

УДК 666.972.019.3

Л. В. Янковский

К ВОПРОСУ О ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕМЕНТОБЕТОНОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ЕВРОСТАНДАРТЫ

Проанализирована история применения цементных бетонов и перспектива их дальнейшего использования. Рассмотрены вопросы долговечности цементобетонов в Российской Федерации при переходе на европейские нормы. Сделано предложение осуществлять эти изменения в переходный период, на протяжении которого строители и проектировщики вправе будут выбирать применять им в целях обеспечения основных требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» отечественную нормативную базу либо евро-стандарты.

Ключевые слова: долговечность, цементный бетон, евростандарты, еврокоды, техническое регулирование.

The history of application of cement concretes and the prospect of their further use are analyzed. Durability issues for cement concretes in the Russian Federation are considered within the framework of transition to European norms. The proposal is made to make these changes during a transition period throughout which constructors and designers have the right to choose — whether to apply national standards or European standards for the purpose of meeting the basic requirements of the Federal Law of “Technical regulations” on the safety of buildings and constructions».

Key words: durability, cement concrete, European standards, European codes, technical regulation.

Среди строительных материалов в прошлом столетии лидирующее место во всем мире занимал бетон. В XX в. только в России было использовано более 21 млрд кубометров бетона и железобетона. На его производство ушло более 70 % всего выпущенного цемента и 30 % нерудных строительных материалов. В стоимостном выражении на бетон и железобетон приходится около 60 % от стоимости всех применяемых в строительстве материалов. В этой отрасли занято примерно 400 тыс. работников, а доля продукции составляет 2 % от общего валового продукта Российской Федерации (вся промышленность стройматериалов — 3 %).

По уровню технических и экономических показателей бетон и железобетон по-прежнему остаются основными конструкционными материалами, занимая приоритетные места в общей структуре мирового производства строительной продукции (ежегодное производство бетона и железобетона в мире превышает 3 млрд м³). Из двух миллиардов 800 миллионов квадратных метров жилого фонда России на здания, построенные с применением бетона и железобетона, приходится не менее 2 млрд м². Доля сборного и монолитного железобетона составляет более 40 % стоимости валовой продукции и основных фондов промышленности строительных материалов России, на построенные здания и сооружения в стоимостном выражении приходится 60 % национального достояния страны. При этом не менее 2/3 зданий и сооружений выполнено с применением бетона и железобетонных конструкций. В настоящее время в нашей стране производится за год около 17 млн м³ сборных железобетонных

конструкций, более 30 млн м³ монолитного бетона и раствора и приблизительно 5 млн м³ мелких бетонных блоков. Эта отрасль промышленности строительных материалов за первое полугодие 2010 г. по сравнению с тем же периодом 2009 г. дала прирост в 2,1 %. Бетон и железобетон сохраняют свою лидирующую роль в строительстве и в XXI веке.

В России наметился новый крупный сектор экономики, в котором будут применяться в больших масштабах цементные бетоны — это строительство автомобильных дорог (рис. 1).



Рис. 1. Применение цементобетона при строительстве автомобильных дорог [1]

Руководство отрасли заявило, что если в ближайшие годы не улучшится качество отечественного битума, Россия откажется от асфальтобетонных дорог в пользу цементобетонных, уже сейчас количество проектов по строительству дорог с цементно-бетонными покрытиями больше, чем с асфальтобетонными [2].

Всемирный банк в марте 2011 г. в докладе, посвященном экономике РФ, отметил, что уровень затрат на содержание и капитальный ремонт автомобильных дорог чрезвычайно высок. Согласно данным экспертов, годовые затраты на содержание 1 км автомобильных дорог РФ составляют от 27 до 55 тыс. долларов, что превышает аналогичные затраты во многих странах мира [3].

Переход на строительство дорог с цементобетонным покрытием позволит существенно снизить затраты на содержание дорог. Срок службы цементного бетона в составе автомобильных дорог, по нормам РФ, составляет 25 лет, но специалисты считают, что его долговечность может достигать 50 и более лет (рис. 2).



Рис. 2. Автомобильные дороги с цементобетонным покрытием [2]

Эффективность функционирования отрасли производства бетона и железобетона в значительной мере определяет уровень всей российской промышленности стройматериалов. На смену безграничному «техническому прогрессу» мировое сообщество выдвинуло концепцию устойчивого развития современной цивилизации, учитывающую интересы грядущих поколений. В этих условиях материалам и технологиям в области строительства должны быть присущи все признаки пятого технологического уклада, который уже утвердился в развитых странах. Бетон и железобетон как строительные материалы в наибольшей степени отвечают критериям устойчивого развития, главным из которых является применение долговечных бетонов, требующих в процессе эксплуатации минимальных затрат на ремонт.

