

УДК 699.82:624.2

## УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ БЕТОНА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ ДОБАВКИ

*Инж. ГРЕЧУХИН В. А*

*Белорусский национальный технический университет*

При производстве строительных работ используют подкладные плиты, которые подвергаются воздействию агрессивной среды. В ито-

ге происходят коррозия арматуры и преждевременное разрушение бетонных плит. Одними из основных условий увеличения срока их

безотказной работы являются повышение водонепроницаемости и снижение водопоглощения бетона, применяемого для изготовления.

Проведенный литературный обзор показал, что для этих целей в состав бетонной смеси вводят небольшие количества уплотняющих и гидрофобизирующих неорганических и органических веществ, например бентонита, битума и др. [1–8].

На основании проведенных исследований [9] выявлена возможность применения в качестве такой гидрофобизирующе-кольматирующей добавки отработанной глины (ОГ) масляного производства. Она образуется при контактной очистке масел на нефтеперерабатывающих заводах и затем складывается на полигонах по хранению отходов [10]. Отработанная глина на 50–60 % состоит из бентонита и на 40–50 % – из органических веществ.

Целью проводимых исследований являлось определение влияния добавки ОГ на бетон и арматуру железобетонных конструкций.

В качестве основных предпосылок приняты следующие положения. Органическая составляющая добавки гидрофобизирует стенки пор и капилляров бетона, снижая водопоглощение, а бентонит перекрывает их сечение, повышая водонепроницаемость. Снижение проницаемости бетона замедляет скорость коррозии арматуры.

Влияние добавки ОГ на коррозию арматуры определяли по изменению массы арматуры. Для этого бетонные образцы, прошедшие испытание на прочность, дробили на мелкие куски и измельчали при помощи ступки. Полученный порошок для отделения крупного заполнителя просеивали через сито 0,08. Затем смешивали с водой и получали пасту, в которую погружали предварительно оцилиндрованные и взвешенные заготовки арматуры. Для испытаний были подготовлены шесть заготовок длиной по 50 мм каждого типа стержней. Испытания проводили в пластмассовых емкостях. Состав пасты отличался количеством введенной добавки ОГ. Образцы укладывали на подкладки на расстоянии 50 мм друг от друга. Характеристики арматуры, используемой для испытаний, приведены в табл. 1.

Вид и наименование профиля продукции	Марка стали	Диаметр оцилиндрованного образца, мм	Класс
Прокат арматурный горячекатаный термомеханически обработанный	Ст3сп	9	A240
Прокат арматурный и термомеханически упрочненный для ж/б конструкций	Ст3сп	9	At500C

Через определенные промежутки времени образцы извлекали, промывали, промокали салфеткой и производили взвешивание арматуры на электронных весах. Потерю массы вычисляли из расчета на 1 м<sup>2</sup> поверхности арматуры. Динамика потери массы приведена на рис. 1.

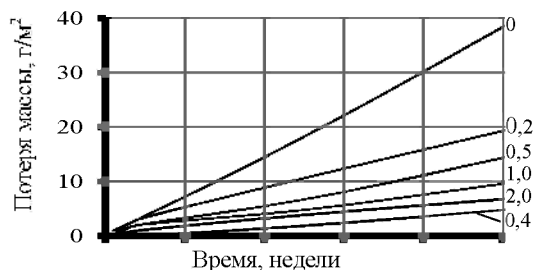


Рис. 1. Потеря массы арматуры: 0, 0,2–4,0 – количество добавки ОГ, % от массы цемента

Анализ данных рис. 1 показывает, что добавка ОГ существенно замедляет скорость коррозии арматуры. При введении 1 % добавки ОГ потеря массы на единицу площади в 4 раза ниже, чем для бездобавочных составов. А при введении 4 % добавки ОГ показатели отличаются в 8 раз. Это говорит о том, что благодаря введению добавки арматура меньше подвержена коррозии и, следовательно, сможет работать в составе конструкции более продолжительный период времени. Сохранность арматуры, скорее всего, связана с наличием в составе добавки органического компонента, который изолирует поверхность арматуры от воздействия агрессивных реагентов. При работе арматуры в составе железобетонной конструкции положительное влияние оказывают более плотная упаковка структуры бетона, перекрытие сечения пор и капилляров, а также внутренняя гидрофобизация их поверхности, вследствие чего

Таблица 1

Вид и наименование арматуры

воздействие агрессивных реагентов на арматуру незначительно.

