

Влияние вида минеральной добавки микронаполнителя на свойства мелкозернистого бетона

Е.А. Шляхова, М.А. Шляхов

Ростовский государственный строительный университет

Аннотация: Рассмотрено влияние различных видов тонкомолотых наполнителей на свойства мелкозернистых бетонных смесей. Определен эффективный наполнитель на основе местной опал-кристобалитовой опоки и его оптимальная дозировка, повышающий прочность при изгибе и сжатии.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, тонкомолотый минеральный наполнитель, карбонатно-кремнеземистая опока, прочность при изгибе и сжатии, водопотребность, водоцементное отношение.

Начиная с конца 70-х годов и до сих пор, в бетоноведении исследователями ведутся дискуссии о функции минеральных добавок – наполнителей в бетоне и об их роли в структурообразовании системы «вяжущее – наполнитель – заполнитель». В качестве минеральных добавок наполнителей возможно использовать отходы металлургии, горной, химической и других видов промышленности, природные и искусственные материалы различной гидравлической активности [1-4]. Условно все эти добавки можно разделить на три группы: неактивные минеральные добавки (глинистые грунты, молотый кварцевый песок, пылевидная фракция отходов дробильно – сортировочных заводов и др.), активные минеральные добавки (способные связывать СаО или известь при гидратации минералов цемента: микрокремнезем, молотые шлаки, золы уноса ТЭС и др.) и добавки, способные химически взаимодействовать с водой затворения и твердеть при нормальных условиях (глиноземистый цемент) [5].

Следует отметить, что при оценке пригодности добавки к применению в бетоне, подход к каждому отдельному представителю должен быть сугубо индивидуален, в связи с особенностью его происхождения, макро- и микростроения, формы зерна и химико – минералогических особенностей

материала и т.п.

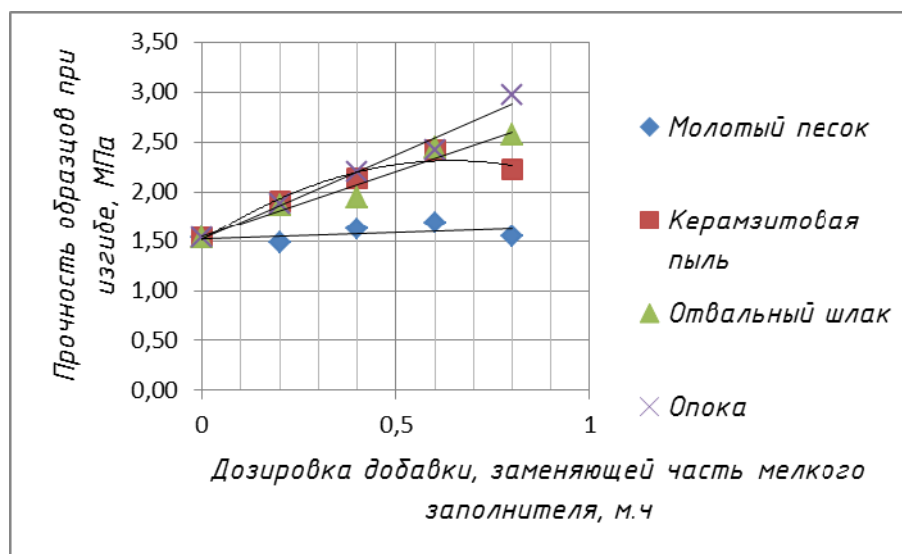
В данной работе рассмотрена возможность применения материалов первой и второй групп в качестве тонкомолотого минерального наполнителя (далее ТМН) в мелкозернистых бетонах, изготовленных с применением местных мелких песков. Проведен сравнительный анализ эффективности замены части заполнителя мелкозернистого бетона различными представителями добавок первой и второй групп. Эффект от введения ТМН оценивался на образцах-балочках размером 40×40×160 мм. Образцы после формирования подвергались тепловой обработке в лабораторной пропарочной камере по режиму 2(3+6+4) часа при температуре изотермической выдержки 85°С.

В качестве вяжущего вещества для приготовления мелкозернистых бетонных смесей в работе использовался портландцемент СЕМ I 42,5R (Турция). В качестве мелкого заполнителя применялся кварцевый песок с модулем крупности равным $M_k = 1,12$, содержание пылеватых и глинистых частиц не превышает 2%.

ТМН выбирались с учетом доступности и распространенности в Ростовской области. В качестве неактивной (инертной) добавки применялся молотый кварцевый песок, в роли активной добавки - молотый отвальный шлак (металлургический комбинат г. Красный Сулин), оценивалось влияние керамзитовой пыли, занимающей промежуточное положение между активной и инертной минеральными добавками, а также исследовался эффект от введения в состав мелкозернистого бетона опал-кристаллитовой карбонатно-кремнеземистой опоки Масловского месторождения [6-9].