Проблема долговечности бетона возникла более ста лет назад, и со временем в связи с огромными масштабами применения этого строительного материала острота и значимость этого вопроса только возрастала. Обеспечение долговечности цементного бетона является серьезной проблемой во всех странах. Особенно интенсивно работы по изучению параметров, обеспечивающих долговечность бетонов, проводились во второй половине XX столетия.

В последнее время проблема долговечности цементных бетонов стала весьма актуальной. Обеспечение долговечности бетонов, предназначенных для использования при строительстве долговременных сооружений (тоннели, мосты, различного типа подземные сооружения, метрополитены, цементно-бетонные покрытия автомобильных дорог и т. п.), стало основной проблемой, решаемой при проектировании и строительстве.

В технической литературе достаточно широко представлены многочисленные случаи преждевременного разрушения по различным причинам бетонов сооружений, как правило, построенных в течение последних 30...40 лет. Установлено, что в настоящее время скорость разрушения бетонных сооружений выше, чем в прошлом.

Среди наиболее быстро повреждаемых сооружений можно выделить железобетонные мосты, скорость разрушения которых на 50 % превышает скорость разрушения прочих сооружений (мост метро в Лужниках), путепроводы (путепровод у метро «Парк культуры», путепровод на Самотечной площади, подземные переходы и переходы над железнодорожными путями в пределах г. Москвы), коммунальные тоннели и каналы, очистные сооружения, коллекторы сточных вод, проходные тоннели с линиями электроснабжения, связи, холодного и горячего водоснабжения, подземные сооружения типа подвалов, фундаментные сооружения и т. п.

Недостаточная долговечность выявлена у цементобетонных дорожных покрытий, железобетонных шпал, сборных железобетонных лотков ирригационных каналов, подпорных стен, цементобетонных силосов и т. д.

Определенное место вопросы долговечности заняли в научных исследованиях. В табл. 1 даны процентные соотношения изучаемых характеристик бетона при изучении влияния добавок.

Непосредственно долговечность изучалась в 19 % всех исследований за период 1965—2000 гг., а с учетом свойств, имеющих косвенное отношение к долговечности бетона, — более 60 %.

Т а б л и ц а 1

Процентные соотношения изучаемых характеристик бетона

Код эффекта	Свойство бетона, изучаемое при внесении добавки	Из общего числа добавок изучено влияние на данный эффект, %
X_1	Прочность на сжатие	59,09
X_2	Расход цемента	53,64
X_3	Подвижность бетонной смеси	52,27
X_4	Морозостойкость бетона	47,73
X_5	Сроки схватывания цемента	45,00
X_6	Жизнеспособность бетонной смеси	44,09
X_7	Водопотребность бетонной смеси	43,64
X_8	Водонепроницаемость	37,27
X_9	Воздухововлечение	30,00
X_{10}	Стойкость бетона к действию агрессивных сред	26,36
X_{11}	Время тепловлажностной обработки	19,09
X_{12}	Долговечность бетона	19,00
X_{13}	Расслаиваемость бетонной смеси	18,64
X_{14}	Плотность бетонной смеси	16,36
X_{15}	Защитная способность бетона по отношению к арматуре	11,82
X_{16}	Статический модуль упругости бетона	8,64
X_{17}	Прочность бетона на растяжение	7,27
X_{18}	Ползучесть бетона	6,82
X_{19}	Стойкость бетона при действии повышенных температур	5,45
X_{20}	Водопоглощение бетона	5,45
X_{21}	Капиллярное всасывание бетона	4,55
X_{22}	Усадка бетона	4,09
X_{23}	Сцепление арматуры с бетоном	2,73
X_{24}	Призмная прочность бетона	2,27
X_{25}	Время помола цемента	1,82
X_{26}	Время уплотнения бетонной смеси	1,82
X_{27}	Капиллярная пористость бетона	1,36
X_{28}	Сроки твердения бетона	1,36
X_{29}	Динамический модуль упругости бетона	0,91
X_{30}	Плотность бетона	0,90
X_{31}	Пластическая усадка цементного теста	0,45
X_{32}	Трещиностойкость бетона	0,45

С середины шестидесятих годов XX века возникает задача возведения зданий и сооружений с гарантированным сроком службы при различных условиях эксплуатации. Появляется все больше работ, посвященных количественной оценке стойкости бетонов, эксплуатирующихся в различных средах, и преследующих цель разработки методов прогноза и расчета конструкций и сооружений на заданный срок службы.

Наращение интенсивности исследований по изучению стойкости цементных бетонов, эксплуатирующихся в различных средах, объясняется, прежде всего, экономическими причинами. Объем уже построенных и эксплуатирующихся в условиях воздействия внешней среды, в том числе и климата, сооружений велик и растет с каждым годом, а, соответственно, растет и объем ремонтных и восстановительных работ, требующих вложения значительных средств.