**Использование добавки при изготовлении подкладных плит.** В настоящее время при изготовлении подкладных плит применяют добавки С-3 и «Микропоран». В качестве базового для изготовления опытной партии подкладных плит использовался следующий состав бетонной смеси:

- цемент (ПЦ 500 Д0-н, ОАО «Красносельскстройматериалы») – 410 кг;
- песок – 680 кг,
- щебень – 1150 кг,
- вода – 175 кг;
- добавка С-3 (35 %) – 5 л;
- добавка «Микропоран» – 0,41 л.

Плиты, изготавливаемые из данного состава, имеют следующие показатели: класс по морозостойкости – F200, класс по водонепроницаемости – W6. В предлагаемой бетонной смеси добавки С-3 и «Микропоран» были заменены на добавку ОГ.

#### **Влияние добавки ОГ на свойства бетона.**

При приготовлении бетонной смеси целостность гидрофобных пленок, находящихся на поверхности цементных частиц, нарушается, и после перемешивания происходят нормальное схватывание и твердение смеси. Добавка распределяется по всему объему бетонной смеси, колюматирова поры и капилляры, придавая их поверхности гидрофобные свойства, создавая барьер прониканию агрессивной среды.

Также были исследованы такие показатели, как водопоглощение, водонепроницаемость, прочность на изгиб и сжатие, морозостойкость и капиллярная пористость.

В связи с тем что непосредственное введение добавки в цемент вызывало технологические сложности, связанные с малым количеством добавки по отношению к количеству цемента и со значительным увеличением времени на ее равномерное перемешивание, был разработан специальный способ введения. Первоначально получали гидрофобный концентрат, представляющий смесь цемента и добавки,

имеющий соотношение цемент/добавка 4/3, который затем вводили в бетонную смесь. Массу цемента, находящегося в гидрофобном концентрате, вычитали из общей массы цемента, составляющей 410 кг на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси.

Первоначально из данных составов изготовили кубики размером 10×10×10 см. После набора прочности определили объем общей и капиллярной пористости, а также морозостойкость. Результаты приведены на рис. 2–3.

Введение добавки ОГ значительно снижает общую и капиллярную пористость и, как следствие, оказывает положительное влияние на морозостойкость, водопоглощение и водонепроницаемость бетона. Так, снижение капиллярной пористости составляет до 53 %, общей – до 8 %, а морозостойкость повышается более чем в 2 раза.

При введении добавки ОГ водонепроницаемость бетонных образцов повышается в 2,6 раза, а водопоглощение снижается в 1,2 раза (рис. 4). Это связано с тем, что высокодисперсная составляющая добавки ОГ – бентонит – перекрывает сечение пор и капилляров, а органическая составляющая придает им водоотталкивающие свойства.

Анализ результатов показывает, что при введении добавки ОГ в количестве 2,6 % от массы цемента прочность бетона на изгиб достигает максимума, при введении ее в количестве 3,5–4,0 % прочность на сжатие увеличивается на 9,0 % (рис. 5). Повышение прочности можно объяснить более глубоким фракционированием компонентов бетонной смеси, образованием дополнительных, хоть и ослабленных связей и некоторым снижением водоцементного отношения. При этом при введении добавки ОГ в количестве до 4 % ослабленные связи образуются в дополнение к имеющимся прочным связям. При дальнейшем увеличении количества вводимой добавки свыше 4 % происходит разрыв прочных связей, который не компенсируется образованием новых.

