

К вопросу повышения качества мелкозернистых бетонов на мелких песках

Е.А. Шляхова, А.И.Холостова

Одной из наиболее остро стоящей перед строительной индустрией в настоящее время проблемой является истощаемость и невозобновляемость природной базы для производства заполнителей. Возрастающие с каждым годом объемы гражданского и промышленного строительства требуют разработки и добычи все большего объема нерудных полезных ископаемых, которые служат сырьем для получения заполнителей. При производстве крупного заполнителя на дробильно-сортировочных заводах наносится существенный ущерб окружающей среде: в воздух и атмосферу попадают взвешенные вещества, такие как пыль, сажа и др. Эти выбросы в атмосферу или в воздух рабочей зоны производства приводят к загрязнению не только атмосферного воздуха, почвы, наземных и подземных вод, но и являются опасными для здоровья как рабочих, так и жителей близлежащих к производству населенных пунктов.

Одним из вариантов улучшения сложившейся ситуации является более масштабное применение в производстве сборного железобетона мелкозернистых песчаных бетонов, изготовление которых не требует использования крупного заполнителя. Мелкозернистые бетоны (далее МЗБ) отличаются от традиционного бетона более однородной плотной структурой, повышенной прочностью при изгибе, водонепроницаемостью и морозостойкостью, возможностью получения новых архитектурно-конструкционных решений и др.

Вместе с тем мелкозернистые бетоны имеют ряд таких недостатков как повышенный расход вяжущего вещества, рост водопотребности бетонных смесей, которые могут быть устранены введением дисперсных минеральных наполнителей различной природы [1, 2]. Обычно в качестве наполнителей используют побочные продукты различных производств. Промышленность строительных материалов дает возможность применять широкую гамму про-

мышленных отходов, решая при этом проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды. К таким отходам относят золы тепловых электростанций от сжигания угля и рисовой шелухи, а также ферросилиций и ферросплавы.

Целью данного исследования является изучение возможности использования в качестве тонкомолотых минеральных наполнителей (далее ТМН) пылевидных отходов добычи и дробления опал-кристабаллитовых карбонатно-кремнеземистых опок месторождений Ростовской области [3].

Изучению влияния ТМН на структуру и свойства цементного камня и бетона посвящено большое число работ в нашей стране и за рубежом.

Согласно Высоцкому С.А. [4], к минеральным наполнителям для бетонов, а также для вяжущих материалов относятся природные и техногенные вещества в дисперсном состоянии, преимущественно неорганического состава, нерастворимые в воде (основное отличие от химических добавок) и характеризующиеся крупностью зерен менее 0,16 мм (основное отличие от заполнителей) [2].

Однако среди ученых нет единого мнения по механизму влияния минеральных наполнителей высокой дисперсности на структуру и свойства цементного камня и цементных бетонов. В частности, в последнее время активно дискутируется вопрос о природе так называемого «эффекта микронаполнителя», который выражается в повышении прочности при введении в бетон инертных ТМН, а также может являться частью эффекта гидравлически активных наполнителей [5].

Учитывая различные взгляды исследователей в этой области, принято решение исследовать микронаполняющий эффект при увеличении объемной концентрации тонкодисперсного наполнителя с целью снижения пористости цементного камня в бетоне, повышения прочности и трещиностойкости.

В качестве тонкодисперсной добавки использовалась карбонатно-кремнеземистая опока Масловского месторождения [3, 6]. Выбор добавки обусловлен тем, что порода широко распространена в нашем регионе, актив-

но разрабатывается для изготовления стеновых керамических материалов, месторождения разведаны и их разработка поставлена на промышленный поток.

Для выполнения эксперимента опока подвергалась дроблению в лабораторной щековой дробилке с последующим просевом на стандартных лабораторных ситах до полного прохождения через сито № 016 [4]. Для выполнения исследований был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5Н по ГОСТ 31108-2003, местный кварцевый песок с модулем крупности $M_k = 1,32$.

Существуют различные подходы к решению задач по использованию ТМН. В исследованной литературе предлагаются следующие способы введения мелких наполнителей в состав бетонной смеси: а) добавка заменяет часть цемента [7]; б) добавка заменяет часть мелкого заполнителя; в) добавка частично меняет цемент, частично – мелкий заполнитель [8].

При замене добавкой части цемента исследования проводились на цементном тесте нормальной густоты, ТМН вводилась в количестве 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Водопотребность оценивалась по стандартной методике ГОСТ 310.3-76*, результаты исследований представлены в таблице №1. Из теста нормальной густоты формовались образцы кубы 40×40×40 мм, после чего подвергались тепловлажностной обработке по стандартному режиму. Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1

Зависимость водопотребности теста «цемент-опока» и прочности камня

Маркировка состава	Состав теста, %		Водопотребность абсолютная, %	Водопотребность относительная, %	$R_{сж}$, МПа	$R^{отн}$, %
	опока	цемент				
К	0	100	32,50	100	73,1	100
1	5	95	33,50	103	62,6	86
2	10	90	34,25	105	57,3	78
3	15	85	35,50	109	52,0	71
4	20	80	35,75	110	39,8	54
5	25	75	36,00	111	41,2	56

Исследования показали, что заменяя добавкой равновеликую

массовую долю цемента (способ а) наблюдается рост водопотребности теста «цемент-опока», что в свою очередь приводит к снижению прочности образцов [9, 10].