Так, в СССР в 1980-х гг. ущерб от преждевременного выхода из строя строительных конструкций составлял ежегодно более 4, а к 1990 г. достиг 6 млрд руб. В настоящее время ежегодные потери от недостаточной долговечности строительных материалов, в том числе и цементных бетонов, в РФ могут составлять примерно 3...3,5 млрд руб. в ценах 1991 г.

Среди специалистов, занимающихся изучением свойств строительных материалов, возникает осознание того, что долговечность конструкций, выполненных с использованием этих материалов, не менее важная характеристика, чем их несущая способность.

Одним из аспектов этой проблемы является необходимость совершенствования нормативной базы, стимулирующей получение высококачественного бетона, что определяет, в свою очередь, заданную долговечность возводимых сооружений. Отсюда вытекает особая значимость технического нормирования в этой области и проблема гармонизации имеющихся в РФ НД по цементным бетонам с европейскими.

Одним из элементов процесса объединения развитых европейских стран в Европейский союз является создание единой (гармонизированной) системы евростандартов — евронорм [англ. European Norms (EN)], обязательных для применения во всех странах — членах союза. Для разработки евростандартов и координации работ в этой области был создан Европейский комитет по стандартизации — CEN (European Committee for Standardization) в составе многочисленных технических комитетов [4].

В CEN по бетону и железобетону имеются следующие технические комитеты: CEN/TC51 — Цемент и строительная известь (Cement and building limes), CEN/TC 104 — Бетон и изделия из него (Concrete and related products), CEN/TC 154 — Заполнители для бетона (Aggregates), CEN/TC 229 — Сборные железобетонные изделия и конструкции (Precast concrete products), CEN/TC-250 — Еврокодексы (Eurocodes) и др.

Действительные члены CEN — национальные организации по стандартизации стран Западной и Центральной Европы — Франция, Германия, Греция, Ирландия, Исландия, Италия, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Испания, Швеция, Швейцария, Великобритания, Эстония, Венгрия, Латвия, Литва, Мальта, Польша, Румыния, Словакия, Словения. Имеются также и приглашенные члены CEN — некоторые страны Центральной и Восточной Европы (Албания, Болгария, Хорватия, Кипр, Турция). Россия также недавно присоединилась в качестве приглашенного члена к CEN.

Действительные члены могут участвовать во всех мероприятиях CEN и имеют право голоса при принятии Европейских стандартов, которые принимаются большинством в 71 % от общего числа голосов. Приглашенные и ассоциированные члены могут также участвовать в работе CEN, но без права голоса.

После ратификации CEN каждый национальный орган по стандартизации принимает европейский стандарт в качестве национального стандарта и отменяет все национальные стандарты, которые вступают в противоречие с новым европейским стандартом. Таким образом, Европейский стандарт становится национальным стандартом в странах — членах CEN. Члены CEN по положению обязаны создать условия для применения в своих странах стандартов CEN как национальных стандартов. Документы, разрабатываемые CEN, публикуются на английском, французском и немецком языках. Страны, в которых эти языки не используются, вправе публиковать эти документы на их собственных языках, получив одобрение Секретариата CEN. Национальные органы по стандартизации не имеют права менять положения, описанные в подлиннике документа CEN [4].

Национальная организация по стандартизации РФ является приглашенным членом CEN и на нее распространяются все вышеприведенные ограничения. В соответствии с положением CEN, Национальная организация по стандартизации РФ может принять европейские стандарты в качестве национальных, отменить все национальные стандарты, которые вступают в противоречие с новыми европейскими стандартами, опубликовать европейские стандарты на русском языке, получив предварительно одобрение Секретариата CEN (так, как это сделано в Белоруссии [5] с 641 государственным стандартом (СТБ EN, СТБ ISO, СТБ ENV, СТБ EN ISO, СТБ CEN\TS, идентичным европейским стандартам, взаимосвязанным с Директивой 89/106/ЕЭС).

К документу, введенному в действие, можно добавить свой Национальный титульный лист, Национальное предисловие и Национальное приложение.

Разработка одного из основных стандартов (EN 206) на бетоны велась с 1989 г. до конца 1999 г. техническим комитетом CEN/TK 104 «Бетоны и изделия из него», возглавляемом профессором Хансом Майером, директором Берлинского института строительства. В техническом комитете для учета отдельных проблем при разработке стандарта EN 206 были созданы следующие рабочие группы (Task Group — TG): TG1 «Долговечность»; TG2 «Учет химического воздействия сред эксплуатации»; TG3 «Критерии соответствия»; TG4 «Классы бетонов по прочности»; TG5 «Минеральные добавки (наполнители)»; TG6 «Сборные элементы»; TG7 «Уход, тепловая обработка»; TG8 «Методы испытаний»; TG9 «Щелочная реакция заполнителей»; TG10 «Аттестация на соответствие требованиям».

