УДК 666.972

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА ПОРИСТОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Рахимов М.А., Иманов М.О., Рахимова Г.М., Стасилович Е.А.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: galinrah@mail.ru

Проведен анализ исследований влияния модифицирования на основные физико-технические свойства отвердевших цементных материалов, в частности на пористость цементного камня. Дано объяснение тому, что высокие физико-механические, гидрофизические свойства и долговечность модифицированного коллоидного цементного клея в значительной степени связаны с получением гидрофобизированной поровой структуры камня, в которой полностью отсутствуют седиментационные поры и поры воздухововлечения. Для обеспечения высоких физико-технических характеристик цементного камня (прочности, плотности, морозостойкости и др.) были предложены составы модифицированного коллоидного цементного клея, позволяющие получать цементный камень высокого качества. В работе представлены результаты, свидетельствующие о том, что предлагаемый модификатор позволяет изготовлять цементный камень высокого качества с улучшенными характеристиками прочности и плотности.

Ключевые слова: коллоидный цементный клей, гидрофобизирующие комплексные модификаторы, цементный камень, макро- и микропористость

EFFECT OF MODIFIERS ON THE POROSITY OF CEMENT STONE

Rakhimov M.A., Imanov M.O., Rakhimova G.M., Stasilovich E.A.

Karaganda state technical university, Karaganda, e-mail: galinrah@mail.ru

Analytical studies have been carried out to investigate the impact of modifying on the basic physical and technical properties of the hardened cement materials, particularly, the porosity of the cement stone. An explanation has been given that the high physical-mechanical, hydro-physical properties and durability of the modified colloidal cement glue, to a large extent, are related to the receipt of hydrophobic porous structure of stone, which is completely free of depositional and air entrainment pores. To ensure high physical and technical characteristics of the cement paste (strength, density, frost resistance, etc.) there have been proposed compositions of the modified colloidal cement glue, allowing to obtain high-quality cement stone. The paper presents results showing that the proposed modifier permits to produce high quality cement stone with improved strength and density.

Keywords: colloidal cement glue, hydrophobic complex modifiers, cement stone, macro-and micro-porosity

Структуру цементного камня определяет его пористость. В хорошо уплотненном цементном камне образуется два вида пор: поры, образованные химически связанной водой, и поры, образованные физически связанной водой.

Известно, что пористость цементного геля составляет примерно 28 %. Более высокая пористость означает, что в геле имеются крупные поры, в которых могут развиваться новообразования, постепенно снижая пористость цементного геля до 28 % [5].

Обобщенное представление о структуре бетона сводится к следующему:

– в отвердевшем бетоне должны преобладать микро- и макропоры с радиусом, не превышающим 10^{-4} см;

– необходимо по возможности ликвидировать поры седиментационного происхождения;

– имеющиеся в цементном камне (растворе) микропоры должны быть большей частью замкнутыми или тупиковыми.

Известно, что соотношение открытой и закрытой пористости оказывает существенное влияние на свойства цементного камня, в том числе в условиях воздействия на него различных агрессивных сред. Изменение элементов структуры цементного камня влияет на основные свойства растворов и бетонов: прочность, деформативность, проницаемость и т.д.

Нами проведены исследования характера пор в цементном камне с гидрофобизирующими комплексными модификаторами. Размеры пор в исследуемых образцах определяли с помощью микроскопа МБС-2 при увеличениях от ×10 до ×70. Характер структуры изучали также с помощью электронного микроскопа. Образцы и препараты для исследований приготовляли по методикам.

Результаты определения размеров пор и макропористости в цементном камне приведены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает, что капиллярно-пористая структура цементного камня, изготовленного на основе модифицированного коллоидного цементного клея типа МКЦ, выгодно отличается от структуры камня контрольного состава [2]. Предлагаемые составы модифицированного коллоидного цементного клея позволяют получать цементный камень высокого качества: образуется плотная однородная структура с максимальным размером пор 370–460 мкм, в то время как в контрольном цементном камне размер пор достигает 800 мкм. Важно, что преобладающие поры находятся в интервале размеров 35–50 мкм.