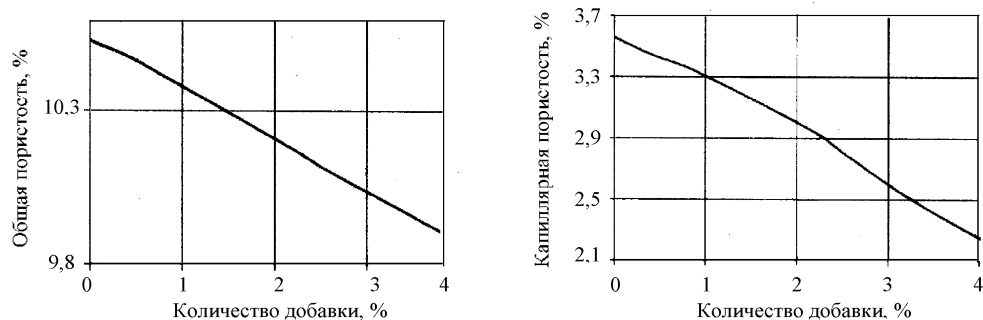


Рис. 2. Влияние добавки ОГ на пористость: а – общую; б – капиллярную

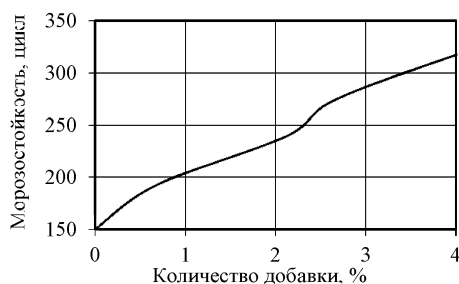


Рис. 3. Влияние добавки ОГ на морозостойкость

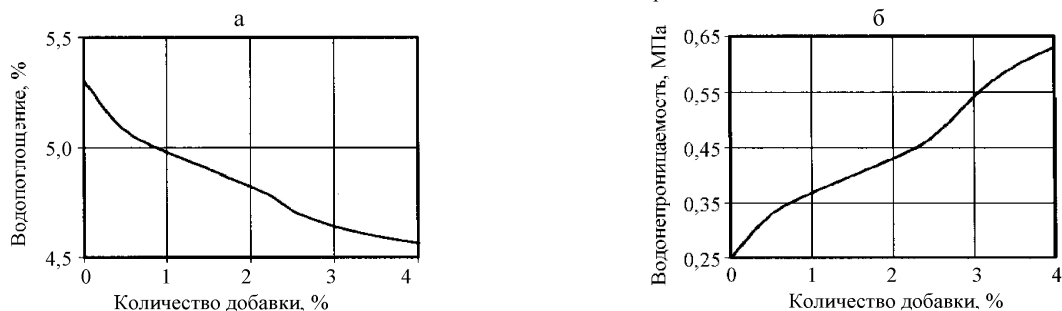


Рис. 4. Влияние добавки ОГ на: а – водопоглощение; б – водонепроницаемость

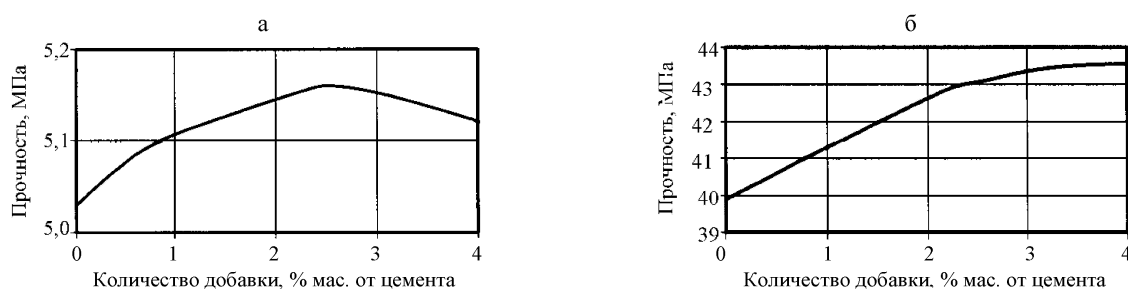


Рис. 5. Влияние добавки на прочность бетона: а – на изгиб; б – на сжатие

Следует обратить внимание на тот факт, что набор прочности образцов с добавкой в начальной стадии происходит медленнее. Это, скорее всего, объясняется тем, что добавка не пропускает воду и замедляет гидратацию цемента, поэтому набор прочности в начальной стадии более мягкий. Добавку можно также

использовать в качестве замедлителя твердения бетонной смеси.

**Технология изготовления подкладных плит.** При разработке технологии введения добавки ОГ в бетонную смесь ставилась задача максимально сохранить процесс получения бетонной смеси, применяемый ранее при изго-

товлении подкладных плит. Для этого проведены эксперименты, направленные на выявление наименее затратных процессов.