Из 10-ти рабочих групп 3 (или 30 %) имели какое-то отношение к долговечности бетона. Работа над стандартами потребовала немалых усилий от экспертов, в результате чего было подготовлено 26 редакций текста стандарта. Для их согласования были привлечены ЕРМКО — Европейская ассоциация производителей товарного бетона, РИЛЕМ — Международная ассоциация по испытаниям материалов и другие.

В редакцию стандарта 1999 г. по сравнению с редакцией 1990 г. внесены 10 основных изменений, в том числе: записаны требования по обеспечению долговечности; записаны позиции о необходимости охраны окружающей сре-

ды; уточнены понятия технической ответственности между лицом, формирующим требования к бетону (это может быть Заказчик), изготовителем бетонной смеси и производителем работ (стандарт не содержит указаний на какую-либо юридическую ответственность, ответственность, предусмотренная стандартом, — это техническая ответственность); пересмотрены требования по уходу за уложенным бетоном; оговорены процедуры испытаний на соответствие требованиям стандартов; уточнены критерии соответствия.

Стандарт EN 206-1 «Бетон — общие технические требования, производство и контроль качества» утвержден 12 мая 2000 г. и предназначен для применения в европейских странах с различными климатическими и географическими условиями, различными традициями и опытом строительства, поэтому некоторые главы стандарта содержат разрешение на применение национальных территориальных норм [4].

Ряд стран уже приняли этот стандарт, в том числе Финляндия, Франция, Германия, Италия, Великобритания и некоторые другие.

Евростандарт EN 206 «Бетоны» содержит требования к бетону, производимому на стройплощадке, на заводах товарного бетона, на заводах сборного железобетона, и предназначен для изготовления монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций, в том числе с предварительным натяжением арматуры. Им следует пользоваться совместно со стандартами на исходные материалы и методы их испытаний.

Стандарт EN 206-1 содержит ссылки на несколько десятков других стандартов, как законченных, так и находящихся в стадии разработки, применимость которых для российской практики до сего времени не изучена, что делает сомнительной возможность прямого применения EN 206-1 в качестве национального стандарта. Полный перечень документов, на которые имеются ссылки, даны в табл. 2. Это является одним из доводов в пользу мнения о том, что следует ставить вопрос не о гармонизации, а о конвергенции, совмещении европейских и отечественных норм, что противоречит положению CEN в части, касающейся порядка перехода на европейские нормы.

Таблица 2

Перечень документов, на которые имеются ссылки в стандарте EN 206-1

Обозначение стандарта	Название стандарта или документа
EN 196-2	Методы испытания цемента. Ч. 2: химический анализ
EN 197-1	Цементы, составы, спецификации и критерии соответствия. Ч. 1. Общестроительные цементы
EN 450	Зола-унос для бетона. Определение, требования, контроль качества
EN 480	Добавки для бетонов и растворов. Методы испытаний
EN 933-1	Испытание заполнителей на гранулометрию. Ч. 1. Определение размера частиц, метод рассева на ситах
EN 934-2	Добавки для растворов и бетонов. Ч. 2. Добавки для бетонов, определения, спецификации и критерии соответствия
EN 1008	Вода затворения. Спецификация и методы испытаний

Окончание табл. 2

Обозначение стандарта	Название стандарта или документа
EN 1097-6	Испытания механических и физических характеристик заполнителя. Ч. 3. Определение насыпной плотности. Ч. 6. Определение плотности в частицах и водопоглощения
EN 12350	Испытания бетонной смеси Ч. 1. Отбор проб. Ч. 2. Испытание ОК. Ч. 3. Испытание по Вебе. Ч. 4. Определение степени уплотнения. Ч. 5. Испытание на текучесть. Ч. 6. Определение плотности. Ч. 7. Определение содержания воздуха. Компрессионный метод прессования
EN 12390	Испытания затвердевшего бетона. Ч. 1. Вид, размеры и другие требования к опытным образцам и формам для их изготовления. Ч. 2. Изготовление и хранение образцов для испытания на прочность. Ч. 3. Определение прочности на сжатие. Ч. 5. Определение прочности на растяжение на изгибе. Ч. 6. Испытания на растяжение при раскалывании. Ч. 7. Определение плотности затвердевшего бетона. Ч. 8. Определение водонепроницаемости бетона
EN 12620	Плотные заполнители для бетона
EN 12878	Пигменты на основе цемента и извести. Спецификация и методы испытаний
EN 13055	Легкие заполнители для раствора и бетона
EN 13263	Микрокремнезем. Определение, требования и контроль качества
EN 13577	Качество воды. Определение содержания агрессивного диоксида углерода. Определение содержания агрессивного диоксида углерода
EN 45501	Метрология неавтоматического весового оборудования
ISO 2859:1989	Процедура отбора проб на требуемый уровень качества
ISO 3951: 1989	Процедура отбора проб и схема оценки по проценту несоответствия
ISO 4316	Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Определение показателя pH потенциометрическим методом
ISO 7150-1,2	Качество воды. Определение содержания аммония. Ч. 1, 2. Спектрометрические методы
ISO 7980	Качество воды. Определение содержания кальция и магниевых солей. Атомный абсорбционный спектрометрический метод
DIN 4030-2	Оценка агрессивности воды, почвы и газов по их агрессивности по отношению к бетону. Ч. 2. Отбор проб воды и почвы
ASTM C 173	Определение содержания воздуха в бетонной смеси. Объемный метод
OILM R 117	Измерительные системы для жидкостей

