

## ПОРИЗОВАННЫЕ БЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

Шишкин А.А., Шишкина А.А.

Криворожский национальный университет  
г. Кривой Рог, Украина

**АННОТАЦИЯ:** Приведено результати аналізу властивостей пінобетонів, а також можливість зменшення величини відкритих пір за рахунок застосування полімерних матеріалів. Показано, що спільне використання речовин, що полімеризуються, з речовинами, що містять залізо, дозволить зміцнити стінки пір, що, як наслідок, приведе до підвищення міцності пористих бетонів.

**АННОТАЦИЯ:** Приведены результаты анализа свойств пенобетонов, а также возможность уменьшения величины открытых пор за счет применения полимерных материалов. Показано, что совместное использование полимеризующихся веществ с веществами, содержащими железо, позволит укрепить стенки пор, что, как следствие, приведет к повышению прочности пористых бетонов.

**ABSTRACT:** The results of analysis of the properties of foam concrete, as well as the possibility of reducing the amount of open pores due to the use of polymeric materials. It was shown that concurrent use of substances which are polymerized substances containing iron, will strengthen cell walls, which as a consequence will increase the strength porous concrete.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Прочность, бетон, поры, усадка.

На строительные конструкции промышленных зданий и сооружений, в частности, горно-металлургического комплекса, особенно расположенные вблизи тепловых аппаратов, оказывает температурное влияние окружающая среда, изменяя физико-механические свойства материалов, из которых изготовлены эти конструкции, что, как следствие, влияет на их долговечность. Следовательно, в общем случае, при ремонте строительных конструкций действующих предприятий необходимо обеспечивать стойкость используемых материалов к действию температурных внешних воздействий. Энергетические воздействия на конструкцию вызывают в ней распределение напряжений и деформаций, которые воспринимаются и перераспределяются между ее компонентами.

Согласно данным [1], наиболее подвержены энергетическому разрушению неметаллические материалы, в частности, бетон. Напряженно-деформированное состояние рассматриваемой системы, согласно [2], характеризуется деформациями от действия эксплуатационных нагрузок, собственными деформациями и температурными деформациями. Следовательно, бетоны, предназначенные для ремонта строительных конструкций защитой их от энергетических воздействий в отличие от бетонов, предназначенных для изготовления или усиления строительных конструкций, должны обладать:

соотношением между прочностными и деформативными свойствами, которое обеспечивает достаточную прочность и пониженную деформативность при энергетическом воздействии внешней среды; минимальной усадкой; высокой прочностью сцепления с материалом строительных конструкций и пониженной теплопроводностью.

В общем случае, формирование поровой структуры в цементном камне может происходить, либо самопроизвольно, либо направлено. В первом случае поровая структура бетона формируется за счет удаления и связывания воды. В результате в объеме бетона образуются поры, вид и количество которых практически не поддаются прогнозированию и учитываются, как показано выше, через исходное водоцементное отношение. Во втором случае формирование поровой структуры цементного камня и бетона происходит за счет направленного управления данным процессом. В настоящее время известно несколько методов управления поровой структурой цементного камня и бетона [3]. К первой группе этих методов относится управление седиментационными процессами в цементном камне. Данный метод позволяет изменять, как общее количество пор, так и их размеры [3, 4]. В этом случае в цементное тесто вводятся воздухововлекающие поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые влияют на формирование структуры и свойства цементного камня в бетоне: уменьшают количество и размер крупных пор в бетоне, образующихся в результате водоотделения, диспергируют крупные поры в большое количество мелких. Следует отметить, что практически все гидрофобные добавки в той или иной степени обладают способностью воздухововлечения. Они снижают поверхностное натяжение водных пленок на твердых частицах и этим способствуют образованию очень мелких воздушных пор — сфероидов [4]. Роль указанных добавок заключается не столько в вовлечении воздуха в бетон, сколько в преобразовании неравномерно распределенных в бетоне крупных воздушных пор во множество мелких воздушных пузырьков сферической формы диаметром 50...250 мк.

К другой группе методов формирования поровой структуры цементного камня и бетона относятся методы, позволяющие направлено управлять, как количеством, так и размерами пор. К ним относятся: использование пористых заполнителей, создание пор в цементном камне и комбинация первых двух методов.

Очевидно, что при создании поровой структуры использованием пористых заполнителей [5], поры, в основном, находятся внутри заполнителя и их влияние на прочность бетона сказывается через прочность заполнителя и степени поглощения ним цементного теста. Создание поровой структуры бетона путем поризации цементного камня в настоящее время осуществляется либо использованием пен, либо газообразователей [4]. В последнее время установлено, что пено- и газообразующие добавки могут быть с положительным эффектом использованы и в легких бетонах на пористых заполнителях. Бетоны с указанными добавками называются в отличие от ячеистых бетонов поризованными [6, 7]. При данном способе поризации бетона общий объем воздушных пор в легких бетонах может быть доведен до 25%. Кроме того, применение пенообразующих добавок для получения поризованных бетонов позволяет повысить однородность последних и, как следствие, их качество.

