

УДК 691.5

Никишкин В.А., кандидат технических наук, вед. науч. сотр.,
 ОАО институт «УралНИИАС»,
 620137, Российская Федерация, Свердловская обл.,
 г. Екатеринбург, ул. Блюхера, 26
 +7 (343) 374-48-50
 e-mail: info@uralnias.ru; vanikishkin@yandex.ru

ПРИРОДА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ И ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Цементный камень, входящий в структуру бетона, является капиллярно-пористым телом. В результате сквозь капилляры и поры может просачиваться вода, причем фильтрация воды идет тем интенсивней, чем большее давление оказывается водой на бетон. Кроме того, фильтрация воды может осуществляться через микрополости в местах контакта цементного камня с заполнителем [1]. Считается, что через тонкие капилляры сечением менее 1 мк вода не фильтруется даже под большим давлением [2].

Ключевые слова: бетон, водонепроницаемость, повышение прочности, добавки.

Одним из способов повышения водонепроницаемости является введение специальных добавок в бетон на стадии его изготовления, и хотя логично предположить, что понижение водонепроницаемости происходит в этом случае за счет уменьшения количества и диаметра капилляров и толщины полостей в бетоне, механизм действия добавки в основном остается закрытым для исследователей, а эффективность добавки определяется эмпирическим методом. Заполнение капилляров, пор и полостей может происходить в результате следующих процессов:

1 – добавка обладает пластифицирующими свойствами и при ее использовании снижается водоцементное отношение, в результате цементный камень получается более плотным;

2 – примененная добавка действует как катализатор и ускоряет гидратацию частиц цемента с образованием большего объема продуктов гидратации, которые имеют более низкую плотность по сравнению с исходным веществом, занимают больший объем, заполняя пустоты;

3 – добавка, взаимодействуя с водой и с компонентами бетона, сама создает избыточный объем нового вещества и т.д.

Изменения капиллярности цементного камня сопровождается изменением его внутренней структуры.

Одним из методов оценки изменений, происходящих в структуре, является визуальный метод. Применение электронной микроскопии позволяет человеческому глазу заглянуть в микромир.

Для визуального анализа влияния добавок на структуру цементного камня были использованы фотографии, выполненные на растровом электронном микроскопе в РФЯЦ-НИИТФ (г. Снежинск). Часть фотографических снимков сделана при исследовании бетона без добавок, другая часть при исследовании бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс». Состав бетонов приведен в табл. 1.

Таблица 1

СОСТАВЫ ИССЛЕДУЕМЫХ БЕТОНОВ

Состав бетона	Мелкозернистый бетон	Мелкозернистый бетон с добавкой «Пенетрон Адмикс»*
Цемент ПЦ500 Д0 Невьянский цементный завод, кг/м ³	500	500
Щебень (фр. 5 мм)**, кг/м ³	500	500
Песок**, кг/м ³	1000	1000
Вода, л/м ³	400	400

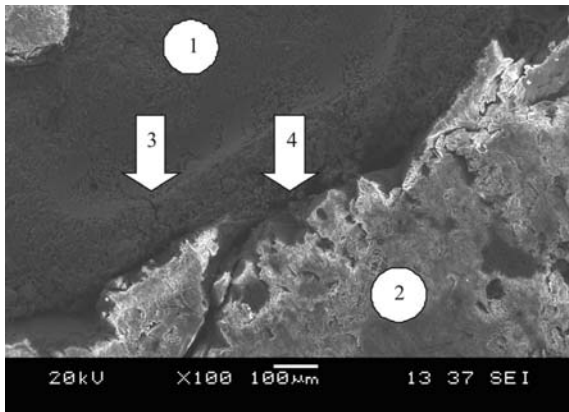


Рисунок 1. Образование полостей между заполнителем и цементным камнем в образцах мелкозернистого бетона