Стандарт EN 206-1 разработан на основе опыта проектирования, изготовления и эксплуатации цементных бетонов на основе исходных материалов и методов испытаний, принятых в европейских странах. Методологические подходы к испытаниям материалов и бетонов в РФ существенно отличаются от принятых в европейских стандартах. Например:

1. Определение зернового состава щебня в РФ осуществляется по ГОСТ 8269.0 и ГОСТ 8267—93, в соответствии с которыми диаметр контрольных сит принят с размерами $d-0,5(d+D)-D-1,25D$, на контрольных ситах с круглыми отверстиями определяются полные остатки. Определение зернового состава щебня по европейским стандартам осуществляется по EN 933-1 и EN 933-2, в соответствии с которыми диаметр контрольных сит принят с размерами $2D-1,4D-D-D-0,5D$, на контрольных ситах с квадратными отверстиями (SFS-EN 933-1) определяются полные проходы щебня. Идентичность результатов определения зернового состава щебня в Европе и РФ достигается на ситах с круглыми отверстиями $D_0 = 1,25D_{\square}$ или с квадратными $D_{\square} = 0,81D_0$ [2].

2. НД РФ регламентируют определение лещадности щебня измерением каждого зерна щебня. По ГОСТ 8269.097 она определяется в пяти фракциях (5(3)...10 мм; 10...20 мм; 20...40 мм; 40...80(70) мм; св. 80 мм) штангенциркулем или шаблоном. По EN 933-3 лещадность щебня определяется ручным просеиванием двенадцати фракций (от 4...5 до 63...80 мм) через щелевидные сита. По содержанию зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы щебень подразделяется на восемь категорий. Показатель лещадности определяется по формуле.

3. НД РФ регламентируют определение прочности щебня по дробимости или по истираемости в полочном барабане. НД Евростандарта регламентируют определение прочности щебня испытанием в шаровой мельнице, США — в полочном барабане. В Швеции принято прочность характеризовать коэффициентом хрупкости и износом, причем хрупкость рекомендовано определять рассевом щебня после дробления его в форме падающим 20 раз с высоты 25 см грузом, а не статическим сжатием, как в РФ. Следовательно, в понятие «прочность щебня» в РФ и за рубежом вкладывается разный смысл.

4. Российские документы на цементы, в частности ГОСТ 30744—2007 (методы испытаний) и ГОСТ 31108—2003 (ТУ), гармонизированы с EN 196 и EN 197, а в технических требованиях к бетонам и бетонным смесям учтены некоторые положения EN 206-1. Однако по российским нормам цементы имеют марки от 300 до 600, тогда как по EN 197 цементы подразделяются на классы от 22,5 до 62,5 [6]. Понятие марки и класса не идентичны, так как их значения получены при разных условиях. По ГОСТ 310.1-310.4 цементы испытывают на однофракционном песке при одинаковой подвижности и переменном водоцементном отношении, но не более 0,4, а по EN 196 — на полифракционном песке и при постоянном отношении В/Ц=0,5.

Исходные материалы и соответственно полученные на их основе цементные бетоны, производимые в РФ, отличаются от европейских. Минералогический состав цемента в различных странах представлен в табл. 3. Анализ этих данных показывает, что цемент, производимый в РФ, существенно отличается от произведенного в других странах, имеет место существенное увеличение

содержания в цементах C_3S за счет уменьшения C_2S . Возможно, это является одной из причин снижения долговременной прочности или снижения темпов роста прочности бетона во времени. По исследованиям НИИЖБ, 23 % изученных цементов, производимых в РФ, имеют недообжиг клинкера. Недобор прочности компенсируется высокой степенью помола. Это приводит к ограничению потенциала цемента, снижению долговечности бетона.

