

- создания высококачественной проектной документации;
- составления строительных планов;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;
- иных связанных со зданием целей.

Например, собранная в модели информация о здании может анализироваться на предмет обнаружения в проекте возможных нестыковок и неточностей.

В итоге можно сказать, что технология BIM позволяет с высокой степенью достоверности воссоздать сам объект со всеми конструкциями, материалами, инженерным оснащением и протекающими в нем процессами и отладить на виртуальной модели основные проектные решения.

УДК 666.971.16:620.169.1

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕТОНА

Н. И. АШУРКО, А. Б. ДРОБЫШЕВСКАЯ, Н. В. ЧЕРНЮК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современное строительство немислимо без бетона. Это один из самых массовых строительных материалов, во многом определяющий уровень развития цивилизации. В последние годы появились и получили широкое распространение новые эффективные модификаторы для вяжущих и бетонов.

Наиболее полно современные возможности технологии бетона воплотились в создании и производстве высококачественных, высокотехнологичных бетонов. Под этим термином объединены многокомпонентные бетоны с высокими эксплуатационными свойствами, прочностью, долговечностью, истираемостью, надежными защитными свойствами по отношению к стальной арматуре, высокой химической стойкостью. Высококачественные бетоны, приготавливаемые из высокоподвижных и литых бетонных смесей с ограниченным водосодержанием, имеют прочность на сжатие в возрасте двух суток 30–50 МПа, в возрасте 28 суток – 60–150 МПа, морозостойкость – F 600 и выше, водонепроницаемость – W16 и выше, водопоглощение – менее 1–2 % по массе, истираемость – не более 0,3–0,4 г/см². В реальных условиях прогнозируемый срок службы такого бетона превышает 200 лет.

Одним из наиболее перспективных направлений технического прогресса в технологии бетона является формирование благоприятной структуры цементного камня, позволяющее значительно повысить его стойкость и улучшить комплекс физико-технических свойств бетона. Улучшение структуры цементного камня сводится к необходимости снижения пористости бетона. Причина ее возникновения кроется в избыточном количестве воды затворения. При твердении часть воды химически связывается минералами цементного клинкера, а оставшаяся часть постепенно испаряется, оставляя после себя поры. Благодаря капиллярно-пористому строению бетон может поглощать влагу как при контакте с ней, так и непосредственно из воздуха. Большое водопоглощение отрицательно сказывается на морозостойкости и водонепроницаемости бетона. Для получения бетонов высокой морозостойкости и водонепроницаемости необходимо добиваться минимальной капиллярной пористости. Это возможно путем снижения содержания воды в бетонной смеси. Эти задачи во многих случаях могут быть успешно решены с помощью различных химических модификаторов, которые при введении в весьма малых количествах, существенно влияют на физико-химические процессы твердения вяжущих и, в результате, на технологические свойства бетонных смесей и физико-технические свойства бетона.

Наиболее широко в технологии бетона применяются модификаторы структурирующего, пластифицирующего действия, регуляторы твердения бетона, а также комплексные модификаторы полифункционального действия.

В настоящее время активно применяются модификаторы пластифицирующего действия на основе поликарбоксилатов, которые обеспечивают также высокую сохраняемость бетонных смесей, что делает их привлекательными для монолитного строительства и при продолжительном транспортировании бетонных смесей. Это значительное достижение по сравнению с пластификаторами на нафталиноформальдегидной основе (С-3) и на основе меламина. Принцип их работы заключает-

ся в том, что поликарбоксилаты адсорбируются на поверхности цементных зерен и сообщают им отрицательный заряд. В результате этого цементные зерна взаимно отталкиваются и приводят в движение цементный раствор, а также минеральные составляющие. Чем длиннее цепи, которые создают молекулы пластификатора, тем интенсивнее это отталкивание. Эффективность пластификации становится более высокой, а ее действие продлевается при постоянном перемешивании. Длительность пластифицирующего эффекта поликарбоксилатов как минимум в 3–4 раза больше, чем при применении обычных суперпластификаторов, за счет большой длины молекул поликарбоксилатов. В Республике Беларусь часто применяются пластификаторы *FREM GIPER*, *Стахемент*, *Хидетал-ГП-9* и т.д., обладающие этими свойствами.

Бетонные смеси с применением пластификаторов на основе поликарбоксилатов обладают высокой сохраняемостью бетонной смеси (до 3 часов), хорошей удобоукладываемостью при максимальном снижении водосодержания бетонной смеси; обеспечивается высокий водоредуцирующий эффект, который может быть использован для экономии цемента или повышения физико-механических характеристик бетона, снижается водоцементное отношение, повышается подвижность бетонной смеси с П1 до П5. При использовании пластифицирующего эффекта снижает время вибрирования изделий, облегчает уплотнение бетона. В комплексе с дополнительными мероприятиями позволяет существенно повысить качество поверхности.

В результате можно получить высокопрочные бетоны *C50/60 (M 800)*, значительно повысить морозостойкость и водонепроницаемость бетона в конструкции.

УДК 693.54:628.32

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ПОВРЕЖДЕННОГО БЕТОНА И АРМАТУРЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Г. Н. БЕЛОУСОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При возведении из сборного и монолитного бетона и железобетона сооружений систем водоснабжения и водоотведения наиболее сложным и трудоемким для производства работ являются многочисленные емкостные сооружения цилиндрической, прямоугольной и круглой (в плане) формы. Железобетонные резервуары цилиндрической формы применяют в строительстве первичных и вторичных отстойников, в строительстве резервуаров чистой воды. Особенностью бетонирования стен таких сооружений является то, что толщина этих стен незначительна (20–40 см), а высота достигает 5–7 метров. Сооружения выполняются из сборных железобетонных элементов стен, перегородок, перекрытий и монолитного днища.

Бетон для железобетонных конструкций должен обладать необходимой прочностью, хорошим сцеплением с арматурой, достаточной плотностью для защиты арматуры от коррозии. В зависимости от назначения сооружения бетон также должен удовлетворять специальным требованиям: морозостойкости, коррозионной стойкости при агрессивном воздействии среды, водонепроницаемостью и др. Важнейшим физико-механическим свойством бетона с точки зрения его работы в железобетонных конструкциях являются прочность и деформативность, определяемые его структурой. Структуру бетона можно представить в виде пространственной решетки из цементного камня (включающего кристаллический сросток, гель и большое количество пор и капилляров, содержащих воздух и воду), в котором хаотично расположены зерна песка и щебня. В таком неоднородном теле нагрузка создает сложное напряженное состояние. Бетон, как и другие каменные материалы, обладает значительным сопротивлением, сжимающим напряжением, и весьма малым сопротивлением растяжению (прочность бетона на растяжение в 10–15 раз меньше прочности на сжатие), а сталь работает и на сжатие, и на растяжение. Поэтому железобетон сжимающие напряжения воспринимает бетоном, а растягивающие – стальной арматурой. Разрушение бетонных (неармированных) конструкций происходит внезапно (хрупко), в то время как разрушение железобетонных элементов наступает постепенно, что позволяет снизить запас прочности. Кроме обычных железобетонных конструкций в строительстве очистных сооружений используются предварительно напря-