Макропористость цементного камня из модифицированного коллоидного цементного клея

Цементный камень	Размеры макропор, мкм			Макропористость, %		
	максимум	минимум	преобладающие	максимум	минимум	преобладающая
Без модификатора	800	60	160	12,6	2,80	6,00
МКЦ–АУ	460	35,0	50	2,9	2,10	2,40
МКЦ–АВ	380	32,0	39	2,6	1,78	1,80
МКЦ–АТ	370	30,0	35	2,6	1,76	1,78

Полученные результаты можно объяснить, опираясь на ряд фактов, в число которых вошли следующие:

– модификаторы, имеющие гидрофобизирующие ингредиенты, не обладают свойствами воздухововлечения;

– предлагаемые модификаторы, входящие в состав модифицированного коллоидного цементного клея типа МКЦ, в цементном камне инициируют процесс дробления крупных пор в мелкие. Данный процесс не является следствием влияния только ПАВ (поверхностно-активных веществ), но обеспечивается и активацией цементной пасты в роторно-пульсационном аппарате;

– комплексы гидрофобно-пластифицирующих ПАВ плюс соли неорганических кислот обеспечивают синергирующее действие ингредиентов в цементных системах [4]. Дополнительное воздействие активации снижает поверхностное натяжение в системе «вода-масло», что приводит к дроблению крупных пор и образованию мелких пор. В нашем случае размер пор уменьшается в среднем на 70–75 %.

Гидрофобизирующие дисперсии выполняют роль «измельчителя» пор из крупных в мелкие (макропоры превращаются в микропоры) [3]. В присутствии гидрофобного трегера этот процесс усиливается, и поры большей частью располагаются в зоне контакта гидрофобного трегера и цементного камня. Таким образом, нам удалось улучшить качество пористости цементного камня путем применения предлагаемого модифицированного коллоидного цементного клея типа МКЦ.

Объективным свидетельством улучшения качества структуры цементного камня являются также, полученные электронной микроскопией, дифференциальные и интервальные кривые пористости цементного камня (рис. 1 и 2).

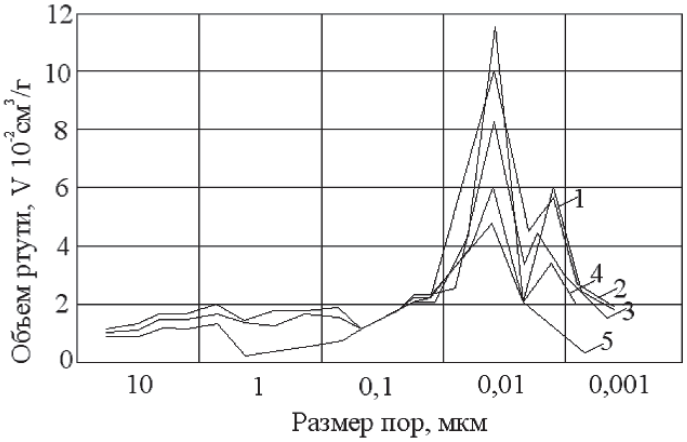

Рис. 1. Дифференциальные кривые пористости цементного камня (В/Ц = 0,26) (естественного твердения в возрасте 28 суток): 1 – без добавки; 2 – МКЦ-АУ; 3 – МКЦ-АВ; 4 – МКЦ-АТ; 5 – МКЦ-АПС

Из рис. 1 и 2 видно, что модифицированный цементный камень имеет более однородную тонкодисперсную пористость по всему объему, что говорит о высоком качестве его структуры, тогда как в цементном камне без модификатора видны скопления «агломератов» и крупные поры, которые существенно снижают качество камня.

Аналогичный вывод можно сделать и по данным дифференциальных и интегральных кривых пористости. Таким образом, результаты исследования пористости показывают, что модифицированный коллоидный цементный клей типа МКЦ позволяет получить цементный камень высокого качества: в нем отсутствуют седиментационные поры

и поры от воздухововлечения, крупные поры дробятся под действием модификаторов, уменьшается развитие капиллярных трещин при температурном воздействии, развивается микропористость с размерами пор ≈ 0,1 мкм, то есть близкая к контракционной [1]. Данный вывод полностью совпадает с последними работами Р.Ф. Серовой.