Таблица 3

Минералогический состав цемента в различных странах

Состав- ляющие клинкера	Содержание в цементе составляющих клинкера, %, по странам					
	1900— 1910	Англия	США	Дания		
		1950—1960	1950—1960	1956	1958	1978
C_3S	25	32...53	33...50	46	50...60	55...60
C_2S	45	15...48	22...36	31	20...28	18...22
C_3A	17	7...15	8...14	10	8...10	8...9
C_4AF	13	7...11	7...9	6	5...7	8...9

Примечание: В России в 1962 г. содержание в цементах C_3S составило 60...65 %, C_2S — 11...26 %, C_3A — 9...12 % и C_4AF — 9...15 %, а в 2008 г. C_3S — 60...64 %, C_2S — 11...14 %, C_3A — 7,5...9 % и C_4AF — 9...12 %.

Имеются различия в традиционно существующих и используемых на практике в различных странах размерах заполнителя, представленных в табл. 4. Классификация заполнителя по размерам в РФ не соответствует принятым в ряде других стран, что делает сомнительным использование в РФ рекомендаций стандарта EN 206-1 в части, касающейся методов подбора составов цементобетонных смесей.

Таблица 4

Классификация заполнителя по размерам

Вид заполни- теля	Крупность зерен, мм						
	Россия	Германия	Франция	Австра- лия	США	Япония	Венгрия
Мелкий	0...5	0...3	0...7	0...5	0...3	0...5	0...7
Средний	5...10	3...12	7...15	5...10	3...7	5...20	7...15
Крупный	> 10	12...15	15...25	10...19	7...20	—	15...30

Примечание: в Японии осуществлен переход на фракцию мелкого заполнителя 0...3.

Отдельные понятия и термины, используемые в РФ, существенно отличаются от применяемых в европейских стандартах. Так, в стандарте EN 206-1 под обычным бетоном понимается бетон с плотностью от 2100 до 2600 кг/м³, тяжелый бетон должен иметь плотность выше 2600 кг/м³ [по СП 52-101-2003, СП 52-00-2011 и СП 27.13330.2011 тяжелый бетон должен иметь плотность от 2200 до 2500 кг/м³ включительно, бетон особо тяжелый — плотность свыше 2500 кг/м³, легкий — 800...2100 кг/м³ (по отечественным НД — 800...2000 кг/м³)].

К высокопрочным бетонам относятся бетоны класса выше С67. Максимальный класс бетона, указанный в стандарте EN 206-1:

для тяжелого — С115 (в РФ по СП 52-101-2003 — В 60, СНиП 52-01-2003 — В 120, проекту СНиП 2011 г. — В 100),

для легкого — С88 (в РФ по проекту СНиП 2011 г. — В 40).

В стандарте широко используются два термина:

«бетон заданного качества» — бетон, требуемые характеристики которого задаются потребителем, при этом изготовитель бетона несет ответственность за обеспечение этих требований;

«бетон заданного состава» — бетон, состав которого назначается потребителем, при этом изготовитель несет ответственность за соблюдение этого состава, но не несет ответственности за обеспечение прочих, в том числе эксплуатационных, характеристик такого бетона.

EN 206-1 содержит указания для проектировщика, изготовителя и подрядчика (заказчика) бетона. Проектировщик несет ответственность за правильное назначение требований к бетону, изготовитель несет ответственность за выполнение этих требований на стадии производства и контроля, подрядчик несет ответственность за надлежащее выполнение бетонных работ на строительной площадке.

На практике может быть несколько различных организаций, формулирующих требования к бетону, например владелец объекта, проектировщик, подрядчик, субподрядчик и т. д. Каждый ответственен за грамотное формулирование требований для изготовителя бетона. В терминах стандарта это называется *specification* — технические условия, технические требования. Проектировщик, изготовитель и подрядчик могут быть одним лицом (например, компания, которая осуществляет и проектирование, и строительство) [4].

Третий стандарт по объему посвящен требованиям по обеспечению качества бетона. Детально прописаны правила отбора проб при приготовлении бетона при испытании на прочность, обозначены критерии соответствия, причем не только по показателям прочности, но и по другим характеристикам: плотности, В/Ц, содержанию цемента (недовложение против проекта не более 10 кг/м³) и т. д. Имеются указания по контролю всех материалов, операций и оборудования, используемых при приготовлении бетона.

Требования к бетону, как это предписывает стандарт, должны назначаться для обеспечения срока надежной эксплуатации конструкции или сооружения в течение не менее 50 лет. При этом предполагается, что бетон тщательно уложен и уплотнен, обеспечены необходимые условия для набора прочности материала с учетом погодных условий и сооружение эксплуатируется в той же окружающей среде, для которой были подобраны характеристики бетона.