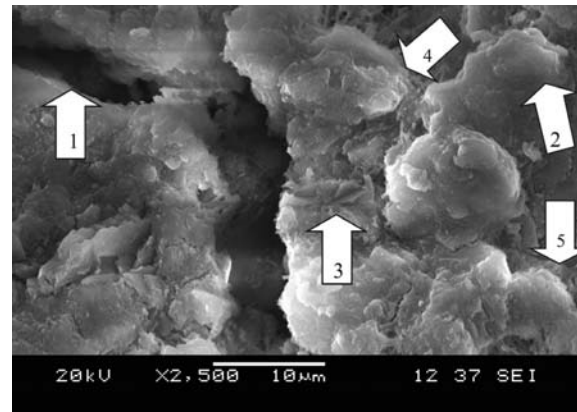


Рисунок 4. Полости между частицами цемента и пластинчатые новообразования на частицах цемента для мелкозернистого бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс»

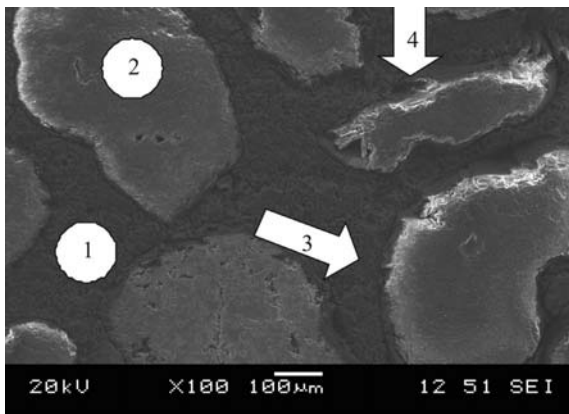


Рисунок 2. Заполнение полостей между заполнителем и цементным камнем новообразованиями для мелкозернистого бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс». Возраст исследуемого бетона 56 суток.

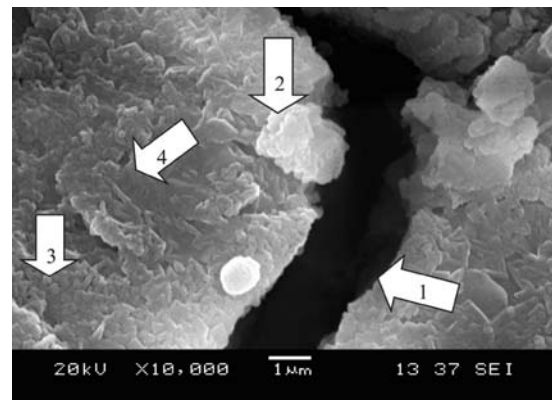


Рисунок 5. Полости между частицами цемента и пластинчатые новообразования на частицах цемента в образцах мелкозернистого бетона

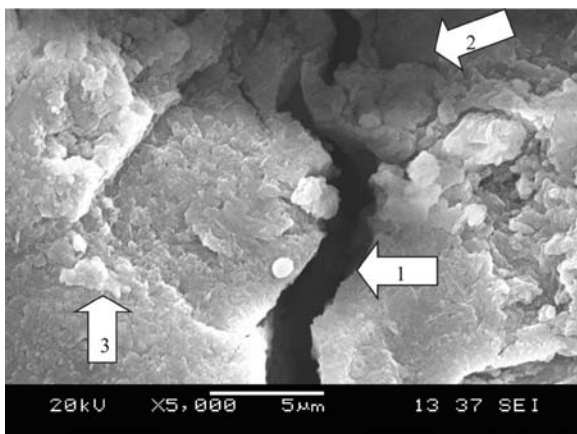


Рисунок 3. Полости между частицами цемента и пластинчатые новообразования на частицах цемента в образцах мелкозернистого бетона

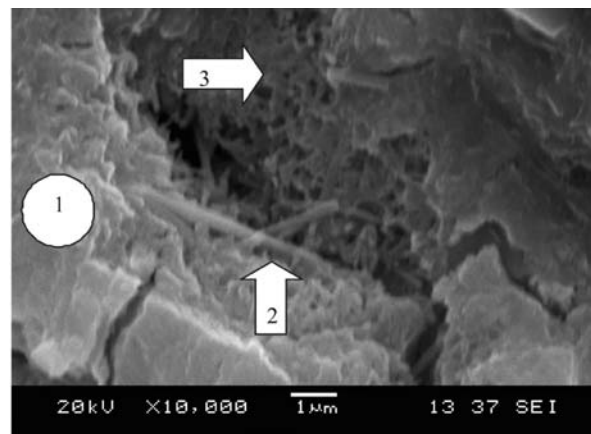


Рисунок 6. Полости между частицами цемента, заполненные игольчатыми новообразованиями для мелкозернистого бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс»