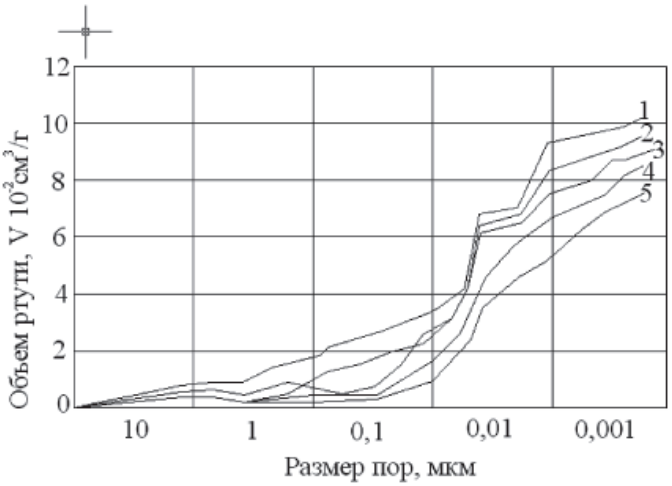

Рис. 2. Интегральные кривые пористости цементного камня (В/Ц = 0,26, 28 сут естественного твердения): 1 – без добавки; 2 – с МКЦ–АУ; 3 – с МКЦ–АВ; 4 – с МКЦ–АТ; 5 – с МКЦ–АПС

Полученные структурные характеристики цементного камня на основе модифицированного коллоидного цементного клея типа МКЦ предопределяют хорошие адгезионные, когезионные и другие свойства материала при ремонтно-восстановительных, отделочных и защитных работах.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Фаликман В.Р. Новый век: новые эффективные бетоны и технологии // Бетон на рубеже третьего тысячелетия: материалы Первой Всеросс. конф. по проблемам бетона и железобетона. – М., 2001. – С. 90–112.

2. Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. – Алматы: Наука, 1990. – С. 41–52.

3. Ткач Е.В. Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Алматы, 2006. – 38 с.

4. Урьев Н.Б., Михайлов Н.В. Коллоидный цементный клей и его применение в строительстве. – М., 1967. – С. 117–138.

5. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно–пластифицирующие добавки для цемента, растворов и бетонов. – М., 1979. – С. 120–140.

References

1. Bazhenov Yu.M., Falikman V.R. M*ateriali Pervoi Vserossiiskoi konferentsii po problemam betona i zhelezobetona «Beton na rubezhe tretiego tysyacheleti»* (Proc. 1st All-Russian Conf. «Concrete for the Third Millennium»). Moscow, 2001. pp. 90–112.

2. Soloviev V.I. *Betoni s gidrofobiziruyushimi dobavkami*. [Concrete with water-repellent admixtures]. Almaty. Nauka Publ., 1990. pp. 41–52.

3. Tkach E.V. *Vysokoefektivnye modifitsirovannye gidrofobizirovannye betoni. Afotref. dis. dokt. tehn. nauk.* [High-performance hydrophobic-modified concretes. Abstract. Doctoral thesis]. Almaty. 2006. 38 p.

4. Uriev N.B., Mikhailov N.V. *Kolloidnyi cementnyi klei i ego primenenie v stroitelstve.* [Colloidal cement glue and its application in construction]. Moscow. 1967. pp. 117–138.

5. Khigerovitch. M.I., Bayer V.E. *Gidrofobnoplastifitsiruyushiye dobavki dlya tsementa, rastvorov i betonov* [Water-repellent – plasticizing additives for cement, mixtures and concrete]. Moscow. Stroyizdat Publ., 1979. 141 p.

Рецензенты:

Жакулин А.С., д.т.н., профессор Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда;

Байджанов Д.О., д.т.н., профессор Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда.

Работа поступила в редакцию 03.08.2012.