Перед введением в состав бетонной смеси добавки подвергались дроблению в лабораторной щековой дробилке (при необходимости) и дальнейшему помолу в керамической шаровой мельнице до полного прохождения через сито № 016. Добавки заменяли 5%, 10%, 15%, 20%

заполнителя. Количество воды затворения подбиралось таким образом, чтобы обеспечить равную подвижность мелкозернистых бетонных смесей. Подвижность определялась на встряхивающем столике по диаметру расплыва стандартного конуса (113÷114 мм), при этом фиксировались водоцементное и водотвердое отношения. Результаты испытаний приведены на рис. 1 – 3.

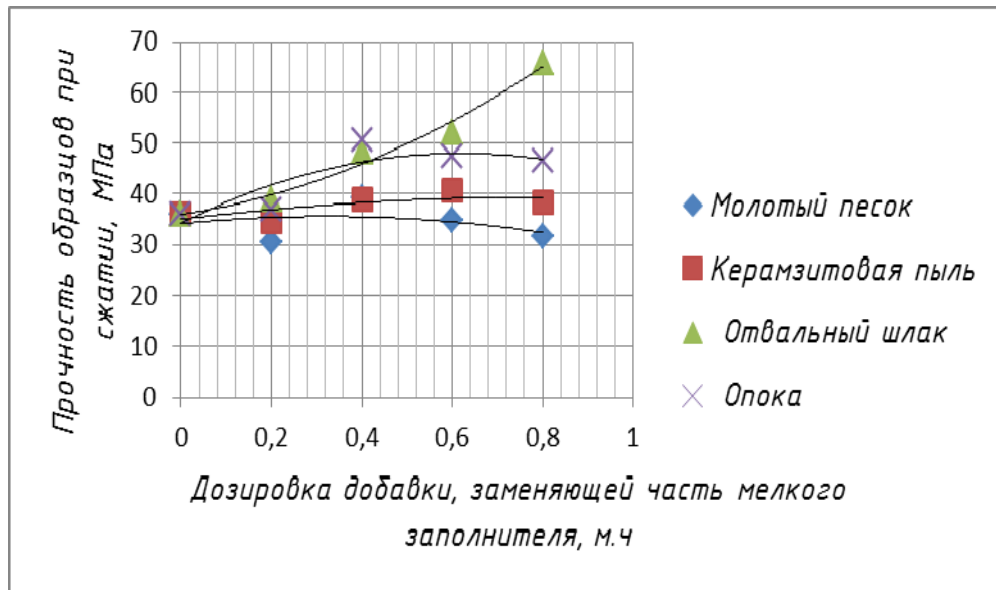


Примечание: В легенде представлены виды добавок микрозаполнителей, заменяющие массовую долю мелкого заполнителя

Рис.1. – Влияние вида ТМН на прочность образцов при изгибе

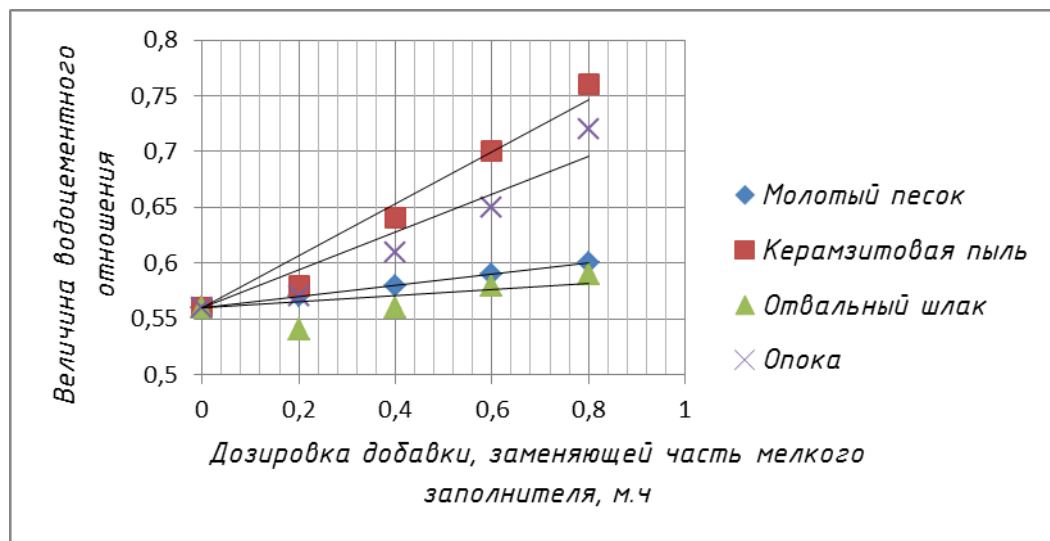
Анализ представленных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что замена части песка добавкой ТМН приводит к увеличению водопотребности бетонной смеси. Это связано с тем, что вводимые добавки более тонко измельчены, чем заполнитель (песок). Для смачивания поверхности керамзитовой пыли и опоки, несмотря на такую же степень помола как у тонкомолотого песка и шлака, требуется больше воды затворения, ввиду пористости их структуры. Однако, стоит отметить, что несмотря на увеличение водосодержания бетонной смеси (во всех случаях, независимо от вида и дозировки того или иного ТМН) наблюдается увеличение прочности бетона при изгибе и при сжатии по сравнению с

контрольным бездобавочным составом.