Следовательно, применение поризованных легких пенобетонов позволит получить эффективные изделия для защиты строительных конструкций зданий металлургических предприятий от энергетических воздействий внешней среды.

На основании изложенного и с учетом результатов работы [8], авторами выдвинута гипотеза о том, что введение в состав поризованных бетонов комплексной минерально-органической добавки, состоящей из минерального комплекса, содержащего железо, и непредельных жирных кислот или их производных и пенообразователя, позволит либо значительно повысить прочность данных бетонов при неизменной плотности, либо понизить плотность при неизменной прочности.

Результаты проведенных исследований подтвердили выдвинутую гипотезу. Использование предложенной минерально-органической добавки позволило повысить на 20...40% прочность поризованного бетона при неизменной плотности, понизить на 20...30% плотность такого бетона при неизменной прочности. Кроме этого, установлено значительное снижение (25...50%) усадочных деформаций указанных бетонов по сравнению с пенобетонами.

В условиях экспериментов поризованные бетоны готовили на портландцементе М400 производства «Хайдельберг Цемент» (г. Кривой Рог), керамзитовом гравии с максимальным размером зерен 20 мм. В качестве железосодержащего минерального комплекса использовали тонкодисперсные фракции отходов обогащения железных руд Южного горно-обогатительного комбината, которые вводили в состав бетона в количестве 0,5...3%. В качестве органического компонента использовали смесь натриевых солей непредельных высших жирных кислот в количестве 0,1...0,2% от массы цемента.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Использование в качестве растворной части легких бетонов (бетонов на легких заполнителях) пенобетонной смеси позволяет снизить плотность получаемых бетонов на 20...50%. Полученные таким образом поризованные бетоны имеют прочность ниже прочности исходных легких бетонов.

2. Введение в состав поризованных бетонов комплексной минерально-органической добавки на основе железосодержащего минерального комплекса и непредельных высших жирных кислот или их производных, позволяет повысить прочность этих бетонов. Полученные таким образом поризованные бетоны обладают плотностью меньшей, а прочностью большей на 12...30% прочности исходных легких бетонов при одновременном снижении их плотности на 14...25%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балалаев Г.А. Защита строительных конструкций от коррозии / Г.А. Балалаев, В.М. Медвелев, Н.А. Мощанский. - М.: Стройиздат, 1966. - 224 с.
2. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред: дис... докт. техн. наук: 05.23.05. / Шишкин Александр Алексеевич. - Кривой Рог: КТУ, 2003. - 336 с.
3. Симонов М.З. Основы технологии легких бетонов. / М.З. Симонов. - М.: Стройиздат, 1973. - 584 с.
4. Хигерович М.И. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. / М.И. Хигерович, В.Е. Байер. - М.: Стройиздат, 1979. - 126 с.
5. Бужевич Г.А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. / Г.А. Бужевич. - М.: Стройиздат, 1976. - 236 с.
6. Жуков А.В. Искусственные пористые заполнители из горных пород / А.В. Жуков. - Киев: Госстройиздат УССР, 1962. - 127 с.
7. Мощанский Н.А. Плотность и стойкость бетона / Н.А. Мощанский. - М.: Стройиздат, 1951. - 175 с.
8. Шишкина А.А. Пенобетоны с повышенными физико-механическими свойствами / А.А. Шишкина // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. - Вип. 2008-1(69) «Сучасні будівельні матеріали. Композиційні матеріали для будівництва». - Макіївка: ДонДАБА, 2008. - С. 48-57.

## REFERENCES

1. Balalaeв G.A. Protection of building structures from corrosion / G.A. Balalaeв, V.M. Medvedev, N.A. Moshansky. - M: Stroiizdat, 1966. - 224 p.
2. A.A. Shishkin. Special concrete for reinforcement of building structures operated in the conditions of corrosive media: dis... Prof. the technology. Sciences: 05.23.05. / Alexander Shishkin. - Krivoy Rog: KTU, 2003. - 336 p.
3. Simonov M.S. Basis of technology of light-weight concrete / M.S. Simonov. - M: Stroyizdat, 1973. - 584 p.
4. Khigherovich M.I. Hydrophobic-plasticizing additives for cements, mortars and concretes / M.I. Khigherovich, V.E. Leverkusen. - M: Stroiizdat, 1979. - 126 s.
5. Buzevich G.A. Light-weight concrete with porous aggregates / G.A. Buzevich. - M: Stroiizdat, 1976. - 236 p.

6. Zhukov A.V. Artificial porous fillers from rocks / A.V. Zhukov. - Kiev: Gosstroyizdate USSR, 1962. - 127 p.
7. Moshansky N.A. Density and durability of concrete / N.A. Moshansky. - M: Stroyizdat, 1951. - 175 p.
8. Shishkina A.A. Foam concrete with improved physical-mechanical properties / A.A. Shishkina // Visnyk Donbaska state academy of civil engineering and architecture. - №. 2008-1(69) «Modern Building Materials. Budo-Lin Proc. Composit Materials for building». - Makiivka: DonSABA, 2008. - P. 48-57.

Статья поступила в редакцию 15.04.2014 г.