В качестве основного принят вариант введения добавки в количестве 1 % от массы цемента. В данном случае количество добавки ОГ примерно равно суммарному количеству добавок С-3 и «Микропоран» на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, а прочность, водонепроницаемость, водопоглощение и капиллярная пористость при данном количестве добавки имеют только положительное изменение.

В результате проведенных исследований разработаны и утверждены технические условия ТУ ВУ 100354447.082–2011 «Добавка гидрофобизирующе-кольматирующая для бетонных смесей и строительных растворов».

Введение в цемент добавки из отработанной глины масляного производства нефтеперерабатывающих заводов дает возможность готовить гидрофобный цемент в заводских условиях с последующим его введением в бетонную смесь на объекте. Это повышает технологичность приготовления гидрофобной бетонной смеси, обеспечивает высокое качество получаемого состава и расширение ассортимента выпускаемой продукции.

Благодаря этому способу снижается время и повышается эффективность перемешивания, улучшаются гидрофобные свойства бетона, снижается его водопоглощение и повышается водонепроницаемость при сохранении показателей по прочности. Также положительным фактором является то, что при замене добавок «Микропоран» и С-3 на отработанную глину, являющуюся отходом производства, снижается стоимость бетонной смеси, а это важный критерий при разработке и внедрении новых материалов.

Запасы отработанной глины позволяют прогнозировать значительный объем применения данной добавки.

## ВЫВОДЫ

Разработан производственный состав бетонной смеси с использованием добавки из отработанной глины масляного производства в количестве 0,2–4,0 % от массы цемента. Достигнут эффект практически по всем исследованным показателям для бетона подкладных

плит. Введение такой добавки создает более плотную структуру бетона, снижает водопоглощение в 1,2 раза, повышает водонепроницаемость и морозостойкость в 2,6 и 2 раза соответственно. Кроме того, сокращается расход цемента до 4 %, повышается прочность бетона на сжатие до 9 %.

Добавка снижает коррозию арматуры. Потеря массы при хранении в течение года составила 10 г на 1 м<sup>2</sup> поверхности арматуры при введении добавки в количестве 1 % от массы цемента. Это в 4 раза меньше, чем потеря массы арматуры в бездобавочном составе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горчаков, Г. И. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений / Г. И. Горчаков, М. М. Капкин, Б. Г. Скрамтаев. – М.: Стройиздат, 1965. – 195 с.
2. Яцына, В. Н. Влияние кальциевых черкасских бентонитов, обработанных содой, на водонепроницаемость бетона: дис. ... канд. тех. наук / В. Н. Яцына. – Киев, 1962.
3. Комплексная добавка для бетонов и цементных растворов: заявка 2276660, Рос. Федерация / Р. А. Логвинов; рег. номер 2004123703/03; опубл. 20.05.2006.
4. Бушнева, Е. Ю. Цементные растворы и бетоны с добавками модифицированных битумных эмульсий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11 / Е. Ю. Бушнева. – М., 2005. – 16 с.
5. Камара, А. Мелкозернистые бетоны с модификатором на основе технического пальмового масла: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / А. Камара. – М., 2001. – 21 с.
6. Мануйлова, Е. Н. Декоративные бетоны, модифицированные техническим растительным маслом: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / Е. Н. Мануйлова. – М., 1995. – 26 с.
7. Попов, О. Р. Бетоны с добавкой коллоидной парафиновой пасты для транспортного строительства: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / О. Р. Попов. – М., 1995. – 23 с.
8. Соловьев, В. И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками: монография / В. И. Соловьев. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1990. – 110 с.
9. Гречухин, В. А. Предпосылки к использованию глинистых минералов и органических веществ в качестве добавок в бетонные смеси / В. А. Гречухин, Г. Д. Ляхевич // Строительная наука и техника. – 2010. – № 3. – С. 48–51.
10. Справочник образующихся отходов производства в Белорусской ССР, их технических характеристик и имеющихся отечественных и зарубежных технологий по их переработке, а также идей и проблем по ресурсосбережению / Госснаб БССР. – Минск, 1990. – Ч. II. – 264 с.