Примечание: В легенде представлены виды добавок микронаполнителей, заменяющие массовую долю мелкого заполнителя

Рис. 2. – Влияние вида ТМН на прочность образцов при сжатии



Примечание: В легенде представлены виды добавок микронаполнителей, заменяющих массовую долю мелкого заполнителя

Рис. 3. – Влияние вида ТМН на изменение водоцементного отношения

Стоит отметить, что введение в бетонную смесь опоки в количестве 0,8 м.ч приводит к увеличению прочности при изгибе в 2 раза по сравнению с контрольным составом и в среднем на 30% по сравнению с составом, содержащим керамзитовую пыль в количестве 0,8 м.ч.

Исследованиями установлено, что отвальный шлак металлургического завода г. Красный Сулин, заменяя часть песка, приводит к значительному росту прочности бетона. Это свидетельствует о том, что шлак помимо эффекта микронаполнителя проявляет и гидравлическую активность. Оптимум введения данной добавки в состав бетонной смеси в исследуемом диапазоне не найден, при ее введении прочность бетона при сжатии имеет линейный характер.

В результате выполненной работы установлено, что из изученных ТМН наибольший интерес для дальнейших исследований представляет экономически эффективная с точки зрения энергозатрат на измельчение и региональной доступности карбонатно-кремнеземистая опока Масловского месторождения. Ее использование в количестве 0,3 – 0,6 м.ч приводит к значительному повышению прочности бетона при изгибе (почти в 2 раза) и увеличению прочности при сжатии на 40%. Вместе с тем, из-за значительного увеличения водопотребности бетонной смеси, содержащей в качестве ТМН опоку, представляется целесообразным направлением дальнейших исследований выбор эффективного суперпластификатора и подбор его оптимальной дозировки [10].

Литература

1. Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы. К.: Будивэльнык, 1989. 128 с.
2. Высоцкий С.А. Минеральные добавки для бетонов // Бетон и железобетон. 1994. №2.
3. Красный И.М. О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителя // Бетон и железобетон. 1987. №5. С. 10-11. 2009. №3.
4. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2003. 500 с.
5. Karimov I. The effect of fine fillers on the strength and other properties of



Concrete (The review of literature) Bashkir State Agrarian University. Department of Theoretical and applied Mechanics. 2007.

6. Котляр В.Д., Братский Д.И. Вещественный состав и дообжиговые керамические свойства глинистых опок // Инженерный вестник Дона, 2010, № 4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/249/.

7. Шляхова Е.А., Холостова А.И. К вопросу повышения качества мелкозернистых бетонов на мелких песках // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2110/.

8. Волженский А.В., Гольденберг Л.Б. Технология и свойства золопесчаных бетонов. М.: ВНИИЭСМ, 1979. 179с.

9. Hoffman G. Concrete: Making a good building material better // TRNews. 1997. №188. pp. 15-19.

10. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М.: Технопроект, 1998. 560 с.

References

1. Afanas'ev N.F., Celujko M.K. Dobavki v betony i rastvory [Additives in concrete and mortars]. К.: Budivjel'nyk, 1989. 128 p.

2. Vysockij S.A. Beton i zhelezobeton. 1994. №2.

3. Krasnyj I.M. Beton i zhelezobeton. 1987. №5. pp. 10-11. 2009. №3.

4. Bazhenov Ju.M. Tehnologija betona [The technology of concrete]. М.: ASV, 2003. 500 p.

5. Karimov I. The effect of fine fillers on the strength and other properties of Concrete (The review of literature) Bashkir State Agrarian University. Department of Theoretical and applied Mechanics. 2007.

6. Kotlyar V.D., Bratskiy D.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2010, № 4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/249.

7. Shlyakhova E.A., Kholostova A.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2110/.



8. Volzhenskij A.V., Gol'denberg L.B. Tehnologija i svojstva zolopeschanyh betonov [Technology and properties of concrete Solonceni]. M.: VNIIE SM, 1979. 179 p.

9. Hoffman G. Concrete: Making a good building material better. TRNews. 1997. №188. pp. 15-19.

10. Batrakov V.G. Modifitsirovannye betony. Teoriya i praktika [Modified concretes. Theory and practice]. M.: Tekhnoproekt, 1998. 560 p.