В результате проведенных исследований установлено, что:

1. Бетон и цементный камень пронизан большим количеством трещин и полостей, которые образуются не только у поверхности заполнителя, но и между цементными зёрнами. Тем не менее, они способны надежно работать, воспринимая силовые и иные нагрузки.

2. Полости у границы «заполнитель-цементный камень» образуются в конце схватывания цементного теста в результате его контракции при переходе от пластичного состояния в твердое.

3. Трещины между частицами цемента могут образовываться в результате усадки цементного камня; в этом случае они имеют вид условных прямых полостей, и в результате неплотного сближения цементных частиц, если продуктов гидратации недостаточно, чтобы их заполнить, трещины имеют вид ломаных.

4. В цементном камне обычного состава без добавок продукты гидратации в виде пластинок, чешуек, волокон, иглообразных кристаллов имеют небольшие размеры, располагаются на поверхности цементных зёрен, где плотно укладываются в слоистые структуры, практически не влияя на степень заполнения трещин между зёрнами цемента.

5. Добавка «Пенетрон Адмикс» изменяет структуру тоберморитового геля, способствует увеличению сечения пластинок, которые его формируют, увеличивает расстояние между пластинками, изменяет направление развития соседних пластинок, заставляя их раскрываться веером. Кроме того, создаются условия для кристаллизации гидросиликата кальция в виде щеток игловидных кристаллов, заполняющих полости между зёрнами. В результате при одной и той же массе тоберморитового геля при использовании добавки «Пенетрон Адмикс» объём геля вырастает по сравнению с гелем цементного камня, твердевшего без добавки. Гель получается более рыхлой структуры, заполняет трещины между цементными зёрнами, уменьшая поперечный размер щелей, пор, капилляров цементного камня. Водонепроницаемость бетона увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершберг О.А. Технология бетонных и железобетонных изделий. – М.: Стройиздат, 1971 – 360 с.
2. Чеховский Ю.В. Понижение проницаемости бетона. – М.: Энергия, 1968 – 192 с.
3. Никишкин В.А. Влияние структуры и плотности на прочность и деформативность плотного строительного бетона и его составляющих. – Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2009. – 269 с.
4. Мори Х., Судо Г., Минэгиси К., Ота Т. Некоторые свойства С-S-H-геля, полученного путем гидратации С3Н в присутствии щелочи/ Шестой международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. - С. 223-227.
5. Грудемо А. Микроструктура твердеющего цементного теста/ Четвертый международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1964. - С. 459-469.

ПРИРОДА ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ І МІЦНІСТЬ БЕТОНУ

© Нікішкін В.А.

Цементний камінь, що входить в структуру бетону, є капілярно-пористим тілом. В результаті кризь капіляри і пори може просочуватися вода, причому фільтрація води йде тим інтенсивніше, ніж більший тиск виявляється водою на бетон. Крім того, фільтрація води може здійснюватися через мікрополости в місцях контакту цементного каменю з заповнювачем [1]. Вважається, що через тонкі капіляри перерізом менше 1 мк вода не фільтрується навіть під великим тиском [2].

Ключові слова: бетон, водонепроникність, підвищення міцності, добавки.

NATURE OF WATER RESISTANCE AND STRENGTH OF CONCRETE

© Nikishkin V.A.

Cement stone, part of the concrete structure is a capillary-porous body. As a result, through the capillaries and pores can seep water, and water filtration is more intense, the more pressure is put water on the concrete. In addition, water may be filtered through a cavity in the ground contact cement with a filler. [1] It is believed that through thin capillaries of size less than 1 micron water is not filtered, even under high pressure [2].

Keywords: concrete, water resistance, increased strength additives.