Стандарт EN 206-1 содержит рекомендации по учету воздействия на бетон шести различных сред эксплуатации, и только одна не считается агрессивной. Остальные пять имеют три или четыре градации по степени увеличения агрессивности или, если можно так выразиться, суровости эксплуатации. Возможность изменения условий эксплуатации во времени не учитывается. В качестве основного критерия обеспечения стойкости в этих условиях принята прочность. Соответственно, рекомендуемые прочности бетона для этих сред

колеблются от С25 (опасность карбонизации) до С45 (морская вода, химическая агрессия). При действии замораживания-оттаивания минимальный класс по прочности на сжатие рекомендуется С30 [6].

По мнению отечественных ученых, одним из важных показателей долговечности является морозостойкость бетона. Более полувека морозостойкость бетона оценивалась в РФ по ГОСТ 10060, предусматривающему сотни циклов длительных испытания бетона в лабораторных морозильных камерах и затем перенесение результатов испытаний на реальные строительные конструкции. СНиП 52-01-03 (равно как и предыдущий СНиП 2.03.01 «Железобетонные и бетонные конструкции. Основные положения») содержит семь марок по морозостойкости в циклах замораживание-оттаивание для тяжелого (в терминологии EN 206-1 — обычного) бетона. EN 206-1 такой классификации по морозостойкости в циклах не приводит, имея в виду, что если бетон проектируется как морозостойкий для заданной среды эксплуатации, то число циклов не должно иметь какого-либо значения. Европейские нормы (EN 206) содержат иное решение этой проблемы, предусматривающее перечень технологических требований, обеспечивающих морозостойкость бетона. Иными словами, в EN 206-1 указаны пути обеспечения морозостойкости и водонепроницаемости бетона через выполнение технологических требований, при соблюдении которых обеспечивается долговечность бетона конструкций [6]. В стандарте имеется 10 приложений, среди которых рекомендации по первичным подборам составов, по обеспечению долговечности бетона на стадии приготовления в зависимости от сред эксплуатации и др.

Заметим, что исчерпание морозостойкости бетона в результате циклического замораживания-оттаивания как достижение материалом некоего предельного состояния является подходом сугубо условным, поскольку эти циклы для реальных сооружений никто не считал, взаимосвязь между циклами лабораторных испытаний и реальной морозостойкостью бетона в конструкциях не устанавливал. Не случайно в СНиП 2.01.07 «Нагрузки и воздействия», в разделе 8 «Температурные климатические воздействия» ни о каких циклах нет ни слова.

В процессе разработки стандарта EN 206-1 были рассмотрены возможности включения в него положений, касающихся обеспечения долговечности бетона на базе данных поведения бетонных и железобетонных конструкций в процессе эксплуатации. Однако комитетом СЕН/ТК 104 было признано, что этот подход пока еще не достаточно разработан, чтобы быть приведенным в стандарте в виде конкретных рекомендаций. В то же время было признано, что в ряде стран имеются значимые достижения в этом направлении в части учета местных условий эксплуатации. Поэтому предполагается продолжение исследований и накопление данных, имея в виду в перспективе обобщение результатов и формулирование рекомендаций на уровне стандарта.

Огромный объем результатов обследований возводимых и эксплуатируемых железобетонных конструкций, который ведется в последние годы в РФ, слабо анализируется или не анализируется вовсе. Между тем системная оценка таких данных помогла бы уточнить ряд важных подходов обновляемой нормативной базы по бетону и железобетону, в том числе и в НД, которые должны обеспечить ужесточение требований к качеству и долговечности бетона и железобетона.

В системе международной организации CIB-RILEM разработана и действует система проектирования зданий и сооружений с учетом требуемой долговечности и условий эксплуатации. Одним из важных моментов является создание нормативного документа, определяющего проектный срок службы данного здания или сооружения, например 10, 20, 50, 100 лет. Наличие заданного срока эксплуатации позволяет обоснованно выбирать материал изделия, назначать первичную или вторичную защиту, сроки межремонтного периода и т. п., т. е. понятие «долговечность» приобретает количественное расчетное значение.

По СНиП 52-01—2003 предусмотрен «расчет бетонных и железобетонных конструкций по долговечности», который (исходя из расчетов по предельным состояниям первой и второй групп) следует производить из условия, по которому при заданных характеристиках конструкции (размерах, количестве арматуры и других характеристиках), показателях качества бетона (прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, температуростойкости и других показателях) и арматуры (прочности, коррозионной стойкости и других показателях) с учетом влияния окружающей среды продолжительность межремонтного периода и срока службы конструкций здания или сооружения должна быть не менее установленной для конкретных типов зданий и сооружений.