Для оценки влияния замены части песка наполнителем, опока вводилась в состав мелкозернистой бетонной смеси в количестве от 0,2 до 0,7 весовых частей (далее в.ч.) от общего количества заполнителя. Подвижность смеси оценивалась на встряхивающем столике, диаметр расплыва стандартного конуса выдерживался постоянным и составлял 113 – 115 мм. Из полученных равноподвижных смесей формовались образцы балочки 40×40×160 мм, после чего подвергались тепловлажностной обработке по стандартному режиму. Результаты испытаний приведены в таблице №2.

Таблица №2

Зависимость прочности мелкозернистого бетона от количества опоки

Маркировка	Расход материалов, в.ч.			В/Ц	В/Т	Диаметр расплыва, мм	R _{сж} , МПа	R ^{отн} , %
	цемент	опока	песок					
К	1	0	4	0,55	0,55	115	38,9	100
1	1	0,2	3,8	0,58	0,48	114	50,8	131
2	1	0,3	3,7	0,60	0,46	114	55,3	142
3	1	0,4	3,6	0,64	0,45	114	57,6	148
4	1	0,5	3,5	0,66	0,44	115	55,6	143
5	1	0,6	3,4	0,69	0,43	113	47,7	123
6	1	0,7	3,3	0,71	0,42	114	41,5	107

При замене части песка опокой, возрастает водоцементное отношение смеси из-за высокой дисперсности добавки и микропористости ее зерен, однако, если считать добавку частью цементного теста и рассматривать не водоцементное, а водотвердое отношение, то оно снижается, при этом наблюдается прирост прочности относительно контрольного состава. На рисунке 1 приведена зависимость прочности образцов при сжатии от части тонкомолотого минерального наполнителя. Из рисунка видно, что в области 0,3 – 0,5 в.ч. находится оптимум замены части песка опокой, так состав 3 имеет значительный прирост прочности и составляет почти 50% по сравнению с контрольным составом.

Выполненная работа доказывает эффективность замены части песка путем введения в состав мелкозернистых бетонов на мелких некондиционных песках тонкомолотого минерального наполнителя – карбонатно-кремнеземистой опоки Масловского месторождения.

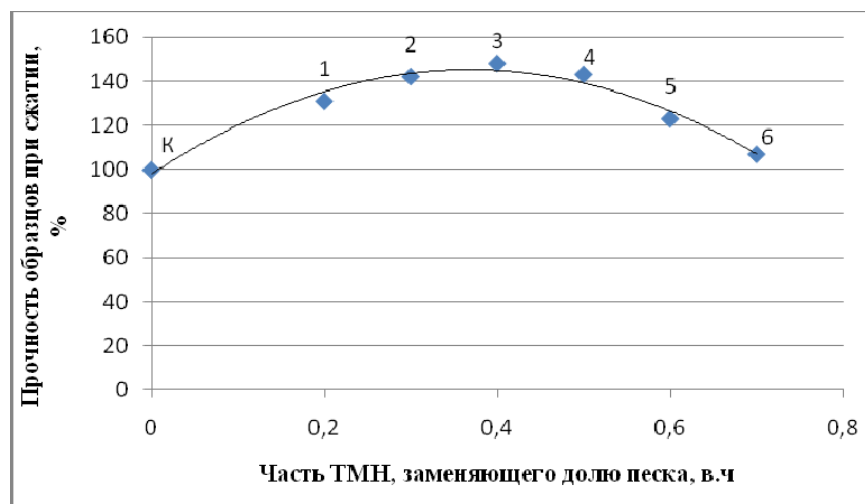


Рис. 1. – Зависимость прочности образцов от замены части песка опокой

Литература:

1. Власов В.К. Механизм повышения прочности бетона при введении микронаполнителя //Бетон и железобетон. –1988.–№10.–С.9-11.

2. Каримов И. Влияние тонкодисперстных минеральных наполнителей на прочность бетона (Литературный обзор) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.masterbetonov.ru/content/view/525/239> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. Рус

3. Котляр, В.Д., Братский Д.И., Устинов А.В. Вещественный состав и дообжиговые керамические свойства глинистых опок [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2010, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/249> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. Рус

4. Высоцкий С.А. Минеральные добавки для бетонов //Бетон и железобетон. –1994.–№2.–С.7-10.

5. Несветаев Г.В., Та Ван Фан. Влияние белой сажи и метакаолина на прочность и деформационные свойства цементного камня [Электронный ре-

сурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 1). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1110> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. Рус

6. Шляхова Е.А., Мартемьянова Ю.Н. Искусственные минеральные добавки для производства цементов камня [Электронный ресурс] // «Наукоедение», 2012, №4. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/95trgsu412.pdf> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. Рус

7. Tavasci V. Cemento. – 1946–pp.36.

8. Зоткин А.Г. Микронаполняющий эффект минеральных добавок в бетоне // Бетон и железобетон. – 1994. – №3. – С.7-9.

9. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон, – 1995. – №6. – С.16-20.

10. Ronov A.B., Yaroshevsky A.A. Chemical composition of the Earth's crust. In: The Earth's Crust and Upper Mantle. Amer. Geophys. Union Geophysical Mono-graph 13. - Wash., D.C., 1969 –pp.97.