

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЕСЧАНЫХ БЕТОНОВ

Известно, что стойкость бетона во времени представляет собой сложный и многофакторный процесс взаимодействия его структуры со средой. В связи с этим к одной из главных проблем долговечности относится проблема повышения плотности (непроницаемости) структуры бетона.

Плотность структуры бетона во многом определяется деструктивными микроскопическими явлениями, приводящими к образованию микро- и макрострещин. Деструктивные явления, в свою очередь, могут быть вызваны различными факторами, основными из которых являются: влажность, температура, физико-химические и контракционные напряжения. Цикличность воздействия указанных факторов вызывает изменение по размеру и знаку деформации структуры бетона, т. е. как бы расшатывают ее монолитность.

Исследование конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе, выявило, что разрушение бетона под циклическим воздействием отрицательных температур имеет более массовый характер, чем от других причин [1]. Поэтому логично, что в качестве основной характеристики, определяющей стойкость бетона во времени, чаще всего принимается морозостойкость материала. Последняя в значительной мере предопределяется степенью насыщения бетона. Полностью водонасыщенный бетон разрушается весьма быстро, как правило, после нескольких циклов замораживания и оттаивания. Поэтому создание плотной структуры с замкнутыми микропорами – один из надежных факторов, обеспечивающих повышение морозостойкости бетона.

Оптимальная по плотности структура песчаного бетона характеризуется равномерным расположением твердой фазы, где цементирующее вещество находится в виде непрерывной пространственной сетки, а водотвердое отношение выражается минимальным значением, при котором, однако, сохраняется континуум дисперсионной среды [2].

Таким образом, показатели плотности и характера пористости – одни из основных характеристик структуры, обуславливающих долговечность песчаного бетона. Причем эти показатели находятся в прямой зависимости от оптимизации количественных соотношений компонентов смеси и технологических параметров и режимов ее обработки.

Разработка путей и методов получения оптимальных структур бетонов и выбора из них наиболее рациональных с точки зрения долговечности в конкретных условиях эксплуатации - одна из важнейших задач в исследовании песчаных бетонов. Множество управляемых и неуправляемых технологических факторов и многостадийность процесса формирования структуры ставят ее оптимизацию в разряд весьма сложных проблем.

Один из эффективных методов повышения долговечности песчаных бетонов - поризация структуры цементного камня, характеризующаяся замкнутостью микропор.

Известно, что введение в бетонную смесь поверхностно-активных и воздухововлекающих добавок существенно повышает морозостойкость бетонов. Такие добавки позволяют снизить водоцементное отношение и способствуют образованию замкнутых микропор, которые воспринимают и тем самым уменьшают внутренние напряжения при льдообразовании в открытых порах структуры бетона.

Одной из главных задач в производстве поризованных цементно-песчаных смесей является получение структуры с замкнутыми сфероидальными микро- и макроячейками. Поэтому поризованная масса должна характеризоваться высокой стабильностью и устойчивостью.

Исследованиями установлено, что обработка цементно-песчаной смеси в скоростных смесителях с $n = 10 \text{ с}^{-1}$ обеспечивает получение смеси, обладающей свойствами, отличающимися от приготовленной при обычном перемешивании с $n = 2 \text{ с}^{-1}$. Цементно-песчаная смесь, обработанная в смесителе с $n = 10 \text{ с}^{-1}$, названа нами "активированной", имеет высокую степень гомогенизации, не имеет водоотделения и обеспечивает при введении воздухововлекающих добавок образование равномерно распределенных замкнутых ячеек в цементно-песчаной структуре.

Нами исследовалось влияние различных воздухововлекающих добавок на плотность активированной цементно-песчаной смеси с учетом режима ее уплотнения. Плотность песчаного бетона характеризовалась показателем открытой пористости, которая определялась на образцах-кубах с ребром 70,7 мм через 28 сут твердения в нормальных условиях.

Учитывая, что доля вводимых воздухововлекающих добавок - качественный фактор при исследовании, был принят план эксперимента по схеме латинского квадрата. Исследовались следующие факторы: частота колебания вибратора, время вибрации, тип воздухововлекающих добавок (ГКЖ-94, ЦНИПС-1, СНВ). Влияние указанных факторов изучалось нами на обычной и активированной цементно-песчаных смесях.