Однако метод такого расчета до сего времени не разработан, рекомендации по назначению исходных материалов для бетона в связи с долговечностью его в сооружениях или конструкциях отсутствуют. Моделирование изменения состояния бетонов в условиях воздействия реальных сред эксплуатации, которое является ключом к созданию методов прогнозирования долговечности бетона и, соответственно, к управлению этой долговечностью, как в стандарте EN 206-1, так и в действующих отечественных нормах не представлено.

Таким образом, между отечественными и зарубежными методами испытаний, требованиями к исходным материалам и бетону существуют значительные отличия, что и предопределило существование до сих пор в строительстве перечня обязательных к применению СНиПов и ГОСТов, что идет вразрез новому подходу ЕС, Директиве 89/106 ЕЕС по строительной продукции. Обязательные к применению документы в области стандартизации делают невозможной реализацию в строительстве внесенных в конце 2009 г. в Федеральный закон «О техническом регулировании» беспрецедентных по значимости поправок, предусматривающих прямое применение в России международных и европейских стандартов после предварительной процедуры их регистрации в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов [7].

Прямое применение европейских стандартов повлечет за собой переработку основной НД по технологии бетона, необходимость оснащения лабораторий соответствующими приборами и оборудованием зарубежного производства, обучение и переобучение испытателей и инженеров, изменение системы подготовки кадров.

Одномоментный отказ от российских стандартов и строительных норм и правил при имплементации Евростандартов (как это сделано в Белоруссии) на территории РФ невозможен. Возможно, будут созданы условия и переходный

период, на протяжении которого строители и проектировщики вправе будут выбирать применять им в целях обеспечения основных требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» отечественную нормативную базу либо «легализированные» (принятые в статусе национальных стандартов) евростандарты, как это сделано в Казахстане — установлен переходной период до 2015 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gomaco.com/Resources/worldstories/world352/photos/skanska/HW-050608-D-27.jpg> (дата обращения: 20.10.2011).
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://i065.radikal.ru/0910/86/05ef105512eb.jpg> (дата обращения: 20.10.2011).
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://autoeng.ru/wp-content/uploads/2011/04/beton_dorogaot.jpg (дата обращения: 20.10.2011).
4. Волков Ю. Евростандарт на бетон введен в действие // Бетон и железобетон. 2004. № 2. С. 28—29.
5. Пастушков Г. П., Пастушков В. Г. О переходе на европейские нормы проектирования мостовых конструкций в Республике Беларусь // Охрана окружающей среды. Транспорт. Безопасность жизнедеятельности. Вестник ПГТУ. 2011. № 2. С. 113—121.
6. Семченков А. С., Залесов А. С., Розенталь Н. К. Нормирование по бетону и железобетонным конструкциям. Ч. 1 и 2 «Строительный эксперт». 2008. № 23 (282), № 24 (283). С. 7.
7. Кокодеева Н. Е., Кочетков А. В., Янковский Л. В. Методические подходы к реализации принципов технического регулирования в дорожном хозяйстве // Охрана окружающей среды. Транспорт. Безопасность жизнедеятельности. Вестник ПГТУ. 2011. № 1. С. 44—56.
1. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://gomaco.com/Resources/worldstories/world352/photos/skanska/HW-050608-D-27.jpg> (data obrashcheniya: 20.10.2011).
2. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://i065.radikal.ru/0910/86/05ef105512eb.jpg> (data obrashcheniya: 20.10.2011).
3. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: http://autoeng.ru/wp-content/uploads/2011/04/beton_dorogaot.jpg (data obrashcheniya: 20.10.2011).
4. Volkov J. Evrostandart na beton vveden v deistvie // Beton i zhelezobeton. 2004 . № 2. S. 28—29.
5. Pastushkov G. P., Pastushkov V. G. O perekhode na evropeiskie normy proektirovaniya mostovykh konstruktsiy v Respublike Belarus // Okhrana okruzhayushchei sredy. Transport. Bezopasnost zhiznedeyatelnosti. Vestnik PGTU. 2011. № 2. S. 113—121.
6. Semchenkov A. S., Zalesov A. S., Rozental N. K. Normirovanie po betonu i zhelezobetonnykh konstruktsiyam. Ch. 1 i 2 «Stroitelny ekspert» 2008. № 23 (282), № 24 (283). S. 7.
7. Kokodeeva N. E., Kochetkov A. V., Yankovski L. V. Metodicheskie podkhody realizatsii print-sypov tekhnicheskogo regulirovaniya v dorozhnom khozyaistve // Okhrana okruzhayushchei sredy. Transport. Bezopasnost zhiznedeyatelnosti. Vestnik PGTU. 2011. № 1. S. 44—56.

© Янковский Л. В., 2012

Поступила в редакцию
в январе 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Янковский Л. В. К вопросу о долговечности цементобетонов при переходе на евростандарты // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).