

Введение Изменять свойства бетона можно используя различные сырьевые материалы и технологические приемы, в частности применять в качестве вяжущего вещества портландцемент с минеральными дисперсными наполнителями, имеющего более высокие прочностные характеристики. Известно, что чем выше марка взятого цемента, тем выше будет и марка полученного бетона (при прочих равных условиях). Также на строительные свойства бетонов влияет вид крупного заполнителя: плотный (например, полученный из гранита) или с меньшим значением плотности (полученный из низкопрочных карбонатных пород). При этом имеет значение и характер поверхности зерен, отсутствие в них вредных примесей. В связи с этим были проведены исследования по использованию разработанных нами смесей портландцемента с добавками-наполнителями (механоактивированными цеолитсодержащей кремнистой породой и волластонитом) для получения бетона, в котором в качестве заполнителя использовался щебень различной прочности. Механоактивация сырьевых компонентов и цементной шихты в различных аппаратах является эффективным способом влияния на структуру и свойства вяжущих веществ. Например, механоактивация цементной шихты в мельнице «Активатор -2 SL» приводит к повышению прочностных свойств портландцемента [1]. Эффективной добавкой к портландцементу является механоактивированная в электромассклассификаторе цеолитсодержащая кремнистая порода с размером частиц меньше 200 мкм в количестве 10-20 %. Ее применение приводит к увеличению прочности при сжатии цемента в 1,4 раза. В результате повышается марка портландцемента при удовлетворяющих требованиям стандарта показателях сроках схватывания, дисперсности и равномерности изменения объема [2]. Введение в портландцемент 10-15% механоактивированного волластонита с размером частиц менее 40 мкм приводит к повышению более чем на 20% прочности при сжатии. Данную добавку-наполнитель по сравнению с неактивированным волластонитом можно вводить в цемент в большем количестве без ухудшения его прочностных характеристик [3, 4]. Экспериментальная часть Для приготовления бетонных образцов использовались наиболее оптимальные смеси портландцемента с добавками -наполнителями. Содержание волластонита в смеси составляло 15%, цеолитсодержащей кремнистой породы - 10%. Из цеолитсодержащей породы в процессе механоактивации было получено 2 фракции различной дисперсности (№ Ц-1 и Ц-2), которые и вводили в портландцемент [5]. В качестве крупного заполнителя применялся прочный гранитный щебень с маркой по дробимости 1400 (проба № ГЩ) и щебень марки 800, полученный из карбонатных пород (проба № КЩ). Свойства заполнителей приведены в табл. 1. Таблица 1 – Свойства гранитного и карбонатного щебня фракции 5-10мм № пробы

Насыпная плотность, кг/м ³	Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Пустотность, %	Пористость, %	Водопоглощение, %	Истираемость, %/марка ГЩ

1420 2,93 2,85 50 2,7 0,8 1,8/И1 КЩ 1175 2,74 2,49 53 9,1 2,7 25,3/И2 Бетонные образцы для определения прочностных свойств и морозостойкости были изготовлены в соответствии с ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Проектирование бетонной смеси проводилось по заданному расходу цемента – 250 кг/м³. Состав бетонной смеси с гранитным щебнем (№ Б-1): цемент – 250 кг/м³, песок – 760,5 кг/м³, щебень – 1408,2 кг/м³; с карбонатным щебнем (№ Б-2): цемент – 250 кг/м³, песок – 838,0 кг/м³, щебень – 1180,3 кг/м³. Составы смесей, в которых применялся цемент с минеральными добавками-наполнителями (волластонитом - № Б-1В и Б-2В, цеолитсодержащей кремнистой породой - № Б-1Ц-1 и № Б-1Ц-2), аналогичны. Отформованные образцы-кубики размером 70х70х70мм выдерживались в течение 28 суток под слоем влажного песка. Результаты и их обсуждение

Результаты определения прочности при сжатии приведены в табл. 2.

Портландцемент с цеолитсодержащей кремнистой породой увеличивает прочность бетонных образцов с гранитным заполнителем на 15-20%. При этом наибольшее значение прочности при сжатии (29,5МПа) имеют бетонные образцы, изготовленные на основе портландцемента с добавкой № Б-1Ц-2. Марка данного бетона М300, класс – В22,5. Таблица 2 – Прочностные характеристики бетонных образцов № бетонной смеси Прочность при сжатии, МПа Прочность при сжатии после циклов замораживания и оттаивания, МПа Марка Класс 15 25 40 80

Б-1	24,3*	22,3	21,2	24,1	23,5	М200	В15	Б-1В	18,8	18,8	19,0	21,0	22,2	М150	В12,5	Б-1 Ц-1	29,5	28,7	28,3	32,9	29,0	М300	В22,5	Б-1 Ц-2	28,1	26,1	25,2	26,8	20,6	М250	В20	Б-2	25,9*	25,7	25,9	25,9	26,4	М200	В15	Б-2В	12,8	12,6	14,9	9,4	5,3	М100	В7,5
-----	-------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	-------	---------	------	------	------	------	------	------	-------	---------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	-----	-----	------	------

Примечание:* В бетонах использовался портландцемент разных партий.

Бетонные образцы имеют марку по морозостойкости F50 и F100. После 15 циклов «замораживание - оттаивание» потеря прочности при сжатии у данных образцов составляет 0,5-2,0 %. С увеличением циклов значения прочности при сжатии в основном также меньше значений, полученных для образцов, не подвергнутых испытанию по определению морозостойкости. Однако в некоторых вариантах наблюдается незначительное увеличение. Это может быть обусловлено, по-видимому, методикой испытаний. Вначале осуществляется замораживание бетона, вызывающее его деструкцию, затем размораживание с последующей выдержкой при положительной температуре. В это время могут происходить процессы гидратации клинкерных минералов и твердения цемента. У образцов, в которых процессы структурообразования являлись преобладающими, наблюдается определенное повышение прочности. С развитием деструктивных процессов происходит снижение прочности бетона. Применение в качестве вяжущего портландцемента с добавкой 15% волластонита приводит к некоторому снижению (на 23%) прочности при сжатии. Более заметное уменьшение данного параметра (~ в 2 раза) происходит у образцов с карбонатным заполнителем. Таким образом, применение при получении бетона в

качестве вяжущего вещества портландцемента с механоактивированным минеральным наполнителем (цеолитсодержащей кремнистой породой) позволяет повысить марку изделий с М200 до М250 - М300. Процесс активации добавки-наполнителя может быть проведен в электромассклассификаторе и планетарной мельнице типа «Активатор».