Из анализа исследований выявлено, что наиболее рациональным оказался опыт, полученный при частоте колебаний вибратора при уплотнении смеси - 3000 кол/мин; продолжительности вибрации - 10 с; тип воздухововлекающей добавки - ГКЖ-94.

Установлено (табл. 1), что применение наиболее рациональных сочетаний технологических факторов и их параметров в процессе обработки смеси позволяет на 50% изменить характер пор, определяющих стойкость структуры бетона во времени.

Введение 0,01% воздухововлекающей добавки ГКЖ-94 в смесь с последующей ее активизацией повышает морозостойкость песчаного бетона в 2,5 раза. Видимые разрушения структуры бетона (шелушение и мелкое трещинообразование) появились на образцах из обычной смеси через 90 циклов, а из активированной - через 300. Потери прочности при сжатии $\geq 15\%$ от эталонных зафиксированы у образцов из обычной и активированной смеси с В/Ц = 0,45 соответственно через 120 и 430 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Исследование процесса формирования структуры бетона показало, что бетон находится под влиянием объемных изменений системы, к которым относятся прежде всего осадка (седиментация) смеси и контракция. При этом нарушение структуры песчаного бетона в решающей мере определяется капиллярной пористостью (50 мкм и более), образованной в результате седиментационных процессов.

Свежеприготовленная (в период до начала схватывания) активированная цементно-песчаная смесь имеет осадку значительно меньшую, чем обычная. Это объясняется более плотной упаковкой ее дисперсной фазы и более полным связыванием воды в

Таблица 1

Физико-механические показатели песчаного бетона
(Ц:П = 1:3, 28 сут твердения в нормальных условиях)

Вид песчаного бетона	В/Ц	Полный объем пор, %	Объем капиллярных пор, %	Морозостойкость, циклы
Из обычной смеси с добавкой ГКЖ-94	0,4 0,45 0,5	26,7 23,1 21,3	7,1 5,9 5,1	180 175 165
Из активированной смеси с добавкой ГКЖ-94	0,4 0,45 0,5	17,4 15,5 18,6	3,6 2,3 4,2	410 430 450

системе. Осадка активированной смеси стабилизировалась через 30 мин, а обычной – через 60.

Исследования показали, что активированная смесь не имеет водоотделения при $V/C \leq 0,6$, тогда как обычная – только при $V/C \leq 0,4$.

Таким образом, обработка с помощью введения в смесь воздухововлекающих добавок и наложения значительного градиента скорости при ее перемешивании является эффективным методом интенсификации структурообразования песчаных бетонов с целью повышения его морозостойкости.

Л и т е р а т у р а

1. Рыбьев И.А., Васильченко В.Т., Васильченко С.В. Натурные исследования песчаных бетонов в конструкциях сельскохозяйственных зданий западных районов Белоруссии. – В сб.: Проблемы сельскохозяйственного строительства. Минск: Ураджай, 1980, с. 96–101. 2. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. – М.: Высшая школа, 1978, с. 65.

УДК 666.972.16

Н.И.Довнар, В.Ф.Довнар (БИСИ)

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА БЕТОНА ВВЕДЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

Эффективным способом повышения качества и долговечности бетона является применение комплексных добавок, состоящих из поверхностно-активных веществ и электролитов, которые обладают полифункциональным действием и не вызывают коррозии арматуры в железобетонных сооружениях и изделиях, подвергающихся тепловой обработке, либо твердеющих в естественных условиях.

Введение ПАВ и электролитов в бетон позволяет регулировать его структурообразование, повышать удобоукладываемость смеси и тем самым улучшать свойства затвердевшего бетона практически на всех видах цемента [1, 2].

В последние годы строителям предложены многие виды добавок ПАВ и электролитов, однако наиболее широкое применение в строительстве для изготовления железобетонных изделий из всех известных поверхностно-активных веществ получила добавка СДБ. Проведенные ранее многочисленные исследования показали, что смеси с этой добавкой имеют повышенную плас-