М: Госстройиздат, 1963. – 127 с.
6. Стольников, В.В. Влияние возраста бетона на его основные технические свойства / В.В. Стольников, А.С. Губарь, В.В. Судаков. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 342 с.
7. Трофимов, Б.Я. Технология бетона, строительных конструкций: учебное пособие к практическим занятиям / Б.Я. Трофимов. – Челябинск: Изд. ЮУр-ГУ, 1998. – 86 с.

[К содержанию](#)